

**НОВОСТИ
НАВИГАЦИИ**
№ 4, 2008 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.
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.;
Коротоншко 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

МЕЖДУНАРОДНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

17-Я СЕССИЯ СОВЕТА ДАЛЬНЕВОСТОЧНОЙ
РАДИОНАВИГАЦИОННОЙ СЛУЖБЫ (ФЕРНС) 3

В МЕЖГОСУДАРСТВЕННОМ СОВЕТЕ «РАДИОНАВИГАЦИЯ»
И РОССИЙСКОЙ ОБЩЕСТВЕННОМ ИНСТИТУТЕ НАВИГАЦИИ»

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ «ТЕНДЕНЦИИ И ГАРМОНИЗАЦИЯ
РАЗВИТИЯ РАДИОНАВИГАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ 13
ЗАСЕДАНИЕ МЕЖГОСУДАРСТВЕННОГО СОВЕТА «РАДИОНАВИГАЦИЯ» 16

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ СТАТЬИ, ОБЗОРЫ, РЕФЕРАТЫ

К ВОПРОСУ ОБ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВВЕДЕНИЯ ПИЛОТНОГО КАНАЛА
В ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКИЙ ИНТЕРФЕЙС СРНС 19
С.Б. Болошин, А.Г. Геворкян, В.П. Ипатов, С.П. Ковита, Б.В. Шебшаевич
МЕТОДЫ КОМПЛЕКСИРОВАНИЯ ПРИЕМНИКА СПУТНИКОВОЙ
НАВИГАЦИИ И ИНЕРЦИАЛЬНОЙ НАВИГАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ.
РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ
СЛАБОСВЯЗАННОГО АЛГОРИТМА КОМПЛЕКСИРОВАНИЯ
В ГОРОДСКИХ УСЛОВИЯХ 25

А. Л. Аникин, А. А. Оганесян, С. Ю. Аксенов, А. С. Морозов

НАВИГАЦИОННАЯ АППАРАТУРА СЕМЕЙСТВА «ПОЛЬЗОВАТЕЛЬ».
ПЕРВЫЕ ШАГИ РАЗРАБОТКИ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ
ГЛОНАСС/GPS НАВИГАТОРОВ 30
К. Н. Бабаков, Н. Б. Агафонов, С. П. Ковита, Д. И. Моисеенко, М. М. Шилов

ОПТИМИЗАЦИЯ РАЗМЕЩЕНИЯ НАЗЕМНЫХ СТАНЦИЙ НАВИГАЦИОННОЙ
СИСТЕМЫ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩЕГО МИНИМУМ ПОГРЕШНОСТИ
МЕСТООПРЕДЕЛЕНИЯ ОБЪЕКТА В ЛОКАЛЬНОЙ ОБЛАСТИ ПРОСТРАНСТВА 33
М. А. Бисярин, А. Г. Геворкян, Г. А. Семенов, Б. В. Шебшаевич, В. М. Царев

РАДИОНАВИГАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ
ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ УКРАИНЫ 38
С. В. Козелков, Г. Л. Баранов

ВОЗМОЖНОСТЬ ПОДАВЛЕНИЯ ПРИЕМНИКОВ СПУТНИКОВОЙ
НАВИГАЦИИ ПАССИВНЫМИ ПОМЕХАМИ
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДИПОЛЬНЫХ ОТРАЖАТЕЛЕЙ 42
А. Н. Коротоншко, Ю. М. Перунов

ОПЕРАТИВНАЯ ИНФОРМАЦИЯ 44

КОНФЕРЕНЦИИ, ВЫСТАВКИ, СОВЕЩАНИЯ 49

НАШИ ПОЗДРАВЛЕНИЯ 51

К 75-ЛЕТИЮ ОЛЕГА ВАСИЛЬЕВИЧА ВИНОГРАДОВА

ИЗ ИСТОРИИ НАВИГАЦИИ 52

К 70-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ СИЛАНТЬЕВА ЮРИЯ НИКИТОВИЧА

НОВЫЕ КНИГИ И ЖУРНАЛЫ 55

ПЛАНЫ И КАЛЕНДАРИ 58

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

Компьютерная верстка: ООО НТБ «Энергия», www.bcard.ru
Типография ООО «Полиграф», Москва, ул. Героев Панфиловцев, 24

Contents

INTERNATIONAL AFFAIRS

17th SESSION OF THE FAR EAST RADIONAVIGATION SERVICE (FERNS) 3

IN THE RADIONAVIGATION INTERSTATE COUNCIL AND THE RUSSIAN PUBLIC INSTITUTE OF NAVIGATION

**SCIENTIFIC CONFERENCE «TRENDS AND HARMONIZATION
OF RADIONAVIGATION SUPPORT DEVELOPMENT»** 13

SESSION OF THE RADIONAVIGATION INTERSTATE COUNCIL 16

SCIENTIFIC ARTICLES, REVIEWS, SYNOPSES

**ON THE EFFICIENCY OF USING A PILOT CHANNEL
IN THE SNS USER INTERFACE** 19

S.B. Boloshin, A.G. Gevorkian, V.P. Ipatov, S.P. Kovita, B.V. Shebshaevich

**METHODS OF INTEGRATING A SATELLITE NAVIGATION RECEIVER
AND AN INERTIAL NAVIGATION SYSTEM. RESULTS OF LOOSELY COUPLED
INTEGRATION ALGORITHM EXPERIMENTAL RESEARCH
IN AN URBAN ENVIRONMENT** 25

A. L. Anikin, A. A. Oganessian, S. Yu. Aksenov, A. S. Morozov

**NAVIGATION EQUIPMENT FAMILY «POLZOVATEL (USER)». FIRST STEPS
IN THE DEVELOPMENT OF GLONASS/GPS PERSONAL NAVIGATORS** 30

S. Averin, V. Dvorkin, S. Karutin

**OPTIMAL LOCATION OF GROUND STATIONS IN A NAVIGATION SYSTEM
PROVIDING MINIMAL POSITION ERRORS IN A LOCAL SPATIAL AREA** 33

M.A. Bisyarin, A. G. Gevorkian, G. A. Semenov, B. V. Shebshaevich, V. M. Tsarev

**RADIONAVIGATION SUPPORT OF INTELLIGENT TRANSPORT SYSTEMS
IN THE UKRAINE** 38

S.V. Kozelkov, G.L. Baranov

**POTENTIAL SUPPRESSION OF SATELLITE NAVIGATION RECEIVERS
BY PASSIVE INTERFERENCE CAUSED BY DIPOLES** 42

A. N. Korotonoshko, Yu. M. Perunov

OPERATING INFORMATION 44

CONFERENCES, EXHIBITIONS, MEETINGS 49

OUR CONGRATULATIONS 51

TO 75th BIRTHDAY O.V. VINOGRADOV'A

FROM THE HISTORY OF NAVIGATION 52

TOWARDS THE 70th ANNIVERSARY OF Dr. YURI SILANTIEV

NEW BOOKS AND MAGAZINES 55

PLANS AND CALENDARS 58

17-я СЕССИЯ СОВЕТА ДАЛЬНЕВОСТОЧНОЙ РАДИОНАВИГАЦИОННОЙ СЛУЖБЫ (ФЕРНС)

17th SESSION OF THE FAR EAST RADIONAVIGATION SERVICE (FERNs)

С 10 по 14 ноября 2008 г. в Москве, в гостинице «Альфа-Измайлово», проходила 17-я сессия Совета Дальневосточной радионавигационной службы (ФЕРНС), создаваемой на базе радиотехнических систем дальней навигации «Чайка» и «Лоран-С» Российской Федерацией, Китайской Народной Республикой, Республикой Корея и Японией по Соглашению, подписанному сторонами в 2000 году. Такие сессии проводятся ежегодно поочередно каждой из стран-участниц Соглашения.

17-я сессия Совета ФЕРНС была организована Министерством промышленности и торговли РФ, его Департаментом радиоэлектронной промышленности и подготовлена ФГУП «НТЦ «Интернавигация». Сессия оказалась весьма представительной: помимо делегаций стран-участниц на ней присутствовали наблюдатели от Международной Ассоциации маячных служб (МАМС), Норвегии, Великобритании и Соединенных Штатов Америки.

С приветственным словом на открытии сессии выступил руководитель Департамента радиоэлектронной промышленности В. Н. Минаев. Он отметил, что укрепление и расширение международного сотрудничества в области радионавигации и совмест-

ные усилия всех участников ФЕРНС способствуют совершенствованию радионавигационного обеспечения региона и повышают авторитет ФЕРНС в мировом радионавигационном сообществе.

На сессии было представлено более 40 докладов по темам повестки, часть из которых, затрагивающая основные аспекты эксплуатации станций дальней радионавигации и работы цепей, вызвала острые дискуссии.

Первый день сессии ФЕРНС по традиции был отдан работе Технической рабочей группы, созданной шесть лет назад для более эффективной модернизации служб и средств радионавигации на Дальнем Востоке.

Работа сессии прошла очень слаженно и продемонстрировала возрастающее значение ФЕРНС. Участники единодушно отметили ее успех и горячо поблагодарили организаторов сессии – Министерство промышленности и торговли РФ, Департамент радиоэлектронной промышленности и ФГУП «НТЦ «Интернавигация».

Отчет сессии публикуется ниже. Фотоматериалы представлены на цветной вкладке. Документы сессии можно найти на сайте НТЦ «Интернавигация» www.internavigation.ru



ОТЧЕТ

17-й СЕССИИ СОВЕТА ДАЛЬНЕВОСТОЧНОЙ РАДИОНАВИГАЦИОННОЙ СЛУЖБЫ (ФЕРНС)

1. ОТКРЫТИЕ СЕССИИ

- 1.1 17-я сессия Совета ФЕРНС (ФЕРНС 17) проходила в гостинице «Альфа-Измайлово» в Москве, Российская Федерация, в период 11 – 14 ноября 2008 года. Председатель, директор НТЦ «Интернавигация» В. М. Царев, открыл заседание и предоставил слово директору Департамента радиоэлектронной промышленности Министерства промышленности и торговли РФ Минаеву В. Н.
- 1.2 В приветственном слове В. Н. Минаев, от имени Министра промышленности и торговли, приветствовал делегации КНР, Японии и Республики Корея, а также наблюдателей от МАМС, Норвегии, Соединенного Королевства Великобритании и Северной Ирландии и США в Москве на 17-й сессии Совета ФЕРНС. Он отметил, что ФЕРНС является очень хорошей и необходимой платформой для дискуссий и обмена мнениями по вопросам развития безопасной навигации в Дальневосточной регионе, и пожелал успеха участникам сессии.

- 1.3 По предложению председателя были представлены все участники заседания. Представители следующих стран-членов ФЕРНС и наблюдателей участвовали в сессии:

Члены ФЕРНС:

Китайская Народная Республика;
Япония;
Республика Корея;
Российская Федерация.

НАБЛЮДАТЕЛИ:

МАМС;
Норвегия;
Соединенное Королевство Великобритании и Северной Ирландии;
Соединенные Штаты Америки.

ИЗВИНЕНИЯ:

Торстен Крузе, МАМС;
Д-р Салли Баскер, Единая маячная служба Соединенного Королевства и Ирландии

2. ОДОБРЕНИЕ ПОВЕСТКИ СЕССИИ

Предложенный проект повестки сессии был одобрен для проведения заседаний. Председатель сообщил участникам, что у них будет возможность встретиться с представителями трех российских производителей аппаратуры, которые готовы сделать короткие сообщения (см. пункт повестки 7.8).

Далее представитель МАМС предложил, чтобы на следующей сессии отчет Технической рабочей группы обсуждался и одобрялся отдельным пунктом повестки. Поддержав это предложение, председатель ТРГ выразил мнение, что для работы ТРГ нужно больше времени и что ее заседания должны проходить отдельно от заседаний Совета.

После дискуссий и консультаций Совет принял предложение председателя ТРГ, но только на 2009 год. ТРГ соберется на один или два дня, по усмотрению председателя, в пятницу и, возможно, четверг на неделе, непосредственно предшествующей неделе 18-й сессии Совета ФЕРНС. Отчет ТРГ будет обозначен отдельным пунктом в повестке.

3. ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ОТЧЕТА КАЖДОЙ СТРАНОЙ ПО ПРОГРАММЕ ЧАЙКА/ЛОРАН-С

3.1. За прошедший год работа и управление цепей, эксплуатируемых КНР (CS 17/3/1), были нормальными, и доступность сигнала Лоран-С соответствовала требованиям. Была проведена большая работа по наращиванию потенциала системы Лоран-С и потрачено много усилий на реформирование системы управления, обучение специалистов, модернизацию и техническое обслуживание аппаратуры, что гарантирует нормальную работу системы. В частности:

- Часть аппаратуры была модернизирована для повышения рабочих характеристик.
- Исходя из практических требований китайской системы Лоран-С, отключение раз в квартал на 8 часов заменили с сентября 2008 г. на отключение на 96 часов.
- В целях повышения эффективности работы была проведена техническая учеба на различных уровнях.
- В ситуации, когда система работает с устаревшим передающим оборудованием, разработана программа внедрения проверенной современной технологии в новой системе, которая будет поддерживать расширенные функции, такие, как e-Лоран. Будет усовершенствована функция управления, и эксплуатация станет удобнее. Кроме того, для решения проблемы с антенной системы мониторинга, на которую влияют электромагнитные помехи, будет принята антенна Н-поля и технологии информационного интегрирования.

Представлены данные по доступности сигнала цепей КНР на период с августа 2007 г. по июль 2008 г.

В ответ на вопрос Китай проинформировал Совет, что планов строительства новой станции Лоран-С нет и что нужно увеличить нагрузку на действующие станции.

3.2.1 Эксплуатация Северо-западной Тихоокеанской цепи за прошедший год была описана Японией в документе (CS 17/3/2/1). Представлены данные о запланированных и незапланированных отключениях, доступности сигнала каждой станции в цепи и по каждой базе.

3.2.2 Япония проинформировала (CS 17/3/2/2) Совет о том, что Береговая охрана приняла решение вывести из эксплуатации станцию Лоран-С Минамитори-сима и прекратить ее работу с 00:00 UTC в первый день декабря 2009 г. Основной причиной являются заметное сокращение потребителей Лоран-С среди рыболовного флота Японии и затраты на поддержание этой станции, расположенной на весьма удаленном острове и далеко от маршрутов навигации.

Другие делегации – члены Совета – высказали мнение о том, что, с одной стороны, Соглашение по ФЕРНС, измененное несколько лет назад, является межправительственным, а не межведомственным соглашением, и это означает, что только «Стороны» соглашения, то есть правительства могут изменять соглашение. С другой стороны, три делегации высказали мнение, что закрытие одной из станций является модификацией соглашения, поскольку «первоначальный вклад» составлял основу соглашения, должна применяться обычная процедура Статьи 10 Соглашения. Япония выразила мнение, что в данном случае модификация «первоначального вклада», упоминаемая в Статье 4, параграфе 3 Соглашения, не представляет модификацию самого Соглашения, рассматриваемую параграфом 5 Статьи 4.

После дискуссий и консультаций Совет решил, что термин «Сторона» в Соглашении означает Правительство, а не организацию, несущую ответственность за совместные цепи Чайка/Лоран-С. В данном случае Стороной является правительство Японии, а не Береговая охрана, и Правительству Японии надлежит обратиться к другим правительствам – Сторонам соглашения с сообщением о предложенной модификации.

В ходе дискуссии Япония подтвердила, что намерение о закрытии станции твердое. Поэтому с практической и технической точек зрения Японию также попросили дать более детальную информацию о последствиях такого закрытия, в частности о новой рабочей зоне Северозападной Тихоокеанской цепи после закрытия станции Минамитори-сима.

3.3 Состояние станций Лоран-С Корейской цепи оценено в документе (CS 17/3/3). Была также представлена информация о доступности сигнала каждой станции и по базе цепи.

В докладе отмечена продолжающаяся недоступность станции Уссурийск. Корея отметила свое пожелание, чтобы станция начала обычную работу в ближайшем будущем.

Россия отметила, что станция Уссурийск Корейско-Российско-Японской цепи уже модернизирована и начала работать в тестовом режиме 23 сен-

тября 2008 г. Для принятия решения о бесперебойной работе станции в будущем Россия предложила проанализировать данные измерений и попросила Корею предоставить данные мониторинга.

3.4 Россия доложила (CS 17/3/4) результаты анализа эксплуатации Российских станций в цепях В и С и в цепи РАЦ. Доступность оценивалась только с учетом незапланированных отключений по методике, принятой в РАЦ, и не включала время на техническое обслуживание станций.

3.5 МАМС доложила о новых достижениях, которые имели место в МАМС и ИМО. Основной интерес для членов Совета ФЕРНС может представлять разработка концепции е-Навигации и вступление в силу дополнения SOLAS по дальнейшей идентификации и сопровождению судов, которое расширит способность АИС контролировать морской трафик.

В отношении е-Навигации ожидается, что ИМО поддержит на следующем заседании в декабре работу, проделанную Комитетом по е-Навигации МАМС и одобренную в июле 2008 года подкомитетом ИМО по навигации. Подкомитет должен согласовать два документа: первый представляет Стратегию реализации е-Навигации, а второй документ предлагает формат процесса реализации. Ключевым элементом для применения е-Навигации на борту судна является наличие ECDIS. На следующем заседании подкомитет должен также принять решение о его обязательности.

В отношении LRIT, все страны должны быть готовы либо к эксплуатации NDC, либо присоединиться к RDC или CDC, одобренным IMSO. Вероятно, некоторые регионы не будут готовы к моменту вступления решения в силу 1 января 2009 г. Этот момент будет обсуждаться на следующем заседании подкомитета. Это наряду с созданием другого средства – спутниковой АИС – должно побудить соседствующие страны к обмену информацией, в частности по АИС. В этом причина того, что Совет МАМС принял решение провести испытания и ТЭО международного банка данных АИС посредством демонстратора IALA-NET (см. пункт 7 повестки).

4 ВОПРОСЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ СОВМЕСТНЫХ ЦЕПЕЙ ФЕРНС

4.1. График отключений на 2009 год

4.1.1. Информация о предлагаемом графике отключений станций на 2009 год представлена в следующих документах:

- CS 15/4/1/1 КНР;
- CS 15/4/1/2 Японией;
- CS 15/4/1/3 Кореей;
- CS 15/4/1/4 Россией.

России было предложено собрать графики отключения всех цепей ФЕРНС и предоставить сводный график всем членам ФЕРНС не позднее 1 декабря 2008 г.

4.2. Изменения в Руководстве по оперативной работе

4.2.1 Япония предложила (CS17/4/2/1) в некоторых местах Руководства изменить адрес электронной почты.

4.2.2. Корея объяснила (CS17/4/2/2), что изменилось министерство, ответственное за совместные цепи ФЕРНС. Теперь это министерство наземного транспорта и морских дел (MLTM), а не министерство морских дел и рыболовства (МОМАФ). Поэтому Корея предложила внести в Руководство соответствующие изменения.

4.2.3. Россия проинформировала Совет об изменениях в структуре Правительства РФ. Вопросы навигации теперь будут находиться в ведении Министерства промышленности и торговли (Минпромторга), а не Федерального агентства по промышленности (Роспрома) (CS 17/4/2/3). Исходя из новой ситуации, были предложены соответствующие изменения на рисунках 4.1, 4.2 и 4.4 Руководства ФЕРНС.

4.2.4. Было принято решение, что в Руководство нужно внести указанные изменения (Россия).

4.3. Прочие вопросы эксплуатации

4.3.1. Китай представил доклад (CS17/4/3/1) Сианьского института навигационной техники, который объясняет, что ТОТ сигнала системы Лоран-С не соответствует сигналу сообщения о синхронизации данных, формируемому в изменениях станции Лоран. Сигнал 30G представляет собой 6-й нуль в первом импульсе первого GRI в каждом сообщении. Калибровка ТОТ передающей станции Лоран-С представляет собой точное измерение постоянной задержки t между ТОТ и 30G.

4.3.2. Корея сообщила (CS17/4/3/2), что они вместе с Японией (CS17/5/1) согласовали спецификации и построили усовершенствованную сеть и с 1 сентября 2008 г. эксплуатируют систему управления Лоран-С по методу IPSec-VPN с высокой степенью секретности. Метод IPSec-VPN дает повышенную скорость передачи данных до 64 кб/с по сравнению с действующим методом TTY; дает экономию (\$ 80/месяц) за счет использования ADSL Интернета, и упрощает расширение системы между двумя странами за счет использования IP на базе ADSL.

Дополнительное оборудование: маршрутизатор IPSec-VPN (Contivity 1010), Ethernet (DE-311) и соответствующее программное обеспечение. Дополнительно на веб-сайте Лоран (www.loran9930.go.kr) введена сеть реального времени для резервирования так называемой «Сети связи Лоран» для борьбы с возможными перерывами в работе международной сети связи (IPSec-VPN) между Кореей и Японией.

В результате Корея ожидает, что новая сеть управления и связи Лоран-С (IPSec-VPN), созданная по соглашению между двумя странами, улучшит доступность Корейской и Северо-западной Тихоокеанской цепей Лоран-С. Делегат от Кореи призвал всех членов ФЕРНС создать такую интегрированную сеть связи между странами для обмена информацией о навигационной безопасности, усилив тем самым систему

морской безопасности на Дальнем Востоке. Россия проявила интерес к программе создания связи между Россией и Кореей.

5 ТЕХНИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ СОВМЕСТНЫХ ЦЕПЕЙ ФЕРНС

5.1. Корея сообщила (CS17/5/2) об экспериментальной эксплуатации станции Уссурийск в Корейской цепи Лоран-С (с 24 сентября по 12 октября 2008 г.). Действительно, Россия проинформировала, что передающая станция Уссурийск, ведомая (Z) в Корейкой цепи Лоран-С (GRI 9930), работает в тестовом режиме в течение 2 месяцев, начиная с 23 сентября. В результате центр контроля в Даеджеоне (Daеjeon) измерил и провел анализ сигнала с 24 сентября с помощью приемников KG и PT.

Первые результаты, сравненные с данными 2005 и 2006 годов, показали улучшения в отношении сигнал-шум и напряженности поля, а также стабильности приема. TD также имеет постоянное значение без флуктуаций. На этом этапе Корея ожидает, что постоянная работа с сигналом Лоран-С станции Уссурийск поможет расширить рабочую зону и повысить точность Корейской цепи Лоран-С.

Российская делегация подтвердила, что станция Уссурийск работает в цепи С с 23 сентября 2008 г. Станция продолжит работу до конца ноября и дальше в зависимости от результатов измерений, проанализированных Россией и Кореей.

5.2. Россия сделала доклад (CS17/5/3) о современном состоянии и перспективах развития российской радионавигационной системы Чайка и совместных цепей Чайка/Лоран-С. Аппаратура на станциях Чайка проходит модернизацию, направленную на реализацию сегмента наземного базирования интегрированной радионавигационной системы Чайка/ГНСС. Развиваются совместные радионавигационные системы Чайка/Лоран-С. Экспериментальные и натурные испытания подтвердили преимущества от включения станции Уссурийск в Корейско-Японско-Российскую цепь Чайка/Лоран-С. Реализация объединенной Российско-Японской цепи Чайка/Лоран-С задерживается из-за проблем с сведением форм сигналов станции Токатибуто и Чайки. Эту проблему можно разрешить, если станцию Токатибуто включить в Российско-Американскую цепь Чайка/Лоран-С в качестве второй ведомой станции с сигналом Лоран-С. Поэтому российская делегация попросила Японию рассмотреть возможность включения станции Токатибуто в Российско-Американскую цепь (РАЦ) и предложила обменяться официальными письмами между Россией и Японией по этому вопросу до конца 2008 г.

Россия завершила свой отчет презентацией (CS 17/5/4) программы модернизации станций и повышения доступности сигнала российских станций наземного базирования с нынешних 90%

до 99.86% в 2010 г., что соответствует требованиям Руководства по управлению работой станций ФЕРНС.

6 КООРДИНАЦИЯ С ДРУГИМИ РАДИОНАВИГАЦИОННЫМИ СИСТЕМАМИ НА ДАЛЬНЕМ ВОСТОКЕ

6.1.1. Китай представил информацию (CS 17/6/1/1) о создании морской системы DGPS, которая играет важную роль в обеспечении навигационных услуг для капитанов судов и пользователей из других областей с момента своего создания. В презентации изложен план совершенствования оборудования и замены программного обеспечения на 20 действующих станциях DGPS и строительства двух новых станций, которые планируется ввести в опытную эксплуатацию в конце 2009 г.

6.1.2. Китай также сделал сообщение (CS 17/6/1/2) о создании в 2008 г. 13 новых станций АИС в сети АИС Китая. MSA произвела также модернизацию этой сети, и на станциях берегового базирования расширили круг функций, включив функции приема и отображения сообщений Класса В от судовых средств АИС. Далее, MSA Китая теперь использует программное обеспечение, разработанное в Китае.

Отвечая на вопрос, Китай отметил, что береговые станции АИС являются и принимающими, и передающими. Он также отметил риск усиления воздействия помех в ближайшем будущем из-за увеличения количества рыболовных судов, оснащаемых АИС. Было отмечено, что ежедневно вдоль побережья Китая плавают около 7000 судов, оснащенных АИС; в ближайшие годы ожидается бурный рост их числа. MSA Китая начала обсуждение этой проблемы с руководством рыболовного флота, а также с предприятиями с целью ускорить производство АИС Класса В.

6.1.3. Китай проинформировал Совет (CS 17/6/1/3) об установке «Судовой радионавигационной системы мониторинга» на двух тендерах для установки буев, принадлежащих MSA. Эта аппаратура предназначена для дальнейшей оценки конфигурации и эксплуатации радиотехнических средств, расположенных вдоль побережья Китая, в повышении безопасности навигации и эффективности судоходства. Система состоит из четырех устройств: морского монитора DGPS, монитора Лоран-С, монитора АИС и монитора радиолокационного маяка. Такая система выполняет функции сбора, хранения и анализа информации о сигналах, излучаемых АИС, морскими DGPS, Лоран-С и радиолокационными маяками (раконами). Первые испытания дали удовлетворительные результаты, но показали, что система нуждается в некотором совершенствовании.

6.2. Корея представила доклад (CS17/6/2), который содержит информацию о национальной службе DGPS, доступности передающих станций и ее рабочей зоне. План будет завершен в 2009 г. с вводом в строй в службе 17-й контрольной станции DGNSS.

Было также подробно рассказано об исследованиях и разработках, связанных с интегрированной системой DGNSS, и о разработке интегрированного приемника для (D) GNSS e-Лоран. Корея также только что начала проверку возможности организации службы передачи данных DGPS в портативные пользовательские терминалы через Интернет.

6.3.1. Россия представила сообщение (CS 17/6/3/1) о состоянии и перспективах развития Российской дифференциальной подсистемы SDSS, создаваемой в Дальневосточном регионе Российской Федерации. Планы создания национальной дифференциальной подсистемы в интересах морских потребителей определены в «Межведомственной комплексной программе создания морской дифференциальной подсистемы ГЛОНАСС/GPS в Российской Федерации» и в Федеральной целевой программе «Глобальная навигационная система». В соответствии с этими планами к 2011 году на базе береговых радиомаяков должно быть развернуто свыше 35 дифференциальных станций. Далее, эта программа предусматривает развертывание 25 дифференциальных станций на внутренних водных путях России. В докладе еще раз подчеркнута важность координации частотных планов для дифференциальных станций SDSS в Дальневосточном регионе. По существу качество работы станций SDSS в значительной степени зависит от правильного выбора частоты и географического расстояния до других радиотехнических средств и от разумной и оправданной международной юридической защиты частотных планов дифференциальных станций SDSS.

6.3.2. Россия сделала сообщение (CS 17/6/3/2) по программе развития сети АИС. Первые эксперименты были начаты в 2000 г. в портах Новороссийска и С-Петербурга. Россия приняла активное участие в реализации соглашения HELCOM по применению техники АИС для мониторинга морского трафика в Балтийском море. Расширение зоны, предусмотренной соглашением, обсуждается с Норвегией. К другим разработкам относятся: опытная эксплуатация на Азовском и Черном морях и в регионе Каспийского моря, а также в других регионах.

6.4.1. США представили информацию (CS 17/6/4/1) о состоянии системы Лоран в США. В частности, было дано разъяснение, что Правительство США признает преимущества создания возможности резервирования GPS для поддержания жизнеобеспечения, государственной безопасности и экономики при ее отказах. e-Лоран выбрана в качестве предпочтительного вариан-

та такого резерва. Для достижения этой цели, несмотря на то что система Лоран-С действует в настоящее время на побережье США, включая Аляску, эту сеть нужно переоснастить и значительно усовершенствовать для выполнения роли защиты критичных инфраструктур.

6.4.2. США также сделали доклад о рабочих характеристиках службы Лоран-С в США, которая включает в себя 9 цепей, 24 станции и 2 пункта управления. Были описаны роль и деятельность Навигационного центра БО США за прошедший год в области радионавигации и усилия по модернизации службы Лоран. Далее, были представлены детальные характеристики и статистика по рабочим характеристикам и доступности службы.

Отвечая на вопрос о решении США проблемы упрощения обслуживания двух станций на Аляске, что могло подразумевать их перенос, делегация подтвердила, что любое решение относительно станции на острове Атту будет приниматься с привлечением России.

Касательно расширения рабочей зоны Лоран-С на север и восток формального плана нет и любое решение этого вопроса потребует изучения интереса потребителей. Даже по применению Лоран во временной области исследования запросов потребителей в США в 2006 г. не дали точного ответа на этот вопрос.

7. ПРОЧИЕ ВОПРОСЫ

7.1.1. Россия сделала доклад о разработке в НТЦ «Интернавигация» проектов национальных стандартов ГОСТ Р «Национальные стандарты для радионавигационной системы Чайка». Они включают основные технические характеристики на формат передачи корректирующей информации пользователям глобальной навигационной спутниковой системы и общие технические характеристики на сигналы передающих станций. Эти стандарты совместимы с рекомендованными стандартами RTCM. Предполагается, что стандарты будут утверждены в 2009 г., но необходимо уточнение некоторых аспектов.

7.1.2. Россия сделала второй доклад (CS 17/7/1/2) о Межгосударственной радионавигационной программе государств-участников СНГ на период до 2012 г., которая должна быть принята главами правительств стран СНГ в 2009 г. В докладе были показаны участники программы, задачи, цели и ее содержание.

7.1.3. В третьей презентации от России (CS 17/7/1/3) представлен Радионавигационный план Российской Федерации, одобренный Министерством промышленности и торговли в сентябре 2008 г. В Плане изложены цели, задачи, а также представлены следующие системы:

глобальные космические (спутниковые) навигационные системы (ГЛОНАСС и его функциональные дополнения), системы дальней радионавигации наземного базирования, Альфа, и Чайка, системы ближней навигации, системы посадки.

7.2. В рамках будущей реализации е-Навигации ИМО Япония рассказала (CS 17/7/2), что начата разработка «Системы обеспечения электронной навигации (ENSS)», которая будет лучше стандартной системы отображения АИС, неспособной эффективно отображать информацию. Принцип действия системы состоит в том, что корабельная статическая навигация, обеспечивающая предварительную информацию, не корректируется часто, а получает динамическую информацию, часто корректируемую, от береговых станций АИС по каналам связи, и затем интегрирует и отображает ее.

7.3.1. В документе (CS 17/7/3/1) Корея сообщила о состоянии строительства станций АИС в Корее и о сотрудничестве в области АИС и средств навигации.

7.3.2. Корея предложила (CS 17/7/3/2) обмен информацией с соседними странами, Китаем, Японией, по АИС, СУДС и пр. Тем самым страны смогут повысить безопасность морского трафика в ближних районах океана и более эффективно вести поиск и спасение при кораблекрушениях. Корея предложила ТРГ взять на себя ответственность обсудить этот вопрос и организовать обмен информацией между тремя странами. Китай отметил, что обмен информацией между Кореей и Китаем уже обсуждается.

7.3.3. Корея сделала сообщение (CS 17/7/3/3) о проекте создания интегрированного морского оборудования на базе IT, ориентированного на потребителя и доступного для всех видов деятельности на море. Система предназначена для информационного обслуживания в целях повышения безопасности морского трафика для любого потребителя в любое время и в любой точке в реальном времени. Это часть стратегии Кореи в обеспечении концепции е-Навигации, разрабатываемой ИМО и МАМС. ФЕРНС будут информировать о ходе работ в этом направлении.

7.3.4. Корея представила информацию (CS 17/7/3/4) о своей новой концепции «Морской голубой путь» в ответ на быстрые изменения морского трафика с возросшим количеством больших быстроходных судов в портах Кореи и строительством новых портов. Морской голубой путь ориентирован на человека и машину и призван максимизировать распознавательные возможности навигаторов путем создания новых средств навигации для повышения безопасности морского трафика в 21 веке через реорганизацию системы расстановки буев со стандартными интервалами, расширение сис-

темы коллективного менеджмента и морской метеорологической разметки, путем создания различных навигационных средств разметки возможных препятствий типа мостов и рыболовческих ферм.

Республика Корея планирует представить подробную информацию и достижения стратегии создания Морского голубого пути на следующей сессии ФЕРНС (18-й сессии).

7.4. МАМС сделала сообщение (CS 17/7/4) о проекте IALA-NET и о работе демонстрационной модели IALA-NET. IALA-NET является службой обмена данными АИС в почти реальном времени с использованием Интернета и возможностью хранения данных АИС для статистики. Это всемирная служба, доступная только для национальных организаций, которые предоставляют информацию от своих стран. Служба должна содействовать этим организациям в выполнении своих обязанностей по жизнеобеспечению, обеспечению государственной безопасности, защите морской среды и повышению эффективности навигации. IALA-NET будет всемирной, несекретной, добровольной, с базированием на веб-сайтах, открытой архитектурой и свободным обменом морской информацией.

С целью поднять интерес к такой службе и оценить систему Совет МАМС решил запустить демонстрационную модель с 5 августа 2008 г. до конца 2009 г. Демонстратор доступен бесплатно через Интернет для всех национальных компетентных организаций на период испытаний до 15 дней. Однако страны, предоставляющие свою информацию по АИС в Демонстратор IALA-NET, имеют неограниченный доступ к нему. Подробная информация на сайте МАМС www.iala-aism.org.

Китай проявил интерес к проекту IALA-NET.

7.5.1. Норвегия (CS 17/7/5/1) представила сообщение о состоянии Лоран-С в северозападной Европе по окончании действия соглашения НЕЛС в 2005 г., рассказав о разных странах и работающих станциях. Между странами нет формальных соглашений, но между ними по-прежнему тесное сотрудничество. В будущем Соединенное Королевство и Франция договорились продолжить обслуживание до 2015 года, включая службу е-Лоран (Соединенное Королевство) до 2020 г. Правительство Норвегии приняло решение на 2009 год продолжить работу 4 Норвежских станций без фиксированной даты окончания эксплуатации, с учетом международного прогресса в сторону возможного использования е-Лоран в качестве резерва ГНСС. Сегодня очень мало пользователей Лоран и будущее зависит от е-Лоран в качестве составной части глобальной бесшовной системы радионавигации.

7.5.2. Во втором сообщении (CS 17/7/5/2) Норвегия представила краткий обзор стратегии Правительства Норвегии в Северных широтах.

Климатические изменения могут принести в этот регион новые виды деятельности, которые создадут для мирового сообщества и, прежде всего, для стран этого региона новые вызовы, которые необходимо обсуждать. Например, что лучше для мониторинга трафика и местоопределения в этих удаленных районах? Норвегия выступает за создание транспортных коридоров. В ходе дискуссии выяснилось, что Россия открыта к продолжению сотрудничества с Лоран-С в Европе и к обсуждению улучшения связей между Россией и Норвегией.

- 7.6.1. Соединенное Королевство сделало презентацию (CS 17/7/6/1) своей стратегии в области е-Лоран в европейском и международном контекстах. Было отмечено, что для борьбы с уязвимостью систем спутниковой навигации необходимо создать надежную, эффективную и экономичную службу е-Лоран. Хотя вероятность потери ГНСС мала, последствия могут быть очень значительными. Нужен независимый, непохожий и дополняющий резерв ГНСС, который будет поддерживать е-Навигацию в действии, плавно приняв на себя функции при отказе ГНСС. Единое руководство маячных служб Соединенного Королевства и Ирландии (GLA), вместе с США и другими национальными администрациями, считает, что таким резервом является е-Лоран. С 2003 года GLAs стала пионером во внедрении е-Лоран в Европе: развернули новую передающую станцию; провели успешные испытания постановки помех GPS и е-Лоран; совместно с европейскими коллегами работали над поиском дополнительных применений е-Лоран, не связанных с морем. GLAs выработала стратегические требования: устойчивая надежная и экономически выгодная система местоопределения, навигации и определения времени на базе ГНСС и е-Лоран. Стратегия е-Лоран GLAs заключается в расширении нынешних испытаний, продолжении выработки консенсуса в Европе в пользу е-Лоран и подготовке к внедрению службы е-Лоран в 2013 году.

- 7.6.2. Во второй презентации Соединенное Королевство представило дополнительную информацию о стратегии GLAs и о европейских партнерах, включая роль Европейской Комиссии. Было ясно высказано пожелание укрепления сотрудничества между GLAs и ФЕРНС, включая обмен информацией, сотрудничество в исследованиях и разработке стандартов, обучении специалистов и работе наблюдателей на заседаниях. Снова было подчеркнута, что е-Лоран является единственным и оправданным вариантом, который в отпущенное время сможет дать е-Навигации остро необходимые преимущества безопасности и

жизнеобеспечения на море и экологическую защиту моря.

Отвечая на вопрос, Соединенное Королевство подтвердило, что Италия снесла свои две станции несколько лет назад, несмотря на усилия, в частности, Франции сохранить их в действии. За прошедшее время планов создания новых станций в Европе нет, за исключением того, что недавно интерес к созданию станции проявила Чешская Республика. Была также дана информация о медленно подвигающейся разработке Европейского радионавигационного плана и о станциях мини-Лоран.

7.7. CS17/7/7

Отчет о работе и планах на будущее Технической рабочей группы

Третье заседание Технической рабочей группы ФЕРНС проходило в гостинице Альфа-Измайлово, Москва, Российская Федерация, 10 ноября 2008 г. Оно получило большую поддержку Министерства промышленности и торговли РФ и ИТЦ «Интернавигация». Председатель ТРГ проф. Гуг Сунь-ги (Корейский морской университет) открыл заседание и тепло приветствовал всех участников в Москве.

Заседание дало возможность обстоятельно обменяться мнениями по техническим проблемам радионавигационных систем, включая вопросы модернизации старых систем Чайка/Лоран-С в Дальневосточном регионе, укрепления сотрудничества и дружбы в области радионавигации во всем мире. ФЕРНС нужно выработать планы для системы Чайка/Лоран-С следующего поколения по направлениям:

- Требования пользователей и политика
- Подтверждение точностных характеристик цепей ФЕРНС
- Технические требования к новой системе
- Потребность в новых станциях и определение GRI
- Бизнес и финансирование
- Международное соглашение (Соглашение ФЕРНС и Руководство по эксплуатации)

В Приложениях к Протоколу ТРГ подробно отражены результаты заседания.

7.8. Во время заседания Совета участники получили следующую информацию от представителей российской промышленности:

- 1 – РИРВ представил полный спектр аппаратуры, производимой на предприятии, и данные об основных НИОКР.
- 2 – РИРВ также представил мультисистемную аппаратуру потребителей ИНТЕГРАЦИЯ, включающую приемники сигналов ГНСС, Чайка/Лоран-С, маяков DGPS.
- 3 – НАВИС сообщил о разработанной предприятием навигационной аппаратуре ГЛОНАСС и GPS.
- 4 – ТРАНЗАС представил данные о поправках АИС и DGNSS: только 18% судов в Финском заливе могут принимать дифференциальные поправки,

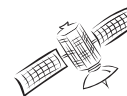
передаваемые радиомаяками, поскольку они не являются обязательными для судов согласно SOLAS. Когда базовая станция АИС передала поправки DGNSS (сообщение 17) по УКВ связи, то 60% судов принимают их и начинают передавать навигационный статус как высокий (HIGH). То есть они были по точности высокого уровня. Если поправки передаются, они должны применяться с обязательной АИС в соответствии со стандартом МЭК IEC61 993-2.

8. ДАТА И МЕСТО 18-й СЕССИИ

8.1. По приглашению Республики Корея (CS 17/8/1) было принято решение, что 18-я сессия Совета пройдет в Корее осенью 2009 г. Корея определит место и конкретные даты проведения заседания и проинформирует членов ФЕРНС по меньшей мере за 4 месяца до сессии.

9. ЗАКРЫТИЕ СЕССИИ

- 9.1. Совет обсудил проект отчета 17-й сессии и одобрил его с изменениями. Заключительный отчет содержится в документе CS 17/9/1.
- 9.2. Совет выразил большую признательность России, Министерству промышленности и торговли, Департаменту радиоэлектронной промышленности и руководству НТЦ «Интернавигация» за прекрасную организацию заседаний и гостеприимство, которое было проявлено ко всем участникам сессии, и за очень интересные поездки.
- 9.3. Председатель выразил благодарность всем делегатам за большую работу, взаимопонимание и сотрудничество, которые способствовали общему успеху деятельности ФЕРНС и, в частности, 17-й сессии ее Совета.



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

SCIENTIFIC CONFERENCE «TRENDS AND HARMONIZATION OF RADIONAVIGATION SUPPORT DEVELOPMENT»

26 ноября 2008 г. в помещении Московского автодорожного института (технического университета) состоялась 3-я научно-техническая конференция «Тенденции и гармонизация развития радионавигационного обеспечения», организованная Межгосударственным советом (МГС) «Радионавигация», ФГУП «НТЦ «Интернавигация», Российским общественным институтом навигации (РОИН) и Ассоциацией транспортной телематики. Конференция прошла при активном участии специалистов ведущих организаций Минпромторга России, Минтранса России, Минобороны России, ФАНС, Роскосмоса, научно-производственных фирм, высших учебных заведений и др.

В конференциях приняли также участие представители Украины, Республики Беларусь, Республики Казахстан, Азербайджанской Республики, Республики Таджикистан.

В ходе конференции были заслушаны следующие доклады:

- Лукьянюк Ю. В., Соловьев Ю. А., Царев В. М., Фешин Г. А. (ФГУП «НТЦ «Интернавигация», РОИН, Минпромторг) «Радионавигационный план РФ, Межгосударственная радионавигационная программа СНГ и развитие радионавигационных систем».
- Глотов В. Д. (ЦНИИмаш ИАЦ) «Результаты мониторинга состояния ГЛОНАСС по данным ИАЦ КВНО».
- Платонов Д. В., Дворкин В. В., Карутин С. Н. (ФГУП «РНИИ КП») «Система дифференциальной коррекции и мониторинга: текущее состояние и планы развития».
- Ярлыков М. С., Скогорев К. К. (ВВИА им. проф. Н. Е. Жуковского) «Корреляционные характеристики меандровых сигналов (ВОС-сигналов) в спутниковых радионавигационных системах нового поколения».
- Козелков С. В., Баранов Г. Л. (ЦНИИИ и У, Украина) «Радионавигационное обеспечение интеллектуальных транспортных систем».
- Белгородский С. Л. (ГОС НИИ «Аэронавигация») «Состояние внедрения спутниковых заходов на посадку воздушных судов в Российской Федерации».
- Басс В. И., Царев В. М. (ОАО «РИРВ», ФГУП «НТЦ «Интернавигация») «Модернизация и развитие сети импульсно-фазовых радионавигационных систем».
- Кинкулькин И. Е., Трошин П. В. (ОАО «МКБ «Компас») «Оценка уязвимости аппаратуры потребителей СРНС при воздействии внутриволновых помех».
- Веремеенко К. К., Антонов Д. А., Жарков М. В., Зимин Р. Ю. (МАИ) «Разработки МАИ в области создания экспериментальных образцов малогабаритных интегрированных навигационных модулей».
- Байжанов Б. С., Хачикян В. С. (РГП ИМИМ, Казахстан) «Перспективы развития навигационных систем в Казахстане».
- Дубинко Ю. С. (ГОСНИНГИ) «Обоснование структуры навигационной аппаратуры потребителей, реализующей потенциал помехоустойчивости, присущей частотному разделению сигналов ГЛОНАСС».
- Сурков Д. М., Огнев В. А. (ОАО «МКБ «Компас») «Интегрированные малогабаритные НК спутниковых и инерциальных навигационных систем разработки ОАО «МКБ «Компас» для БЛА и наземных подвижных платформ».
- Богумил В. Н. (НПП «Транснавигация») «Разработка отраслевого классификатора автоматизированных спутниковых навигационных систем автомобильного транспорта».
- Завалишин О. И., Головкин В. Л. (НППФ «Спектр») «Внедрение ЛККС-А-2000 на аэродромы Российской Федерации».
- Переляев С. Е., Чесноков Г. И., Чернодаров А. В. (МИЭА) «Опыт разработки и проблемы в проектировании автономных высокоточных БИНС авиационно-космического назначения».
- Демьяненко А. В., Казаков В. В., Толкачев В. И. (СКБ «Камертон», Беларусь) «Перспективы развития охранно-поисковых систем Республики Беларусь».
- Аникин А. Л., Оганесян А. А., Морозов С. А., Аксенов А. Ю. (ВВИА им. проф. Н. Е. Жуковского) «Исследование алгоритмов комплексирования ИНС и спутникового приемника».
- Донцов С. А., Павлинов М. Ю., Силин Д. М. (НПФ «Гейзер») «Моделирование навигационных полей и оптимальных перемещений в условиях городской застройки».

- Бабаков К. Н., Агафонов Н. Б., Ковита С. П., Моисеенко Д. И., Шилов М. М. (ОАО «РИРВ») «Навигационная аппаратура семейства «Пользователь». Первые шаги разработки отечественных индивидуальных ГЛОНАСС/GPS навигаторов».
- Денисенко О. В. Швыдун В. В. (32 ГНИИИ МО РФ) «Вопросы испытаний навигационной аппаратуры потребителей, устанавливаемой на транспортных средствах».

По результатам работы конференция приняла следующее решение.

Конференция отмечает:

Радионавигационное обеспечение России и государств-участников СНГ осуществляется с помощью спутниковых (ГЛОНАСС и GPS) и наземных радионавигационных систем (РНС) при пока еще преобладающем использовании GPS и наземных РНС. Это обусловливается состоянием орбитальной группировки ГЛОНАСС, парка потребительской аппаратуры и уровнем освоения спутниковых технологий. В то же время нынешнее состояние орбитальной группировки ГЛОНАСС в составе 17 космических аппаратов (КА) и предстоящий в этом году запуск еще трех КА создают новые возможности по освоению и использованию ГЛОНАСС при поддержке GPS.

При развитии ГЛОНАСС предполагается наряду с традиционными радиосигналами с частотным разделением каналов использовать сигналы с кодовым разделением и меандровые радиосигналы с расщепленным спектром, которые потенциально могут обеспечить лучшую точность, помехоустойчивость, совместимость с сигналами других систем и т. д.

Расширяются сферы использования спутниковых систем, однако качество работы в ряде случаев не отвечает потребностям, что объясняется блокированием сигналов спутников в условиях городской застройки и горной местности, а также понижением точности за счет многолучевости.

Стремление обеспечить суверенитет в области радионавигационного обеспечения и уменьшить влияние недостатков GPS побуждает наиболее сильные страны развивать собственные СРНС: глобальные системы ГАЛИЛЕО ЕС, КОМПАС Китая и региональные системы Японии QZSS, Индии ИРНСС и Тайваня.

Созданные и разрабатываемые функциональные дополнения (дифференциальные подсистемы, ДПС) спутниковых радионавигационных систем (СРНС) ГЛОНАСС и GPS являются важными средствами повышения точности и надежности информации СРНС. К настоящему времени в России и СНГ проведен ряд НИОКР и начато практическое освоение некоторых ДПС. В основном работы проводятся в соответствии с Федеральной целевой программой (ФЦП) «Глобальная навигационная система» и планами государств-участников СНГ. Разработана и осуществляется важная программа по созданию, размещению

и предварительной эксплуатации 60 ДПС ГЛОНАСС и GPS на акваториях морей по периметру России и на ее внутренних водных путях. Ведутся интенсивные работы по использованию ДПС в интересах геодезии и землеустройства. Продолжаются мероприятия по освоению авиационной локальной дифференциальной подсистемы ГЛОНАСС и GPS ЛККС-А-2000 для захода на посадку по первой категории метеоминимума воздушных судов гражданской авиации, оборудованных соответствующей отечественной и зарубежной аппаратурой.

В то же время общее состояние работ по внедрению спутниковых технологий на воздушном транспорте остается неудовлетворительным, хотя уже использование процедур спутниковой зональной навигации в районе аэродрома и даже некатегоризированных спутниковых заходов на посадку может существенно повысить число активно используемых аэродромов, безопасность, регулярность и экономичность полетов, улучшить экологическую обстановку в районе аэродромов. К настоящему времени в интересах использования спутниковых технологий проведена геодезическая съемка на 42 аэродромах, но дальнейшие работы в этом направлении существенно ограничены.

К сожалению, спутниковое навигационное направление в прямой постановке не нашло места в утвержденной недавно ФЦП «Модернизация Единой системы организации воздушного движения Российской Федерации (2009–2015 годы)», в которой основной упор сделан на модернизацию и дополнительное размещение средств ближней радионавигации, приводных радиостанций и радиомаячных систем посадки.

В определенной мере это обусловливается состоянием работ по созданию важной для потребителей российской широкозонной системы дифференциальной коррекции и мониторинга (СДКМ) разработки ФГУП «РНИИ КП», недостаточной ясностью облика и концепции системы, вопросов ее использования потребителями, а также неясным состоянием работ по региональной системе типа GRAS, на которые делается ставка, в частности, в проекте «Единой технической архитектуры перспективной Аэронавигационной системы», разработанном Роснавигацией.

Проводятся работы по модернизации радиотехнических систем дальней навигации (РСДН), созданию усовершенствованных систем «Чайка» и объединенных ИФРНС «Чайка/Лоран-С», а также по передаче через канал ИФРНС дифференциальных поправок для СРНС. Импульсно-фазовые РСДН предлагается рассматривать в качестве Федеральных резервных для СРНС систем навигации.

Развернуты и продолжаются работы по созданию навигационно-связных систем для контроля и управления автомобильным транспортом и другими объектами, а также отмечается расширение числа

подвижных объектов, требующих высокоточного навигационного обеспечения (дистанционно-пилотируемые летательные аппараты, роботы различного назначения, в том числе и сам человек).

Важной проблемой является обеспечение живучести навигационного обеспечения, предусматривающей, в частности, борьбу с уязвимостью СРНС при воздействии помех и других внешних факторов. Важными направлениями в борьбе с уязвимостью СРНС являются: создание специальных средств обнаружения и подавления помех, разработка инерциальных средств нового поколения, комплексирование приемной аппаратуры СРНС с автономными средствами (инерциальные системы на кольцевых лазерных и волоконно-оптических гироскопах, микромеханических датчиках, аэрометрические, корреляционно-экстремальные, курсо-доплеровские, одометрические системы и др.). В то же время отмечается, что многие отечественные инерциальные датчики (например, микроэлектромеханические акселерометры и гироскопы) отличаются недостаточной точностью, надежностью, неприемлемыми массогабаритными и энергетическими характеристиками, затрудняющими их использования во многих актуальных приложениях.

Эти вопросы отражены в согласованном всеми заинтересованными федеральными органами исполнительной власти и утвержденном приказом Минпромторга России (по поручению правительства Российской Федерации) Радионавигационном плане Российской Федерации.

Республика Беларусь, Республика Казахстан и Российская Федерация продолжают разработку и согласование Межгосударственной радионавигационной программы государств-участников СНГ на период до 2012 года. О готовности принять участие в разработке и реализации Программы заявили Украина и Республика Молдова. Планируется утверждение Программы Советом глав государств СНГ в 2009 году.

Конференция рекомендует:

1. Важнейшей задачей при развитии радионавигационного обеспечения России и СНГ считать поддержание принятого темпа воссоздания орбитальной группировки ГЛОНАСС и доведение ее до 24 КА в 2010 г., а затем и до 30–32 КА в соответствии с положениями ФЦП «Глобальная навигационная система».
2. Наземные РНС (РСДН, радиомаячные системы ближней навигации и посадки) и в условиях полной орбитальной группировки ГЛОНАСС считать необходимыми для обеспечения живучести и надежности навигационного обеспечения подвижных объектов.
3. Ускорить работы по модернизации ИФРНС, полагая их резервными системами определения местоположения и точного времени, и по созданию на их основе региональных дифференциальных подсистем.
4. Ускорить работы по определению облика отечественной широкозонной системы дифференциальной коррекции и мониторинга (СДКМ) и проведению мероприятий по обсуждению соответствующих предложений и согласованию с потребителями России и СНГ.
5. Учитывать при разработке аппаратуры потребителей появление новых глобальных и региональных СРНС, таких как ГАЛИЛЕО, КОМПАС, QZSS, ИРНСС, а также соответствующих функциональных дополнений, сигналы которых должны приниматься бортовой аппаратурой отечественных транспортных средств, посещающих соответствующие регионы планеты.
6. Продолжить и усилить работы по созданию мультисистемной (ГЛОНАСС/GPS/ГАЛИЛЕО/КОМПАС), многочастотной и многорежимной приемной аппаратуры, средств мониторинга электромагнитной обстановки, выявления и борьбы с помехами СРНС, по комплексированию потребительской аппаратуры СРНС с автономными средствами счисления (инерциальные системы на микроэлектромеханических и других датчиках и др.) различных транспортных средств в интересах обеспечения повышения точности, непрерывности и надежности навигации.
7. Интенсифицировать работы по созданию отечественных инерциальных датчиков (кольцевых лазерных, волоконно-оптических, твердотельных, микроэлектромеханических, гироскопов и различных акселерометров) всех классов точности с приемлемыми характеристиками.
8. Усилить работы по геодезическому, гидрографическому и картографическому обеспечению маршрутов движения транспортных средств, в том числе заходов на посадку воздушных судов, проводок морских судов в портах и узкостях, движения автотранспорта и т. д.
9. Разработать программу внедрения авиационных локальных дифференциальных подсистем посадки и мониторинга типа ЛККС-А-2000 на аэродромы Российской Федерации и принять другие действенные меры по ускоренному внедрению спутниковых технологий в районе аэродрома и при заходе на посадку.
10. Поддерживать и активизировать инициативные работы по исследованию новых меандровых радиосигналов для СРНС, способствовать усилиям по их использованию в системе ГЛОНАСС, учитывая, что их внедрение позволит заметно расширить круг задач, выполняемых на основе спутниковой навигации, и повысить качество их решения.
11. Рекомендовать развитие и укрепление государственных информационных органов, ответственных за обеспечение потребителей навигационной информацией о состоянии орбитальной группировки системы ГЛОНАСС и другим вопросам. Интенсифицировать в выбранном направлении работы по созданию Межгосударственной системы информационного обмена МГС «Радионавигация».

12. Расширить практику привлечения представителей общественных организаций (РОИН и др.) к мероприятиям по разработке планирующих и концептуальных документов, касающихся радионавигационного обеспечения широкого круга потребителей, включая заседания по навигационным вопросам коллегий Минтранса России, Минпромторга России, Роскосмоса, Росавиации, Росаэронавигации и других федеральных органов исполнительной власти.
13. Доложенные результаты исследований использовать в ходе работ по планированию радионавигационного обеспечения, модернизации и создания радиотехнических и инерциальных навигационных систем.
14. В целях определения объективного состояния и перспектив развития радионавигационных систем и средств Российской Федерации, основных направлений государственной политики в этой области, считать необходимым проведение постоянного анализа реализации радионавигационного плана Российской Федерации и при необходимости внесение в него изменений и дополнений.
15. Обеспечить возможность публикации докладов конференции на страницах журнала «Новости навигации» и на сайте ФГУП «НТЦ «Интернавигация».

В заключение конференции состоялся отчет о работе руководящего органа РОИН и избран новый состав Исполкома РОИН:

- Президент – Соловьев Юрий Арсеньевич, доктор технических наук, г. Москва, ФГУП «НТЦ «Интернавигация».
- Вице-президент – Алексеев Сергей Петрович, профессор, доктор технических наук, г. Санкт-Петербург, ГОСНИНГИ
- Вице-президент – Белгородский Семен Львович, профессор, доктор технических наук, г. Москва, ГОСНИИ «Аэронавигация»
- Вице-президент – Власов Владимир Михайлович, профессор, доктор технических наук, г. Москва, Московский автодорожный институт.
- Вице-президент – Царев Виктор Михайлович, кандидат технических наук, г. Москва, ФГУП «НТЦ «Интернавигация».

ЗАСЕДАНИЕ МЕЖГОСУДАРСТВЕННОГО СОВЕТА «РАДИОНАВИГАЦИЯ»

SESSION OF THE RADIONAVIGATION INTERSTATE COUNCIL

27 ноября 2008 года во ФГУП «НТЦ «Интернавигация», Москва, состоялось 31-е заседание Межгосударственного совета «Радионавигация». В соответствии с протоколом в заседании Межгосударственного совета «Радионавигация» (далее – Совет) приняли участие полномочные представители и эксперты Республики Беларусь, Республики Казахстан, Кыргызской Республики, Республики Молдова, Российской Федерации, Республики Таджикистан, Республики Узбекистан, Украины, Исполнительного комитета СНГ. Присутствовали в качестве наблюдателей представители Азербайджанской Республики, члены научно-технического совета МГС «Радионавигация».

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

1. О ПРЕДСЕДАТЕЛЕ МЕЖГОСУДАРСТВЕННОГО СОВЕТА «РАДИОНАВИГАЦИЯ»

(Царев В. М.)

1.1. В соответствии с Положением о Межгосударственном совете «Радионавигация» (раздел I, пункт 7), утвержденным Решением Экономического совета Содружества Независимых Государств от 16 марта 2001 года, избрать Председателем Совета представителя Республики Беларусь Демьяненко А. В.

1.2. За успешную и плодотворную работу в качестве Председателя Совета в 2006–2008 годах представителю Российской Федерации Иванчуку Н. А. объявить благодарность.

2. ОБ УТВЕРЖДЕНИИ НОВОГО СОСТАВА НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО СОВЕТА МЕЖГОСУДАРСТВЕННОГО СОВЕТА «РАДИОНАВИГАЦИЯ»

(Лукьянюк Ю. В., Демьяненко А. В., Кобелев Г. П.)

2.1. Просить членов Совета в месячный срок, при необходимости, представить в ФГУП «НТЦ «Интернавигация» предложения по уточнению состава НТС.

2.2. Члену Секции по военно-техническому сотрудничеству НТС Кобелеву Г. П. совместно с ФГУП «НТЦ «Интернавигация» по согласованию с заинтересованными структурами государств СНГ в месячный срок подготовить предложения по составу указанной секции.

2.3. Секретариату Совета подготовить с учетом полученных предложений уточненный список членов НТС и в 2-х месячный срок утвердить его у Председателя Совета.

2.4. Ученому секретарю НТС разработать план работы НТС на 2009 год, при участии секретариата Совета, согласовать с представителями государств – участников СНГ и утвердить до 15 января 2009 года у Председателя Совета.

- 2.5. До 1 февраля 2009 года разослать членам Совета утвержденный план работы НТС на 2009 год.
- 3. ИНФОРМАЦИЯ О ПРОВОДИМОЙ ИСПОЛКОМОМ СНГ РАБОТЕ ПО ОПТИМИЗАЦИИ ОРГАНОВ ОТРАСЛЕВОГО СОТРУДНИЧЕСТВА СНГ В ЦЕЛЯХ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИХ РАБОТЫ**
(Верещако В. А.)
Принять к сведению информацию консультанта Департамента экономического сотрудничества Исполнительного Комитета СНГ Верещако В. А.
- 4. О РАБОТАХ, ПРОВОДИМЫХ СОВЕТОМ В 2008 ГОДУ**
(Царев В. М., Баздов А. К.)
- 4.1. Принять к сведению, что с учетом имеющегося финансирования было принято решение продолжить в 2008 году выполнение НИР «Разработка проектов межгосударственных стандартов в области радионавигации», НИР «Разработка и согласование проекта Межгосударственной радионавигационной программы государств – участников СНГ на период до 2012 года», а также продолжить выполнение ОКР «Создание Межгосударственной научно-информационной системы «Радионавигация».
- 4.2. Работу по созданию указанной научно – информационной системы считать приоритетной, как имеющей важное практическое значение для улучшения взаимодействия заинтересованных в развитии радионавигации структур государств СНГ.
- 4.3. ФГУП «НТЦ «Интернавигация» в месячный срок подготовить и направить членам Межгосударственного совета «Радионавигация» технические предложения по дальнейшему развитию этой системы.
- 4.4. Членам Совета рассмотреть эти технические предложения и в январе 2009 года направить в ФГУП «НТЦ «Интернавигация» свои предложения по вопросу создания национальных информационных центров в своих государствах.
- 4.5. С учетом полученных предложений Совету подготовить и в феврале 2009 года направить правительствам государств СНГ обращения о выделении необходимых средств для проведения этих работ.
- 5. О РАЗРАБОТКЕ И УТВЕРЖДЕНИИ РАДИОНАВИГАЦИОННОГО ПЛАНА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
(Соловьев Ю. А.)
- 5.1. Принять к сведению информацию о том, что завершена разработка Радионавигационного плана Российской Федерации, и он утвержден по решению Правительства Российской Федерации приказом Минпромторга России от 02.09.08 № 118.
- 5.2. Рекомендовать членам Совета использовать указанный план при разработке программы развития средств радионавигации в своих государствах.
- 6. О ХОДЕ РАЗРАБОТКИ И СОГЛАСОВАНИЯ МЕЖГОСУДАРСТВЕННОЙ РАДИОНАВИГАЦИОННОЙ ПРОГРАММЫ ГОСУДАРСТВ – УЧАСТНИКОВ СНГ НА ПЕРИОД ДО 2012 ГОДА**
(Царев В. М., Казаков В. В., Хачикян В. С., Козелков С. В., Лукьянюк Ю. В.)
- 6.1. Отметить, что во исполнение решения Совета от 23 апреля 2008 года были направлены обращения к правительствам государств – участников СНГ, не принявших решение об участии в разработке Межгосударственной радионавигационной программы, с просьбой дополнительно рассмотреть этот вопрос.
Украина, сообщившая о согласии принять участие в разработке указанной Программы, свои замечания и предложения к ней не представила. Республика Молдова сообщила о том, что примет участие в разработке Программы в качестве наблюдателя.
- 6.2. В настоящее время разработчиками Межгосударственной радионавигационной программы государств – участников СНГ на период до 2012 года являются Республика Беларусь, Республика Казахстан и Российская Федерация. Определены национальные государственные заказчики указанной Программы: Государственный военно-промышленный комитет Республики Беларусь, Министерство образования и науки Республики Казахстан и Министерство промышленности и торговли Российской Федерации.
- 6.3. Принять к сведению, что в 2008 году были проведены с оформлением протоколов три совещания рабочей группы из представителей УП «СКБ «Камертон» (Республика Беларусь), РГП «Институт математики, информатики и механики» (Республика Казахстан) и ФГУП «НТЦ «Интернавигация» (Российская Федерация). Протоколом рабочего совещания представителей этих организаций от 24 апреля 2008 года, утвержденным национальными государственными заказчиками указанной Межгосударственной программы, определен порядок и план дальнейших работ по Программе.
- 6.4. Поручить УП «СКБ «Камертон» в 2-х недельный срок доработать перечень мероприятий к Межгосударственной радионавигационной программе СНГ с учетом проведенного на заседании Совета обсуждения.
- 6.5. Доработанный перечень мероприятий рассмотреть на очередном заседании рабочей группы в декабре 2008 года и, после его согласования, направить Министерством промышленности и торговли Российской Федерации – заказчиком – координатором Межгосударственной радионавигационной программы для согласования национальным государственным заказчиком Программы – Государственному военно-промышленному комитету Республики Беларусь и Министерству образования и науки Республики Казахстан – Предложение о разработке указанной Программы.
- Просить национальных государственных заказчиков Программы в возможно короткий срок рассмотреть указанные материалы.

6.6. Межгосударственному совету «Радионавигация» продолжить работу по дальнейшему согласованию Программы. Членам Совета принять участие при рассмотрении этого вопроса в своих государствах.

6.7. В целях сокращения сроков разработки и согласования проекта Межгосударственной радионавигационной программы государств – участников СНГ на период до 2012 года просить Исполнительный комитет СНГ рассмотреть этот вопрос на заседании Комиссии по экономическим вопросам в первом полугодии 2009 года.

7. ОБ ОРГАНИЗАЦИИ РАБОТ ПО РАЗВИТИЮ ОБЪЕДИНЕННЫХ ЦЕПЕЙ ДАЛЬНЕЙ РАДИОНАВИГАЦИИ НА ТЕРРИТОРИИ ГОСУДАРСТВ – УЧАСТНИКОВ СНГ

(Редкозубов В. Н.)

7.1. Отметить, что после обращения Совета к правительствам Республики Беларусь и Украины с предложением разработать программу развития и совершенствования Российско-Украинско-Белорусской цепи дальней навигации, полномочный представитель Республики Беларусь в Совете Демьяненко А. В. сообщил, что работы по ремонту и модернизации белорусской станции в г. Слоним включены в Государственную программу вооружения Республики Беларусь и будут проводиться, начиная с 2009 года. Ответ от Украины еще не получен.

7.2. В Российской Федерации выполнены работы по модернизации станций «Карачев», «Петрозаводск», «Сызрань». Проведена замена аппаратуры управления и синхронизации, стеклянных тиратронов – на металлокерамические и генераторов поджигающих импульсов – на твердотельные. На станциях внедрена вновь разработанная аппаратура «Чайка-СНС», позволяющая формировать и передавать с использованием передатчика станции дифференциальные поправки для приемников спутниковых систем в радиусе до 1000 км и обеспечивать высокоточную привязку времени излучения сигналов к Универсальному координированному времени (UTC). Кроме того, разработаны и приняты в эксплуатацию интегрированные приемники, работающие по сигналам спутниковых систем ГЛОНАСС и GPS и наземных систем «Чайка» и «Лоран-С». Также приемники принимают указанные дифференциальные поправки.

7.3. В Республике Казахстан обращение Совета о создании на территории Республики станции системы

дальней радионавигации по поручению правительства рассматривается в Министерстве обороны.

7.4. Поручить членам Совета от Республики Беларусь, Украины, Республики Казахстан и Российской Федерации продолжить работу с заинтересованными организациями указанных государств по подготовке соответствующих решений.

8. О ПРОВЕДЕНИИ 17-й СЕССИИ СОВЕТА ДАЛЬНЕВОСТОЧНОЙ РАДИОНАВИГАЦИОННОЙ СЛУЖБЫ (ФЕРНС)

(Царев В. М., Редкозубов В. Н.)

8.1. Принять к сведению информацию Царева В. М. о том, что в г. Москве с 10 по 14 ноября 2008 года проведена 17 сессия Дальневосточной радионавигационной службы (ФЕРНС), в которой приняли участие делегации КНР, Японии, Республики Корея и Российской Федерации, а также представители США, Великобритании, Норвегии и Международной ассоциации маячных служб (IALA).

Считать возможным использовать в работе Совета положительный опыт ФЕРНС по организации взаимодействия заинтересованных государств.

9. ОБ УЧАСТИИ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ СОВЕТА В СОВЕЩАНИИ КООРДИНАЦИОННОЙ КОМИССИИ ПО АЭРОНАВИГАЦИИ МЕЖГОСУДАРСТВЕННОГО АВИАЦИОННОГО КОМИТЕТА

(Соловьев Ю. А.)

9.1. Принять к сведению информацию Соловьева Ю. А. по данному вопросу.

9.2. Совет считает весьма полезным регулярное взаимодействие органов отраслевого сотрудничества СНГ и предлагает наладить постоянные контакты между заинтересованными органами СНГ по вопросам, представляющим взаимный интерес.

10. ОБ ОСНОВНЫХ НАПРАВЛЕНИЯХ РАБОТЫ СОВЕТА В 2009 ГОДУ И ПРОВЕДЕНИИ ОЧЕРЕДНОГО ЗАСЕДАНИЯ СОВЕТА.

(Царев В. М., Демьяненко А. В.)

10.1. Членам Совета рассмотреть предложенные основные направления работы Совета в 2009 году и сообщить до 1 февраля 2009 года в адрес его Секретариата дополнения и замечания для учета при подготовке проекта Плана мероприятий Совета на 2009 год.

Принято решение очередное заседание Совета провести в апреле 2009 года.



К ВОПРОСУ ОБ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВВЕДЕНИЯ ПИЛОТНОГО КАНАЛА В ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКИЙ ИНТЕРФЕЙС СРНС

С.Б. Болошин, А.Г. Геворкян, В.П. Ипатов, С.П. Ковита, Б.В. Шебшаевич¹

Дан сравнительный анализ основных показателей обработки сигнала СРНС для двух альтернативных форматов передачи: с выделенной пилотной компонентой и со стопроцентной модуляцией дальномерного кода потоком данных

ON THE EFFICIENCY OF USING A PILOT CHANNEL IN THE SNS USER INTERFACE

S.B. Boloshin, A.G. Gevorkian, V.P. Ipatov, S.P. Kovita, B.V. Shebshaevich

A comparative analysis is given of the SNS signal processing characteristics for two alternative transmission formats: with an allocated pilot component and with 100 per cent range code modulation by data stream

1. ВВЕДЕНИЕ

Опыт многолетней эксплуатации систем GPS и ГЛОНАСС подтвердил их высокую эффективность в качестве средств глобального координатно-временного обеспечения потребителей и дал импульс к дальнейшему расширению диапазона их практических приложений и улучшению характеристик. Одним из направлений совершенствования СРНС является поиск новых модификаций сигналов. Об актуальности подобных разработок свидетельствуют многочисленные публикации и реальные шаги по продвижению новых форматов сигналов космического сегмента GPS, а также принятие концепции развития навигационных сигналов ГЛОНАСС на предстоящие годы [1 – 7].

Основными целями, мотивирующими поиск обновленных модификаций дальномерных сигналов, являются: повышение точности и надежности навигационно-временных определений; улучшение разрешающей способности по отношению к многолучевым отражениям и, как результат, снижение ошибок измерений, вызванных многолучевыми помехами; снижение помех множественного доступа и обеспечение тем самым работоспособности системы при дисбалансе уровней сигналов космических аппаратов; снижение остаточной погрешности ионосферного распространения; повышение иммунитета к сосредоточенным, преднамеренным и другим несуммарным помехам.

В качестве одного из ключевых шагов в проектах по совершенствованию сигналов зарубежных СРНС предлагается расщепление дальномерного сигнала на две компоненты, одна из которых, как и в существующих форматах, является поднесущей для потока данных, тогда как вторая – пилотная – от информа-

ционной модуляции свободна, что значительно облегчает слежение за ней в приемнике потребителя.

Ниже проводится анализ показателей основных операций, осуществляемых аппаратурой потребителя, с акцентом на выявление условий, при которых упомянутое расщепление может быть признано целесообразным.

2. ПОТЕНЦИАЛЬНАЯ ТОЧНОСТЬ ВРЕМЕННЫХ ИЗМЕРЕНИЙ

Пусть $s(t)$ – отрезок дальномерного сигнала длительностью в один информационный бит. На входе приемника АП наблюдение $y(t)$ содержит запаздывающую на время τ копию этого сигнала, у которой, к тому же, неизвестна полярность из-за бинарной фазовой манипуляции (БФМ) данными:

$$y(t) = bs(t - \tau) + n(t),$$

где $b = \pm 1$ – бит данных, а $n(t)$ – аддитивный белый гауссовский шум (АБГШ). Максимально правдоподобная (МП) оценка $\hat{\tau}$ параметра τ , являющаяся асимптотически оптимальной (несмещенной и эффективной), находится согласно правилу

$$\hat{\tau} = \arg \max_{\tau} W(y(t) | \tau),$$

где $W(y(t) | \tau)$ – функция правдоподобия (ФП) по параметру τ . ФП относительно τ при случайном параметре b можно найти по формуле полной вероятности как

$$W(y(t) | \tau) = \sum_{b=\pm 1} W(y(t) | \tau, b) p(b), \quad (1)$$

где $W(y(t) | \tau, b)$ – условная вероятность полученного наблюдения $y(t)$ при фиксированных значениях τ , и информационного бита b , а $p(b)$ – априорное распределение значений бита данных. Для АБГШ канала $W(y(t) | \tau, b)$

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

экспоненциально спадает с квадратом евклидова расстояния между наблюдением и полезным сигналом

$$W(y(t)|\tau) = \sum_{b=\pm 1} W(y(t)|\tau, b) p(b), \quad (2)$$

где k_1 – коэффициент, не зависящий от переменных τ, b , N_0 – односторонняя спектральная плотность АБГШ, а интервал наблюдения принят достаточно большим, чтобы полностью охватить сигнал при любых временных сдвигах τ . Раскрытие скобок в показателе экспоненты приводит (2) к виду

$$W(y(t)|\tau, b) = k_1 \exp\left[-\frac{1}{N_0} \int_{-\infty}^{\infty} y^2(t) dt\right] \times \exp\left[-\frac{E}{N_0}\right] \exp\left[\frac{2bz(\tau)}{N_0}\right] = k \exp\left[\frac{2bz(\tau)}{N_0}\right], \quad (3)$$

где

$$E = \int_{-\infty}^{\infty} [bs(t-\tau)]^2 dt = \int_{-\infty}^{\infty} s^2(t) dt - \text{энергия сигнала,}$$

в коэффициент k собраны все множители, не зависящие от τ, b , а

$$z(\tau) = \int_{-\infty}^{\infty} y(t)s(t-\tau) dt \quad (4)$$

– корреляция наблюдения $y(t)$ с запаздывающей репликой сигнала $s(t-\tau)$.

Так как значения бита априори равновероятны: $p(b=+1) = p(b=-1) = 1/2$, искомая ФП согласно (1), (3).

$$W(y(t)|\tau) = \frac{k}{2} \left[\exp\left(\frac{2z(\tau)}{N_0}\right) + \exp\left(-\frac{2z(\tau)}{N_0}\right) \right] = k \cosh\left(\frac{2z(\tau)}{N_0}\right) \quad (5)$$

Дисперсия несмещенной оценки не может быть ниже фундаментальной границы Рао-Крамера [8]

$$\text{var}\{\hat{\tau}\} \geq I_{\tau}^{-1},$$

где информация Фишера I_{τ} есть средняя кривизна логарифма ФП в точке, где значение параметра равно истинному. В частном случае измерения запаздывания истинное значение τ можно без нарушения общности считать нулевым, так что

$$I_{\tau} = - \left. \frac{d^2 \ln W(y(t)|\tau)}{d\tau^2} \right|_{\tau=0} \quad (6)$$

При большом отношении сигнал-шум q дисперсия МП оценки сходится к границе Крамера-Рао:

$$\text{var}\{\hat{\tau}\} \approx I_{\tau}^{-1}, \quad q \gg 1 \quad (7)$$

Выполнив усреднение в (6) с учетом (5) и опуская коэффициент k (который далее все равно исчезнет при дифференцировании), получим

$$\overline{\ln W(y(t)|\tau)} \equiv \int_{-\infty}^{\infty} \ln \cosh\left(\frac{2z}{N_0}\right) W(z) dz, \quad (8)$$

где для краткости $z(\tau)$ обозначено как z , а $W(z)$ – плотность вероятности z . При фиксированном информационном бите b входное наблюдение $y(t) = bs(t) + n(t)$ (истинное запаздывание принято равным нулю!) является гауссовским процессом. Тогда согласно (4) z есть гауссовская случайная величина с математическим ожиданием

$$\bar{z} = \int_{-\infty}^{\infty} y(t)s(t-\tau) dt = b \int_{-\infty}^{\infty} s(t)s(t-\tau) dt = bE\rho(\tau) \quad (9)$$

и дисперсией

$$\text{var}\{z\} = \sigma_z^2 = \frac{N_0 E}{2}, \quad (10)$$

где

$$\rho(\tau) = \frac{1}{E} \int_{-\infty}^{\infty} s(t)s(t-\tau) dt \quad (11)$$

– нормированная автокорреляционная функция (АКФ) сигнала.

Теперь с использованием (9) и (10) условная плотность вероятности z при фиксированном бите b

$$W(z|b) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_z^2}} \exp\left[-\frac{(z - bE\rho)^2}{2\sigma_z^2}\right],$$

где $\rho = \rho(\tau)$. Усредняя этот результат по b с учетом равновероятности значений информационного бита, приходим к безусловной плотности вероятности

$$W(z) = \frac{1}{2} \sum_{b=\pm 1} W(z|b) = \frac{1}{2} \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_z^2}} \exp\left[-\frac{(z - E\rho)^2}{2\sigma_z^2}\right] + \frac{1}{2} \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_z^2}} \exp\left[-\frac{(z + E\rho)^2}{2\sigma_z^2}\right].$$

Подставив это в (8), имеем

$$\overline{\ln W(y(t)|\tau)} \equiv \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_z^2}} \int_{-\infty}^{\infty} \ln \cosh\left(\frac{2z}{N_0}\right) \exp\left[-\frac{(z - E\rho)^2}{2\sigma_z^2}\right] dz. \quad (12)$$

Двойное дифференцирование правой части этого равенства по τ после подстановки $z = \sigma_z x$ позволяет получить (6) в виде

$$I_{\tau} = - \left\{ \frac{q}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\infty} \ln \cosh(qx) \exp\left[-\frac{(x - q)^2}{2}\right] \times (x - q) dx \right\} \rho''(0) = -\alpha(q) \rho''(0), \quad (13)$$

где учтено, что $\rho(0) = 1, \rho'(0) = 0$. Интеграл, обозначенный в (13) как $\alpha(q)$, можно без особого труда рассчитать численным методом. С использованием равенства Парсевала можно получить хорошо известный результат [8] $\rho''(0) = -(2\pi f_e)^2$, где f_e – среднеквадратическая частота спектра сигнала. Тем самым из (7) и (13)

$$\text{var}\{\hat{\tau}\} \approx \frac{1}{\alpha(q)(2\pi f_e)^2}, \quad q \gg 1. \quad (14)$$

Для того чтобы уяснить, сколь серьезно деградирует точность измерения запаздывания из-за того, что дальномерный сигнал используется и как поднесущая потока данных, следует сопоставить (14) с популярной формулой Вудворда для потенциальной точности временных измерений

$$\text{var}_0\{\hat{\tau}\} \approx \frac{1}{q^2 (2\pi f_e)^2}, \quad q \gg 1. \quad (15)$$

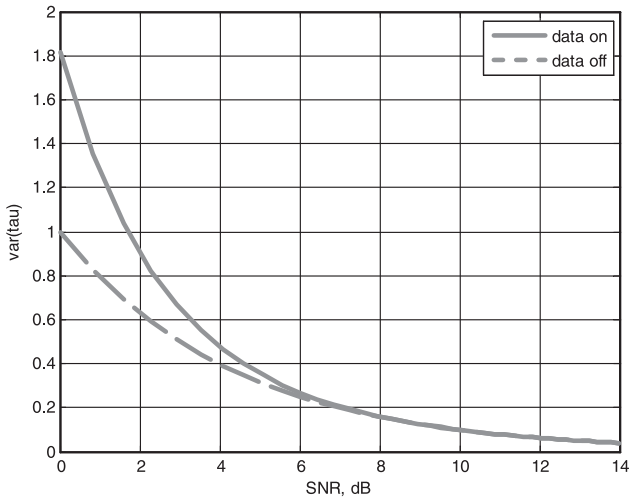


Рис. 1. Дисперсии оценок запаздывания в зависимости от отношения сигнал-шум

На рис. 1 представлены зависимости нормированных (умноженных на $(2\pi f_e)^2$) дисперсий (14), (15) от отношения сигнал-шум в дБ. Как видно, потери за счет модуляции дальномерного сигнала информационным потоком ощутимо растут лишь при отношениях сигнал-шум на бит данных менее 5 дБ.

3. ТОЧНОСТЬ ФАЗОВЫХ ИЗМЕРЕНИЙ

Фазовые измерения в приемнике СРНС имеют целью восстановление когерентной несущей для демодуляции БФМ данных, участвуют в оценке псевдодальностей, улучшая точность позиционирования, а также в фазовых методах навигационных определений. Стандартным инструментом фазовых измерений является петля фазовой автоподстройки частоты (ФАПЧ). Дисперсия оценки $\hat{\phi}$ фазы на выходе ФАПЧ в линейном приближении определяется равенством [9, 10]

$$\text{var}\{\hat{\phi}\} = \tilde{N}_\phi(0) B_n, \quad (16)$$

где $\tilde{N}_\phi(0)$ – эквивалентная спектральная плотность фиктивного фазового шума, пересчитанного с выхода фазового дискриминатора на вход приемника, на нулевой частоте, а B_n – шумовая полоса системы. Последняя зависит от порядка астатизма петли и ее коэффициента усиления в разомкнутом состоянии и, в свою очередь, критически влияет на динамические свойства системы. Имея целью сравнение форматов сигналов по точности фазовых измерений, при прочих равных условиях будем полагать динамические характеристики петель ФАПЧ для двух случаев одинаковыми, т. е. зафиксируем шумовую поло-

су B_n . Тогда сравнение сведется к сопоставлению лишь эквивалентных спектральных плотностей в нуле $\tilde{N}_\phi(0)$.

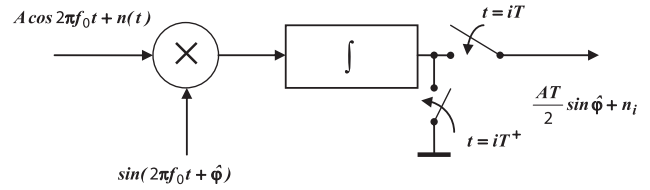


Рис. 2. Стандартный фазовый дискриминатор

При слежении за фазой пилотного сигнала фазовый дискриминатор в дискретном исполнении можно представить схемой рис. 2, где A и f_0 – соответственно амплитуда и несущая частота сигнала, интервал интегрирования T достаточен для «очистки» полезной низкочастотной компоненты от спектральных составляющих частоты $2f_0$, а

$$n_i = \int_{(i-1)T}^{iT} n(t) \sin(2\pi f_0 t + \hat{\phi}) dt, \quad i = \dots, -1, 0, 1, \dots$$

Последовательность шумовых отсчетов n_i с выхода дискриминатора некоррелирована и имеет дисперсию (см. (12))

$$\text{var}\{n_i\} = \frac{N_0 E_r}{2},$$

где E_r – энергия опоры $\sin(2\pi f_0 t + \hat{\phi})$ за время T . Поскольку $E_r = T/2$, $\text{var}\{n_i\} = N_0 T/4$. В непрерывном приближении дискретной системы можно считать, что n_i воспринимается последующим фильтром петли как константа вплоть до следующего взятия отсчета на выходе дискриминатора, так что выходным шумом дискриминатора оказывается ступенчатый процесс $x(t)$ с независимыми ступеньками длительности T . Подобный процесс имеет треугольную автокорреляционную функцию, т. е. спектр вида

$$\tilde{N}_x(f) = \text{var}\{n_i\} T \frac{\sin^2 \pi f T}{(\pi f T)^2} = \frac{N_0 T^2}{4} \frac{\sin^2 \pi f T}{(\pi f T)^2}.$$

Крутизна дискриминационной характеристики $S = AT/2$, и, следовательно, эквивалентные флюктуации фазы на входе, создающие тот же выходной шум, имеют спектр

$$\tilde{N}_\phi(f) = \frac{\tilde{N}_x(f)}{S^2} = \frac{N_0}{A^2} \frac{\sin^2 \pi f T}{(\pi f T)^2}. \quad (17)$$

Теперь из (16) следует

$$\text{var}(\hat{\phi}) = \frac{N_0 B_n}{A^2}. \quad (18)$$

При измерении фазы несущей сигнала, манипулированного бинарными данными, используется классическая схема Костаса (см. рис. 3), где для устранения влияния текущего бита данных b_i , выходы квадратурных ветвей перемножаются, так что дискриминационная характеристика имеет вид

$$e(\hat{\phi}) = \frac{A^2 T^2}{8} \sin 2\hat{\phi}. \quad (19)$$

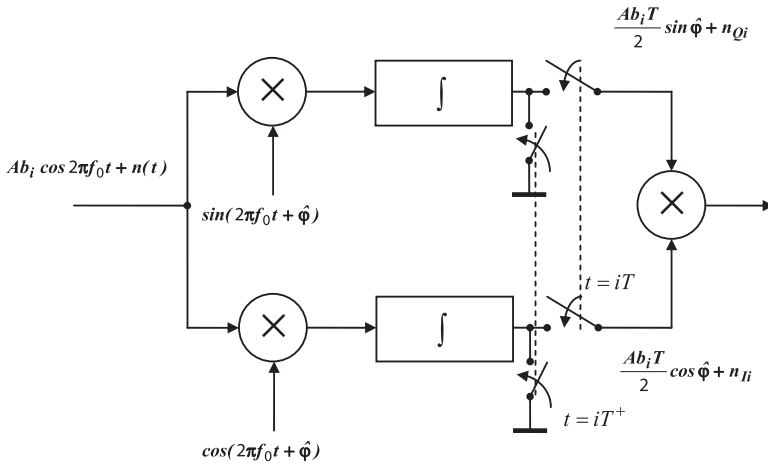


Рис. 3. Дискриминатор Костаса

Сопоставляя дискриминационные характеристики, можно видеть, что освобождение от влияния данных достигается ценой двукратного сокращения интервала однозначности фазы, иначе говоря, удвоения числа устойчивых точек слежения.

Шумовая последовательность на выходе дискриминатора Костаса

$$v_i = \frac{n_{Ii} Ab_i T}{2} \sin \hat{\phi} + \frac{n_{Qi} Ab_i T}{2} \cos \hat{\phi} + n_{Qi} n_{Ii}$$

как и прежде некоррелирована и имеет дисперсию

$$\text{var}\{v_i\} = \frac{N_0 A^2 T^3}{16} + \frac{N_0^2 T^2}{16} = \frac{N_0 A^2 T^3}{16} \left(1 + \frac{1}{q_T^2} \right),$$

где использована независимость квадратурных шумовых последовательностей n_{Ii} , n_{Qi} и равенство их дисперсий $N_0 T/4$, а $q_T = \sqrt{A^2 T/N_0}$ – отношение сигнал-шум в отрезке входного сигнала длительности T . Крутизна дискриминационной характеристики петли Костаса $s = A^2 T^2/4$, откуда по аналогии с предыдущим для спектра эквивалентных фазовых флюктуаций на входе можно получить

$$N_{\phi}(f) = \frac{N_0}{A^2} \left(1 + \frac{1}{q_T^2} \right) \frac{\sin^2 \pi f T}{(\pi f T)^2}.$$

Теперь из (16) для дисперсии оценки фазы на выходе петли Костаса имеем

$$\text{var}\{\hat{\phi}\} = \frac{N_0}{A^2} \left(1 + \frac{1}{q_T^2} \right) B_n.$$

Сравнение этого результата с (18) показывает, что совмещение в едином сигнале функций дальномерной шкалы и поднесущей данных приводит к деградации точности фазовых измерений в $\sqrt{1+q_T^{-2}}$ раз. Если положить интервал взятия отсчетов T равным длительности символа данных, то q_T^2 окажется мощностным отношением сигнал-шум на символ, которое для достоверного приема данных должно быть достаточно большим. В подобных условиях наложение на дальномерный сигнал информационного потока не приводит к ощутимой потере в точности оценки фазы.

4. ЧАСТОТА ПЕРЕСКОКОВ И СРЫВ СЛЕЖЕНИЯ ЗА ФАЗОЙ

При достижении фазовой ошибкой петли некоторого фиксированного порога ϕ_p может произойти потеря

синхронизма (срыв слежения) или перескок фазы на угол, кратный π . Оба эти явления крайне вредны, поэтому как вероятность срыва, так и частота перескоков должны удерживаться приемлемо малыми наряду с дисперсией фазовой ошибки. Точный анализ упомянутых факторов достаточно сложен и сводится к решению уравнения Фоккера-Планка, которое для систем с астатизмом выше первого порядка возможно лишь численными методами. В то же время общая идея снижения рисков названных событий состоит в уменьшении вероятности достижения фазовой ошибкой заданного порога ϕ_p , за которым опасность срыва или перескока становится реальной.

Рассмотрим вначале систему ФАПЧ, работающую по сигналу, не модулированному данными. В петле, порядок астатизма которой согласован с динамикой входного сигнала, оценка фазы не имеет систематической (динамической) составляющей и плотность вероятности фазовой ошибки $W(\hat{\phi})$ может полагаться четной. Тогда вероятность выхода фазовой ошибки за пределы отрезка $[-\phi_p, \phi_p]$

$$P(|\hat{\phi}| > \phi_p) = 1 - 2 \int_0^{\phi_p} W(\hat{\phi}) d\hat{\phi}.$$

Для систем первого порядка астатизма установившаяся плотность вероятности $W(\hat{\phi})$ известна точно, представляя собой закон Тихонова [9]

$$W(\hat{\phi}) = \frac{1}{2\pi I_0(\alpha)} \exp[\alpha \cos(\hat{\phi})], \quad (20)$$

в котором $I_0(\alpha)$ – модифицированная функция Бесселя первого рода нулевого порядка, а параметр $\alpha = A^2/2N_0B_n$ представляет собой мощностное отношение сигнал-шум в петле ФАПЧ. Для петель высших порядков закон Тихонова может служить удовлетворительным приближением. Таким образом,

$$P(|\hat{\phi}| > \phi_p) = 1 - \frac{1}{\pi I_0(\alpha)} \int_0^{\phi_p} \exp[\alpha \cos(\hat{\phi})] d\hat{\phi}. \quad (21)$$

Обратимся теперь к случаю наложения данных на дальномерный сигнал. Поскольку в петле Костаса на один период несущей приходится два периода дискриминационной характеристики, пороговое значение фазы, при котором появляется риск перескока или срыва, оказывается вдвое ниже аналогичного порога в системе с «чистым» пилотным сигналом. Тем самым вероятность выхода фазовой ошибки в опасную зону найдется как

$$P(|\hat{\phi}| > \frac{\phi_p}{2}) = 1 - \frac{1}{\pi I_0(\alpha_1)} \int_0^{\frac{\phi_p}{2}} \exp[\alpha_1 \cos(\hat{\phi})] d\hat{\phi}. \quad (22)$$

Теперь энергетические потери от наложения данных можно оценить, сопоставив с α отношение сигнал-шум α_1 , которое потребуется петле Костаса, чтобы удержать вероятность достижения критического порога на том же уровне, что и в петле ФАПЧ для «чистого» сигнала.

На рис. 4 представлены рассчитанные согласно (20) – (22) зависимости вероятностей достижения критических порогов $\varphi_1 = \pi/3$ и $\varphi_1/2 = \pi/6$ от отношения сигнал-шум в петле для стандартной системы ФАПЧ и схемы Костаса соответственно. Как видно, энергетический проигрыш петли Костаса лежит между 5,5 и 6 дБ. Эти цифры обычно и фигурируют в литературе как потери системы с наложением потока данных на дальномерный сигнал в пороге слежения за фазой несущей [11, 12].

5. ПОИСК СИГНАЛА

Отсутствие информационной модуляции снимает всякие ограничения по продолжительности когерентного накопления на каждом шаге поиска, однако увеличение длительности когерентного накопления уменьшает элемент разрешения по частоте, а значит, пропорционально увеличивает число ячеек вдоль частотной оси, подлежащих анализу в процессе поиска. Рассмотрим ситуацию, в которой поиск не осложнен присутствием информационной модуляции. Предположим, что начальные интервалы неопределенности по времени и частоте равны соответственно T_u и F_u . Игнорируя второстепенные детали, будем считать, что поиск производится с шагами по времени и частоте, равными соответствующим элементам разрешения. Тогда при длительности чипа дальномерного кода Δ и времени когерентного накопления в ячейке T_c названные шаги составят соответственно Δ и $1/T_c$, так что общее число просматриваемых ячеек m найдется как

$$m = \frac{F_u T_u}{\Delta / T_c} = \frac{F_u T_u T_c}{\Delta},$$

откуда следует приближенная оценка средней продолжительности поиска \bar{t}_s :

$$\bar{t}_s \approx \frac{m T_c}{2} = \frac{F_u T_u T_c^2}{2 \Delta}. \tag{23}$$

Как видно, «затягивание» когерентной обработки приводит к квадратичному росту продолжительности поиска за счет того, что число элементов разрешения в зоне частотной неопределенности F_u линейно увеличивается с ростом T_c .

Для того чтобы устранить прямую зависимость между временем анализа в ячейке и числом элементов частотного разрешения, целесообразно разбить интервал анализа T_a на N_{nc} отрезков, в пределах каждого из которых обработка остается когерентной, но накопленные результаты между собой суммируются некогерентно. При этом элемент разрешения по частоте имеет размер $1/(T_a/N_{nc}) = N_{nc}/T_a$, так что число ячеек

$$m = \frac{F_u T_u T_a}{N_{nc} \Delta},$$

и среднее время поиска

$$\bar{t}_s \approx \frac{m T_a}{2} = \frac{F_u T_u T_a^2}{2 N_{nc} \Delta}. \tag{24}$$

Если когерентное накопление на отрезке T_a/N_{nc} доводит отношение сигнал-шум до единицы или более, последующее некогерентное суммирование почти столь же эффективно, как и когерентное. Тогда выбор времени анализа в когерентно-некогерентной схеме $T_a = T_c$ обес-

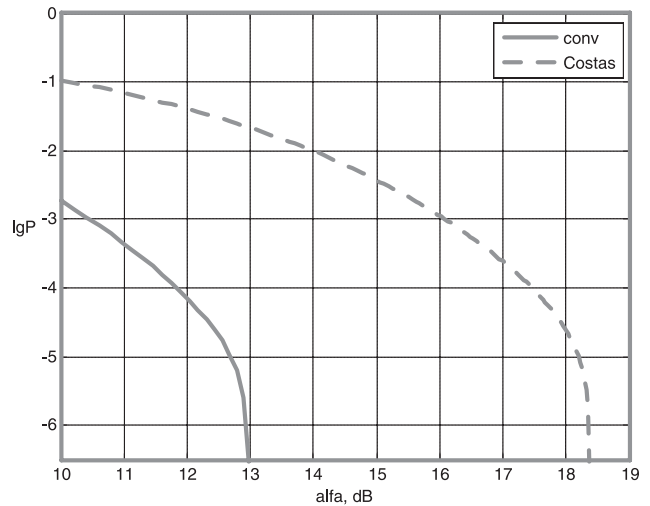


Рис. 4. Вероятности достижения критических порогов

печит примерно ту же достоверность решений в каждой ячейке, что и при «чистом» когерентном накоплении. При этом, однако, благодаря уменьшению числа ячеек в зоне неопределенности по частоте, время поиска (24) окажется равным

$$\bar{t}_s \approx \frac{F_u T_u T_c^2}{2 N_{nc} \Delta},$$

т. е. меньшим в N_{nc} раз, чем при «чисто» когерентной обработке. Таким образом, когерентно-некогерентная обработка может служить инструментом ускорения поиска. Поскольку при характерных значениях энергопотенциала СРНС на длительности информационного бита укладывается несколько отрезков с отношением сигнал-шум от единицы и более, модуляция сигнала информационным потоком не препятствует применению подобного метода. Таким образом, выделенный пилотный канал при стандартных условиях функционирования никак не способствует ускорению поиска.

6. ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Проведенный анализ указывает на компромиссную сущность решения вопроса целесообразности введения пилотного канала в пользовательский интерфейс СРНС. С одной стороны, выделенная пилотная компонента дает существенный (порядка 6 дБ) выигрыш в устойчивости слежения за сигналом КА. С другой же – на пилотный канал отводится лишь доля общей передаваемой мощности, так что фактический выигрыш по названному показателю уменьшится соответственно этой доле. Так, при выделении на пилотную компоненту трех четвертей или половины полной мощности величина 6 дБ снизится до 4,75 или 3 дБ соответственно.

Если бы условия эксплуатации, принятые за основу в годы проектирования СРНС, продолжали признаваться адекватными нуждам потребителей, организация пилотного канала в модернизированном пользовательском интерфейсе вряд ли была бы оправданной. Действительно, как следует из изложенного, такие характеристики системы как точность

измерений времени и фазы или продолжительность поиска, в стандартных условиях функционирования (достаточно высокое отношение сигнал/шум) потенциально инвариантны к наложению на дальномерный сигнал информационного потока. В то же время диапазон практических применений СРНС постоянно расширяется, делая вероятными сценарии позиционирования по ослабленному сигналу, например, внутри зданий, туннелей и т. п. или при повышенном уровне помех. При этом потери в точности измерений за счет информационной модуляции могут возрасти настолько, что выделенный пилотный канал окажется предпочтительным. Подобным же образом потери от некогерентного суммирования в режиме поиска могут выйти на неприемлемый уровень, так что потребуется существенное увеличение интервала когерентного интегрирования. Решающим же аргумен-

том в пользу выделения пилотного канала при этом окажется упомянутый выигрыш в пороге слежения.

Необходимо также подчеркнуть, что доля энергии, отведенная пилотному сигналу, «изымается» из энергopotенциала канала данных, что при сохранении скорости передачи неминуемо потребует применения гораздо более мощного канального кодирования навигационного сообщения, чем в существующих СРНС.

Представленные результаты получены с привлечением упрощенных методов для конкретной распространенной схемы построения потребительской аппаратуры и носят предварительный характер. Более полные результаты могут быть получены при оптимизации схем обработки сигналов с использованием, например, марковской теории оптимального оценивания [13].

ЛИТЕРАТУРА

1. Navstar GPS Space Segment/Navigation User Interfaces [Text], Is-GPS-705, 20.04. 2005.
2. Navstar GPS Space Segment/User Segment L5 Interfaces [Text], Is-GPS-705, 20.04.2005.
3. Galileo Codes Properties [Text], Ester Armengou Miret, European Space Memorandum, ESA-DEUI-NG-MEMO/01798, 10.02.2005.
4. GALILEO os sis icd/D. 0 (Draft) [Text], ESA/GJU, 23.05.2006.
5. Интерфейсный контрольный документ ГНСС ГЛОНАСС [Текст]. Редакция 5.0. М., 2002.
6. Klimov, V., et. al. GLONASS: Status and Perspectives [Text]. Proc. of NAV05 National Navigation Conference «Pushing the Boundaries», 1 – 3 November 2005, London.
7. Bakitko, R., Tyubalin, V. The structure of L3 navigation radio signal [Text]. ICAO NSP WGWP/34. St. Petersburg, Russia, 25 May – 4 June 2004.
8. Гришин, Ю. П., Ипатов, В. П., Казаринов, Ю. М., Коломенский, Ю. А., Ульяницкий, Ю. Д. Радиотехнические системы [Текст]. Учебник для вузов //Под ред. Ю. М. Казаринова. – М.: Высшая школа, 1990.
9. Витерби, Э. Д. Принципы когерентной связи [Текст]. Пер. с англ. – М.: Сов. Радио, 1970.
10. Линдсей, В. Системы синхронизации в связи и управлении [Текст]. Пер. с англ. – М.: Сов. Радио, 1978.
11. Fontana, R., Cheung, W., Stansell, T. The modernized L2 Civil Signal [Text]. GPS World, v. 11, № 9, 2001, P. 28 – 34.
12. Fontana, R. D., Cheung, W., Novak, P. M., Stansell, T. A. The new L2 civil signal [Text], ION GPS 2001, 11 – 14 September 2001, Salt Lake City, UT.
13. Марковская теория оценивания в радиотехнике [Текст]/Под ред. М. С. Ярлыкова. – М.: «Радиотехника», 2004.



МЕТОДЫ КОМПЛЕКСИРОВАНИЯ ПРИЕМНИКА СПУТНИКОВОЙ НАВИГАЦИИ И ИНЕРЦИАЛЬНОЙ НАВИГАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ. РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ СЛАБОСВЯЗАННОГО АЛГОРИТМА КОМПЛЕКСИРОВАНИЯ В ГОРОДСКИХ УСЛОВИЯХ¹

А. Л. Аникин, А. А. Оганесян, С. Ю. Аксенов, А. С. Морозов²

В статье рассматриваются методы комплексирования приемника спутниковой навигации и инерциальных датчиков. Обосновывается использование микроэлектромеханических датчиков в качестве средств инерциальной поддержки приемника спутниковой навигации. Приведены результаты исследований комплексного алгоритма в постобработке

METHODS OF INTEGRATING A SATELLITE NAVIGATION RECEIVER AND AN INERTIAL NAVIGATION SYSTEM. RESULTS OF LOOSELY COUPLED INTEGRATION ALGORITHM EXPERIMENTAL RESEARCH IN AN URBAN ENVIRONMENT

A. L. Anikin, A. A. Oganessian, S. Yu. Aksenov, A. S. Morozov

The paper considers the methods of the satellite navigation receivers and inertial navigation sensors integration. Use of microelectromechanical sensors as inertial support of the satellite navigation receiver is proved. Postprocessing complex algorithm research results are given

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время технологии спутниковой навигации нашли самое широкое применение практически во всех областях деятельности человека. При этом наиболее эффективно внедрение спутниковой навигации в те области деятельности, которые традиционно требуют высокоточного навигационно-временного обеспечения (НВО). Одной из быстро растущей областью использования спутниковой навигации является автомобильный транспорт. Специфика деятельности автотранспорта связана с постоянным перемещением во времени и в пространстве и в настоящее время требует использования навигационных, связанных средств и систем обработки данных для повышения эффективности перевозок. С внедрением в эксплуатацию в 90-х годах прошлого столетия среднеорбитальных спутниковых радионавигационных систем (СРНС) появилось средство высокоточного определения навигационно-временных параметров.

Обладая такими достоинствами как глобальность, беспрецедентная точность навигационно-временных определений, СРНС обладают рядом недостатков. Применительно к городским условиям использования глобальных спутниковых радионавигационных систем эти недостатки связаны с высотной застройкой, туннелями, путепроводами, которые ограничивают видимость навигационных спутников. Кроме того, ограничение видимости навигационных спутников в городских условиях приводит к работе приемника спутниковой навигации (ПСН) по гео-

метрически неблагоприятному рабочему созвездию. Проведенные исследования в условиях плотной городской застройки показали, что число наблюдаемых навигационных спутников на некоторых участках было меньше минимально необходимого количества. Несмотря на то, что промежутки времени неработоспособности приемника составляли от нескольких секунд до нескольких минут, в ряде приложений это может оказаться неприемлемым.

Анализ большого количества исследований показывает, что эффективным способом обеспечения высокой точности и непрерывности НВО является совместная обработка спутниковых и инерциальных измерений. ПСН и инерциальная навигационная система (ИНС) функционируют на различных физических принципах и являются взаимно дополняющими (таблица 1) [2]. Объединенная инерциально-спутниковая навигационная система (ИСНС) обладает более высокими характеристиками точности, помехоустойчивости и надежности навигационных решений по сравнению с отдельными измерителями.

Как известно, наиболее перспективными применительно к автотранспорту инерциальными датчиками являются микроэлектромеханические сенсоры (МЭМС). В настоящее время на современных автомобилях МЭМС используются в системах курсовой устойчивости, в контурах систем безопасности (в качестве детектора столкновения) и управления. На рис. 1 представлено примерное размещение МЭМС на автомобиле [4].

¹ Доклад на научно-технической конференции «Тенденции и гармонизация развития радионавигационного обеспечения», Москва, 26.11.2008 г.

² Аникин А. Л. – д. т. н., профессор, Оганесян А. А. – к. т. н., доцент, Аксенов С. Ю. – адъюнкт – все сотрудники ВВИА им. проф. Н. Е. Жуковского; Морозов А. С. – аспирант Московской академии рынка труда и информационных технологий.

Таблица 1

	СРНС	ИНС
Автономность	нет	да
Характер ошибок	относительно высокий уровень шумов, стационарный процесс	малый уровень шумовой составляющей, нестационарный процесс
Темп выдачи данных	1-20 Гц	10-2000 Гц
Возможность резервирования	неэффективно	эффективно

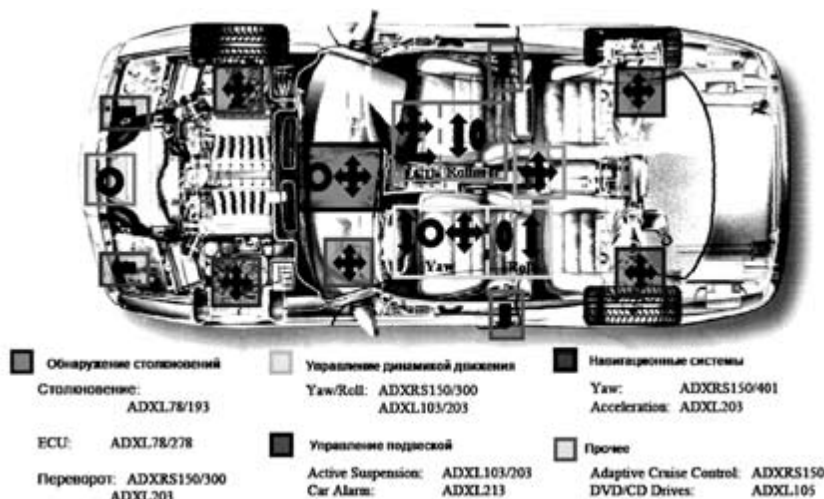


Рис. 1. Вариант размещения МЭМС на автомобиле

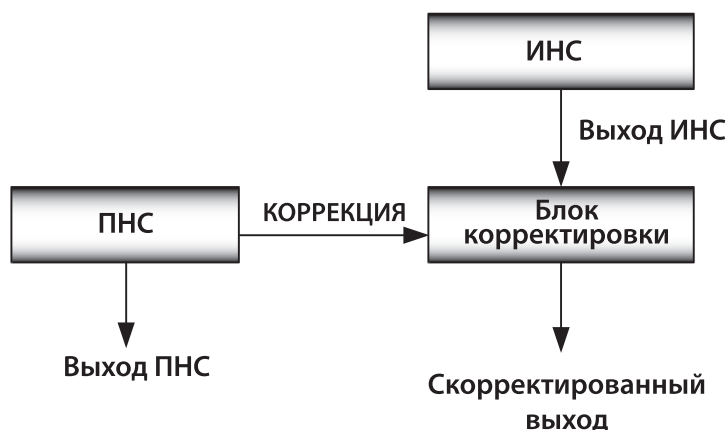


Рис. 2. Разомкнутая схема комплексирования

МЭМС занимают особое положение среди инерциальных датчиков. Они обладают совокупностью уникальных достоинств, основными из которых являются: малые массогабаритные характеристики; низкое энергопотребление; низкая цена; высокая надежность; высокая устойчивость к перегрузкам (до 2000 g) и ударам. Гироскопические датчики МЭМС обладают скоростью ухода более 10°/час [4]. При таких характеристиках, реализованная на основе МЭМС бесплатформенная ИНС будет обладать неприемлемо большими ошибками [1]. Однако МЭМС могут эффективно использоваться в качестве автономной поддержки спутниковой навигации на непродолжительных интервалах времени пропадания сигналов, возникающих из-за затенений высотными строени-

ями, при проезде туннелей и т.п. Таким образом, исследования с целью повышения точности и непрерывности навигационно-временного обеспечения за счет интегрирования приемника спутниковой навигации и МЭМС является актуальной научно-технической задачей, которой и посвящена статья. Отметим, что существуют различные подходы к созданию ИСНС, которые в той или иной мере реализуют потенциальные возможности интегрированной системы. Вкратце рассмотрим основные методы комплексирования.

МЕТОДЫ КОМПЛЕКСИРОВАНИЯ

Первые подходы в области интегрированных инерциально-спутниковых систем навигации основывались на реализации «разомкнутой» (uncoupled/stand alone) схемы комплексирования приемника и инерциальной системы (рис. 2). Разомкнутая схема предусматривает раздельное функционирование систем.

Достоинства данного решения: простота технической реализации алгоритма; отсутствует необходимость в доработке существующих систем; минимальные аппаратурные и программные затраты.

Недостатки: корректировка ИНС возможна только при работоспособном приемнике спутниковой навигации. Если приемник не способен осуществлять определение навигационных параметров, например, из-за недостаточного количества видимых спутников, то ИНС не корректируется и счисление координат выполняется в автономном режиме; высокая точность характеристик возможна только при использовании дорогостоящих ИНС высокого класса точности (неприемлемое решение для автотранспорта).

Следующим по сложности вариантом комплексирования является «слабосвязанное» комплексирование – комплексирование по выходам (рис. 3). Существуют различные варианты слабосвязанного комплексирования: комплексирование на уровне радионавигационных параметров³, комплексирование на уровне сигналов с выходов датчиков ИНС. Отличительной

³ В книге [2] под слабосвязанным комплексированием понимается такое комплексирование, при котором существуют обратные связи из фильтра в ИНС и спутниковую аппаратуру (примеч. ред.).

особенностью всех вариантов слабосвязанного комплексирования является использование модели ошибок ИНС, что позволяет осуществить оценивание медленно меняющихся случайных параметров и компенсировать соответствующие погрешности.

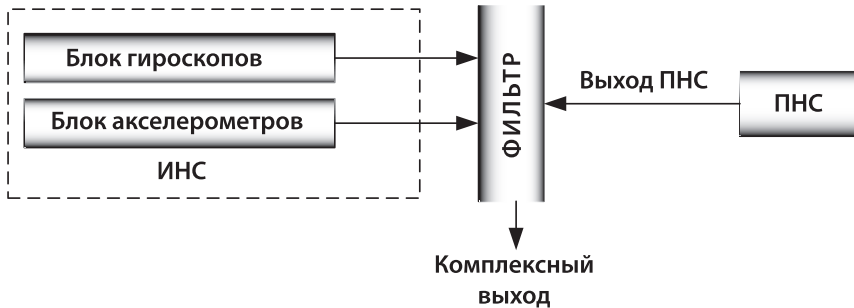


Рис. 3. Вариант слабосвязанного комплексирования

Достоинства: более высокая точность определения навигационных параметров по сравнению с разомкнутой схемой комплексирования; введение модели ошибок инерциальной системы позволяет использовать инерциальные датчики низкого класса точности, например, МЭМС.

Недостатки: более высокие (по сравнению с разомкнутой схемой) вычислительные затраты для реализации алгоритма комплексирования; необходимо не менее 4 наблюдаемых спутников для функционирования алгоритма; помехоустойчивость данной схемы определяется помехоустойчивостью контуров слежения ПНС.

Выше перечисленные схемы комплексирования имеют общий недостаток – помехоустойчивость интегрированной системы определяется помехоустойчивостью контуров слежения ПНС. Для повышения помехоустойчивости в настоящее время реализуются тесно связанные (tightly coupled) схемы комплексирования. Суть алгоритмов сводится к введению скорости изменения дальности между подвижным объектом и навигационным спутником в схемы слежения за задержкой и схемы фазовой автоподстройки ПНС [2,5]. Это позволяет сузить шумовые полосы систем и тем самым повысить пороговое значение отношения шум/сигнал, при котором ПНС остается в работоспособном режиме.

Достоинства: повышается помехоустойчивость ПНС за счет уменьшения шумовой полосы следящих систем; используется информация от всех видимых спутников независимо от их количества.

Недостатки: необходимость внесения в схемы слежения дополнительных информационных каналов, что усложняет конструкцию приемника; значительные вычислительные затраты.

Концепция полной интеграции ПНС и ИНС может быть реализована на основе алгоритмов глубокой интеграции ПНС и ИНС (deep integration) [2]. В глубоко интегрированном варианте комплексирования отсутствуют понятия автономно функционирующих подсистем ИНС и ПНС, а комплексирование

осуществляется на уровне обработки сигналов первичных датчиков (акселерометров, гироскопов, блока корреляторов приемника). Реализация алгоритмов глубокой интеграции позволяет получить практически потенциальные характеристики точности и помехоустойчивости. При всех достоинствах этого метода, его техническая реализация требует значительных вычислительных ресурсов.

ВЫБОР ВАРИАНТА КОМПЛЕКСИРОВАНИЯ

В качестве варианта комплексирования в статье рассматривается слабосвязанная схема комплексирования ПНС и ИНС на уровне выходных сигналов инерциальных датчиков (рис. 3).

Выбор данной схемы комплексирования обусловлен следующими причинами. Во-первых, работа направлена на разработку алгоритмов для использования гражданскими потребителями, поэтому можно предположить, что потребители будут использовать аппаратуру СРНС в условиях отсутствия преднамеренных помех. Во-вторых, слабосвязанные алгоритмы уже позволяют получить высокие характеристики точности и непрерывности навигационно-временных определений при использовании МЭМС.

ОСОБЕННОСТИ АЛГОРИТМА

В качестве вектора состояния в работе использовались параметры, описывающие всю совокупность инерциальных и спутниковых наблюдений, помимо координат (и ее производных), включает кватернион Родрига – Гамильтона, угловую скорость объекта и смещения нулей гироскопов.

На основе теории оптимальной нелинейной фильтрации синтезирован слабосвязанный алгоритм комплексирования. Постановка задачи применительно к синтезу слабосвязанного алгоритма комплексирования приведена в [2]. Поэтому остановимся только на существенных особенностях статьи – включение в вектор состояния в качестве параметров, характеризующих пространственную ориентацию, параметров кватерниона Родрига – Гамильтона (нормированный кватернион).

Рассмотрим принципиальную необходимость включения в вектор состояния параметров пространственной ориентации. В алгоритме объединяются две совокупности наблюдений (спутниковых и инерциальных), полученных в разных системах координат (геоцентрической и инерциальной соответственно). Объединить наблюдения в комплексном алгоритме можно, например, путем введения соответствующей переходной матрицы, являющейся функцией от пространственной ориентации. При этом существует возможность включить в вектор состояния переходную матрицу (9 параметров или 6 – с учетом ее ортогональности) либо параметры ее параметри-

зации, например, углы Эйлера (3 параметра), нормированный кватернион Родрига–Гамильтона (4 параметра). Введение в вектор состояния параметров ориентации и квазисистематических ошибок измерений, а также их последующая оценка позволяют повысить точность последующего счисления углов ориентации, скорости движения и координат места. Выбранный в качестве параметров ориентации кватернион Родрига – Гамильтона имеет ряд достоинств:

- в отличие от углов Эйлера не требуется начальная выставка математической платформы инерциальной системы (предположение о малости начальных углов ошибок);
- кватернион Родрига – Гамильтона связан линейными уравнениями с угловыми скоростями, которые используются в качестве наблюдений;
- кватернион Родрига – Гамильтона не вырождается при любом пространственном положении объекта.

ЭКСПЕРИМЕНТ

Для проверки работоспособности синтезированного алгоритма был проведен эксперимент. На автомобиль был установлен высокоточный многочастотный (L1 GPS/ГЛОНАСС, L2 GPS) ПСН. Информация с выхода приемника спутниковой навигации поступала на регистрацию в персональный компьютер. На рис. 4 изображен фрагмент интерфейса приемни-

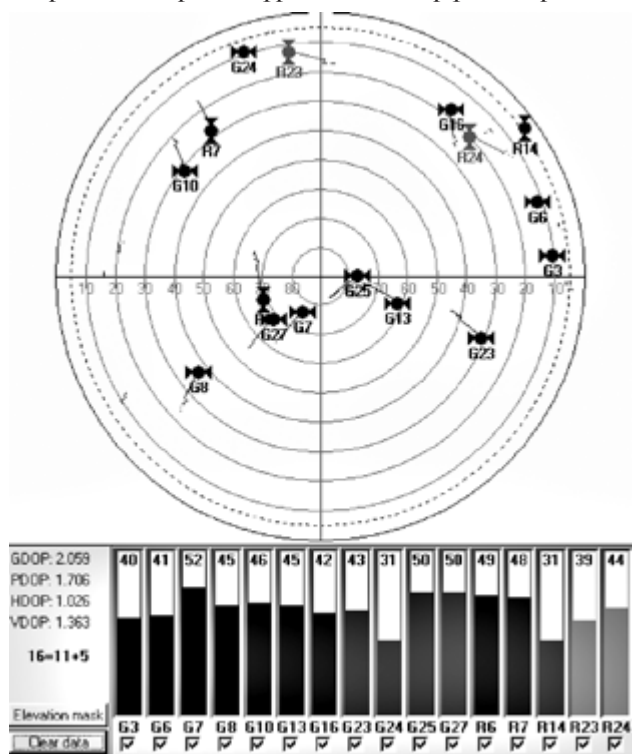


Рис. 4. Фрагмент интерфейса приемника

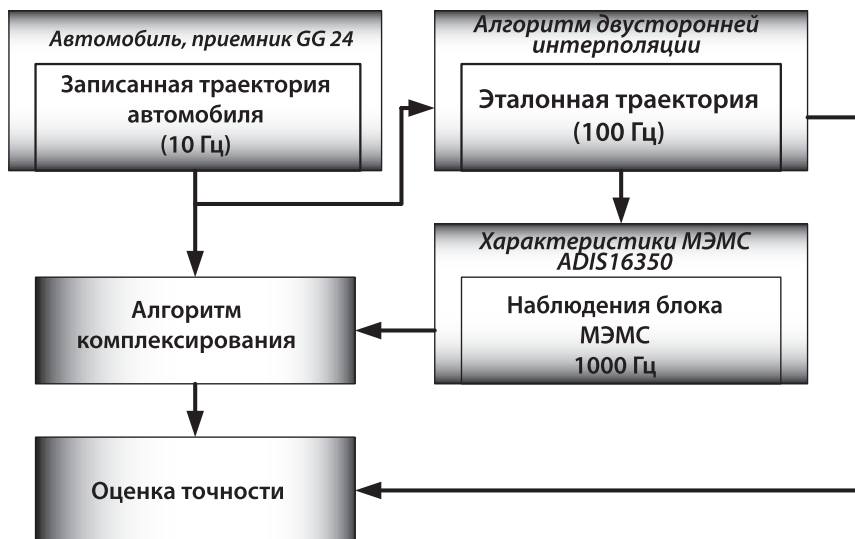


Рис. 5. Структурная схема потоков информации

ка, на котором представлены навигационные спутники, отношение сигнал-шум (CNR) в каждом канале, коэффициенты геометрии.

По данным от приемника спутниковой навигации на основе применения алгоритма двухсторонней интерполяции была сформирована эталонная траектория. Эталонная траектория использовалась как для оценки точности алгоритма, так и для формирования наблюдений инерциального блока датчиков. При формировании наблюдений МЭМС использовались параметры реального блока МЭМС ADIS16350 (триада гироскопа и триада акселерометра). Структурная схема потоков информации представлена на рис. 5.

СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ХАРАКТЕРИСТИК АЛГОРИТМА

Основное внимание при исследовании характеристик комплексного алгоритма уделялось обеспечению непрерывности получения навигационно-временных параметров. Для корректности сравнений работы комплексного алгоритма в различных режимах начальное значение параметров ориентации считалось точно известным. На рис. 6 и 7 представлены значения абсолютной ошибок по координате X и скорости Vx в геоцентрической системе координат. На начальном этапе (до 12-й сек.) количество навигационных спутников меньше минимально необходимого числа. Поэтому на данном этапе работа комплексного алгоритма эквивалента алгоритму счисления автономной бесплатформенной инерциальной системы, построенной на основе МЭМС. Из рис. 6 видно, что ошибка по координате X составила примерно 100 метров.

На втором участке пропадания навигационных спутников с 30 по 42 секунды (по продолжительности совпадающего с первым интервалом) ошибка по пространственному положению составила менее 2-х метров. Столь существенная разница в точности определения координат на разных этапах связана с тем, что на начальном этапе систематические ошибки

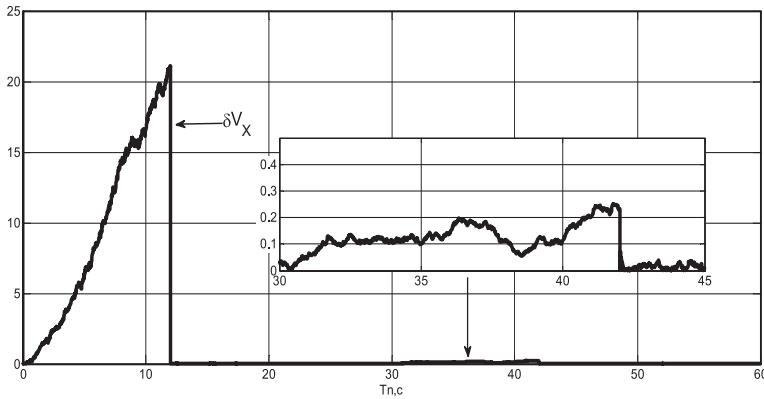


Рис. 6. Ошибки определения координат

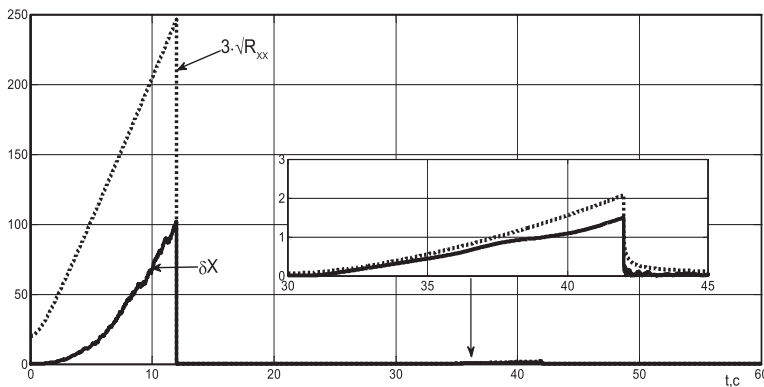


Рис. 7. Ошибки определения скорости

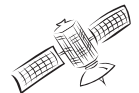
гироскопических датчиков не списаны. После появления необходимого количества навигационных спутников для навигационных решений приемников спутниковой навигации (со 12 до 30 секунды) в синтезированном комплексном алгоритме оцениваются (списываются) систематические ошибки гироскопов МЭМС. Этим объясняется более высокая точность автономного счисления комплексным алгоритмом навигационных параметров на втором участке пропадания навигационных спутников. Отметим, что при кратковременном отсутствии навигационных решений от ПСН (менее 1 секунды), ошибки комплексного алгоритма практически не отличаются от нормального режима функционирования.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Реализация слабосвязанного алгоритма комплексирования приемника спутниковой навигации и МЭМС позволит создать инструмент, обеспечивающий высокую точность и непрерывность навигационно-временных определений современного автомобильного транспорта.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бабич, О. А. Обработка информации в навигационных комплексах [Текст]. – Машиностроение, 1991.
2. Болдин, В. А., Перов, А. И., Соловьев, Ю. А., Харисов, В. Н., Ярлыков, М. С. Глобальная спутниковая радионавигационная система ГЛОНАСС [Текст]. Под ред. В. Н. Харисова, А. И. Перова, В. А. Болдина. – М: ИПРЖР. 1998 г.
3. Тихонов, В. И., Харисов, В. Н. Статистический анализ и синтез радиотехнических устройств и систем [Текст]. – М.: Радио и связь, 1991.
4. www.analog.com [Electronic Resource].
5. Grewal, M. S., Weill, L. R., Andrews, A. P. Global Positioning Systems, Inertial Navigation and Integration [Text]. WILEY-INTERSCIENCE A John Wiley & Sons, Inc. Publication, 2007. 554 pp.



НАВИГАЦИОННАЯ АППАРАТУРА СЕМЕЙСТВА «ПОЛЬЗОВАТЕЛЬ». ПЕРВЫЕ ШАГИ РАЗРАБОТКИ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ГЛОНАСС/GPS НАВИГАТОРОВ¹

К. Н. Бабаков, Н. Б. Агафонов, С. П. Ковита, Д. И. Моисеенко, М. М. Шилов²

В статье представлена персональная спутниковая аппаратура семейства «Пользователь», работающая по сигналам систем ГЛОНАСС и GPS, разработки ОАО «Российский институт радионавигации и времени»

NAVIGATION EQUIPMENT FAMILY «POLZOVATEL (USER)». FIRST STEPS IN THE DEVELOPMENT OF GLONASS/GPS PERSONAL NAVIGATORS

S. Averin, V. Dvorkin, S. Karutin

The paper presents personal satellite equipment of the «Polzovatel (User)» family for GLONASS and GPS signals designed by the Russian Institute of Radionavigation and Time

Спутниковые навигационные системы, как и многие другие современные технические средства и соответствующие технологии, позволяют ощутить человеку еще одну грань свободы. Если, к примеру, использование сотового телефона дает нам возможность всегда быть на связи, то глобальные системы позиционирования позволяют с точностью в несколько метров определить, в какой именно точке Земли человек находится, в каком направлении движется и через какой промежуток времени окажется в заданном районе.

На сегодняшний день в мире существует большое количество навигационных приемников (навигаторов) для частного использования, как автомобильных, так и встроенных в карманные компьютеры. Чаще всего навигаторы работают по сигналам космической навигационной системы GPS, часть приемников так же может принимать дифференциальные поправки от европейской спутниковой системы EGNOS или американской WAAS.

ОАО «Российский институт радионавигации и времени» («РИРВ») является одним из ведущих разработчиков навигационной аппаратуры в России. Среди наших разработок существуют и носимые навигационные приборы. Однако обычно эти приборы разрабатывались для узкой группы потребителей – военных. С развитием системы ГЛОНАСС стало оче-

видно, что бессмысленно развивать лишь космическую часть отечественной навигационной системы. На рынке просто нет навигационной аппаратуры для потребителей, работающей по сигналам системы ГЛОНАСС. И этот сегмент рынка необходимо активно развивать.

Первым навигатором для индивидуального использования была аппаратура «Пользователь 1».

Навигатор имел монохромный дисплей с разрешением 160×240 точек, работал по системам ГЛОНАСС/GPS, а

также мог принимать поправки от систем типа SBAS. В «Пользователе 1» не было карт, движение по маршруту осуществлялось лишь путем указания направления движения на маршрутную точку. Было очевидно, что подобная аппаратура никогда не сможет конкурировать с навигаторами зарубежных образцов, имеющими цветные дисплеи и цифровые карты местности.

В ОАО «РИРВ» была поставлена и успешно решена задача разработки современного навигатора «Пользователь», сочетающего в себе как большие возможности, так интересный внешний вид, рассчитанный на массового потребителя.

Первой моделью современного навигатора был прибор «Пользователь 2».

Аппаратура выполнена в виде моноблока, оснащенного 3,5-дюймовым цветным сенсорным TFT-



Рис. 1. Внешний вид навигатора «Пользователь 1»

¹ Статья подготовлена на основе доклада на конференции «Тенденции и гармонизация развития радионавигационного обеспечения», 26.11.2008.

² К. Н. Бабаков, Н. Б. Агафонов, С. П. Ковита, Д. И. Моисеенко, М. М. Шилов – сотрудники ОАО «Российский институт радионавигации и времени», г. С.-Петербург.



Рис. 2. Внешний вид навигатора «Пользователь 2»



Рис. 3. Внешний вид навигатора «Пользователь 2+»



Рис. 4. Внешний вид навигатора «Пользователь 2.5»

дисплеем с разрешением 240×320 точек. В изделии используется процессор Marvell (Intel) XScale PXA270 с тактовой частотой 520 МГц. Устройство обладает 64 Мб оперативной памяти. Этих характеристик вполне достаточно для решения задач навигации.

Все управление аппаратурой осуществляется с помощью прикосновений к экрану. Меню сделано «под палец», и использование стило не обязательно. Из внешних органов управления – лишь одна кнопка для включения/отключения прибора.

Питание аппаратуры осуществляется от четырех NiMh аккумуляторов типа AA емкостью 2500 мАч, что позволяет «Пользователю 2» работать непрерывно при максимальном энергопотреблении до 4 часов. Так же предусмотрено питание от бортовой сети автомобиля и от сети общего пользования.

Благодаря своим размерам аппаратуру «Пользователь 2» можно использовать как в автомобиле и катере, так и при пеших прогулках. Для более уверенного приема сигналов спутниковых навигационных систем в расширенном комплекте аппаратуры поставляется автомобильная антенна, подключаемая к «Пользователю 2» через MMCX интерфейсный разъем.

Кроме того, «Пользователь 2» способен принимать дифференциальные поправки от обеих систем EGNOS и WAAS, а также от локальных дифференциальных подсистем.

Следующей моделью был «Пользователь 2+». В целом, это несколько модифицированный «Пользователь 2», в котором был переработан внешний вид, а также произошла замена четырех тяжелых NiMh аккумуляторов на легкий Li-Ion аккумулятор емкостью 3600 мАч.

Но эти две модели трудно было назвать интересными с точки зрения потребителя. Масса и габариты навигаторов оказались значительно больше зарубежных аналогов. Так, масса навигатора «Пользователь 2+» составляет около 400 грамм.

Следующей ступенью развития навигаторов семейства «Пользователь» был «Пользователь 2,5», который появился совсем недавно, и вскоре первая партия приборов поступит в продажу.

Модель является переходной от второго к третьему поколению «Пользователей». В этой версии прибора практически все делалось с нуля. Для достижения приемлемых габаритов разработчикам пришлось делать всю конструкцию на одной плате, на которой был и вычислитель, и приемник. На смену готовому вычислителю с процессором Marvell XScale PXA270 пришел собственный вычислитель на базе процессора Freescale iMX31 с частотой 532 МГц.

Навигационный приемник также был заменен на значительно меньший по габаритам аналог. Благодаря этим изменениям кроме выигрышей в конечных размерах и массе прибора мы получили значительный выигрыш в энергопотреблении. «Пользователь 2,5» работает от Li-Ion аккумулятора емкостью 1800 мАч непрерывно при максимальном энергопотреблении до 4 часов.

При необходимости существует возможность использования аккумуляторов повышенной емкости – 3600 мАч. Масса навигатора составляет 200 грамм, а размеры – 130×80×20 мм, что вполне сопоставимо с аналогичными приборами других производителей.

В аппаратуре «Пользователь» второго поколения используется восемнадцатиканальный ГЛОНАСС/

GPS приемник, который обеспечивает решение следующих задач:

- прием сигналов и комплексную обработку информации космических навигационных систем ГЛОНАСС, GPS и SBAS, вычисление местоположения пользователя, параметров движения, решение сервисных задач, а также определение текущего времени и даты в любое время года и суток;
- автоматическое непрерывное определение и индикацию в реальном масштабе времени, а также выдачу во внешнее устройство по интерфейсу RS-232C: геодезических координат местоположения, высоты относительно опорного эллипсоида, составляющих вектора скорости при движении, текущего времени и даты, среднеквадратического значения прогнозируемой погрешности местоположения;

Погрешности определения координат

местоположения и составляющих вектора скорости по сигналам навигационных космических аппаратов ГЛОНАСС и по группировке ГЛОНАСС И GPS в абсолютном режиме измерений не превышают:

- по плановым координатам места:
 - 15м при использовании ГЛОНАСС;
 - 8м при совместном использовании ГЛОНАСС и GPS;
- по высоте:
 - 22м при использовании ГЛОНАСС;
 - 12м при совместном использовании ГЛОНАСС и GPS;
- по скорости – 0.05 м/с.

Изделие может работать без карт местности, что делает аппаратуру универсальной. Аппаратура решает следующие задачи:

- ввод и хранение до 1000 маршрутных точек;
- ввод и хранение до 300 маршрутов движения;
- решение задачи движения по маршруту (смена маршрутных точек, вычисление расстояния и азимута на очередную маршрутную точку, отклонение от маршрута);
- назначение точек возврата в процессе движения;
- расчет расстояния и азимута до пункта маршрута;
- расчет расстояния и азимута до конечного пункта;
- решение одометрической задачи;
- отображение на дисплее и запись в память реальной траектории движения;
- автономный контроль целостности навигационных определений (RAIM);

В качестве «хранилища» карт, маршрутов, треков и маршрутных точек в аппаратуре используются карты памяти формата SD.

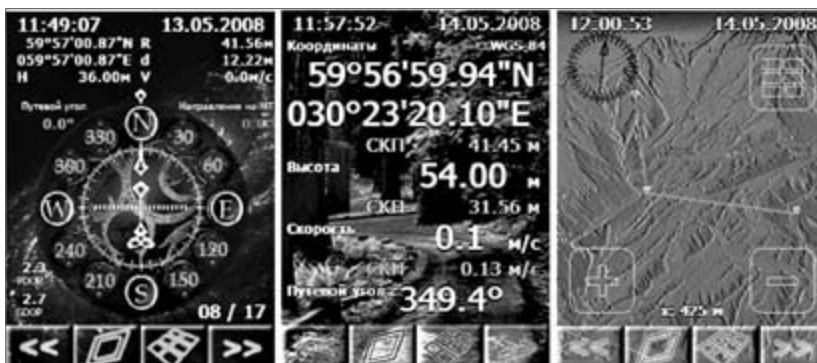


Рис. 5. Вид сервисных окон навигаторов «Пользователь» второго поколения



Рис. 6. Картографический пакет «City Guide»

Для более удобной навигации в городах в состав «Пользователя» второго поколения входит картографический пакет «City Guide», который позволяет отображать информацию о местоположении на карте города, прокладывать маршруты согласно правилам дорожного движения (для автомобилей), игнорируя их (для машин скорой помощи и спецслужб) или не привязываясь к дорогам (для пешеходов), осуществлять движение по маршрутам, составленным из нескольких маршрутных точек, со звуковым сопровождением и автоматической перепрокладкой маршрута в случае отклонения от первоначально проложенного пути.

Несмотря на то, что последняя модель навигатора от ОАО «РИРВ» только готовится появиться в продаже, уже начинается разработка навигатора «Пользователь 3», в который помимо существующих в «Пользователе 2,5» возможностей будут добавлены и многие новые. Это поддержка спутниковой навигационной системы Galileo, использование интерфейса Bluetooth, добавление мультимедийных функций, таких как медиаплеер, FM-тюнер, просмотр изображений и прочее.

Таким образом, в стенах ОАО «РИРВ» активно идет процесс развития не только космической, но и наземной составляющей глобальной навигационной спутниковой системы ГЛОНАСС. Это дает уверенность в том, что система ГЛОНАСС в скором времени сможет составить конкуренцию системе GPS.



ОПТИМИЗАЦИЯ РАЗМЕЩЕНИЯ НАЗЕМНЫХ СТАНЦИЙ НАВИГАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩЕГО МИНИМУМ ПОГРЕШНОСТИ МЕСТООПРЕДЕЛЕНИЯ ОБЪЕКТА В ЛОКАЛЬНОЙ ОБЛАСТИ ПРОСТРАНСТВА

М. А. Бисярин, А. Г. Геворкян, Г. А. Семенов, Б. В. Шебшаевич¹, В. М. Царев²

В статье исследуются вопросы оптимального размещения наземных станций навигационной системы, позволяющего в локальной области пространства минимизировать погрешность местоопределения объекта. Получены явные выражения для значений минимума геометрического фактора как функции базового расстояния, высоты объекта и числа наземных станций навигационной системы, работающей в дальномерном и разностно-дальномерном режимах

OPTIMAL LOCATION OF GROUND STATIONS IN A NAVIGATION SYSTEM PROVIDING MINIMAL POSITION ERRORS IN A LOCAL SPATIAL AREA

M. A. Bisyarin, A. G. Gevorkian, G. A. Semenov, B. V. Shebshaevich, V. M. Tsarev

The paper investigates the problems of an optimal deployment of ground stations in a navigation system which would permit to minimize object position errors in a local spatial area. Explicit expressions have been developed of the values of a minimal geometric factor for baseline distance functions, object height functions, and the number of ground stations in the navigation system working both in a ranging and delta-ranging modes

Опыт эксплуатации спутниковых радионавигационных систем (СРНС) позволил выявить недостаточность характеристик доступности, целостности и точности определения координат для целого ряда потребителей (например, авиационных при заходе самолета на посадку) особенно при не полностью развернутой группировке. При этом возникает задача создания и использования локальных функциональных дополнений СРНС, способных повысить точность навигационных определений путем излучения дополнительных сигналов наземных (околоземных) навигационных станций. Совместное использование сигналов СРНС и наземной навигационной системы позволяет улучшить геометрические характеристики интегрированной системы. Для повышения эффективности интегрированной системы необходимо оптимизировать расположение наземных станций (псевдолитов), обеспечивающих минимум погрешности местоопределения объекта.

Следует отметить, что, при необходимости, в особых условиях наземная навигационная система может быть использована как самостоятельная система и в этом случае задача оптимизации размещения наземных станций (НС) становится еще более актуальной.

Под локальной областью будем понимать область радиуса R_0 , центром которой является точка, в которой необходимо определить навигационные пара-

метры объекта (координаты и скорость) с наибольшей точностью.

Оценка точности навигационных определений может быть получена при использовании стандартной процедуры метода наименьших квадратов. Дисперсия погрешности местоопределения σ_m^2 (среднеквадратическое сферическое отклонение) в точке пространства x, y, z определяется как

$$\sigma_m^2 = \text{tr}P, \tag{1}$$

где tr — след ковариационной матрицы $P = (H^T B^{-1} H)^{-1}$, где $H = \{h_{ij}\}_{N \times 3}$ — матрица наблюдений, $B = \{b_{ij}\}_{N \times N}$ — матрица погрешностей измерений.

В общем случае расстояния до объекта от наземных станций различны, поэтому погрешности измерений навигационных сигналов различны, а при небольших базовых расстояниях и коррелированы. В общем случае матрицу B запишем в виде

$$B = \{b_{ij}\}_{N \times N} = \begin{bmatrix} \sigma_1^2 & \dots & \rho_{1N} \sigma_1 \sigma_N \\ \cdot & & \cdot \\ \cdot & \dots & \cdot \\ \cdot & & \cdot \\ \rho_{1N} \sigma_1 \sigma_N & \dots & \sigma_N^2 \end{bmatrix}$$

где σ_i^2 — дисперсия погрешности измерения i -ой дальности, ρ_{ij} — коэффициент корреляции погрешностей

¹ М. А. Бисярин, А. Г. Геворкян, Г. А. Семенов, Б. В. Шебшаевич — сотрудники ОАО «РИРВ».

² В. М. Царев — директор ФГУП «НТП «Интернавигация».

измерений дальностей до i -ой и j -ой наземных станций системы, $i, j = 1, 2, \dots, N$; N – число наземных станций системы.

Задача минимизации погрешности в точке x, y, z сводится к нахождению минимума следа матрицы P . Решение задачи в общем случае неравноточных и коррелированных измерений возможно путем моделирования с использованием методов перебора или случайного поиска. Для получения наглядных выражений, определяющих связь геометрического фактора Γ_{\min} с высотой объекта, а также с количеством наземных станций и их расположением, рассмотрим частный случай при равноточных некоррелированных измерениях. При этом Γ_{\min} определяется с помощью уравнения

$$\frac{\partial}{\partial h} (tr(H^T H)^{-1}) = \frac{\partial}{\partial h} (\Gamma^2) = 0 \quad (2)$$

где h – нормированная высота.

Предварительно рассмотрим некоторые результаты, полученные в работах [1, 2]. В [1] рассмотрена задача оптимизации размещения наземных станций РНС на плоскости для минимизации σ_{μ}^2 в локальной области. Показано, что при работе в дальном режиме и равноточных некоррелированных измерений σ_{μ}^2 достигается в центре правильного многоугольника и значение

$$\Gamma_{\min} = \frac{2}{\sqrt{N}}.$$

Применительно к СРНС в [2] показано, что минимальное значение геометрического фактора (для случая наблюдаемости четырех спутников) достигается, когда потребитель находится в центре правильного тетраэдра, т.е. один спутник находится в зените, а три других равномерно расположены в горизонтальной плоскости.

На основе этого сделано предположение, что для случая равноточных измерений Γ_{\min} достигается в точке пространства, расположенной на перпендикуляре из центра правильного N -угольника, в узлах которого расположены наземные станции системы. Оказалось, что в этом случае возможно получение явных математических выражений для Γ_{\min} , связывающих его значение с числом станций, длиной базового расстояния и высотой объекта. Для доказательства, что полученное значение Γ_{\min} является минимальным для любого расположения наземных станций в локальной области использовалось численное моделирование.

ДАЛЬНОМЕРНЫЙ РЕЖИМ РАБОТЫ НАЗЕМНОЙ НАВИГАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ

Итак, $\mathbf{V} = \sigma^2 \mathbf{E}$, $\mathbf{G} = (tr(H^T H)^{-1})^{1/2}$

Элементами матрицы $\mathbf{H} = \{h_{ij}\}_{N \times 3}$ являются,

$$h_{i1} = \frac{x - x_i}{r_i}, \quad h_{i2} = \frac{y - y_i}{r_i}, \quad h_{i3} = \frac{z - z_i}{r_i}, \quad \text{где } x_i, y_i, z_i -$$

координаты i -ой наземной станции r_i – расстояние до объекта от i -ой НС.

Пусть N станций размещены в вершинах правильного N -многоугольника на расстояниях R (радиус описанной окружности – базовое расстояние) от его центра. Переходя к безразмерным величинам и принимая в качестве высоты объекта $h = z/R$, получим выражение для матрицы \mathbf{H} .

$$\mathbf{H} = \frac{1}{\sqrt{h^2 + 1}} \begin{bmatrix} \cos \frac{2\pi \times 1}{N} & \sin \frac{2\pi \times 1}{N} & h \\ \cos \frac{2\pi \times 2}{N} & \sin \frac{2\pi \times 2}{N} & h \\ \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot \\ 1 & 0 & h \end{bmatrix} \quad (3)$$

Используя формулы для сумм [4],

$$\sum_{n=1}^N \cos^2 n\varphi = \frac{N}{2} + \frac{1}{2} \frac{\sin N\varphi}{\sin \varphi} \cos(N+1)\varphi,$$

$$\sum_{n=1}^N \sin^2 n\varphi = \frac{N}{2} - \frac{1}{2} \frac{\sin N\varphi}{\sin \varphi} \cos(N+1)\varphi,$$

несложно показать, что матрица $\mathbf{H}^T \mathbf{H}$ диагональная и имеет вид

$$\mathbf{H}^T \mathbf{H} = \frac{1}{h^2 + 1} \begin{bmatrix} N/2 & 0 & 0 \\ 0 & N/2 & 0 \\ 0 & 0 & Nh^2 \end{bmatrix} \quad (4)$$

Обращение матрицы (4) и нахождение следа приводят к выражению

$$tr(\mathbf{H}^T \mathbf{H})^{-1} = \frac{(2h + 1/h)^2 + 1}{N} \quad (5)$$

Минимизируя след (5) по h , т.е. решая уравнение

$$\frac{\partial \left[\left(2h + \frac{1}{h} \right)^2 + 1 \right]}{\partial h} = 0, \quad (6)$$

получаем, что минимальное значение геометрического фактора $\Gamma_{\min} = \frac{3}{\sqrt{N}}$ достигается на приведенной вы-

соте $h_{\min} = \frac{1}{\sqrt{2}}$ (восстановленное значение $H_{\min} = \frac{R}{\sqrt{2}}$).

Зависимость Γ (GDOP) от высоты объекта H для различного числа станций при $R=10$ км приведена на рис. 1. На рис. 2 приведены зависимости Γ от высоты объекта H для различных R .

Таким образом, для конфигурации наземных навигационных станций, представляющей правильный N -угольник, Γ_{\min} зависит только от числа НС N (обратно пропорционален \sqrt{N}), а высота объекта, соответствующая Γ_{\min} , зависит от R . При задании высоты объекта H_0 , на которой должна проводиться обсервация, минимальное значение Γ_{\min} обеспечивает равномерное расположение НС на окружности радиуса $R = \sqrt{2}H_0$.

Определенный интерес представляет вариант построения наземной навигационной системы с добавлением дополнительной наземной станции в цен-

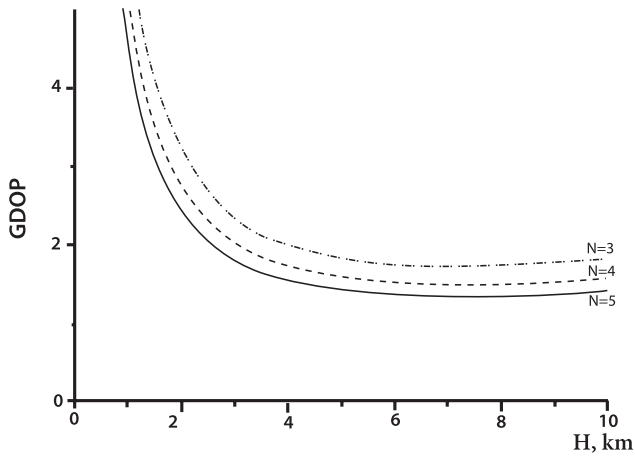


Рис. 1. Зависимость Гот высоты объекта H (км) в дальномерном режиме для N = 3, 4, 5 при R = 10 км.

тре правильного N-угольника, в узлах которого размещено N НС (объект расположен над центральной станцией).

В этом случае матрица H имеет размерность (N+1)×3 и с использованием (3) представляется в виде

$$H = \frac{1}{\sqrt{h^2 + 1}} \begin{bmatrix} \cos \frac{2\pi \times 1}{N} & \sin \frac{2\pi \times 1}{N} & h \\ \cos \frac{2\pi \times 2}{N} & \sin \frac{2\pi \times 2}{N} & h \\ \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot \\ 1 & 0 & h \\ 0 & 0 & \sqrt{h^2 + 1} \end{bmatrix} \quad (7)$$

Выполняя операции нахождения матрицы H^TH, ее обращения и нахождения следа, получаем выражение для геометрического фактора

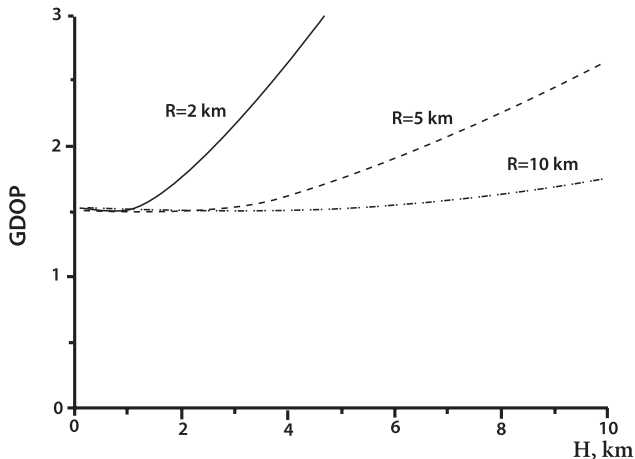


Рис. 3. Зависимость Гот H (км) при различных R в дальномерном режиме с N = 4+1

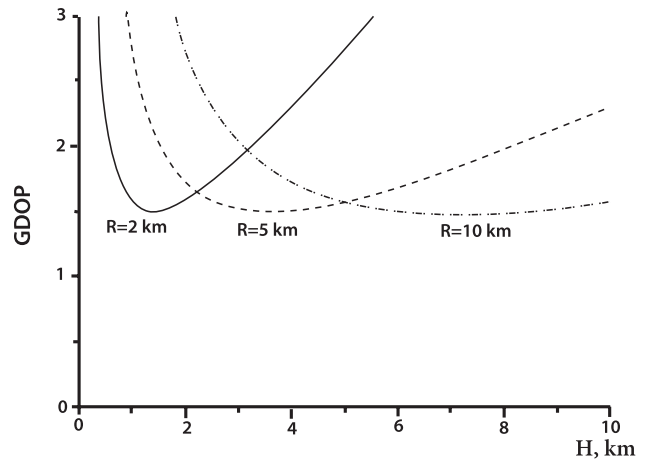


Рис. 2. Зависимость Гот высоты объекта H (км) в дальномерном режиме для 4 станций

$$\Gamma^2 = \text{tr} (H^T H)^{-1} = \frac{4(N+1)h^4 + (5N+8)h^2 + 4 + N}{N((N+1)h^2 + 1)}$$

Решив уравнение $\frac{\partial \Gamma}{\partial h} = 0$, получаем

$$\Gamma_{\min} = \frac{3}{\sqrt{N+1}}. \quad (8)$$

Минимальное значение геометрического фактора

достигается на высоте $h_{\min} = \sqrt{\frac{N-2}{2(N+1)}}$ (восстановленное значение $H_{\min} = R h_{\min}$).

При такой конфигурации наземной системы и при заданной высоте объекта H_0 для обеспечения

Γ_{\min} радиус описанной окружности $R_0 = \sqrt{\frac{2(N+1)}{N-2}} H_0$.

Таким образом, для дальномерной системы, одна из наземных станций которой находится в центре правильного N-угольника, минимальное значение геометрического фактора зависит только от числа наземных станций, а его численное значение оказывается таким же, как если бы все N+1 станции были размещены в вершинах правильного (N+1)-угольника. Высота объекта (h_{\min}), которой соответствует Γ_{\min} , зависит не только от R, но и от числа НС. На рис. 3

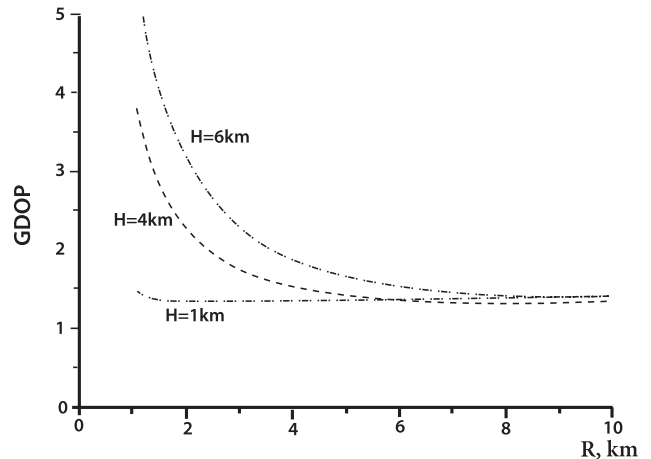


Рис. 4. Зависимость Г от R (км) на различных высотах H в дальномерном режиме с N = 4+1

показана зависимость Γ от H при различных R , а на рис. 4 – зависимость Γ от R на различных высотах при работе в дальномерном режиме с $N=4+1$.

Анализ приведенных зависимостей показывает, что для рассмотренных вариантов построения наземной системы значение Γ_{\min} достигается на разных высотах. Разница в положении Γ_{\min} особенно зависит от числа станций. Так, в системе, состоящей из четырех НС, размещенных в вершинах квадрата с нормированной полудиагональю, равной 1, $\Gamma_{\min} \Gamma_{\min} = 1,5$ и достигается на нормированной высоте $h_{\min} \approx 0,71$. При перемещении одной станции в центр правильного треугольника, вершины которого расположены на том же расстоянии от центра, Γ_{\min} остается прежним, но $h_{\min} \approx 0,35$ (при четырех НС значения h_{\min} равны $\sim 0,71$ и $\sim 0,45$ соответственно).

РАЗНОСТНО-ДАЛЬНОМЕРНЫЙ РЕЖИМ РАБОТЫ ННС

Геометрический фактор стандартной системы, работающей в разностно-дальномерном режиме по равноточным N измерениям, записывается в виде [3]

$$\Gamma = \sqrt{\text{tr} \left[\mathbf{H}^T \left(\mathbf{E} - \frac{\mathbf{I} \Gamma}{N} \right) \mathbf{H} \right]^{-1}}, \quad (9)$$

где $\mathbf{I} = \{\mathbf{1}\}_{N,1}$ – вектор столбец размера N с элементами, равными единице.

Вариант разностно-дальномерной наземной системы, станции которой расположены в вершинах правильного N -угольника, а объект находится в зените относительно его центра, неработоспособен, т. к. разности расстояний на любой высоте объекта равны нулю. Формально это выражается в том, что матрица

$$\mathbf{A} = \left(\mathbf{H}^T \left(\mathbf{E} - \frac{\mathbf{I} \Gamma}{N} \right) \mathbf{H} \right)^{-1} \quad (9a)$$

сингулярна, т. е. не может быть обращена.

При небольших отклонениях от «зенита» матрица $\mathbf{A} = \{a_{ij}\}_{N \times N}$ плохо обусловлена, что приводит к большим значениям Γ .

Ниже рассмотрим (по аналогии с дальномерной) характеристики системы, состоящей из N НС, размещенных в вершинах правильного N -угольника, и одной НС в центре этого N -угольника. Объект расположен на высоте H относительно центра N -угольника.

Из (9a) следует, что элементы матрицы \mathbf{A} имеют вид

$$a_{ij} = \begin{cases} 1 - \frac{1}{N+1}, & i = j \\ -\frac{1}{N+1}, & i \neq j \end{cases} \quad (10)$$

Используя символ Кронекера, запишем элементы матрицы

$$a_{ij} = \delta_{ij} - \frac{1}{N+1}$$

Тогда

$$a_{ij} = \left(\mathbf{H}^T \left(\mathbf{E} - \frac{\mathbf{I} \Gamma}{N} \right) \mathbf{H} \right)_{ij} = \sum_{k=1}^{N+1} \sum_{l=1}^{K+1} \left(\delta_{kl} - \frac{1}{N+1} \right) h_{ki} h_{lj} = \sum_{k=1}^{N+1} h_{ki} h_{kj} - \frac{1}{N+1} \left(\sum_{k=1}^{N+1} h_{ki} \right) \left(\sum_{l=1}^{N+1} h_{lj} \right) \quad (11)$$

Формула (11) справедлива для любого расположения $(N+1)$ -й наземной станции. Расположение N НС в узлах правильного N -угольника и одной НС в его центре позволяет явным образом выразить входящие в (11) суммы через N и выражения для Γ записать в виде:

$$\Gamma^2 = \frac{4(h^2 + 1)}{N} + \frac{(N+1)}{N} \times (h^2 + 1) (\sqrt{h^2 + 1} + h)^2 \quad (12)$$

На рис. 5 приведены зависимости Γ от высоты H ,

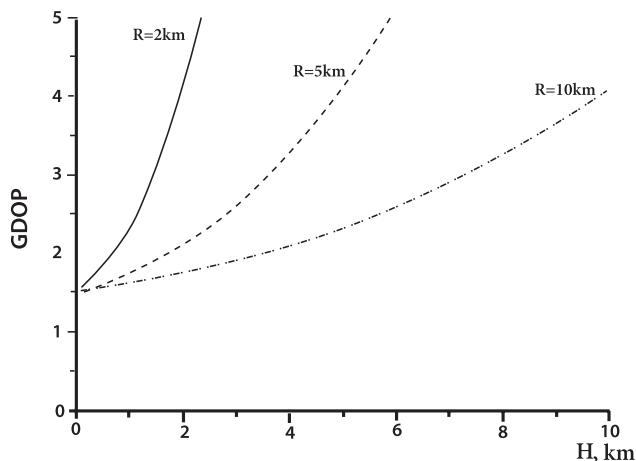


Рис. 5. Зависимость Γ от H (км) в разностно-дальномерном режиме с $N=4+1$

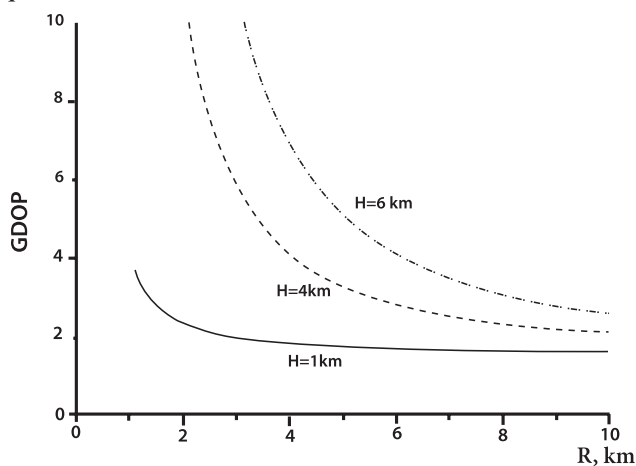


Рис. 6. Зависимость Γ от R (км) на различных высотах H в разностно-дальномерном режиме с $N=4+1$

которые показывают, что Γ в разностно-дальномерной системе монотонно возрастает с высотой, а приближенно его зависимость от числа станций обратно пропорциональна \sqrt{N} . На фиксированной высоте Γ монотонно уменьшается с ростом N , стремясь в пределе к единице при $N \rightarrow \infty$.

На рис. 6 приведены зависимости Γ от R на различных высотах H . Ход кривых показывает, что уменьшение R при $H = \text{const}$ приводит к росту Γ , уменьшающемуся с увеличением N . Поведение кривых Γ , как функций R , показывает, что с уменьшением отношения H/R Γ убывает, и диапазон изменения $\Gamma < \Gamma_{\text{доп}}$ становится шире.

Следует заметить, что границы изменения геометрического фактора в разностно-дальномерном режиме при изменении высоты от нуля до радиуса описанной вокруг правильного многоугольника окружности ($h=1$) существенно больше, чем в дальномерном режиме. Например, для $N=4$ (четыре станции в вершинах квадрата и одна в центре) в разностно-дальномерном режиме геометрический фактор возрастает от 1,5 до 4,1; в то же время в дальномерном режиме он сначала уменьшается с 1,4 до минимального значения на высоте $h_{min} \approx 0,35$, равного $\Gamma_{min} \approx 1,3$, а затем растет, достигая на высоте $h=1$ значения $\sim 2,3$.

Выводы

1. При реализации наземной навигационной системы, работающей в дальномерном режиме с расположением наземных станций в вершинах правильного N -угольника, в центре локальной области на высоте $H_{min} = R\sqrt{2}$ обеспечивается минимум геометрического фактора, значение которого не зависит от

радиуса описанной окружности, а зависит только от числа наземных станций ($\Gamma_{min} = 3/\sqrt{N}$).

2. При реализации наземной навигационной системы, работающей в дальномерном режиме с расположением наземных станций в вершинах правильного N -угольника и одной станции в его центре,

Γ_{min} обеспечивается на высоте $H_{min} = \sqrt{\frac{N-2}{2(N+2)}}R$ над центром и зависит только от общего числа станций;

$$\text{при этом } \Gamma_{min} = \frac{3}{\sqrt{N+1}}.$$

3. Реализация разностно-дальномерного режима в локальной области эффективна только при расположении наземных станций в вершинах правильного N -угольника и одной станции в его центре. Получена формульная зависимость геометрического фактора от числа станций, высоты объекта и радиуса описанной окружности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Семенов, Г. А., Болошин, С. Б. и др. Оптимизация размещения мобильных радионавигационных систем, обеспечивающего минимум погрешности местоопределения в локальной области [Текст]. Навигация и гидрография, 2000, № 11.
2. Understanding GPS: Principles and Application [Text]/ Ed. By E. D. Kaplan. Artech House, Inc., Norwood, Massachusetts, 1996.
3. Болошин, С. Б., Семенов, Г. А. и др. Радионавигационные системы сверхдлинноволнового диапазона [Текст].— М.: Радио и связь, 1985.— 264 с., илл.
4. Градштейн, И. С. и Рыжик, И. М. Таблицы интегралов, сумм, рядов и произведений [Текст].— М.: «Наука», 1971.



РАДИОНАВИГАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ УКРАИНЫ¹

С.В.Козелков, Г.Л.Баранов²

В докладе излагаются основные направления развития радионавигационного обеспечения транспортных систем Украины

RADIONAVIGATION SUPPORT OF INTELLIGENT TRANSPORT SYSTEMS IN THE UKRAINE

S.V. Kozelkov, G.L. Baranov

The paper presents principal areas of the radionavigation support development for the transport systems in the Ukraine

В условиях глобализации XXI века, когда углубляется международное распределение производства товаров, оказания услуг населению, формирование экологически привлекательных культурных зон, возрастает роль интеллектуальных транспортных систем (ИТС).

Транспортный комплекс Украины, используя современные средства навигации и управления, обеспечивает улучшение взаимодействия различных видов транспорта, включая перевозки по международным маршрутам, связывающим государства СНГ, Балтии, Европейского Союза и Ближнего Востока. С этой целью усовершенствуется радионавигационное обеспечение (РНО) ИТС Украины по следующим направлениям:

1. Международное сотрудничество по использованию глобальных навигационных спутниковых систем типа GPS/ГЛОНАСС/GALILEO в навигационном пространстве Украины реализуется путем гармонизации нормативно-правовых документов и стандартов, включая эксплуатационные и функциональные требования к интегрированным комплексам навигационной аппаратуры потребителя (НАП).
2. Наземная инфраструктура РНО Украины развивается путем построения контрольно-корректирующих станций (ККС) с высоким уровнем защиты от природных электромагнитных полей и от целенаправленных радиоэлектронных средств подавления ККС.
3. Навигационные цифровые карты по всей Украине уточняются и для НАП сопровождаются силами Укргеодезкартографии.
4. Интегрированное распределенное в пространстве информационно-аналитическое и логистическое сопровождение движения высокоскоростных транспортных средств различного назначения

развивается с применением современных средств цифровой связи и телекоммуникационных сетей.

5. Бортовые комплексы НАП интегрируются с многофункциональными средствами управления движения и рабочими органами транспортных средств, а также с удаленными подсистемами ИТС.
6. Транспортные информационно-управляющие системы (ТИУС) и диспетчерские системы оснащаются специализированными подсистемами поддержки принятия решений особенно в критических ситуациях и аварийных режимах.
7. Технологически единые транспортные организации (ТЕТО) решают экономико-административные задачи средствами ИТС. На верхнем уровне интеграции формируется национальная радионавигационная система Украины для всех видов транспорта и подвижных объектов.

Рассмотрим сущность вопросов интеллектуализации транспортных систем по каждому из указанных направлений.

1. Гармонизация нормативно-правовых документов и стандартов в Украине реализуется путем интеграции международных апробированных практикой новых технологий с традициями и особенностями украинской культуры. Нормативные документы ИКАО, ИМО, ЕВРОКОНТРОЛЯ внедряются для управления потоками транспортных средств с реализацией концепции CNS/ATM. Следует отметить, что опережающие знания данной технологии для обеспечения движения авиатранспорта на международных транспортных коридорах постепенно трансформируются в своды документов, которые можно по аналогии называть CNS/VTM. Здесь под Vehicle подразумевается любой вид транспорта: и железнодорожный, и водный, и наземный и так далее, где резкое повышение скорости движения в конкретном пространстве безусловно требует нормативного согласования правил движения са-

¹ Доклад научно-технической конференции «Тенденции и гармонизация развития радионавигационного обеспечения», Москва, 26.11.2008г.

² С.В.Козелков и Г.Л.Баранов – директор и заместитель директора Центрального НИИ навигации и управления, г. Киев.

мих транспортных средств, а также правил работы транспортных информационно-управляющих систем (ТИУС) или диспетчерских центров по обслуживанию конкретных зон.

Интернационализация знаний и повышение интеллектуальной компоненты реализуется через стандартизацию программ обучения как в школе, ВУЗах, так и после их окончания в период активной работы на транспорте. В Украине большое внимание уделяют соответствующим тренажерным центрам, тренажерам и информационно аналитическому обеспечению для соответствующих режимов обучения.

Подготовка соответствующих специалистов в Украине осуществляется в университетах на кафедрах «Информационно-управляющие системы и технологии». Комплексное обучение соответствует направлению «Компьютерные науки», согласно которому специалист приобретает знания технологий всех видов обработки информации и реализации законов управления высокоскоростными транспортными средствами (ВТС) и их потоками по транспортному комплексу Украины.

2. Очевидно, что современные компьютерные технологии на транспорте используют разные цифровые карты местности для ориентации ВТС и решения навигационных задач с оптимизацией маршрутов перевозок пассажиров и грузов. Требования к точности, достоверности и оперативности доставки геопространственных данных для ИТС повышаются. Это обусловлено тем, что цифровые 2D и 3D карты местности служат базой систем поддержки принятия решений по обеспечению безопасности жизни и движения ВТС в любых погодных-климатических и неблагоприятных метеословиях. Поэтому геоинформационные подсистемы обязаны гарантировать высокоскоростную обработку данных, включая процедуры анализа данных в структурах их хранения в базах данных. Укргеодезкартография продолжает накапливать и актуализировать огромные массивы геопространственных данных. Фактический материал, включая материал дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), отображается в формате F20S Единой системы классификации и кодирования картографической информации для топогеодезического обеспечения функционирования ТИУС и ИТС. Геопространственные данные на всю территорию Украины и прилегающих стран существуют в базовых масштабах 1:50000, 1:200000, 1:500 000. Пользователи геоинформационных систем (ГИС) вводят запросы на языке SQL с использованием Oracle Call Interface. При необходимости возможна конвертация данных к любым системам координат, например NAD 27, NAD 83, EDSO, WGS 72, WGS 84 в соответствующих файловых форматах (MIF/MID; shp; DXF; F20S).

Визуализация электронных карт на экранах мониторов выполняется средствами библиотеки Open GL и Microsoft Foundation Class. Наиболее совершенными программными продуктами являются Arc GIS, с базой данных Arc Storm и средствами Spatial Data Extension (SDE). Картографические центры Укргеодезкартографии постоянно обновляют электронные карты, а также совершенствуют программные продукты с целью эффективного использования геопространственных данных для ИТС.

3. Несмотря на значительные усилия по усовершенствованию радиотехнического и электроннокомпьютерного оснащения ВТС, как свидетельствует международная статистика, число аварий на транспорте не снижается. Существенное повышение надежности управления движением ВТС, которое уменьшает риски возникновения аварий, возможно при построении высокоточных наземных систем комплексной навигации, предназначенных для зон с интенсивным движением и пересечением транспортных потоков в стесненных условиях. Основой наземных систем комплексной навигации (НСКН) является интеграция навигационных систем, реализующие разные физические принципы функционирования.

Для глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС) типа GPS/ГЛОНАСС/GALILEO в зонах с благоприятным геометрическим фактором расположения навигационных космических аппаратов повышение точности достигается путем организации дифференциального режима работы навигационной аппаратуры потребителя (НАП) с учетом сигналов от псевдоспутников, каковыми могут быть наземные контрольно-корректирующие станции.

Для ГНСС в зонах с неблагоприятным геометрическим фактором и невозможностью принять сигналы от навигационных космических аппаратов (НКА) целесообразным является режим работы НАП от импульсно-фазовой радионавигационной системы типа LORAN-C/Чайка.

В зонах с благоприятным режимом работы мобильной связи, благодаря плотной конфигурации сотовых систем, возможна организация специальных режимов работы базовых станций для определения местоположения ВТС с передачей расчетных навигационных данных на борт пользователя таких навигационных услуг.

В зонах, где неэффективно работают вышеназванные радиотехнические системы, специально ориентированные на задачи навигации и управления транспортными средствами и другими подвижными объектами, возможна организация специальной многопозиционной радиолокационной системы для высокоточной навигации ВТС в сложных условиях.

Необходимость НСКН обусловлена требованиями безопасности движения ВТС в терминальных зонах. Здесь задачи предупреждения столкновений, рационального расхождения, повышения пропускной способности транспортных коридоров решаются на грани потери качества с попаданием в аварийные ситуации. Именно эти обстоятельства свидетельс-

твуют об окупаемости дополнительных затрат на гармонизацию взаимодействия различных систем навигации. В Украине по такому пути намечается построение национальной радионавигационной системы с повышенной функциональной устойчивостью к природным и искусственным факторам, препятствующим качеству навигационных услуг.

4. Государственные программы реформирования по каждому виду транспорта Украины (авиационного, водного, автомобильного, железнодорожного) предусматривают внедрение принципов логистики по всем звеньям и процессам реализации транспортирования пассажиров и грузов. В условиях глобализации транспортного рынка стимулируются технологии усовершенствования взаимодействия разных иерархических структур ИТС.

Каждый участник транспортного процесса, каждый транспортный узел и соответствующий логистический центр обязаны иметь современные системы поддержки принятия решений, которые базируются на точных навигационных данных и моделях динамики движения ВТС.

Интегрированное взаимодействие всех видов ИТС осуществляется с использованием ведомственных и социальных телекоммуникационных систем и сетей связи, включая Internet. Только в условиях высокоскоростной связи с высокой надежностью и степенью защиты информации возможно решение конкретных оптимизационных задач, к которым относятся:

- ресурсоэффективность управления технологическими процессами;
- рациональное распределение функций и схем взаимодействия многоагентных виртуальных объединений;
- оптимальная маршрутизация траекторий движения с учетом многих влияющих факторов, включая процедуры перезагрузки и использования разных видов транспорта.

Повышение требований клиентов к качеству обслуживания, комфортности движения, к надежности и своевременности прибытия в терминальные узлы обуславливают усложнение информационно-аналитического обеспечения ИТС. Адаптивное взаимодействие в различных ситуациях возможно при повышении интеллектуальной компоненты в системах поддержки принятия решений. Главным становится процесс гарантируемого управления в многосвязных нелинейных динамических системах повышенной сложности взаимодействия неоднородных компонент.

С целью получения синергетического эффекта при мультимодальных перевозках необходимо учитывать наличие конкретных ограничений: технических, технологических, логистических, инфраструктурных, погодно-климатических, социальных и финансовых.

Уточнение и снятие неопределенности осуществляется с применением современных средств цифровой связи и телекоммуникационных сетей.

5. Средства цифровой радиосвязи на борту каждого ВТС наряду с комплексами НАП интегрируются в единый бортовой многофункциональный комплекс управления (БМКУ) движением и рабочими органами транспортных средств. Интеллектуализация информационно-аналитического обеспечения этих комплексов проводится в направлении повышения эффективности, надежности и качества решения оперативных задач. В случаях возникновения предаварийных и аварийных ситуаций роль искусственного интеллекта резко возрастает. Поиск оптимального варианта выхода из кризисной ситуации в нормальный эксплуатационный режим требует учета многих критериев, многих факторов влияния и множества текущих ограничений. В то же время возрастают риски вследствие неточности измерений, некорректности исходных данных, неопределенности ряда параметров, характеризующих взаимовлияния в переходных процессах. Кардинальным решением является принципиальное перераспределение функций между пилотом (водителем) и автоматом с искусственным интеллектом на интервале выхода из кризисных ситуаций. Автомат заранее обучен экстренным действиям в кризисных ситуациях. Алгоритмы автомата корректируются по мере необходимости и для повышения эффективности адаптации к динамическим процессам влияния окружающей среды. Автомат БМКУ по сути исключает запаздывания, которые объективно существуют, если задачу решает человек. Максимально быстрая и своевременная реакция автомата уводит точку кризисного состояния в область, где человек может управлять комфортно.

6. В аварийных режимах и критических ситуациях информационно-аналитическое обеспечение БМКУ активно взаимодействует с диспетчерскими центрами ТИУС через каналы цифровой радиосвязи. Специальные подсистемы поддержки принятия решений, особенно для работы в критических ситуациях, оказывают помощь конкретному БМКУ за счет своевременного учета более широкого круга факторов влияния. Совокупный интеллект ТИУС за счет больших ресурсных возможностей комплексно рассматривает текущую ситуацию и управляет всеми ВТС в кризисной зоне. Предупреждение катастроф достигается за счет скооперированных совместных действий и группового управления маневрами для каждого ВТС.

Искусственный интеллект ТИУС обучается за счет накопления опыта эксплуатации. Все случаи с нарушением безопасности движения и схемами развития кризисно-конфликтных ситуаций анализируются. При необходимости учета новых обстоятельств информационно-аналитическое обеспечение ТИУС корректируется по схемам обратных связей, что компенсирует обнаруженные ошибки, которые привели к нежелательным последствиям. Систематизация всех

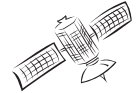
случаев оперативного двухстороннего реагирования обеспечивает повышение эффективности мероприятий по предотвращению нарушений требований безопасности движения ВТС.

Методы обучения искусственного интеллекта ТИУС на реальных эксплуатационных данных по сравнению с традиционными технологиями управления позволяют увеличить прибыль от перевозок за счет исключения потерь из-за дорожно-транспортных происшествий.

7. Экономические аспекты достижения рентабельных показателей работы технологически единых транспортных организаций обусловлены развитием соответствующей подсистемы искусственного интеллекта верхнего уровня и интеграции

транспортных подсистем. Для этого решаются комплексные задачи оценивания и идентификации параметров реальных технологических процессов. Повышается точность прогноза будущих планируемых экономических ситуаций.

Синергетический эффект от интеграции горизонтальных и вертикальных уровней ИТС в единой транспортной системе Украины обеспечивается при планомерном развитии и гармонизации всех выше-рассмотренных компонентов на базе современных средств высокоточной навигации и комплексного управления движением высокоскоростных транспортных средств.



ВОЗМОЖНОСТЬ ПОДАВЛЕНИЯ ПРИЕМНИКОВ СПУТНИКОВОЙ НАВИГАЦИИ ПАССИВНЫМИ ПОМЕХАМИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДИПОЛЬНЫХ ОТРАЖАТЕЛЕЙ

А. Н. Коротыношко, Ю. М. Перунов

В статье оцениваются возможные характеристики облака дипольных отражателей для создания эффективных помех спутниковому навигационному приемнику

POTENTIAL SUPPRESSION OF SATELLITE NAVIGATION RECEIVERS BY PASSIVE INTERFERENCE CAUSED BY DIPOLES

A. N. Korotonoshko, Yu. M. Perunov

The paper estimates potential characteristics of a cloud of dipole reflectors as a source of interference for a navigation satellite receiver

При исследовании влияния радиотехнических помех на приемники спутниковой навигации был проанализирован фактор многочисленных случаев воздействия на приемник мощных переотражений от протяженных местных объектов.

Подавление приемника в этом случае происходит за счет переотражения электромагнитного излучения передатчика спутника. Интегральное значение величины отражения при определенных конфигурациях рельефа местности (высоты гор, протяженность, изрезанность и крутизна вершин и впадин), а также расположение приемника будут такими, что это приводит к значительному затруднению в использовании спутниковой навигационной системы (СНС). Такие места практически обнаружены над Альпами, на Кавказе, в Андах, в Скалистых горах и др. Весьма вероятно, что при действиях НАТО в Югославии в 1999 г. указанные причины привели к промахам и даже к уходу на смежные территории ракет типа «Томагавк», использующих спутниковое наведение.

Эти обстоятельства дают основания проанализировать возможность создания искусственных пассивных помех спутниковой системе навигации путем формирования отражающих образований дипольными отражателями.

Технологии создания пассивных помех были достаточно хорошо изучены в теоретическом плане и в практическом применении еще во времена второй мировой войны англичанами для защиты авиации от обнаружения ее немецкими РЛС.

Ниже показано (рис. 1), какими параметрами должно обладать сформированное образование из дипольных отражателей, эффективная поверхность рассеивания (ЭПР, σ) которых позволит переотразить мощность излучения космического аппарата (КА) для подавления приемника потребителя, например, приемника СНС самолета (С).

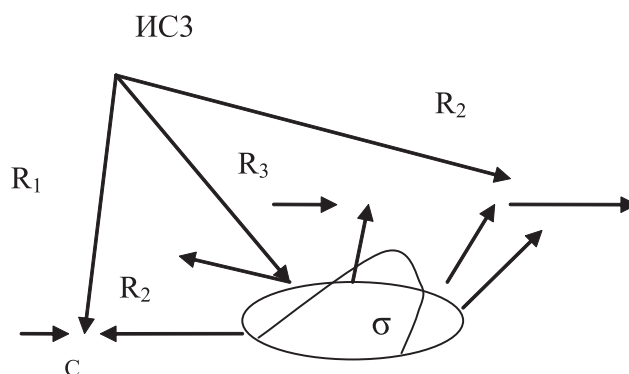


Рис. 1. Схема реализации подавления приемника дипольными отражателями с ЭПР σ

Следует отметить, что отражение сигнала передатчика КА СНС практически является изотропным, то есть квазиравномерным по всем направлениям.

Уровень потока мощности сигнала, принимаемого приемником, установленным, например, на самолете, определяется как

$$P_{nn} = \frac{P_0 G_0 G_{nn}}{4\pi R_1^2}, \quad (1)$$

где $P_0 G_0$ – энергетический потенциал передатчика КА; G_{nn} – коэффициент усиления антенны приемника, установленного на самолете;

R_1 – расстояние самолета до КА.

Уровень потока мощности сигнала, отраженного от дипольных отражателей и принимаемого приемником потребителя, определяется как

$$P_8 = \frac{P_0 G_0 G'_{nn} \sigma}{16\pi^2 R_3^2 R_2^2}, \quad (2),$$

где G'_{nn} – коэффициент усиления антенны (уровень боковых лепестков) в направлении сигнала, отраженного от дипольных отражателей, σ – значение эффективной поверхности рассеивания облака дипольных отражателей.

R_2 – расстояние «самолет-облако» дипольных отражателей,

R_3 – расстояние от КА до облака дипольных отражателей. Коэффициент подавления приемника помехой, сформированной дипольными отражателями, равен отношению уровня потока мощности от дипольных отражателей (2) к потоку мощности сигнала передатчика КА (1)

$$q = \frac{G_m^l \sigma}{4\pi R_2^2 G_m} \quad (3),$$

так как $R_1 \approx R_3$ в реальных условиях сценариев полета и формирования облака дипольных отражателей.

Как было показано в исследованиях по воздействию шумовых помех, выражение (3) для коэффициента подавления справедливо, если отраженный от дипольных отражателей сигнал будет когерентен сигналу передатчика КА.

Это условие будет выполняться, если линейные размеры облака дипольных отражателей не будут превышать импульсного объема одного бита кодовой посылки навигационного передатчика.

$$l = C\tau = \frac{C}{\Delta f} \quad (4),$$

где τ – длительность импульса одного бита;

Δf – ширина спектра импульса одного бита для Р/У кодов 15 МГц, для С/А кода – 1,5 МГц.

C – скорость электромагнитных волн, равная $3 \cdot 10^8$ м/с.

Для Р/У кодов.
$$l_p = \frac{3 \cdot 10^8}{1,5 \cdot 10^7} = 20 \text{ м}$$

Для С/А кодов.
$$l_p = \frac{3 \cdot 10^8}{1,5 \cdot 10^6} = 200 \text{ м}$$

При линейных размерах облака дипольных отражателей, превышающих эти значения, когерентность на входе приемника разрушается, и коэффициент подавления будет определяться как

$$q_{нк} = \frac{G_m^l \sigma}{4\pi R_2^2 \sqrt{n} G_m}, \quad (5)$$

где n – коэффициент сжатия сигнала КА в обнаружителе приемника потребителя, равный для Р/У кодов 6×10^8 и С/А кодов 6×10^7 .

Как было рассмотрено ранее, для исключения работы навигационного приемника достаточно, чтобы коэффициент подавления на входе обнаружителя был равен $q \geq 1$, тогда из (5) значение ЭПР облака дипольных отражателей будет равно

$$\sigma = \frac{2\pi R_2^2 \sqrt{n} G_m}{G_m^l} \quad (6)$$

Например, если необходимо обеспечить подавление приемника за счет помех, отраженных от облака дипольных отражателей на дальности 20 км до самолета, необходимо сформировать ЭПР этого облака при когерентном отражении от импульсного объема согласно (4) и $G' = 0,02$, $\sigma = 2,5 \times 10^{11} \text{ м}^2$, при некогерентном накоплении для Р/У кодов $\sigma = 6,12 \times 10^{15} \text{ м}^2$ и для С/А $\sigma = 1,9 \times 10^{15} \text{ м}^2$.

Из исследований в области радиолокационных помех [1] известно, что значение ЭПР одного диполя равно

$$\sigma_i = 0,17\lambda^2 \quad (7)$$

Длина волны излучаемого сигнала КА равна $\sim 0,2$ м, тогда значение ЭПР одного диполя соответственно равна $\sigma_i = 6,8 \times 10^{-3} \text{ м}^2$.

ЭПР облака дипольного отражателя определяется произведением количества диполей в облаке на ЭПР одного диполя

$$\sigma = N\sigma_i \quad (8)$$

Чтобы получить необходимое значение ЭПР облака дипольных отражателей в приведенном выше примере, необходимо для когерентного отражения иметь число диполей

$$N = \frac{\sigma}{\sigma_i} = \frac{2,5 \cdot 10^{11}}{6,8 \cdot 10^{-3}} = 3,67 \cdot 10^{13} \quad \text{шт.}$$

При некогерентном отражении для Р/У кодов $N = 9,4 \times 10^{17}$ шт., для С/А кодов – $2,79 \times 10^{17}$ шт.

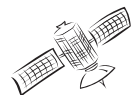
Промышленностью дипольные отражатели выпускаются пакетами (пачками), каждая из которых формирует ЭПР $\sigma = 100 \text{ м}^2$ при весе одной пачки 0,4 кг [1]. Для формирования значений ЭПР, приведенных в примере, потребуется при когерентном отражении $2,5 \times 10^9$ пачек и вес 10^9 кг, и при некогерентном отражении для Р/У-кода $6,12 \times 10^{13}$ пачек (вес $2,45 \times 10^{13}$ кг), для С/А кода – $1,9 \times 10^{15}$ пачек (вес $7,6 \times 10^{12}$ кг).

Реализация приведенных в примере параметров облака дипольных отражателей невозможна, а поэтому применение дипольных отражателей для формирования пассивных помех системам спутниковой навигации нереально, и такой вид помеховой угрозы может быть исключен из дальнейшего рассмотрения. При этом актуальной остается угроза влияния естественных переотражений от гор при маловысотных полетах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Радиоэлектронное подавление информационных каналов систем управления оружием. Перунов Ю. М.,

Фомичев К. И., Кульбикаян Б. Х. Москва, «Радиотехника», 2003.



СОСТАВ ГРУППИРОВКИ КНС ГЛОНАСС НА 06.12.2008 г.

(по анализу альманаха от 16:00 06.12.08 (UTC) и текущих эфемеридных сообщений, принятых в ИАЦ ЦНИИмаш)

№ 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	4	06	795	10.12.03	29.01.04		59.9	+	+ 13:01 06.12.08	Используется по ЦН
	6	01	701	10.12.03	08.12.04		59.9	+	+ 16:11 06.12.08	Используется по ЦН
	7	05	712	26.12.04	07.10.05		47.4	+	+ 16:11 06.12.08	Используется по ЦН
II	9	- 2	722	25.12.07	25.01.08		11.4	+	+ 16:11 06.12.08	Используется по ЦН на частоте L1
	10	04	717	25.12.06	03.04.07		23.4	+	+ 11:24 06.12.08	Используется по ЦН
	11	00	723	25.12.07	22.01.08		11.4	+	+ 12:35 06.12.08	Используется по ЦН
	13	- 2	721	25.12.07	08.02.08		11.4	+	+ 14:05 06.12.08	Используется по ЦН
	14	04	715	25.12.06	03.04.07		23.4	+	+ 14:42 06.12.08	Используется по ЦН
	15	00	716	25.12.06	12.10.07		23.4	+	+ 16:11 06.12.08	Используется по ЦН
III	17	- 1	718	26.10.07	04.12.07		13.4	+	+ 08:39 06.12.08	Используется по ЦН
	18	- 3	724	25.09.08	26.10.08		2.4	+	+ 10:45 06.12.08	Используется по ЦН
	19	03	720	26.10.07	25.11.07		13.4	+	+ 12:47 06.12.08	Используется по ЦН
	20	02	719	26.10.07	27.11.07		13.4	+	+ 14:05 06.12.08	Используется по ЦН
	21	- 1	725	25.09.08	05.11.08		2.4	+	+ 15:46 06.12.08	Используется по ЦН
	22	- 3	726	25.09.08	13.11.08		2.4	+	+ 16:11 06.12.08	Используется по ЦН
	23	03	714	25.12.05	31.08.06		35.4	+	+ 16:11 06.12.08	Используется по ЦН
	24	02	713	25.12.05	31.08.06		35.4	+	+ 16:11 06.12.08	Используется по ЦН

Всего в составе ОГ ГЛОНАСС 17 КА, Используются по целевому назначению 17 КА.

**ТРЕТИЙ КА «ГЛОНАСС-М» (БЛОК № 39)
ДОСТАВЛЕН НА КОСМОДРОМ БАЙКОНУР**

3 декабря с. г., в 17.35 мск на аэродром «Юбилейный» космодрома Байконур доставлен третий навигационный космический аппарат «Глонасс-М» (блок № 39) производства ОАО «Информационные спутниковые системы имени М. Ф. Решетнева». После прохождения таможенной очистки, контейнер с космическим аппаратом перевезен в монтажно-испытательный корпус площадки 92А-50, где будет проходить подготовку к пуску. Второй запуск в этом году запуск «Протона» в рамках Федеральной целевой программы «Глобальная навигационная спутниковая система» запланирован на 25 декабря. Предстоящий пуск

должен стать десятым в нынешнем году для российской ракеты «Протон».

04.12.2008 <http://www.glonass-ianc.rsa.ru>

**УСПЕШНЫЙ ПУСК РКН «ПРОТОН-М»
С ТРЕМЯ КОСМИЧЕСКИМИ
АППАРАТАМИ «ГЛОНАСС-М»**

25 декабря 2008 г. в 13:43 мск с пл. 81 космодрома Байконур расчетами Роскосмоса осуществлен успешный пуск ракеты-носителя (РН) «Протон-М» (ГКНПЦ им. М. В. Хруничева) с разгонным блоком «ДМ» (РКК «Энергия») и 3 КА «Глонасс-М» (ОАО «Информационные спутниковые системы имени академика Решетнева»).

В 13:53 мск орбитальный блок был выведен на заданную орбиту. Расчетное время отделения блока космических аппаратов от разгонного блока в 17:15 мск.

После успешного пуска в 13:43 мск с космодрома Байконур РН «Протон-М» 3 космических аппарата «Глонасс-М» в 17:15 мск успешно отделились от разгонного блока и начали автономный полет. Об этом сообщили в Секторе оперативно-технического контроля ФГУП «ЦЭНКИ» («Центр эксплуатации объектов наземной космической инфраструктуры»).

Специалисты ФГУП «ЦЭНКИ» обеспечили общую координацию работ по подготовке и осуществлению запуска космических аппаратов, контроль хода проведения работ на объектах Роскосмоса, начиная от приемки составных частей РН, РБ и КА, прибывших на космодром, до момента запуска; осуществили постав-

ку и хранение компонентов ракетного топлива и сжатых газов для заправки ракеты-носителя «Протон-М» и разгонного блока «ДМ». Ими был проведен комплекс работ по электромагнитной совместимости радиоэлектронных систем ракеты-носителя «Протон-М» с радиоэлектронными системами комплекса Байконур, метеорологическому мониторингу и предоставлению технического руководству и Государственной комиссии метеорологических данных для проведения запуска.

Важным направлением деятельности специалистов ЦЭНКИ стала координация проведения работ по поиску, эвакуации и утилизации фрагментов отработанных частей (ОЧ) РН в районах падения первой ступени РН и головного обтекателя, экологическому мониторингу в районах падения ступеней РН.

25.12.2008 <http://www.federalspace.ru/>

СОСТОЯНИЕ ГРУППИРОВКИ КА GPS НА 06.12.08 Г.

(по анализу альманаха принятого в ИАЦ ЦНИИмаш)

№ пл.	№ точки	ПСП	Номер NORAD	Тип КА	Дата запуска	Дата ввода в систему	Дата вывода из системы	Акт. суц. (мес)	Примечание
А	1	9	22 700	II-A	26.06.93	20.07.93		183.9	
	2	31	29 486	II-R-M	25.09.06	13.10.06		25.8	
	3	8	25 030	II-A	06.11.97	18.12.97		131.6	
	4	7	32 711	II-R-M	15.03.08	24.03.08		8.4	
	5	25	21 890	II-A	23.02.92	24.03.92		197.0	
	6	27	22 108	II-A	09.09.92	30.09.92		193.7	
В	1	16	27 663	II-R	29.01.03	18.02.03		69.4	
	2	30	24 320	II-A	12.09.96	01.10.96		145.4	
	3	28	26 407	II-R	16.07.00	17.08.00		99.7	
	4	12	29 601	II-R-M	17.11.06	13.12.06		23.6	
	5	5	22 779	II-A	30.08.93	28.09.93		179.6	
С	1	6	23 027	II-A	10.03.94	28.03.94		175.6	
	2	3	23 833	II-A	28.03.96	09.04.96		150.6	
	3	19	28 190	II-R	20.03.04	05.04.04		56.0	
	4	17	28 874	II-R-M	26.09.05	13.11.05		35.6	
	6	29	32 384	II-R-M	20.12.07	02.01.08		11.1	
D	1	2	28 474	II-R	06.11.04	22.11.04		48.4	
	2	11	25 933	II-R	07.10.99	03.01.00		107.1	
	3	21	27 704	II-R	31.03.03	12.04.03		67.7	
	4	4	22 877	II-A	26.10.93	22.11.93		180.5	
	5	24	21 552	II-A	04.07.91	30.08.91		207.1	
E	1	20	26 360	II-R	11.05.00	01.06.00		102.1	
	2	22	28 129	II-R	21.12.03	12.01.04		58.8	
	3	10	23 953	II-A	16.07.96	15.08.96		147.0	
	4	18	26 690	II-R	30.01.01	15.02.01		93.6	
	5	32	20 959	II-A	26.11.90	10.12.90		167.5	
F	1	14	26 605	II-R	10.11.00	10.12.00		95.9	
	2	15	32 260	II-R-M	17.10.07	31.10.07		13.2	
	3	13	24 876	II-R	23.07.97	31.01.98		130.1	
	4	23	28 362	II-R	23.06.04	09.07.04		52.8	
	5	26	22 014	II-A	07.07.92	23.07.92		196.3	

СИСТЕМА ГЛОНАСС В КИРОВСКОЙ ОБЛАСТИ БУДЕТ САМОЙ ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНОЙ

В Кировской области прошла презентация проекта по созданию на территории региона спутниковой опорной межевой сети (система базовых станций GPS/ГЛОНАСС).

Кировская область будет пятой в России, а фактически, «с учетом поставки новейшего оборудования,— первой, то есть лучшей и самой высокотехнологичной не только в России, но, пожалуй, и в мире». Об этом заявил директор ЗАО «ПРИН» (Москва), соисполнитель проекта Алексей Троицкий, сообщает пресс-центр правительства Кировской области.

Основу проекта составляет создание на территории области сети референчных станций, объединенных в автоматизированную систему управления. Станциями планируется покрыть всю область. Учитывая своеобразную конфигурацию территории области, ориентировочно потребуется построить 35 станций, с расстоянием между ними порядка 60 км. На первом этапе будет внедрено 8 станций: в Кирове, Юрье, Оричах, Кирово-Чепецке, Слободском, Зуевке, Куменах, Верхошижемье.

Затраты на создание и внедрение технологий будут осуществляться за счет софинансирования из федерального и областного бюджета. Окупаемость этого уникального проекта ожидается быстрой, и будет зависеть от сроков введения в эксплуатацию. Работы по реализации первого этапа данного проекта планируются в ближайшее время выставить на торги.

«Жители области в полной мере ощутят на себе все плюсы внедрения новых технологий. К примеру, значительно снизится стоимость работ и сократится время по межеванию садовых участков. Кроме того, через два года каждый автолюбитель сможет воспользоваться в пути точными навигационными координатами о своем местонахождении, о наличии и состоянии автодорог, расположении населенных пунктов»,— отметили в правительстве Кировской области.

13.09.2008 «Росбалт» <http://www.federal-space.ru/NewsDoSele.asp?NEWSID=4168>

ГЕРМАНИЯ ИСПЫТАЛА БЕТОНОБОЙНУЮ БОМБУ

ВВС Германии испытали бетонобойную управляемую авиабомбу (УАБ) HOPE (HOchleistungs-PENetrator), предназначенную для нанесения высокоточных ударов по укрепленным объектам. Об этом сообщает Aviation Week.

Сброс авиабомбы был произведен с борта истребителя Tornado IDS над полигоном Видзель в Швеции. Цель была успешно поражена. По данным неназванного представителя министерства обороны Германии, УАБ HOPE продемонстрировала полное соответствие расчетным характеристикам по дальности и точности. Детальные параметры испытаний засекречены.

В минувшем году подобные испытания были проведены на полигоне ВВС Италии Дечимоманну на Сардинии, однако они носили более ограниченный характер. Шведский полигон значительно расширил возможности по комплексной оценке авиабомбы.

УАБ HOPE калибра 3000 фунтов (1361 килограмм) имеет дальность действия более 100 километров. По пробивной способности она превосходит американские авиабомбы GBU-28 калибра 5000 фунтов (2268 килограммов), что было подтверждено в ходе проведенных ранее испытаний.

Наведение УАБ HOPE осуществляется при помощи помехозащищенного приемника GPS. Круговое вероятное отклонение авиабомбы от цели составляет примерно 3 метра.

Как ожидается, на доработку УАБ HOPE компании Diehl BGT Defence потребуется примерно три года. Одним из рассматриваемых вариантов усовершенствования авиабомбы является установка на нее системы обмена данными, которая обеспечит возможность корректировки наведения после сброса с борта самолета-носителя.

Одновременно Diehl BGT Defence продолжает разработку УАБ HOSBO (HOchleistungs-Spreng-Bombe), которая в отличие от HOPE будет оснащаться не проникающей боевой частью, а осколочно-фугасной. Возможно также применение других типов боевых частей, в том числе нелетального воздействия.

<http://www.lenta.ru/news/2008/09/26/hope/>

В УЛЬЯНОВСКЕ И БРАТСКЕ СОЗДАЮТСЯ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА И УПРАВЛЕНИЯ ТРАНСПОРТОМ

В рамках партнерской программы «РДЦ М2М-BusinessSolution» открылись сразу два Региональных Диспетчерских Центра. В первой декаде сентября состоялось открытие Регионального диспетчерского центра «М2М телематика-Симбирск» в Ульяновске. Была произведена инсталляция телематической платформы компании «М2М телематика» на базе серверного ПО VN™-Complex, проведен ряд консультаций сотрудникам нового РДЦ. РДЦ «М2М телематика-Симбирск» уже начал активное продвижение телематических услуг, и варианты сотрудничества обсуждаются с несколькими крупными автоперевозчиками региона.

В эти же дни, начал работу и другой Региональный Диспетчерский Центр — в г. Братске (Иркутская область) — ООО «М2М НАВИГАТОР — Восточная Сибирь». В рамках открытия РДЦ были организованы консультации и сертификация специалистов компании, проведен ряд коммерческих встреч. Первыми пользователями системы мониторинга и управления транспорта VN-City® в Братске стали крупнейшая в городе компания по вывозу твердых бытовых отходов — «Чистый город» и Единая служба такси г. Братска.

Благодаря системе VN-City® на предприятии ООО «Чистый город» появилась возможность контролировать параметры местоположения, направле-

ния и скорости движения, стоянки, моточасы, расход топлива, места выгрузки ТБО, соблюдения маршрутов движения, контроль посещения зон мусоровозами. В Единой службе такси г. Братска контролируются местоположение, направление и скорость движения, стоянки, моточасы, обслуживаемый район, голосовая связь с водителем, прослушивание салона автомобиля. Так же в РДЦ «М2М НАВИГАТОР – Восточная Сибирь» предоставляется услуга CyberWeb, к которой уже подключились первые пользователи.

В рамках открытия РДЦ в обоих городах были проведены семинары-презентации по использованию спутниковой навигации в целях устойчивого социально-экономического развития региона. Присутствовавшие на мероприятии руководители транспортных предприятий и компаний получили представление о современном состоянии инновационных технологий в сфере телематики, получили ответы на многочисленные вопросы, связанные с внедрением систем мониторинга и управления транспортом. В реальном режиме времени была продемонстрирована работа системы BN-City®, развернут стенд с оборудованием (абонентскими терминалами, трекерами и периферией) и программным обеспечением CyberFleet®. Особый интерес проявили руководители администраций городов к возможности внедрения систем мониторинга и управления транспортом на муниципальные пассажирские предприятия, службу скорой помощи и в силовых структурах.

29.09.2008 www.m2m-t.ru <http://www.federalspace.ru/NewsDoSele.asp?NEWSID=4301>

АРМИЯ США ЗАКАЗАЛА «ЭКСКАЛИБУР» ВТОРОГО ПОКОЛЕНИЯ

Армия США подписала контракты с компаниями ATK и Raytheon на разработку новой версии управляемого артиллерийского снаряда Excalibur с индексом 1В. Как сообщает Defense News, боеприпас второго поколения будет обладать улучшенными характеристиками, а его стоимость по сравнению с выпускаемой в настоящее время версией 1А сократится вдвое.

Этап создания опытных образцов Excalibur 1В рассчитан на 18 месяцев и предусматривает суммарные расходы в размере 20,7 миллиона долларов. Затем по результатам стрельб на полигоне Юма в штате Аризона будет выбран один подрядчик, который доработает снаряд и проведет его дополнительные испытания. Принятие Excalibur 1В на вооружение запланировано на 2011 год.

До начала серийного производства управляемых снарядов второго поколения Армия США продолжит закупку версии Excalibur 1А по цене более 100 тысяч долларов за единицу. Расчетный срок хранения боеприпасов обоих типов составляет 20 лет.

Управляемые снаряды Excalibur калибра 155 мм обеспечивают возможность нанесения высокоточных ударов на дальность свыше 50 километров. По данным разработчиков, применение инерциаль-

ной и GPS систем наведения позволяет сократить круговое вероятное отклонение места попадания снаряда от цели до величины менее пяти метров.

Снаряды Excalibur успешно применяются американскими войсками в Афганистане и Ираке.

<http://www.lenta.ru/news/2008/10/03/excalibur/>

РАЗРАБОТАНА МЕТОДИКА ПАРАЗИТНОГО ПОДАВЛЕНИЯ GPS ИЛИ ГЛОНАСС

Исследовательская группа Корнуэлльского университета (Великобритания) разработала компактное устройство для эффективного выведения из строя и подавления приемников спутниковых навигационных систем. Ее эффективность в борьбе с GPS продемонстрирована на практике. Для подавления используется паразитный генератор GPS-сигналов. Его основой является обычный карманный GPS-приемник. Он подвергся несложной модернизации таким образом, чтобы переизлучать с задержкой через собственную же антенну реальные сигналы реальных спутников GPS, только что им зарегистрированные. Переизлучаемые сигналы, которые регистрируют находящиеся поблизости обычные GPS-приемники, воспринимаются ими как «подлинные» сигналы спутника. В результате в определенные им координаты вкрадывается существенная и в принципе контролируемая ошибка.

15.10.2008 http://rnd.cnews.ru/tech/news/line/index_science.shtml?2008/09/22/319267
<http://www.federalspace.ru/NewsDoSele.asp?NEWSID=4463>

АМЕРИКАНЦЫ ИСПЫТАЛИ ПОМЕХОЗАЩИЩЕННУЮ РАКЕТУ

ВВС США успешно испытали модернизированную версию крылатой ракеты (КР) AGM-158 JASSM (Joint Air-to-Surface Standoff Missile) с устойчивым к помехам приемником GPS. Об этом сообщается в пресс-релизе компании-разработчика Lockheed Martin.

Испытания были проведены 18 сентября на полигоне Уайт Сэндс в штате Нью-Мексико. После сброса с борта самолета-носителя ракета выполнила полет в штатном режиме и поразила заданную цель. Наведение осуществлялось в условиях активного подавления GPS.

Разработка КР AGM-158 JASSM была начата в 1996 году. На данный момент компания Lockheed Martin выпустила около 800 ракет. Всего ВВС США намерены принять на вооружение 2400 JASSM и 2500 JASSM-ER с увеличенной дальностью действия.

В настоящее время ракетами первого типа оснащаются бомбардировщики B-1, B-2 и B-52, а также истребители F-16. В перспективе к ним добавятся истребители F-15E, F/A-18 и F-35. Версия ракеты с увеличенной дальностью действия находится на этапе испытаний и на вооружение не принята.

КР AGM-158 JASSM предназначена для поражения стационарных и мобильных наземных целей, в том числе зенитно-ракетных комплексов, укрепленных сооружений и мостов, в простых и сложных метеоусловиях в любое время суток.

Дальность действия базовой версии ракеты составляет 360 километров, JASSM-ER – более 800 километров, что обеспечивает возможность их эффективного применения вне зоны противовоздушной обороны противника.

<http://www.lenta.ru/news/2008/09/23/jassm/>

ИСПАНСКИЕ ИСТРЕБИТЕЛИ ПОЛУЧИЛИ «УМНЫЕ» БОМБЫ

Компания Raytheon завершила установку на истребители F/A-18 Hornet ВВС Испании управляемых авиабомб (УАБ) GBU-48. Как сообщается в пресс-релизе компании, на заключительном этапе программы были проведены успешные испытания шести боеприпасов. Данные об общем объеме поставки не приводятся.

УАБ GBU-48 (EGBU-16) имеет калибр 1000 фунтов (455 килограммов) и оснащена комплектом Enhanced Paveway II (EP2) с блоком управления, стабилизаторами и двухрежимной лазерной и GPS системой наведения. Последняя обеспечивает возможность нанесения высокоточных ударов по наземным целям в любых погодных условиях.

Комплекты EP2 могут применяться для модернизации свободнопадающих авиабомб различных калибров. Ранее они поставлялись ВВС США, Великобритании и Дании. В текущем году компания Raytheon получила заказы от Греции, Нидерландов и Франции. Впервые авиабомбы с комплектами EP2 были применены в 2001 году в Афганистане.

15.10.2008 <http://www.lenta.ru>

ЗА СОЧИНСКИМИ ВОДИТЕЛЯМИ АВТОБУСОВ БУДЕТ СЛЕДИТЬ ГЛОНАСС

Уже в ноябре (2008 г.) на маршрутные автобусы в Сочи будет устанавливаться спутниковое оборудование, совместимое с системой ГЛОНАСС. Об этом 22 октября заявил мэр города Владимир Афанасенков, передает «ИА Regnum». Таким образом, сочинская администрация собирается бороться с нарушениями графика движения общественного транспорта.

Ранее агентство «Юга. ру» сообщало, что городское руководство планировало до конца 2008 года установить автоматизированную систему управления перевозочным процессом М2М – CityBus, отслеживающую движение транспорта с помощью передатчиков ГЛОНАСС, на 400 автобусов. А в следующем году этим оборудованием будут оснащены и автомобили коммунальных служб.

Кроме того, Афанасенков пообещал, что уже в ближайшее время количество городских автобусов увеличится на 50 единиц, а всего за оставшиеся до Олимпиады три года в систему общественного транспорта Сочи будет инвестировано полмиллиарда рублей.

<http://auto.lenta.ru/news/2008/10/23/sochibus/>

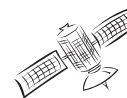
ПРИ ЗАХОДЕ НА ПОСАДКУ В АЭРОПОРТ «КОЛЬЦОВО» (ЕКАТЕРИНБУРГ) ПИЛОТЫ СМОГУТ ИСПОЛЬЗОВАТЬ СИСТЕМУ ГЛОНАСС

При заходе на посадку в екатеринбургский аэропорт «Кольцово» пилоты смогут использовать систему спутниковой навигации ГЛОНАСС. Как сообщили сегодня ИТАР-ТАСС в пресс-службе аэропорта, с 18 декабря 2008 года здесь вводятся в действие новые схемы захода на посадку методом, основанным на спутниковой навигационной системе с использованием приемников ГЛОНАСС/GPS. «Аэропорт Екатеринбурга третий в России /после аэропортов Домодедово и Курумоч/ выполнил требования Росавиации о реализации мер по переходу отечественного воздушного транспорта на международные стандарты в области авиационной деятельности», – рассказали в пресс-службе. «Для экипажей воздушных судов это означает расширение возможностей выбора системы захода на посадку и повышение точности самолетовождения. Дополнительная система захода на посадку в районе аэродрома с использованием спутниковой навигации позволит повысить и уровень авиационной безопасности», – пояснил гендиректор «Кольцово» Кирилл Шубин.

Системы ГЛОНАСС и GPS предназначены для определения с помощью спутниковых приборов-навигаторов местоположения и скорости движения объектов. Эти системы уже давно применяются в космической отрасли. Как рассказал корр. ИТАР-ТАСС гендиректор екатеринбургского НПО Автоматики / производит системы управления для ракет/ Леонид Шалимов, эти системы используются в новых системах управления, разработанных и изготовленных на предприятии. «С помощью ГЛОНАСС мы можем определить, где мы летим, откорректировать траекторию аппарата и привести его с точностью нескольких метров туда, где нужен аппарат», – пояснил Шалимов.

07.11.2008 <http://www.itar-tass.ru/>
[http://www.federal-space.ru/NewsDoSele.asp?](http://www.federal-space.ru/NewsDoSele.asp?NEWSID=4691)

NEWSID=4691



XXVI ОБЩЕЕ СОБРАНИЕ АКАДЕМИИ НАВИГАЦИИ И УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЕМ

26th GENERAL ASSEMBLY OF THE NAVIGATION & MOTION CONTROL ACADEMY

31 октября 2008 г. в помещении дома культуры Московского государственного технического университета им. Н.Э. Баумана состоялось XXVI Общее собрание Академии навигации и управления движением.

Собрание было организовано Московским отделением Академии навигации и управления движением и непосредственно кафедрой ..., возглавляемой членом Академии, профессором С.Ф. Коноваловым. Общему собранию предшествовало любезно организованное хозяевами посещение кафедры С.Ф. Коновалова и музея Московского государственного технического университета им. Н.Э. Баумана. Славные имена В.Г. Шухова, Н.Е. Жуковского, С.А. Чаплыгина, Н.А. Туполева, С.П. Королева составляют лишь небольшой список выдающихся профессоров и воспитанников этого учебного заведения. Перед Великой Отечественной войной МВТУ им. Н.Э. Баумана стало основой для создания таких известных вузов как МИСИ, МАИ, Академия химзащиты.

С гостеприимной кафедрой связана учеба и работа Н.А. Пилюгина, В.И. Кузнецова, Е.Ф. Антипова, Б.В. Булгакова, В.С. Магнусова, Д.С. Пельпора, М.А. Михалева, П.М. Кириллова и многих других известных инженеров-прибористов, конструкторов и ученых.

При открытии Общего собрания выступил Президент Академии академик РАН В.Г. Пешехонов. Он объявил о присуждении премии имени Н.Н. Острякова коллективу кафедры С.Ф. Коновалова за работу «Разработка и исследование гироскопических приборов и систем нового поколения». Премия была вручена профессорам кафедры С.Ф. Коновалову, В.А. Матвееву, Ф.Н. Окоемову, О.С. Салычеву и В.В. Фатееву. С ответным словом, благодарностями и с докладами о работах кафедры в непростые годы постперестройки выступил С.Ф. Коновалов. Необходимо отметить, что особенностью всего мероприятия было достаточно сильное присутствие молодежи и в качестве помощников, и в качестве заинтересованных слушателей.

С докладом «О некоторых деталях уникального эксперимента «Gravity Probe-B» выступил академик РАН В.Ф. Журавлев (Институт проблем механики РАН). В.Ф. Журавлев привел результаты своей работы по обоснованию возможности подтверждения положений общей теории относительности с использованием методов гироскопии.

Доклад действительного члена Академии Джун Хо О (KAIST, Корея) «Корейский опыт разработки гуманоидоподобных роботов» был посвящен представлению впечатляющих результатов создания челове-

коподобных роботов в Южной Корее. Наибольшее впечатление производят роботы HUBO (абстрактный гуманоид) и «А. Эйнштейн» (гуманоид с искусно сделанной головой А. Эйнштейна и жестиком движениями великого ученого). Роботы имитируют деятельность человека, ходят со скоростью 2...3 км/ч и даже бегают, имеют рост ~120 см и вес ~50 кг. Они содержат в себе до 40 электромоторов, инерциальные датчики (акселерометры и гироскопы), датчики наклона, силы, камеру для видения, источник питания и компьютеры. В процессе интеграции этого оборудования решаются задачи стабилизации, гашения колебаний, обеспечения устойчивости и управления.

Доклад действительного члена Академии профессора О.С. Салычева (Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана) «ИНС на MEMS элементах в приложениях: авиация, наземный транспорт, персональная навигация» был посвящен работам кафедры и ООО «Текнол» по созданию инерциальных систем и комплексов на основе микроэлектромеханических акселерометров и гироскопов с использованием приемников спутниковой навигации. Эти работы уже приобрели достаточную известность благодаря участию ООО «Текнол» в выставках МАКС-2005, МАКС-2007, а также в ходе летных оценок в ЛИИ им. М.М. Громова.

В конце научной сессии был представлен доклад Л.Н. Евстратова (Adventure Equipment, USA) «Легкие гиросtabilизаторы для киноаппаратуры», в котором в наглядной форме были продемонстрированы результаты практического воплощения теоретических разработок кафедры в создание гиросtabilизаторов для киноаппаратуры, снимающей в Голливуде на подвижных платформах (автомобиль, катер, снегоход, вертолет) «Бонда», «Бэтмена», «Терминатора» и др. За эти работы автор доклада был награжден Оскаром за 2006 год. При этом соответствующий сертификат был выдан на имя Л. Евстратова, G. Peters, В. Орлова.

В заключение был заслушан доклад Главного ученого секретаря Академии профессора А.В. Небылова с отчетом Президиума о работе Академии за период с 29.05.08 по 31.10.08. За истекший период Академией была проведена конференция молодых специалистов 1.10.08 (Московское отделение). Члены Академии приняли участие в работе Конгресса ИФАК в Сеуле (июль) и семинара в Алуште (сентябрь).

Академия имеет в своем составе 6 отделений: самое крупное, Московское, насчитывает 109 членов, Санкт-Петербургское – 108 членов. По окончании доклада был утвержден прием в состав Академии

11 новых членов. Всего в Академии насчитывается 385 действительных членов из 18 регионов России, Германии, Индии, Канады, Китая, Сербии, США, Турции, Украины, Франции, Южной Кореи.

Перед закрытием Общего собрания действительный член Академии д. т. н. О. А. Степанов проинфор-

мировал собравшихся о предстоящем проведении 21–28 июня 2009 г. в Переславле-Залесском Первой традиционной Всероссийской молодежной летней школы «Управление, информация и оптимизация».

Действительный член Академии Ю. А. Соловьев



КОНФЕРЕНЦИЯ И ВЫСТАВКА ПО НАВИГАЦИИ NAV08/ИЛА37

THE NAVIGATION CONFERENCE & EXHIBITION NAV08/ILA37

28–30 октября 2008 г. в Лондоне, Великобритания, проходили конференция и выставка по навигации NAV08/ИЛА37, организованные Королевским институтом навигации Великобритании и Международной ассоциацией Лоран, США. Целью конференции и выставки являются продвижение и распространение знаний, координирование исследований в смежных областях, создание платформы для обмена свежими идеями и новыми продуктами. На конференции были представлены доклады от 16 стран по темам: ГНСС, e-Лоран, применение навигации при решении государственных задач и в чрезвычайных ситуациях, навигация воздушно-космическая, морская, применения на железных и шоссейных дорогах,

в помещениях, персональная навигация, интегрированная навигационная аппаратура.

Решением Министерства промышленности и торговли РФ от России на конференции присутствовали директор ФГУП «НТЦ «Интернавигация» В. М. Царев и сотрудник РИРВ (С-Петербург) А. Е. Чоглоков. Ниже приведена аннотация доклада, представленная российской делегацией на конференции NAV08/ИЛА37. В ходе конференции члены российской делегации встретились со многими представителями мирового радионавигационного сообщества, международных организаций, партнерами России в области навигации, и имели с ними беседы.



СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ РОССИЙСКОЙ РАДИОНАВИГАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ «ЧАЙКА» И ОБЪЕДИНЕННЫХ РАДИОНАВИГАЦИОННЫХ ЦЕПЕЙ «ЧАЙКА»/»ЛОРАН-С»

Басс В.И., Ефремов П.Э., Зарубин С.П., Царев В.М.

Аппаратура наземных станций ИФРНС «Чайка» проходит модернизацию, результатом которой станет создание наземного сектора интегрированной радионавигационной системы «Чайка»/ГНСС. Разрабатываются объединенные радионавигационные системы «Чайка-Лоран-С». Лабораторные и натурные исследования подтвердили эффективность включения станции Уссурийск ИФРНС «Чайка» в состав Корейско-Японско-Российской объединен-

ной цепи «Чайка-Лоран-С». Создание Российско-Японской объединенной цепи «Чайка-Лоран-С» затруднено проблемой сближения формы радиосигналов японской станции Токатибуто и радиосигналов ИФРНС «Чайка». Эта проблема может быть исключена при включении станции Токатибуто в качестве дополнительной ведомой в состав объединенной Российско-Американской цепи «Чайка-Лоран-С».

PRESENT STATUS AND FUTURE DEVELOPMENTS OF THE RUSSIAN RADIONAVIGATION SYSTEM CHAYKA AND JOINT CHAYKA/LORAN-C RADIONAVIGATION CHAINS

V. Bass, P. Efremov, S. Zarubin, V. Tsarev

The equipment of the Chayka stations is under modernization aimed at implementation of the ground-based segment of the integrated radionavigation system Chayka/GNSS. Combined radionavigation systems Chayka-Loran-C are being developed. Experimental and field trials confirmed the benefits from including the Ussurijsk Chayka station into the Korea-Japan-

Russia Chayka/Loran-C chain. Implementation of the joint Russia-Japan Chayka/Loran-C chain is hampered because of the problem of making closer signal shapes of the Tokatibuto station and Chayka. The problem can be bypassed if Tokatibuto is incorporated as another secondary into the Russian-American Chayka/Loran-C chain



специалистами в области космической навигации, как Н. Е. Иванов, В. А. Салищев (РНИИ КП), В. Ф. Черемисин (НПО ПМ, сейчас ОАО «Информационные спутниковые системы» имени академика М. Ф. Решетнева), Ю. А. Максютенко, А. В. Калугин (ЛНИРТИ, сейчас РИРВ). Вместе с ними он участвовал в 70–80 годы в разработке материалов эскизных проектов и испытаниях при создании низкоорбитальных и среднеорбитальных космических навигационных систем.

Ю. Н. Силантьев входил в состав разработчиков специальной документации по отработке эфемеридной информации и методологии баллистико-эфемеридного обеспечения навигационных систем.

Юрий Никитович непосредственно участвовал в работах по выбору баллистического построения орбитальной группировки и структуры навигационного сигнала системы ГЛОНАСС. В то время были различные предложения по построению подобных систем как в США (для GPS), так и внутри отечественной кооперации разработчиков перспективной радионавигационной системы. В результате рассмотрения материалов технических предложений была выбрана структура орбитальной группировки с 24 спутниками, расположенными в 3-х плоскостях на орбитах с высотой порядка 20000 км, предложенная НПО ПМ совместно с 50 ЦНИИ космических средств.

Одним из важнейших направлений работ отдела, которым руководил Ю. Н. Силантьев, была разработка программно-методической документации для наземных и летно-конструкторских испытаний технических средств системы ГЛОНАСС. Юрий Никитович принимал участие при разработке рекомендаций по повышению надежности отдельных элементов системы ГЛОНАСС на первом этапе летных испытаний, что в то время было очень актуально.

Юрию Никитовичу приходилось участвовать в обеспечении взаимодействия военных и гражданских НИИ и предприятий-разработчиков технических средств системы ГЛОНАСС. В связи с этим, он часто бывал в командировках в войсковых частях, институтах, заводах, на полигонах и измерительных пунктах. Хорошая инженерная подготовка, глубокие научные знания позволяли компетентно участвовать в решении проблем, стоящих перед разработчиками системы ГЛОНАСС.

Большой вклад, который внес Юрий Никитович в обоснование технических характеристик системы ГЛОНАСС и решение задач ее высокоточного эфемеридного обеспечения, отмечен бывшим начальником 50 ЦНИИ космических средств И. В. Мещеряковым в его книге «В мире космонавтики».

Организаторские способности Ю. Н. Силантьева, его умение качественно и эффективно решать сложные научно-технические задачи, координируя работу большого коллектива соисполнителей, особенно ярко проявились во время его деятельности в НТЦ «Интернавигация», о чем подробно рассказывают В. Г. Пшеняник и И. Д. Щелоков, которые работали

непосредственно под его руководством. Директором этого центра в то время был энергичный человек и умелый руководитель генерал-майор авиации Владимир Игнатьевич Денисов, который имел большой опыт эксплуатации ряда радионавигационных систем ВВС СССР.

В качестве заместителя директора НТЦ «Интернавигация» по научной работе Ю. Н. Силантьев занимался вопросами разработки и использования гражданской навигационной аппаратуры потребителей (НАП) наземных и космических навигационных систем. На него также было возложено обеспечение координации работ по международному сотрудничеству с предприятиями и организациями стран СНГ и фирмами дальнего зарубежья по совместным проектам в области создания (модернизации) глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС), их функциональных дополнений и аппаратуры потребителей.

В начале 90-х годов, когда распались Министерства СССР, обеспечивающие координацию и финансирование работ отечественных предприятий и организаций в этой области, встала задача сохранения сложившейся кооперации и поиска необходимых финансовых средств для продолжения работ. В этих условиях НТЦ «Интернавигация» взял на себя некоторые функции координатора разработок и изготовления НАП на предприятиях Российского агентства по системам управления, помогая им «выжить» в этих условиях.

Справедливость, выдержка и мудрость, которые проявил Юрий Никитович при решении организационных и технических вопросов в процессе этой работы в условиях конкуренции предприятий-изготовителей навигационной аппаратуры, снискали ему большое уважение среди руководителей различных ведомств.

НТЦ «Интернавигация» во многом способствовал преодолению искусственного ведомственного разделения при создании НАП и решению других проблем в области радионавигации, обеспечивая проведение заседаний научно-технического совета Межведомственной комиссии «Интернавигация», деятельность Межгосударственного совета «Радионавигация», проведение научно-технических конференций и публикацию материалов о состоянии этих работ в России и за рубежом.

Одним из направлений деятельности Юрия Никитовича в НТЦ «Интернавигация» было преодоление недоверия к космическим средствам некоторых ведомств, использующих традиционные технические средства навигации. Результатом совместных работ НИИ военных и гражданских ведомств было создание под руководством НТЦ «Интернавигация» межведомственного Российского радионавигационного плана, который помог сохранить в начале 90-х годов направления работ по созданию технических средств наземных и космических радионавигационных систем. Были также разработаны предложения по изготовлению совмещенной аппаратуры, исполь-

зующей для высокоточного местоопределения объектов сигналы различных навигационных систем. В дальнейшем эти предложения частично вошли в Федеральную целевую программу «Глобальная навигационная система»: в раздел по созданию многоканальной аппаратуры для авиации и транспорта.

Большое место в работе Юрия Никитовича занимали вопросы международного сотрудничества, роль которых сильно возросла после подтверждения Россией возможности использования системы ГЛОНАСС зарубежными гражданскими потребителями. Фирмы европейских стран (в основном Франции, Германии и Великобритании) выразили желание по проведению совместных работ в области космической навигации с предприятиями России. НТЦ «Интернавигация» было заключено несколько контрактов с Европейской Комиссией в рамках Программы TACIS (программа оказания технической помощи странам СНГ). Особенно масштабным был проект, в котором рассматривались вопросы возможности постепенного перехода от нынешней системы ГЛОНАСС к перспективной международной глобальной навигационной спутниковой системе ГНСС–2, которая могла бы фактически заменить создаваемую в настоящее время европейскую систему GALILEO. По разным причинам этот проект реализовать не удалось, и европейцы пошли по пути создания собственной глобальной навигационной спутниковой системы. Кроме того, был заключен контракт по созданию системы и центра сертификации навигационного оборудования ГНСС. Координацию выполнения работ по этим проектам российскими предприятиями-исполнителями и зарубежными фирмами осуществлял Ю. Н. Силантьев. В частности, в результате этих работ в НТЦ «Интернавигация» была создана и аттестована лаборатория по сертификации навигационной аппаратуры.

В условиях конкуренции с системой GPS и негативных изменений в экономике России в 90-х годах необходимо было сохранить авторитет системы ГЛОНАСС и проводить за рубежом работу, направленную на уважительное отношение к отечественным предприятиям и их специалистам.

Юрий Никитович, укрепляя авторитет нашей страны на международном уровне, участвовал в осуществлении международных контактов с КНР, Европейским Союзом. Он неоднократно участвовал в работе общественных организаций FERNS, NELS, CELS, IALA, в подготовке и проведении международных конференций и выставок по проблемам навигации и обеспечения безопасности всех видов транспорта в России и за рубежом. Обеспечение финансовой поддержки участия специалистов отечественных предприятий и организаций в зарубежных командировках и в проектных работах по созданию элементов ГНСС помогало, кроме того, получать информацию о состоянии этих работ за границей.

К сожалению внезапная смерть в 2001 году оборвала многие замыслы Юрия Никитовича, и он не смог увидеть возрождение системы ГЛОНАСС и ре-

зультаты повсеместного внедрения навигационной аппаратуры потребителей в России, которые начались после изменения политической и экономической обстановки в стране.

В заключение приведем воспоминания о Ю. Н. Силантьеве Главного конструктора ОАО МКБ «Компас», одного из наиболее известных специалистов по созданию отечественной аппаратуры потребителей системы ГЛОНАСС Исаака Ефимовича Кинкулькина.

«Я прожил не так уж мало лет. За время моей жизни ушли многие, с кем я был близко знаком. Юрий Никитович занимает среди них особое место. О нем очень трудно писать, как ушедшем навсегда.

Мы стали работать вместе в области спутниковой навигации в 1993 году, когда наше предприятие МКБ «Компас», на котором я проработал всю свою жизнь, было в состоянии выживания, а не нормального существования. Деловые советы и действенная поддержка Юрия Никитовича, наверное, сыграли решающую роль в сохранении предприятия и его дальнейшем развитии. Юрий Никитович всегда умел смотреть далеко вперед, дальше других.

Юрий Никитович, когда касался дела, всегда говорил о главном. Он был умелым спорщиком, но никогда никого не обижал, не лукавил и никого не вводил в заблуждение. Этот с виду валяжный человек, на котором как бы было написано «это — начальник», прекрасно разбирался в тончайших технических вопросах. Я не помню, чтобы когда-либо ему приходилось что-либо разъяснять. При этом он был человеком скромным.

Юрий Никитович был также светским человеком. Он обладал тонким и умным чувством юмора, любил танцы и хорошо танцевал. Я любовался им во время застолий: ему нравилось получать удовольствие от дружеских встреч и создавать условия, при которых его друзья чувствовали бы себя комфортно.

Нас с Юрием Никитовичем сближало многое и в воззрении на жизнь, и похожая личная судьба, и отношение к делу.

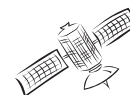
Он некоторая часть моей жизни, «которая всегда со мной». Некоторые мои коллеги, которые его хорошо знали, думают о нем примерно также».

Вот и все, хотя о Юрии Никитовиче хотелось бы сказать еще очень много, но формат короткой журнальной статьи не позволяет этого сделать. Лучше, чем сказал о нем И. Е. Кинкулькин, не скажешь: «Это человек, который всегда с нами».

Материал к печати подготовил В. Г. Пишняник (НИИ космических систем имени А. А. Максимова — филиал ГКНПЦ им. М. В. Хруничева).

При его подготовке были использованы материалы В. Ф. Черемисина (ОАО «Информационные спутниковые системы имени академика М. Ф. Решетнева»).

Большую помощь при подготовке этого материала оказали, также сотрудники НТЦ «Интернавигация» В. П. Волченков и Е. Г. Цикалова.



НОВЫЕ КНИГИ И ЖУРНАЛЫ

ОТЧЕТ «СОСТОЯНИЕ РОССИЙСКОГО РЫНКА РАДИОНАВИГАЦИОННОЙ АППАРАТУРЫ ВЫСОКОТОЧНОГО ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ ПО ДАННЫМ ВНЕШНЕЭКОНОМИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ И ВНУТРЕННЕГО ПРОИЗВОДСТВА В 2004–2007 г.».

Подготовлен новый отчет «Состояние российского рынка радионавигационной аппаратуры высокоточного позиционирования по данным внешнеэкономической деятельности и внутреннего производства в 2004–2007 г.».

Предлагаемый отчет содержит результаты ежегодно проводимого ФГУП НТЦ «Интернавигация» и ООО «Центр консалтинговых услуг «ИНТЕРКОН» масштабного исследования состояния, тенденций и перспектив развития российского рынка радионавигационной аппаратуры высокоточного позиционирования.

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.

Современное состояние отечественного рынка НАП ГНСС в целом определяется следующими основными факторами:

- существующий спрос со стороны различных групп потребителей на продукты и услуги глобального позиционирования;
 - состояние ГНСС «ГЛОНАСС», включая орбитальный и наземный сегменты;
 - состояние конкурирующих ГНСС (в первую очередь, GPS) и международная политика Российской Федерации в области спутниковой навигации;
 - государственная политика и состояние законодательной базы РФ, регулирующей развитие российского рынка навигационной аппаратуры ГНСС и создаваемых на ее основе систем и комплексов РНС;
 - состояние производственной базы и возможности отечественных производителей по созданию конкурентоспособной продукции для различных сегментов потребителей НАП ГНСС;
 - состояние отечественной картографической базы и ее доступность для потребителей;
 - состояние внешнеторговой деятельности, номенклатура, ценовые и технические характеристики НАП зарубежных производителей, поставляемой на российский рынок;
 - состояние и актуальные тенденции мирового рынка НАП ГНСС.
- 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.
- Основные разделы подготовленного отчета кратко перечислены ниже. Полностью структура отчета опубликована на сайте ФГУП НТЦ «Интернавигация» www.internavigation.ru
- Содержание отчета:
1. Введение. Методика проведения работ. Радионавигационные системы глобального позиционирования и дальней радионавигации.
 - 2.1. Основные типы современных радионавигационных систем
 3. Аппаратура потребителей радионавигационных систем
 - 3.1. Краткие сведения об аппаратуре потребителей радионавигационных систем
 - 3.2. Актуальные области применения оборудования высокоточного позиционирования
 - 3.3. Классификация радионавигационной аппаратуры глобального позиционирования и дальней радионавигации
 - 3.4. Основные характеристики НАП ГНСС
 - 3.5. Требования, предъявляемые потребителями к аппаратуре ГНСС, и перспективы ее применения в различных областях
 4. Обзор состояния и тенденций развития мирового рынка НАП ГНСС
 - 4.1. Современное состояние мирового рынка НАП ГНСС
 - 4.2. Отраслевая структура рынка и его динамика в основных сегментах
 - 4.3. Ведущие зарубежные производители НАП ГНСС
 - 4.4. Текущие ценовые тенденции мирового рынка НАП ГНСС и лидеры продаж 2007 г.

- 4.5. Основные направления и перспективы развития мирового рынка аппаратуры и услуг глобального позиционирования
5. Российский рынок НАП ГНСС
 - 5.1. Общая характеристика и современное состояние российского рынка НАП ГНСС
 - 5.2. Нормативная база документов, регулирующих развитие российского рынка навигационной аппаратуры ГНСС и создаваемых на ее основе систем и комплексов РНС
 - 5.3. Импорт радионавигационного оборудования глобального позиционирования и дальней радионавигации на российский рынок в 2004–2007 гг.
 - 5.4. Экспорт российского оборудования глобального позиционирования и дальней радионавигации на зарубежные рынки в 2004–2007 гг.
 - 5.5. Отечественное производство радионавигационной аппаратуры глобального позиционирования
 - 5.6. Ценовые тенденции российского рынка НАП ГНСС
 - 5.7. Основные направления и перспективы развития российского рынка НАП ГНСС
6. Выводы и рекомендации.

Общий объем отчета – 260 стр. Объем приложений – 414 стр. Количество диаграмм – 112, количество таблиц – 29.

Полученные в ходе исследований данные могут представлять интерес для широкой группы потенциальных потребителей и российских производителей радионавигационной аппаратуры и услуг, поскольку для принятия решения об увеличении сбыта продукции необходимо проведение большого объема маркетинговых мероприятий, направленных, в том числе, на поиск наиболее перспективных направлений производства и сбыта НАП ГНСС.

Полная версия отчета распространяется ФГУП НТЦ «Интернавигация» Контактный тел. (495) 62625 01. Генеральный директор – Царев Виктор Михайлович.

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. Подробно рассмотрены особенности проектирования и использования прикладных автоматизированных систем обработки информации и управления, а также прикладные системы автоматизации учета транспортной работы и диспетчерского управления движением на базе навигационных систем. Рассмотрены новые технологии автоматизированной идентификации в системах обработки информации на транспорте. Для специалистов транспортной отрасли, в особенности связанных с разработкой и использованием информационных технологий. Книга может быть использована при разработке учебных и учебно-методических матери-

алов для подготовки специалистов в области внедрения информационных технологий на транспорте.

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

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

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

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

www.radiotec.ru

П. Пржибыл и М. Свитек «Телематика на транспорте». В книге детально рассмотрен международный опыт применения телематики на транспорте для обеспечения экономичности, удобства и 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: 5-93 517-218-6.

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

<http://www.radiotec.ru>

Дмитриев С. П., Пелевин А. Е. Задачи навигации и управления при стабилизации судна на траектории. СПб. «Электроприбор», 2004. 158 с. ISBN: 5-900 780-55-4.

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

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

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

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

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

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 бесплатформенных инерциальных и спутниковых навигационных систем. Дана характеристика инерциальных чувствительных элементов, в частности 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.

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

ION GNSS 2006 Proceedings, September 26–29, 2006, CD.

ION GNSS 2007 Proceedings, September 25–28, 2007, CD.

Международный форум по спутниковой навигации [Текст].— М.: Профессиональные конференции, 2007.

Международный форум по спутниковой навигации [Электронный ресурс], CD.— М.: Профессиональные конференции, 2007.

«XIV Санкт-Петербургская международная конференция по интегрированным навигационным системам», 28–30 мая 2007, Санкт-Петербург, Россия (ISBN 978-5-900 780-66-5). На русском языке опубликованы материалы только авторов из России и других стран СНГ).

«14th Saint Petersburg International Conference on Integrated Navigation Systems», 28–30 May, 2007, Saint Petersburg, Russia (ISBN 978-5-900 780-67-2).

По вопросам приобретения трудов конференции обращаться в ЦНИИ «Электроприбор»: 197046, С-Петербург, ул. М. Посадская, 30, ФГУП РФ ГНЦ 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 2008 – 2011 гг.

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

JANUARY 26 – 28 2009

ION ITM 2009

ION International Technical Meeting

Disney's Paradise Pier Hotel, Anaheim, California, USA

www.ion.org

МАРТ 10 – 13 2009

ГЕОФОРМ+

Москва, Россия. Тел.: +7 (495) 995 0594, Inu@mvk.ru

APRIL 19 – 22 2009

Geospatial Infrastructure Solutions Conference 2009

Tampa, FL, USA. Т.: 1 (303) 337 0513, fax 1 (303) 337 1001, e-mail: info@gita.org,

www.gita.org/gis

MAY 3 – 6 2009

ENC-GNSS 2009

GNSS Applications and Services

Organizing Body: Istituto Italiano di Navigazione, Rome, Italy. For more information: effe erre congressi Via Coroglio 5780124 Napoli, Italy. Ph.: +390816173858, fax +390812429572, e-mail: info@frcongressi.it, gperrotta@alice.it

MAY 18 – 19 2009

CERGAL 2009

Symposium on Certification of GNSS Systems & Services

Oberpfaffenhoven, Germany. German Institute of Navigation. Kolovstrasse 70, D–53111, Bonn, Germany. Ph.: +49228201970, fax +49228201 9719, dgon.bonn@t-online.de,

www.dgon.de

МАЙ 25 – 27 2009

XVI Санкт-Петербургская международная конференция по интегрированным навигационным системам

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

197 046. Тел.: (812) 4998210 – рабочая группа конференции, (812) 4998157 – М. В. Гришина – член Организационного комитета, руководитель рабочей группы конференции. Факс: (812) 2323376 (с пометкой XVICINS2008). E-mail: ICINS@eprib.ru

<http://www.elektropribor.spb.ru/cnf/icins08/rufrset.html>

JUNE 01 – 04 2009

JNC 2009

Wyndham Orlando Resort, Orlando, Florida. Contact: The ION, tel.} 1703383 9688, fax +1703383 9689,

www.ion.org

JULY 18 – 19 2009

Royal Int Air Tattoo

Fairford, UK.

SEPTEMBER 23 – 25 2009

ION GNSS 2009

Savannah International Convention Center, Savannah, Georgia, USA.

www.ion.org

OCTOBER 27 – 30 2009

13th IAIN World Congress

Stockholm, Sweden. Contact: Congrex Sweden AB Attn: IAIN2009. Tel. +4684596600, fax: +4686619125, e-mail iain2009@congrex.se,

www.congrex.com/nnf/iain2009

JANUARY 25 – 27 2010

ION ITM 2010

ION International Technical Meeting

Catamaran Resort Hotel, San Diego, California, USA.

www.ion.org

SEPTEMBER 21 – 24 2010

ION GNSS 2010

Oregon Convention Center, Portland, Oregon, USA.

www.ion.org

JANUARY 24 – 26 2011

ION ITM 2011

ION International Technical Meeting

Catamaran Resort Hotel, San Diego, California, USA.

www.ion.org

SEPTEMBER 20 – 23 2011

ION GNSS 2011

Oregon Convention Center, Portland, Oregon, USA.

www.ion.org



УВАЖАЕМЫЕ ЧИТАТЕЛИ!

Продолжается подписка на журнал «Новости навигации».

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. Стоимость подписки на 2009 год с учетом почтовых расходов и НДС (10 %) – 1800 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 ФГУП «НТЦ современных навигационных технологий «Интернавигация» в Межгосударственном банке г. Москвы, ИНН 7736022670, КПП 770901001 р/с № 40502810000000000001, БИК 044525362, к/с 30101810800000000362.

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)

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

1. Представляемый материал (статьи, монографии, рецензии, лекции) должен являться оригинальным, не опубликованным ранее в других печатных изданиях.
2. Рукопись должна содержать:
 - название на русском и английском языках;
 - инициалы и фамилии авторов на русском и английском языках;
 - аннотацию на русском и английском языках;
 - текст статьи;
 - список литературы в соответствии с ГОСТ 7.1-2003.

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

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