

## В Межгосударственном совете «Радионавигация»

9 декабря 2004 г. в г. Минске состоялось заседание Межгосударственного совета «Радионавигация». Присутствовали полномочные представители Республики Беларусь, Республики Казахстан, Республики Молдова, Российской Федерации, Республики Таджикистан, Республики Узбекистан и Украины.

8 декабря было проведено заседание НТС Совета с рассмотрением вопросов, включенных в повестку заседания Совета.

Межгосударственный совет «Радионавигация» рассмотрел следующие вопросы:

1. Доклад директора НТЦ «Интернавигация» Царева В.М. о ходе работ по Межгосударственной радионавигационной программе СНГ в 2004 году и планах на 2005 год.

Совет принял к сведению информацию о ходе выполнения работ в 2004 г., одобрил проект плана мероприятий на 2005 г. и решил утвердить проект плана, доработанный с учетом полученных замечаний, на очередном заседании.

Одобрены предложения секции НТС по военно-техническому сотрудничеству в области радионавигации о продолжении работ по поддержанию работоспособности и проведению модернизации станций Российско-Беларусско-Украинской объединенной радионавигационной системы в соответствии с Соглашением о дальнем радионавигационном обеспечении в Содружестве Независимых Государств от 12 марта 1993 г., а также основные направления сотрудничества военных ведомств государств СНГ в области радионавигации.

2. В связи с окончанием в 2005 г. срока действия утвержденной Межгосударственной радионавигационной программы СНГ и необходимостью обеспечения дальнейшего сотрудничества государств СНГ в области радионавигации одобрено предложение НТЦ «Интернавигация» о разработке проекта указанной программы на 2006-2015 г.г. и представлении его для рассмотрения на очередном заседании Совета.

Совет одобрил отчет председателя Совета Демьяненко А.В. «О деятельности Межгосударственного совета «Радионавигация» по выполнению Межгосударственной радионавигационной программы СНГ на 2001-2005 г.г.» и решил направить его в Исполнительный комитет СНГ для последующего рассмотрения на заседании Экономического совета СНГ.

3. Совет заслушал информацию о проведении в Российской Федерации работ по созданию информационной радиоволновой системы краткосрочного прогнозирования землетрясений с использованием радионавигационных систем наземного и космического базирования, отметил важное значение этой проблемы и решил включить в План мероприятий, намеченных Советом на 2005 г., выполнение НИР по исследованию пространственных характеристик сейсмоопасных областей на

территории СНГ и определению требуемой инфраструктуры для краткосрочного выявления предвестников землетрясений.

4. Совет заслушал информацию о создании радиоохранных комплексов с использованием навигационно-информационных систем, отметил, что в настоящее время создание комплексных систем оперативного определения местоположения объектов, защиты автотранспортных средств и личности является актуальной задачей, и решил включить создание указанных комплексных систем в приоритетные направления деятельности Межгосударственного совета «Радионавигация».

5. Совет принял решение об уточнении состава ревизионной комиссии Межгосударственного совета «Радионавигация».

6. Совет заслушал и принял к сведению информацию директора НТЦ «Интернавигация» Царева В.М. об итогах 13-го заседания Совета Дальневосточной радионавигационной службы, о ходе создания на базе ТК-363 «Радионавигация» (Россия) Межгосударственного технического комитета по стандартизации в области радионавигации, а также об итогах рабочих встреч экспертов Республики Беларусь и Российской Федерации в рамках деятельности Белорусско-Российской межправительственной комиссии по военно-техническому сотрудничеству.

7. Совет решил заслушать на очередном заседании информацию о деятельности Межгосударственной финансово-промышленной группы «Интернавигация».

Была отмечена большая работа, проведенная рабочим органом Совета – НТЦ «Интернавигация» и его секретариатом по организации и проведению заседания Совета.

Очередное заседание Межгосударственного совета «Радионавигация» намечено провести во II квартале 2005 г. в г. Баку.

*В Российском общественном институте навигации*

30 ноября 2004 г. в помещении ГОС НИИ «Аэронавигация» состоялось заседание Секции воздушного транспорта РОИН совместно с заседанием семинара «Летная эксплуатация воздушных судов» под руководством профессора, доктора технических наук Белгородского С.Л. с повесткой дня:

Доклад Корчагина В.А. (Госкорпорация по ОрВД), Иовенко Ю.А. (ГОС НИИ «Аэронавигация») «Итоги совещания группы экспертов ИКАО по аэронавигационным системам».

Доклад Фалькова Э.Я., Лалетина С.Г. (ГОС НИИ АС) «Обзор деятельности специального комитета RTCA SC-193 и рабочей группы EUROCAE WG-44 в области картографической информации по аэродрому, искусственным препятствиям, земному рельефу и стандартам обмена данными».

Доклад Ройзензона А.Л. (ГОС НИИ «Аэронавигация») «Проблемы выявления, ограничения и учета препятствий в районе аэродрома».

По первому вопросу Иовенко Ю.А. доложил о деятельности экспертов России на прошедшем в ноябре 2004 года совещании группы экспертов ИКАО по аэронавигационным системам, рассмотревшем ряд актуальных вопросов развития средств аэронавигации, в том числе: комплексирование радионавигационных и инерциальных систем; стандартизация характеристик глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС), новые сигналы (L2, L3 ГЛОНАСС) и системы (Галилео); возможности обеспечения посадки воздушных судов (ВС) по информации ГНСС и их функциональных дополнений в условиях II и III категорий ИКАО; продолжение стандартизации характеристик систем VOR/DME, MLS, ILS; комбинированный приемник ГЛОНАСС/GPS/Галилео; защита спектров РНС и др.

По второму вопросу выступил представитель ГОС НИИ АС Лалетин С.Г. с сообщением о работе комитета SC-193 RTCA и рабочей группы WG-44 EUROCAE в области стандартизации процедур, связанных с использованием картографической информации в районе аэродрома, информации по искусственным препятствиям и земному рельефу, а также при обмене данными.

По третьему вопросу был заслушан доклад Ройзензона А.Л., посвященный работам ГОС НИИ «Аэронавигация» в части обеспечения неточного захода на посадку ВС при использовании информации ГНСС, которые проводятся совместно со специалистами в области геодезии и картографии.

На заседании были также заслушаны сообщения представителя НИИ микроэлектронной аппаратуры «Прогресс» Пучкова В.А. о комбинированном приемнике ГЛОНАСС/GPS и представителя КБ «НАВИС» Лесина А.К. о модуле аналогичного назначения БМ-2002.

Материалы XIII сессии Совета Дальневосточной  
радионавигационной службы ФЕРНС

**Перспективы развития РНС «Чайка»  
в Российской Федерации в XXI веке**

*Писарев С.Б.*

**Введение**

В последние годы будущее радионавигационных систем (РНС) дальнего действия «Лоран»/«Чайка» широко обсуждалось во всем мире. Это, прежде всего, обусловлено таким общеизвестным фактором, как уязвимость спутниковых навигационных систем (СНС) к воздействию непреднамеренных и преднамеренных помех. Российские специалисты придерживаются мнения, что РНС «Чайка» должна рассматриваться не как резервная система для глобальных спутниковых навигационных систем (ГНСС), а как компонент интегрированной радионавигационной службы, включающей все доступные радионавигационные системы и средства для обеспечения широкого круга пользователей высоконадежной координатно-временной информацией. Такой подход приобретает особое значение для областей применения, критичных с точки зрения безопасности – таких, например, как посадка самолетов, заход в порт морских и речных судов и синхронизация телекоммуникационных сетей. Эта концепция была разработана в начале 90-х годов специалистами Российского института радионавигации и времени - ведущей российской организацией в области разработки, изготовления и ввода в эксплуатацию систем и средств дальней радионавигации, частотно-временных систем и средств для различных комплексов с космическим и наземным базированием, а также аппаратуры пользователей для всех функционирующих РНС.

**Современное состояние РНС «Чайка»**

В настоящее время в состав РНС «Чайка» входят Европейская цепь, Северная цепь и Дальневосточная цепь (рис. 1), находящиеся в оперативном управлении Министерства обороны РФ. Соответственно, перспективы развития РНС «Чайка» определяются планами этого министерства, Федеральной целевой программой «Глобальная навигационная система», Российским радионавигационным планом и международными соглашениями Российской Федерации.

Существует ряд межправительственных соглашений по созданию и эксплуатации международных систем «Лоран»/«Чайка»: Российско-Норвежское соглашение, четырехстороннее соглашение между правительствами Российской Федерации, Китайской Народной Республики, Республики Корея и Японии по

созданию Дальневосточной радионавигационной службы и др. С 1995 г. находится в эксплуатации Российско-Американская система «Лоран»/«Чайка».

#### **Исходные положения**

Планы дальнейшего развития РНС «Чайка» основываются на следующих соображениях, связанных с потенциальными возможностями систем «Лоран»/«Чайка».

- Необходимость уменьшить уязвимость ГНСС к воздействию непреднамеренных и преднамеренных помех требует создания и использования интегрированной радионавигационной службы. Одним из наиболее важных компонентов такой службы являются РНС дальней навигации «Лоран»/«Чайка».
- Развитая инфраструктура: в настоящее время в мире имеется 78 стационарных передающих станций импульсно-фазовых РНС.
- Возможное расширение рабочих зон функционирующих систем без дополнительного строительства новых станций благодаря созданию совместных (международных) цепей.
- Возможность передачи не только дифференциальных поправок и информации о целостности спутниковых систем, но и других оперативных данных: команд управления, штормовых предупреждений и пр. без значительного ущерба для навигации и на дальние расстояния (вплоть до 1000 км).
- Высокая помехоустойчивость, обусловленная большой мощностью сигнала.
- Надежное определение места в условиях городской застройки и лесистой местности благодаря использованию рабочей частоты 100 кГц, которая существенно меньше рабочей частоты СНС.

Вышеприведенные соображения открывают широкие перспективы для использования РНС «Чайка» в интересах гражданских и международных пользователей.

#### **Два направления развития**

Подготовка и принятие правительственных решений для придания РНС «Чайка» статуса системы двойного назначения предусматривают:

- постоянное и бесплатное предоставление навигационного обслуживания на основе РНС «Чайка» любым пользователям;
- протокол информационного обмена РНС «Чайка»;
- стандарт на передачу поправок для ГНСС.

Модернизация, совершенствование и развитие РНС «Чайка» предусматривают такие мероприятия, как:

- модернизация устаревшего оборудования;
- передача дифференциальных поправок с использованием сигналов РНС «Чайка»;
- работа передающих станций РНС «Чайка» в шкале времени ГНСС;
- создание совместных цепей «Лоран»/«Чайка»;

- разработка недорогих приемников «Чайка»/«Лоран-С» и интегрированных приемников «Чайка»/«Лоран-С»/ГНСС для массового производства.

#### **Исследования и разработки**

В настоящее время проводятся исследования и разработки, в рамках которых:

- создается информационная система для координатно-временного обеспечения на основе интеграции радионавигационных полей РНС «Чайка» нового поколения и ГНСС;
- модернизируется оборудование контрольно-корректирующих станций Европейской, Северной и Дальневосточной цепей РНС «Чайка»;
- на базе трех передающих станций Европейской цепи РНС «Чайка» (в Карачеве, Сызрани и Петрозаводске) разрабатывается интегрированная дифференциальная подсистема ГНСС;
- в 2005 г. должен быть завершен проект по разработке интегрированного приемника, работающего по сигналам GPS/ГЛОНАСС, «Лоран»/«Чайка», морских средневолновых радиомаяков, и соответствующей аппаратуры пользователей для авиационных применений.

В рамках данных работ будут разрабатываться такие средства, как передающая станция РНС «Чайка», комплекс аппаратуры управления и синхронизации (КАУС) (рис. 2), пункт мониторинга радионавигационных полей, региональные и локальные контрольно-корректирующие станции ГНСС.

К настоящему времени был изготовлен и успешно прошел все испытания опытный образец КАУС, разработаны и изготовлены опытные образцы контрольно-корректирующей станции.

Наряду с такими традиционными функциями, как синхронизация ведомых станций системы по сигналу ведущей станции и управление передатчиком, КАУС позволяет решать следующие задачи, необходимые для создания интегрированной радионавигационной службы:

- синхронизация излучения передающих станций по сигналам ГНСС с точностью порядка 40 нс;
- дискретная модуляция временного положения последних шести импульсов радионавигационного пакета для передачи поправок и других оперативных данных в формате, аналогичном используемому в системе Еврофикс;
- блинкирование двумя первыми импульсами навигационного пакета при нарушении нормальной работы передающей станции или системы в целом;
- входящий в состав КАУС датчик поправок обеспечивает корректирующие данные для значений квазидальности с погрешностью, не превышающей 0,5 м, и скорости изменения квазидальности с погрешностью не более 0,1 м/с.

Модернизация осуществляется поэтапно. На первом этапе (до 2006 г.) на передающих станциях будут установлены модернизированные КАУС и новые

полупроводниковые генераторы импульсов поджига для металло-керамических тиратронов большой мощности. В течение последующих этапов планируется заменить металло-керамические тиратроны полупроводниковыми коммутаторами, имеющими значительно больший срок службы.

Структурная схема модернизированной передающей станции РНС «Чайка» приведена на рис. 3.

Таким образом, к 2007 г. российская РНС «Чайка» будет модернизирована. Будет создана интегрированная служба «Чайка»/ГНСС на основе станций с наземным базированием Европейской, Северной и Дальневосточной цепей РНС «Чайка» и спутниковых систем ГЛОНАСС/GPS.

Модернизированная аппаратура управления и синхронизации на станциях РНС «Чайка» позволит определять дифференциальные поправки для пользователей ГНСС и передавать их пользователям, у которых есть интегрированный приемник, по каналу РНС «Чайка» путем модуляции временного положения последних шести импульсов навигационного пакета с помощью кода Рида-Соломона. Испытания разработанной аппаратуры управления и синхронизации, проведенные на станциях Северной цепи РНС «Чайка», подтвердили ее точностные параметры, а также эффективность информационного канала, в том числе для передачи дифференциальных поправок. Расчетные зоны приема дифференциальных поправок от станций Европейской, Северной и Дальневосточной цепей РНС «Чайка» приведены на рис. 4.

Модернизированное оборудование наземных станций позволит создавать совместные навигационные цепи «Лоран»/«Чайка». При этом форма импульсов сигналов, передаваемых в РНС «Чайка», останется прежней, в то время как в совместной цепи она станет ближе к форме импульсов РНС «Лоран-С».

#### **Выводы**

Российская Федерация рассматривает РНС «Чайка» как важный компонент интегрированной радионавигационной службы. Российская Федерация планирует поддерживать работу и совершенствование РНС «Чайка» до 2015 г.

Дальнейшее функционирование РНС «Чайка» в качестве части интегрированной радионавигационной службы и компонента международных радионавигационных систем требует присвоения ей статуса системы двойного назначения.

Необходимо начать разработку международного стандарта на передачу поправок к ГНСС по каналам «Лоран»/«Чайка».

Значительную поддержку в обеспечении будущего этих систем могут оказать документы ИМО и ИКАО по бортовому оборудованию систем «Лоран»/«Чайка».

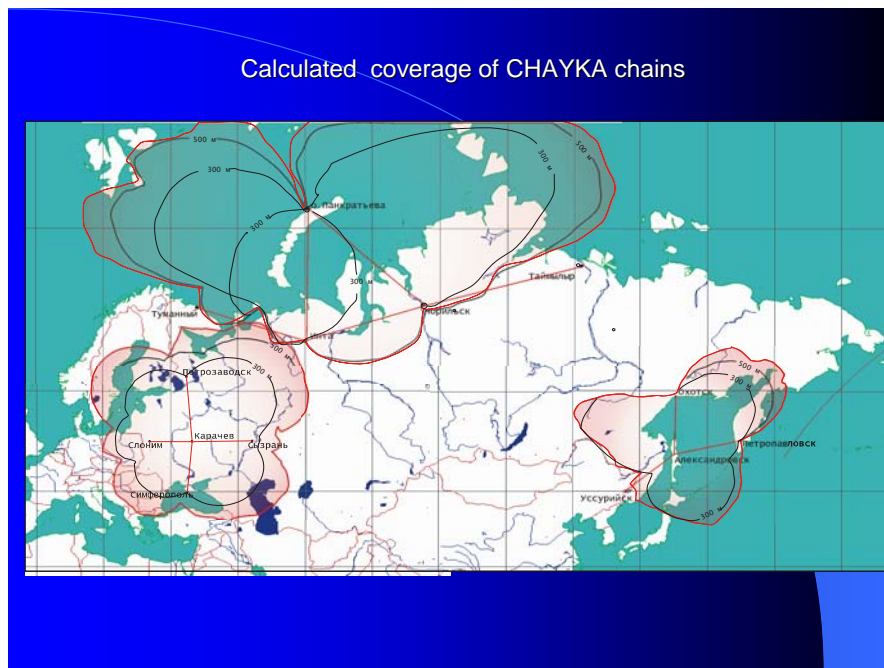


Рис. 1. Расчетные рабочие зоны РНС «Чайка»



Рис. 2. Модернизированный комплекс аппаратуры управления и синхронизации (КАУС)



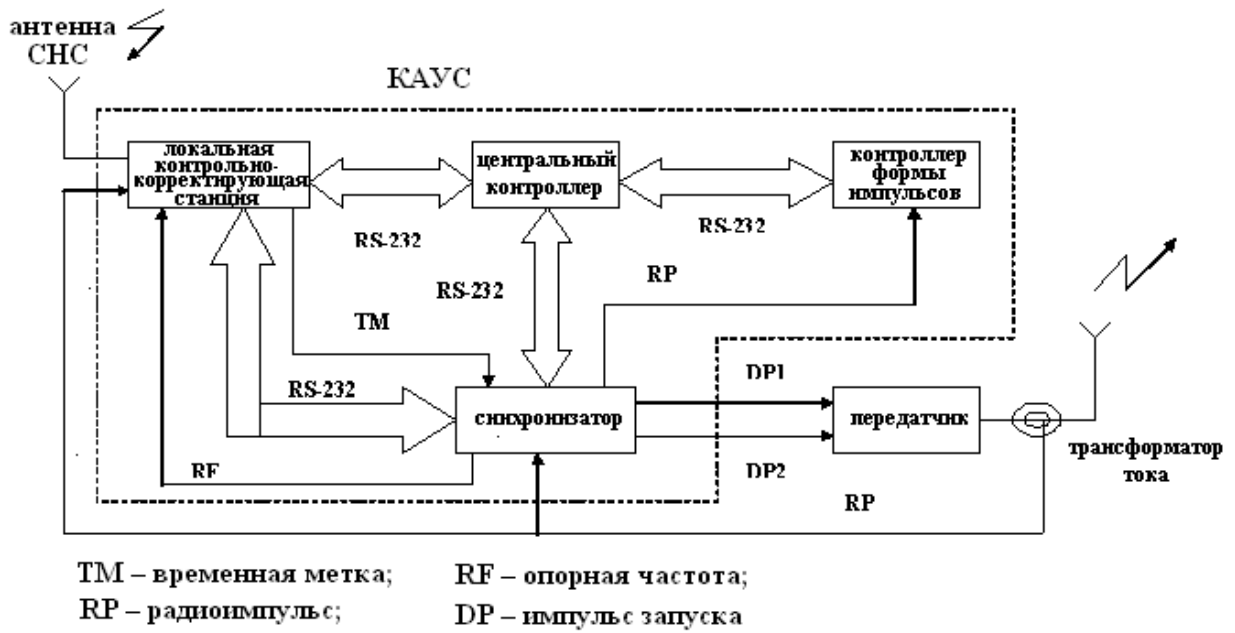


Рис. 3. Структурная схема модернизированной станции РНС «Чайка»

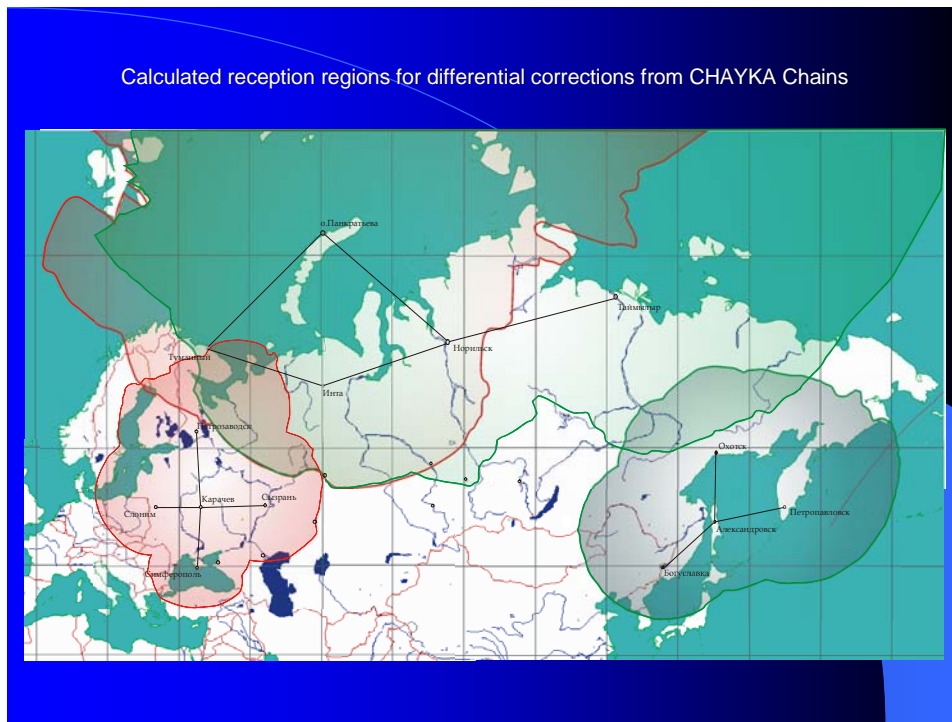


Рис. 4. Расчетные зоны приема дифференциальных поправок от станций цепей РНС «Чайка»

## **Проблемы и перспективы развития морской дифференциальной подсистемы ГНСС ГЛОНАСС/GPS**

*Баринов С.П.<sup>1</sup>*

Наиболее перспективным средством обеспечения безопасности мореплавания в прибрежных водах и при промышленном освоении морского шельфа признаны дифференциальные подсистемы глобальных спутниковых навигационных систем (ДГНСС). В отдельных случаях они являются единственным средством навигации, обеспечивающим необходимую точность определения места при проведении гидрографических работ и иных морских инженерных изысканий. При этом для оценки достоверности координат места и предотвращения возможных сбоев систем навигации предусматривается использование двух независимых комплектов судовой аппаратуры потребителей, основного и резервного, работающих по двум независимым станциям ДГНСС. В ряде случаев, например, при работах в восточной части Балтийского моря, эти станции могут иметь разную национальную принадлежность. Поэтому важнейшим фактором, определяющим корректность применения ДГНСС в тех или иных работах, является статус данного оборудования.

В соответствии с «Частотным планом 2001 года для Европейской морской зоны в полосе 283.5 – 315.0 кГц» в этом регионе функционирует или планируется к развертыванию 148 станций ДГНСС. Однако лишь единицы из них введены национальными администрациями в штатную эксплуатацию, т.е. государствами даны гарантии безупречного функционирования станций. Это объясняется тем, что в настоящее время нет четких международных стандартов, регламентирующих нормативы и параметры применительно к ДГНСС. Ряд Рекомендаций Международной Ассоциации маячных служб (МАМС), изданных в последние годы и содержащих общие требования к ДГНСС, не носят обязательный характер. В настоящее время Радионавигационный комитет МАМС ведет работу по совершенствованию нормативной базы, касающейся данной проблематики, однако национальные администрации вправе инициировать предложения, способствующие формированию вышеуказанных стандартов. Международное признание данных стандартов и гарантии государств относительно их реализации в национальных станциях будут обеспечивать большую степень доверия при межнациональном использовании этих высокоточных средств. Учитывая важность «человеческого фактора» в производственной деятельности, представляется необходимым регламентировать и эту сторону технологического процесса. Станции ДГНСС являются технически сложным и дорогостоящим оборудованием, требуют квалифицированного, грамотного

---

<sup>1</sup> Баринов С.П. – начальник отдела ГНИНГИ МО РФ

обслуживания. В случае нештатных ситуаций дежурный персонал должен уметь оперативно оценить обстановку и принять правильное решение на изменение режимов работы станции. В противном случае могут быть созданы предпосылки к навигационным авариям и происшествиям. Отработать правильные действия операторов станций возможно лишь при наличии системы тренажерной подготовки обслуживающего персонала наземного оборудования ДГНСС.

Исходя из этого, требования стандартов к ДГНСС должны содержать следующие разделы:

- организация Службы ДГНСС;
- оборудование ДГНСС;
- система обучения персонала ДГНСС.

Раздел «Организация Службы ДГНСС» должен фиксировать основные принципы государственного управления данными объектами:

- некоммерческий характер;
- кадровая и финансовая поддержка;
- распределение сфер ответственности между юридическими лицами, эксплуатирующими оборудование ДГНСС, и юридическими лицами, представляющими интересы потребителей этого оборудования;
- государственные гарантии безупречного функционирования национальных станций ДГНСС.

Раздел «Оборудование ДГНСС» должен содержать минимальные требования к составу, техническим характеристикам, форматам передачи информации и интерфейсам станций ДГНСС, выполнение которых обязательно для международного признания полноценности данного оборудования.

Раздел «Система подготовки персонала ДГНСС» должен фиксировать обязательные требования по содержанию Программы подготовки радиооператоров ДГНСС и порядку сертификации персонала по окончании его обучения.

Главное управление навигации и океанографии Министерства обороны РФ (ГУНиО МО РФ) в настоящее время формирует проекты национальных нормативных документов по всем трем вышеуказанным направлениям, которые могут быть приняты за основу при разработке международных стандартов.

Планы развития отечественных дифференциальных подсистем в интересах морских потребителей нашли отражение в Федеральной целевой программе «Глобальная навигационная система», утвержденной постановлением Правительства Российской Федерации № 587 от 20.08.01 г. В соответствии с этой Программой на базе морских радиомаяков, расположенных на побережье России, должно быть развернуто более 30 контрольно-корректирующих станций (ККС). Реализация данных планов предполагает проведение ряда взаимосвязанных организационных и технических мероприятий, включающих разработку аппаратуры ККС и нормативно-правовой базы

ее использования. В настоящее время в Военно-Морском флоте ведется работа по созданию специальной Службы морской дифференциальной подсистемы ГНСС (МДПС), подчиненной Главному управлению навигации и океанографии МО РФ. С утверждением предложений по организации Службы будут формироваться соответствующие подразделения на Северном, Тихоокеанском, Балтийском и Черноморских флотах по мере ввода на них ККС.

В своей деятельности по данному направлению ГУНиО МО РФ тесно сотрудничает с такими организациями Министерства транспорта России, как ФГУП «Морсвязьспутник», Государственное унитарное Гидрографическое предприятие и морские администрации портов. В 1998 – 2002 годах в ходе совместной работы ГУНиО МО РФ, ФГУП «Морсвязьспутник» и научно-исследовательских подразделений этих организаций выполнен ряд экспериментальных исследований и разработаны руководящие документы, регламентирующие применение МДПС на флоте. В частности, подготовлены:

- Положение по взаимодействию Министерства обороны и Министерства транспорта РФ при создании и использовании морской дифференциальной подсистемы глобальных навигационных спутниковых систем в Российской Федерации
- Проект Государственного стандарта «Морская дифференциальная подсистема ГНСС ГЛОНАСС/GPS. Формат передачи корректирующей информации»
- Техничко-эксплуатационные требования и отраслевые стандарты на морскую дифференциальную подсистему ГНСС ГЛОНАСС/GPS.

Результатом совместных усилий явился выход Распоряжения Правительства Российской Федерации № 1363-р от 28.09.2000 г. о вводе с 1 января 2001 года в опытную эксплуатацию ККС на маяке Шепелевский.

Данная станция, формирующая поправки к системам ГЛОНАСС и GPS, призвана обеспечить безопасность судоходства на акваториях Финского залива, Ладожского озера и прилегающих внутренних водных путях в зоне действия радиусом 250 км. Результаты межведомственных испытаний показали, что отечественное оборудование этой ККС полностью соответствует международным и национальным требованиям и может быть использовано для достижения безопасности мореплавания и навигационно-гидрографического обеспечения ВМФ.

Аналогичные станции развернуты и планируются к вводу в эксплуатацию на российском побережье Черного и Азовского морей. Их функционирование даст возможность повысить точность морской навигации на подходах к портам Новороссийск, Таганрог, Туапсе, Ростов-на-Дону и во всех территориальных водах России в этом регионе. В 2003 г. испытано оборудование станции МДПС, установленной вблизи порта Астрахань (Каспийское море). В июне с.г.

межведомственная комиссия провела рекогносцировку на побережье Баренцева моря для подготовки размещения объектов МДПС в этом регионе.

В настоящее время выполнены пуско-наладочные работы оборудования морской дифференциальной подсистемы Белого моря. Межведомственные испытания этой МДПС предполагается провести в октябре 2004 г. Гидрографическое предприятие Министерства транспорта РФ активно ведет работу по размещению дифференциальных станций на арктическом побережье России. Рост числа этих объектов в стране делает актуальной задачу создания учебно-тренажерных центров по подготовке обслуживающего персонала МДПС.

Полное развертывание российской МДПС должно быть завершено к 2011 году. Ее функционирование даст возможность повысить безопасность мореплавания в прибрежных водах России и совместно со смежными станциями сопредельных стран позволит создать сплошное поле дифференциальных поправок в Европейской и Дальневосточной морских зонах.

Рис. 1. Морские службы ДГНСС России

Рис. 2. Структура службы ДГНСС

Рис. 3. Приемники ДГНСС, использованные в испытаниях

Научно-технические статьи, обзоры, рефераты

**Концепция создания глобальной службы обнаружения  
и идентификации крупномасштабных ионосферных  
возмущений на основе мониторинга полей  
радионавигационных систем дальнего действия  
с наземным и космическим базированием**

*Балов А.В., Жолнеров В.С., Зарубин С.П., Кабиров А.И., Писарев С.Б.,  
Семенов Г.А., Шебшаевич Б.В., Царев В.М.*

В настоящее время для координатно-временного обеспечения потребителей различного класса наряду с радионавигационными системами (РНС) космического базирования (СРНС ГЛОНАСС и GPS) продолжают использоваться и РНС с наземным базированием, работающие в диапазонах НЧ (импульсно-фазовые РНС «Чайка», «Лоран-С») и ОНЧ (фазовая РНС «Маршрут»). Несмотря на меньшую точность определения места по сравнению с СРНС, они обладают более высокой доступностью в пересеченной местности, в лесу, в области высоких широт; позволяют определяться под водой и над льдом; обеспечивают связной канал для передачи дифференциальных поправок СРНС и другой контрольно-корректирующей информации [1, 2, 3, 4], требуют сравнительно небольших финансовых затрат на поддержание навигационного поля и тем самым существенно дополняют СРНС в навигационном обеспечении.

В последнее время активно происходит поиск альтернативных путей использования радиополей этих систем [5, 6, 7], включая возможности обнаружения крупномасштабных ионосферных возмущений (КИВ) [5], краткосрочных предвестников землетрясений [7, 15] и определения скорости ветра [6].

КИВ существенно влияют на точность и надежность радионавигационных систем в широком диапазоне частот, приводят к сокращению зон действия РНС с наземным базированием, нарушают работу линий связи и т.д.

Возможность использования фазовых РНС диапазона ОНЧ для выработки навигационных предупреждений потребителей в периоды КИВ известна давно, однако совместный мониторинг навигационных полей наземных и космических РНС, развитая инфраструктура РНС, привязка с высокой точностью шкал времени всех систем к единой шкале, учет пространственно-временных характеристик КИВ и вызываемых ими характерных аномалий параметров навигационных сигналов, коррелированность КИВ с аномалиями измерений в широком диапазоне частот позволяют не только надежно обнаруживать КИВ, но и идентифицировать их, а созданные на базе наземных РНС связные каналы позволяют оповестить пользователей о наличии события.

Материалы для физического обоснования и экспериментального подтверждения возможности создания глобальной службы обнаружения КИВ на основе мониторинга навигационных полей РНС дальнего действия с наземным и космическим базированием содержатся в работах [7-15].

К основным типам КИВ относят внезапные ионосферные возмущения (ВИВ), солнечные протонные события (СПС), которые имеют и другое наименование – события типа поглощения в полярной шапке (ППШ), магнитосферные (мировые магнитные) бури (МБ) и зимнюю аномалию – авроральные суббури (ЗА). События типов ВИВ и СПС всегда связаны со вспышечной активностью Солнца. Во время вспышки излучается радиация двух типов: в виде электромагнитных волн, которые вызывают повышенную ионизацию в слое Д ионосферы на высотах 50...70 км над поверхностью Земли, и в виде частиц, которые из-за меньших скоростей достигают поверхности Земли с большим запаздыванием, чем электромагнитные волны, и дают начало запаздывающим эффектам типа СПС, почти полностью нарушая структуру ионосферы. Условием развития МБ является вторжение высокоэнергичных электронов в зону полярных сияний.

Экспериментально-теоретические исследования фазовых аномалий в диапазоне ОНЧ позволили создать модели изменения профиля электронной концентрации в Д-области ионосферы [7] и, соответственно, модель понижения  $\Delta h$  при КИВ эффективной (?) высоты волновода Земля – ионосфера  $\Delta h(t)$ , в котором распространяются ОНЧ [9]:

при ВИВ ( $\Delta h_{\max} \sim 15$  км)

$$\Delta h(t) = a \ln(1 + bX(t))(1,52 + \cos \chi(t)), \quad (1)$$

где  $X(t)$  - плотность потока энергии рентгеновского излучения, Вт/см<sup>2</sup>;

$\chi(t)$  - зенитное расстояние Солнца, град.;

$t$  - время московское, ч;

$a, b$  - константы, зависящие от геомагнитной широты  $\varphi_m$  и времени года;

при СПС (уменьшение эффективной высоты полярной ионосферы до 40...50 км [6])

$$\Delta h(t) = (1 - g(\chi(t))(1,9 \ln P(t) - 1) + g(\chi(t))(1,8 \ln P(t) + 7), \quad (2)$$

где  $P(t)$  - плотность потока протонов, см<sup>-2</sup> с<sup>-1</sup>;

$g(\chi(t))$  - суточная функция, определяющая зависимость эффективной высоты волновода от освещенности.

Возмущения типа СПС происходят в полярной области и имеют нижнюю границу для  $\varphi_m$ :

$\varphi_m = 65,2^0 + 0,035^0 D_{st}$  - в восстановительной фазе;

$\varphi_m = 60,4^0 + 0,027^0 D_{st}$  - в главной фазе;

$D_{st}$  - индекс магнитной активности, нТ;



при МБ ( $\Delta h_{\max} \sim 8$  км)

$$\Delta h(t) = S_1 S_2 S_3(t) S_4(t), \quad (3)$$

где  $S_1 = D_{st}$ ;

$$S_2 = f(\varphi_m) = \begin{cases} 0,012(\varphi_m - 40^0), & \text{если } \varphi_m = 40^0 \dots 50^0; \\ 0,012 & , \text{если } \varphi_m = 50^0 \dots 60^0. \end{cases}$$

$S_3(t)$  - компонент, определяющий зависимость изменения эффективной высоты от сезона года;

$$S_3(t) = \begin{cases} 0, & \text{июнь, июль;} \\ 0,25, & \text{май, август;} \\ 0,5, & \text{апрель, сентябрь;} \\ 0,75, & \text{март, октябрь, ноябрь, декабрь;} \\ 1,0, & \text{январь, февраль.} \end{cases}$$

$$S_4(t) = f(\chi(t)) = \begin{cases} 0,5, & \text{если } \chi(t) \leq 85^0; \\ 0,75, & \text{если } 85^0 < \chi(t) < 98^0; \\ 1,0, & \text{если } \chi(t) \geq 98^0. \end{cases}$$

Понижение эффективной высоты волноводного канала приводит к увеличению затухания сигнала и изменению фазовой скорости распространения волн.

Скорости изменения затухания и дополнительного фазового набега сигнала частоты 10 кГц на 1 км изменения эффективной высоты волновода Земля - ионосфера на трассе средней протяженности в 7,0 Мм составляют  $\sim 1,0$  дБ/км и  $\sim 11$  град/км, соответственно [12].

Для иллюстрации ограничимся рассмотрением типичных проявлений ВИБ и СПС. Проявления ВИБ, связанные с солнечными вспышками, при которых излучается энергия в ультрафиолетовой и рентгеновской областях спектра (0,1 – 0,8 нм) в вариациях фазы диапазона ОНЧ, показаны на рис. 1. Поскольку энергия вспышки распространяется со скоростью света, время возникновения вызываемых ею возмущений совпадает со временем начала вспышки.

Типичное влияние выброса протонов (СПС), происшедшего в период с 19.10.89 по 21.10.89 г., на вариации фазы сигнала частоты 14,9 кГц на трассе распространения Комсомольск-на-Амуре - С-Петербург, приведено на рис. 2.

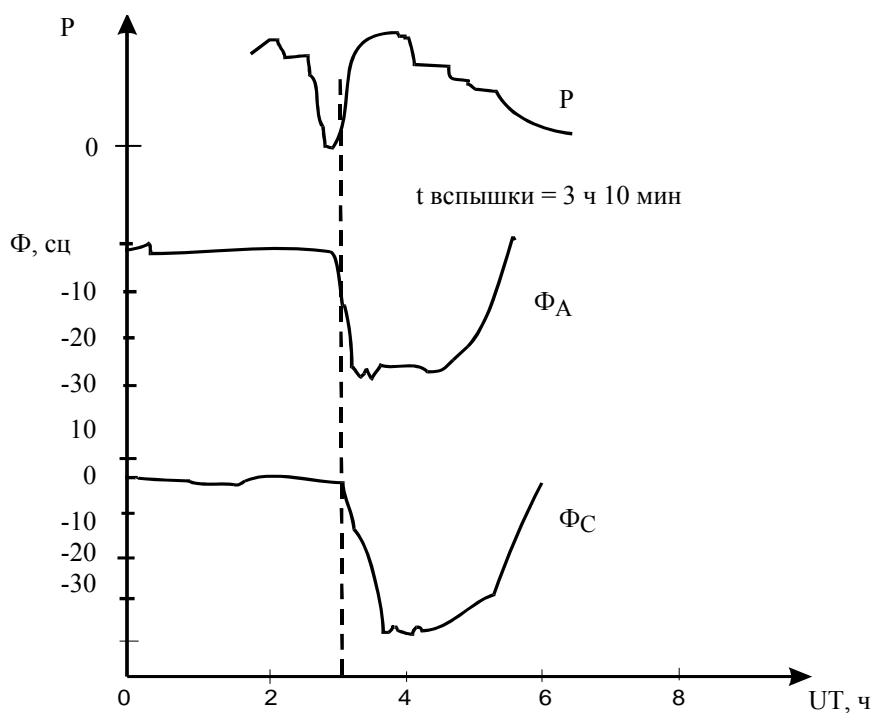


Рис. 1. Вариации фаз ( $\Phi$ ) во время ВИБ на трассах от станций А и С (системы ФРНС «Омега») до п. Инубо (Япония) ( $P$  - плотность потока рентгеновских лучей)

А, дБ  $\Phi$ , сц

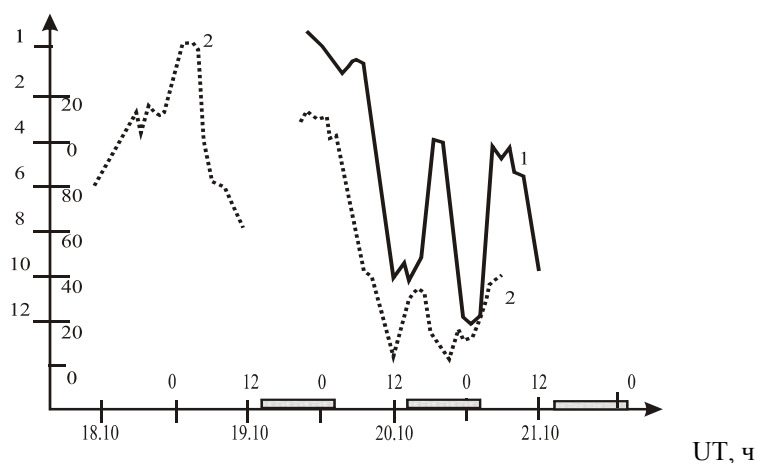


Рис. 2. Солнечное протонное событие 19.10.89 – 21.10.1989:

- 1 - временные вариации риометрического поглощения А на о. Диксон;
- 2 - фазовые задержки  $\Phi$  на СДВ радиотрассе Комсомольск-на-Амуре – Санкт-Петербург

Статистический анализ интенсивности риометрического поглощения и аномалий фазовых измерений [13] показывает сильную корреляцию этих событий, что предопределяет сравнительную простоту обнаружения СПС, а величина аномальных вариаций фазы позволяет их идентифицировать и определить интенсивность.

В РНС диапазона НЧ («Лоран-С», «Чайка») для навигационных определений используется земная (поверхностная) волна. Одним из факторов, ограничивающих дальность приема сигналов, является наложение на земную волну отраженной от нижней ионосферы (Д-слоя). Дополнительную (относительно земной волны) задержку  $\Delta\tau$  ионосферной волны можно, используя [14], приближенно вычислить по формуле:

$$\Delta\tau \approx \frac{1}{V_0} \left[ \frac{2h^2}{R} + \frac{h}{2a} \left( 1 - \frac{2h^2}{R} \right) \right] - \tau_{\text{дон}}(\sigma, \varepsilon, R), \quad (4)$$

где  $h$  - эффективная высота ионосферы;

$R$  - протяженность трассы;

$V_0$  - скорость распространения сигнала;

$a$  - радиус Земли;

$\tau_{\text{дон}}$  - поправка на распространение радиоволн, обусловленная влиянием параметров земной поверхности  $\sigma$  и  $\varepsilon$ , величина которой в полярной области (вечная мерзлота, лед и т.д.) может достигать значений в 7 мкс на трассе длиной 1000 км;

$\sigma$  - проводимость;

$\varepsilon$  - относительная диэлектрическая проницаемость.

При понижении ионосферы при КИВ в полярной области до высоты 50 км [10]  $\Delta\tau$  составляет примерно 23...25 мкс при  $R=1000$  км,  $V_0 = 3 \cdot 10^5$  км/с и  $\tau_{\text{дон}}=7$  мкс, т.е. искажение фронта огибающей будет происходить ближе к началу результирующего импульса. Сравнительный анализ форм сигналов в невозмущенных и возмущенных условиях позволяет обнаружить наличие КИВ.

При распространении сигналов СРНС (дециметровые волны) ионосфера рассматривается как дисперсная среда, показатель преломления которой зависит от  $N_e$  – концентрации электронов вдоль трассы. Разность между измеренным и геометрическим расстоянием  $\Delta R$  (ионосферная рефракция) можно приближенно определить как [15]

$$\Delta R = -\frac{40,3}{f^2} \int N_e ds_0, \quad (5)$$

Интеграл  $\int N_e ds_0$  определяет суммарное количество электронов (Total Electron Content – ТЕС) вдоль пути между спутником и приемником. При ионосферных возмущениях величина ТЕС может увеличиваться на два порядка, что приводит к увеличению погрешности определения дальности до 50 м [14] и, соответственно, к обнаружению КИВ.

Из изложенных выше соображений можно сделать вывод о возможности обнаружения КИВ при мониторинге навигационных полей. В качестве исходных данных, необходимых для организации работы по созданию глобальной службы обнаружения и идентификации КИВ, нужно на каждом контрольном пункте иметь каталоги измерений параметров сигналов всех РНС на периоды времени, значительно перекрывающие периоды проявления КИВ; априорные пороговые значения этих параметров, необходимые для выделения из общего массива данных тех измерений, которые относятся к возмущенным условиям; сведения о геофизической обстановке; критерии принятия решения о наличии КИВ; а также априорные сведения о пространственно-временном распределении КИВ и их интенсивностей и т.д.

Для оптимизации решения задачи обнаружения и идентификации КИВ большое значение имеет выбор места расположения контрольных пунктов. Обобщенный критерий их выбора строится с учетом наибольшей априорной вероятности проявления КИВ с максимальной интенсивностью, наличия возможно более протяженных участков трасс распространения в зоне проявления КИВ и возможно большего числа трасс распространения, пересекающих эту зону.

#### **Выводы**

1. Результаты экспериментально-теоретических исследований вариаций параметров сигналов РНС с наземным и космическим базированием в диапазонах ОНЧ и НЧ и дециметровом диапазоне убедительно свидетельствуют о возможности создания глобальной службы обнаружения и идентификации КИВ.
2. Достоинством предлагаемой службы является интеграция навигационных полей действующих РНС и существующей аппаратуры потребителей этих систем, которая по большей части является разработкой ОАО «РИРВ».
3. Возможность работы РНС дальнего действия с наземным базированием в режиме передачи командной и контрольно-корректирующей информации без заметного влияния на навигационные характеристики позволяет оперативно передавать полученную информацию о КИВ в центр сбора и обработки данных и потребителям.

#### **Литература**

1. G.W.A. Offermans, A.W.S. Helwig, D. van Willigen. The Eurofix Datalink Concept: Reliable Data Transmission Using LORAN-C.//Proceeding of the 25-th Annual Technical Symposium of the International LORAN Association, Can Diego, CA, November, 1996.
2. Terje H. Jorgensen. LORAN-C/Eurofix in Europe – status and future plan.//The 5-th Nordic Radio Conference (NORNA 99), 23-25 November 1999, Stockholm.
3. А.Д. Аргунов, С.Н. Малоков и др. Система передачи информации, использующая навигационный сигнал ИФРНС// Сб. трудов Третьей Международной конференции. «Планирование глобальной радионавигации», Москва; 9-11 окт.; 2000.
4. В.В. Боровский, С.П. Зарубин и др. Экспериментальная оценка эффективности дифференциальных поправок спутниковых навигационных систем, излучаемых опорной станцией ИФРНС «Чайка».// Научные технологии, № 5, 2003, т. 4.

5. С.Б. Болошин, А.И. Кабиров, С.Б. Писарев, Г.А. Семенов. Фазовая радионавигационная система диапазона СДВ. Возможности и перспективы. Навигация и гидрография, № 12, 2001.
6. Ю. Яатинен, Т. Саарнимо. Надежная система измерения ветра после прекращения эксплуатации системы «Омега»// Сб. трудов Второй Международной конференции «Планирование глобальной навигации», Москва, 24-26 июня 1997, т. 2.
7. Ю.П. Вербин, В.П. Кишук, Г.А. Семенов, С.Б. Болошин. К проблеме прогнозирования землетрясений по данным мониторинга естественных и антропогенных электромагнитных полей// Радионавигация и время, 1996, № 1, 2 (7).
8. O.A. Molchanov, M. Hayakawa, T. Ondch, E. Kawai. Precursory effects in the subionospheric VLF signals for the Kobe earthquake.// Physics of The Earth and Planetary Interiors 105(1998).
9. А.Б. Орлов, А.Е. Пронин, А.Н. Уваров. Моделирование профилей электронной концентрации нижней ионосферы по данным о распространении СДВ. Проблемы дифракции и распространения волн. Вып. 28. С-Пб., изд-во С-ПбГУ, 2000.
10. Г.А. Семенов, А.И. Кабиров, С.Б. Писарев. Алгоритм оценки аномальных вариаций фаз сигналов опорных станций РНС диапазона ОНЧ в периоды крупномасштабных ионосферных возмущений, обеспечивающий в реальном времени выбор сигналов для навигационных определений. Навигация и гидрография. № 13, 2002.
11. М.А. Геллер, Х. Волланд и др. Полярная верхняя атмосфера: Пер. с англ.// Под ред. Ч. Дири, Я. Халтета. – М.: Мир, 1983.
12. J.R. Wait. Electromagnetic waves in stratified media. Pergamon Press, 1962.
13. Ю.П. Вербин, Л.Н. Макарова, Г.А. Семенов, А.В. Широчков. Детектирование эффектов солнечных протонных событий по записям ОНЧ-фазы на высокоширотных трассах.// Геомагнетизм и аэронавигация, 1998, т. 38, № 1.
14. Ю.И. Никитенко, В.И. Быков, Ю.М. Устинов. Судовые радионавигационные системы. М. , Транспорт, 1992.
15. В. Hofmann-Wellenhof, H. Lichtenegger, J. Collins. Global Positioning System. Theory and Practice. Springer-Verlay, Wien, New-York, 1994.

## Особенности применения современных индивидуальных навигационных приборов в горно-таежной местности

(по опыту экспедиций в горных районах России)

*Мельников Ю.П., Мельников В.Ю.*

Разработка и появление в широкой продаже персональных приемников спутниковой навигации [1, 2] существенно облегчили определение координат в экспедиционных условиях. Вместе с тем, осталась достаточно большая область применений, особенно связанная с необходимостью использования карт местности, когда высокая точность современных навигационных приборов спутниковой навигации не может быть реализована. Прежде всего, это относится к работе с картами масштабов 1:200000 и мельче, или с картами, где возможны преднамеренные искажения [3], при работе на местности с небольшим количеством ориентиров («безориентирной»), в горно-таежной местности [4] и т.п.

### Задача выхода на контрольный пункт

Для количественной иллюстрации выигрыша от использования современных навигационных приборов рассмотрим типовую задачу, решаемую в ходе экспедиций, соревнований по спортивному ориентированию и др., – задачу выхода из одной точки с известными координатами в геометрическое место точек (зону объекта), удаленных от искомого объекта на определенное расстояние. Это геометрическое место точек может быть, например, кругом с радиусом, равным расстоянию визуальной видимости объекта, расположенного в его центре, квадратом и др. Внутри зоны, как правило, необходим допоиск, требующий дополнительного времени. Таким образом, зона, в которую обеспечивается выход при движении к контрольному пункту, может быть названа «зоной допоиска». Чем меньше величина зоны, тем меньше время допоиска. При отсутствии приборов точной навигации задача выхода в зону решается с помощью компаса и простейшего счисления пути – по количеству шагов или времени пути при известной скорости движения. Расстояние до объекта и азимут на него определяются по карте с помощью масштабной линейки и транспортира.

Погрешности определения координат при нормальном распределении ошибок оцениваются эллипсом рассеивания. Можно рассчитать вероятность попадания в определенную область. Например, для квадрата со сторонами  $2a$  и центром в точке расположения объекта эта вероятность равна

$$P_{\text{кв}} = \Phi\left(\frac{a}{\sigma_x \sqrt{2}}\right) \cdot \Phi\left(\frac{a}{\sigma_y \sqrt{2}}\right), \quad (1)$$

где  $\Phi(x) = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^x \exp(-t^2) dt$ .

Для рассматриваемого дальномерно-пеленгационного метода взаимно перпендикулярные полуоси этого эллипса равны

$$\sigma_x \approx D \sigma_a ; \quad \sigma_y \approx D \left( \frac{\sigma_d}{D} \right), \quad (2)$$

где  $D$  – расстояние от точки выхода до объекта;  $\sigma_a$  - среднеквадратическая погрешность измерения азимута,  $\sigma_d/D$  - относительная среднеквадратическая погрешность измерения дальности.

На рис. 1 показаны зависимости (1), построенные в относительных величинах  $a/\sigma_x$  и  $a/\sigma_y$ .

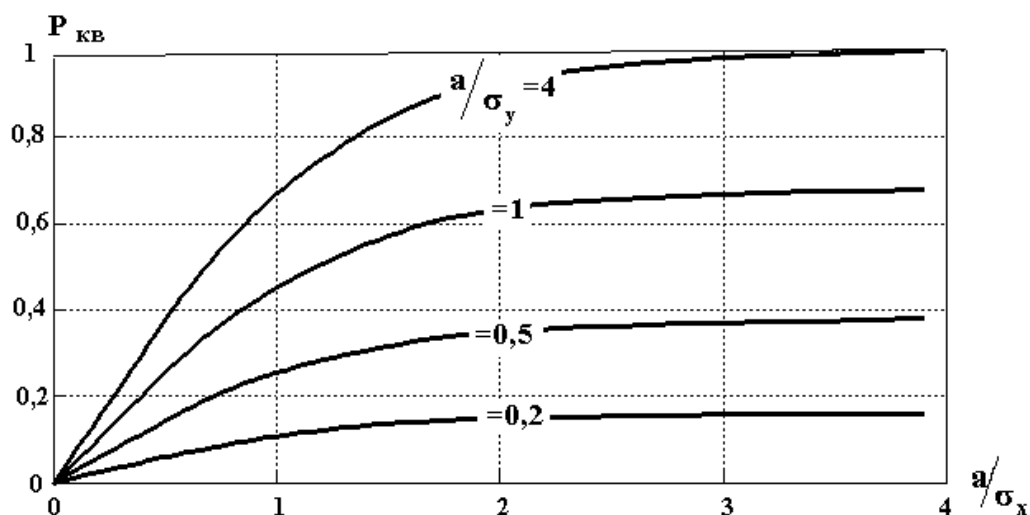


Рис.1. Вероятность выхода в зону видимости объекта в зависимости от погрешностей определения координат

Приведем численный пример. Ориентирование производится летним днем на местности в средней полосе России с небольшими холмами, покрытыми смешанным лесом с достаточно густым подлеском. Зона визуальной видимости контрольного пункта (объекта, на который необходимо выйти) представляет собой квадрат со стороной  $2a=20$  м. Азимут измеряется с помощью жидкостного компаса фирмы Freibergер Prezisionsmechanik, диаметр лимба  $2R=56$  мм, принятая среднеквадратическая погрешность  $\sim 2^0$ . Расстояние от предыдущего контрольного пункта  $D=1000$  м, измеряется по времени бега с относительной погрешностью  $\sim 5\%$ . Делается предположение, что погрешности карты, с которой сняты данные (направление на объект, и дальность до него) существенно меньше погрешностей измерений в процессе ориентирования. Расчет по соотношениям (1) и (2) дает значение вероятности выхода в зону видимости объекта  $\sim 0,04$ , что недопустимо мало.

Увеличение зоны, например, вдвое до величины 40 x 40 м, повышает эту вероятность до ~0,13. Однако, при этом площадь зоны, подлежащая обследованию на предмет наличия в ней контрольного пункта, увеличивается вчетверо, что эквивалентно учетверению временных затрат.

Наличие в поисковой группе современного прибора спутниковой навигации, например, типа E Trex Legend/Venture, имеющего среднеквадратическую погрешность измерения плановых координат порядка 10 м, позволяет решить описанную выше задачу «выхода в зону» с размерами 20 x 20 м с вероятностью порядка 0,5, а для зоны с размерами 40 x 40 м – с вероятностью ~0,9. При использовании дифференциального режима определения координат, когда погрешности уменьшаются примерно на порядок [1], [2], описанная «задача выхода» для оговоренных выше исходных данных решается достоверно, более того, размеры зоны достоверного выхода могут быть уменьшены до величины порядка 5 м.

Заметим, что одним из условий приведенного расчета являлось предположение о пренебрежимо малом влиянии погрешностей, вносимых процедурой переноса координат контрольных точек с карты. Эти погрешности зависят от типа карты, ее назначения, масштаба и др. Для карт масштаба 1:200000 общего применения погрешность, вносимая процедурой переноса координат с карты и обратно, достигает величины порядка 200 м. На соревнованиях по спортивному ориентированию обычно используют карты более крупного масштаба (в 5...20 раз крупнее), когда при традиционных способах ориентирования (компас, счет шагов) с погрешностью, вносимой переносом данных с карты и обратно, можно не считаться.

При высоких точностях, обеспечиваемых приборами спутниковой навигации, это предположение становится неправомерным. Однако, есть класс «задач выхода», когда карту можно не использовать. Эти задачи предполагают измерение координат прибором спутниковой навигации как в исходном контрольном пункте, так и в конечном, или даже только в конечном, если позволяют условия. Достаточно упомянуть весьма распространенное в последние годы использование спутниковых навигаторов рыбаками, устанавливающими сети на открытых акваториях. Обеспечиваемая приборами точность позволила существенно расширить область установки орудий лова и облегчить их поиск.

**Оценка погрешностей определения координат  
индивидуальным навигационным прибором спутниковой  
навигационной системы в горно-таежной местности**

В 2001 г. была проведена экспедиция в горные районы Алтая, имевшая целью получение информации от спутниковых систем навигации в условиях высокогорной местности, покрытой лесом, на берегах акваторий различной конфигурации, сравнение данных, полученных от разных датчиков, систематизацию условий наблюдения и подготовку материалов для выявления причин повышенных погрешностей



навигационных определений. Результатами экспедиции были: отчет о научно-экспериментальной работе «Опыт использования спутниковых систем для навигационных определений в условиях Горного Алтая» и статья в журнале «Новости навигации» [4].

В течение последующих лет (2002...2003 гг.) было проведено еще три экспедиции: в районе Приполярного Урала (верховья рек Щугор, Подчерем), в районе центрального Саяна (верховья рек Кизир, Верхняя Гутара и Бирюса) и в районе Хибин (перевал Эльморайок, Сейдозеро, Ловозеро, р. Сара, Умбозеро). Навигационные определения в этих экспедициях позволили дополнить экспериментальный материал 2001 года. Приведем отдельные результаты экспериментальных исследований, полученных в упомянутых экспедициях.

Как известно, точность определения координат с помощью спутниковых навигационных систем зависит, помимо прочих факторов, от числа видимых навигационных искусственных спутников Земли (ИСЗ). Для равнинной местности средних широт в [1] приводится типичная гистограмма количества видимых ИСЗ (рис. 2).

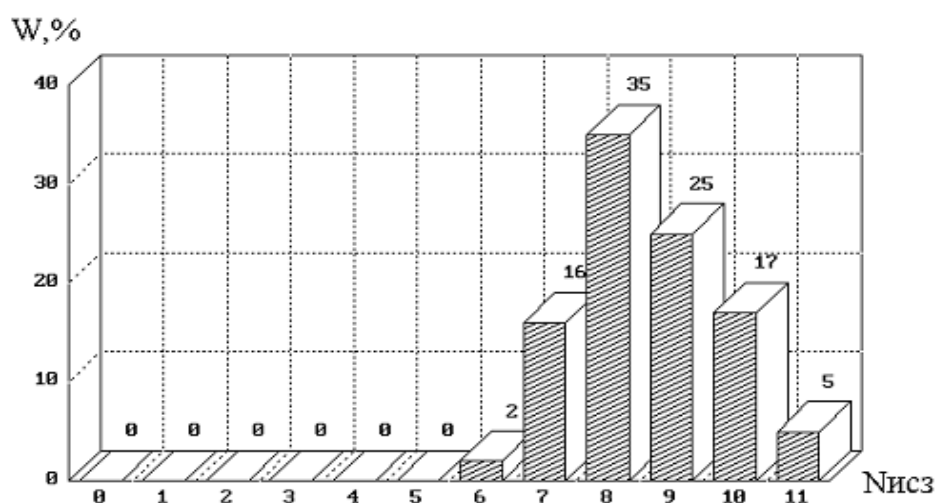


Рис. 2. Гистограмма числа видимых ИСЗ для равнинной местности территории США

Из приведенного рисунка следует, что практически достоверное (98%) число ИСЗ превышает 6. Это позволяет рассчитывать на полное использование потенциальных возможностей спутниковой системы навигации.

Как следует из результатов обработки экспериментальных наблюдений в горно-таежных районах России, гистограмма числа видимых ИСЗ имеет вид рис. 3.

В отличие от равнинной местности на территории США (рис. 2) вероятность наличия в зоне видимости в горных районах Алтая семи и более ИСЗ почти в 5 раз меньше и составляет ~20%. Это обстоятельство наряду с другими является причиной существенно более высоких погрешностей навигационных определений в горно-таежной местности. В частности, погрешности определения высоты оцениваются

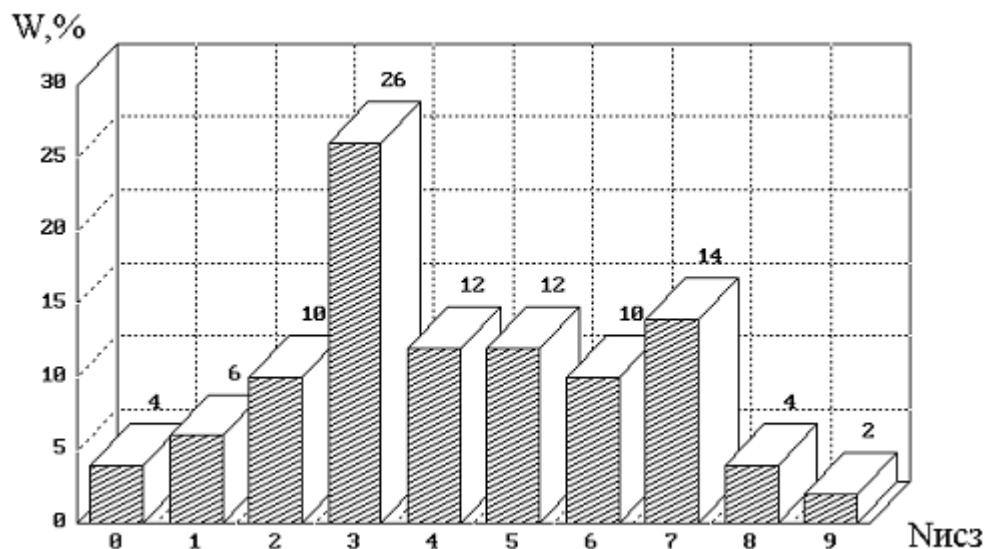


Рис.3. Гистограмма числа видимых ИСЗ в горных районах Алтая [4]

следующей гистограммой (рис. 4), полученной в результате обработки измерений на протяжении всего маршрута экспедиции. Необходимо отметить, что измерения проводились в период, когда было объявлено об отмене «селективного доступа» [5].

Большие значения погрешностей навигационных определений из-за недостаточного числа видимых ИСЗ можно предсказать по следующим соображениям. При нахождении точки наблюдения в ущелье, закрытом с четырех сторон склонами разной крутизны, приближенное выражение для числа видимых спутников записывается как

$$N_{\text{ср } 1,2,3,4} \approx N_{\text{ср отгр}} [1 - (\alpha_1 + \alpha_2)/\pi] [1 - (\alpha_3 + \alpha_4)/\pi]. \quad (3)$$

Здесь  $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4$  – углы наклона горных склонов в двух взаимно перпендикулярных плоскостях, проходящих через точку наблюдения (в радианах). Углы наклона ( $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4$ ) горных склонов в точках наблюдения определялись приближенно с использованием карты и результатов визуальной экспертной оценки. Для оценки величин углов по карте подсчитывалось количество ( $n$ ) горизонталей, укладывавшихся на расстоянии  $\Delta$  по разные стороны от точки наблюдения: спереди, сзади, справа и слева. При известном расстоянии по вертикали между соседними горизонталями ( $\delta H$ ) приближенное значение угла определяется формулой

$$\alpha \approx \arctg(n \delta H / \Delta). \quad (4)$$

Таким образом, соотношение для приближенного определения количества спутников, видимых из точки наблюдения, окруженной горными склонами, записывается как

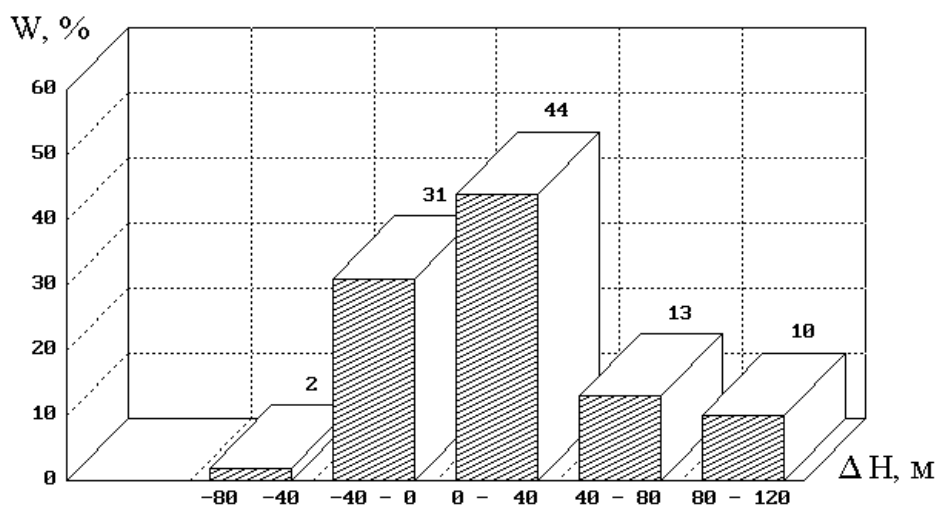


Рис. 4. Гистограмма погрешностей измерения высоты в горно-таежных районах Алтая

$$N_{\text{ср } 1,2,3,4} \approx N_{\text{ср } \text{откр}} \left[ 1 - \frac{\sum_{i=1}^2 \arctg(n_i \cdot \delta H / \Delta)}{\pi} \right] \cdot \left[ 1 - \frac{\sum_{i=3}^4 \arctg(n_i \cdot \delta H / \Delta)}{\pi} \right] \quad (5)$$

На карте масштаба 1:200000 расстояние между «тонкими» горизонталями равно 40 м, между «толстыми» - 200 м, расстояние Δ принято равным 1 км.

Для приближенных расчетов можно пользоваться следующим соотношением, дающим расхождение с результатами, полученными при использовании формулы (3), не более единиц процентов:

$$N_{\text{ср } 1,2,3,4} \approx N_{\text{ср } \text{откр}} \left[ 1 - \frac{\sum_{i=1}^4 \alpha_i}{\pi} \right] \quad (6)$$

В последнем соотношении, как и ранее,  $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4$  – углы наклона горных склонов в двух взаимно перпендикулярных плоскостях, проходящих через точку наблюдения (в радианах).

#### Использование барометрических приборов для решения «задачи выхода»

Как следует из [4], а также по опыту трех других упомянутых выше экспедиций, величины погрешностей определения плановых координат с помощью персонального навигатора спутниковой навигационной системы типа E Trex Legend/Venture в горно-таежной местности позволяют с успехом решать задачи ориентирования на местности. Оцененный косвенными методами порядок величин плановых ошибок измерения координат (широты и долготы) составляет в среднем 200...300 м (ошибки из-за погрешностей процедуры переноса координат на карту и обратно, как правило,

исключить не удавалось), среднеквадратические погрешности измерения высоты - порядка 40 м.

Однако, для решения «задачи выхода» такой точности недостаточно даже при существенно больших по сравнению с примером первого раздела размерах зоны видимости (зоны допоиска). Например, при  $D=1000$  м вероятность выхода в зону с размерами  $200 \times 200$  м равна  $P_{\text{куб}} \sim 0,5$ .

Эффективность решения «задачи выхода» от одного контрольного пункта к другому в горно-таежной местности без использования промежуточных переносов данных с карты и обратно может быть повышена с помощью современных барометрических датчиков типа [6] или персональных навигаторов, снабженных барометрами. Так как разрешающая способность наручного компьютера «Suunto» равна 5 м, то можно ожидать увеличения эффективности по сравнению со случаем, когда информация о высоте объекта считывается только со спутникового навигатора.

Аналитическое выражение для расчета вероятности выхода в зону допоиска, имеющую в этом случае форму куба, по аналогии с (1) записывается в виде

$$P_{\text{куб}} = \Phi\left(\frac{a}{\sigma_x \sqrt{2}}\right) \cdot \Phi\left(\frac{a}{\sigma_y \sqrt{2}}\right) \cdot \Phi\left(\frac{a}{\sigma_z \sqrt{2}}\right), \quad (7)$$

где  $\sigma_z$  – среднеквадратическая погрешность по вертикали.

Не приводя результаты расчетов по последнему соотношению, ограничимся общими рассуждениями и примером из экспедиционной практики. Прежде всего, очевидно, что на равнинной местности вертикальная координата контрольной точки в решении «задачи выхода» не нужна. Наоборот, при высокой крутизне склонов эта дополнительная координата может оказаться наиболее информативной, когда траверс склона на заданной высоте существенно сужает зону поиска. И чем выше крутизна склона, тем значение высоты важнее. Здесь, однако, необходимо учесть возможные погодные колебания атмосферного давления. Кроме того, обязательна тщательная «привязка» по высоте, а также широте и долготе исходного контрольного пункта. В качестве иллюстрации к этому разделу можно упомянуть об имевшем место в одной из экспедиций случае длительных поисков промежуточного лагеря с запасом воды и продовольствия группой без барометрического высотомера. Промежуточный лагерь был установлен в густой высокой траве на крутом склоне, зона видимости лагеря не превышала 5 м. На следующий день группа, используя высотомер, траверсировала склон на заданном превышении относительно исходной точки. Поиски быстро увенчались успехом.

### Заключение

На основании вышеизложенного сформулируем основные причины высоких погрешностей:

- Затенение горными склонами верхней полусферы и уменьшение числа ИСЗ, доступных для навигационных определений по сравнению с равнинной местностью (рис. 2, 3).
- Наличие отражений от склонов, скал, больших деревьев, когда незначительное изменение положения приемника может существенно повлиять на число видимых ИСЗ.
- Наличие густых крон деревьев, особенно во время дождя может привести к полному отсутствию приема сигналов; те же кроны в солнечную погоду оказывают слабое влияние на прием.

Оцененный косвенными методами порядок величин плановых ошибок измерения координат (широты и долготы) составляет в среднем 200...300 м (ошибки из-за погрешностей процедуры переноса координат на карту и обратно, как правило, исключить не удавалось), среднеквадратические погрешности измерения высоты - порядка 40 м.

В качестве рекомендаций по увеличению числа принимаемых ИСЗ, а, значит, и по уменьшению погрешностей навигационных определений назовем смену положения точки наблюдения в радиусе нескольких метров, а также повторение сеанса измерений через время, за которое происходит достаточное изменение взаимного положения ИСЗ, видимых из точки наблюдения. Это время может быть порядка десятка минут.

Желательно отойти от крутых склонов, обрывов, выйти из-под кроны деревьев, особенно во время дождя. Для ориентирования по высоте в случае отсутствия базовых опорных точек или большого удаления от них целесообразно пользоваться барометрическими датчиками, например, [6], или персональными навигаторами типа e Trex Summit или e Trex Vista со встроенными электронным компасом и барометрическим высотомером.

#### **Литература**

1. Соловьев Ю.А., Спутниковая навигация и ее приложения. -М.: Эко-Трендз, 2003.
2. E Trex Legend/Venture, Персональный навигатор. Руководство пользователя, «Франкарди», С-Петербург, 2001 .
3. Хмельник Т., Карты правду говорят?, АиФ-Петербург, № 35, 2001.
4. Мельников Ю.П., Мельников В.Ю., Опыт использования спутниковых систем для навигационных определений в условиях горно-таежной местности.// «Новости навигации», НТЦ «Интернавигация», РОИН, № 2, 2002.
5. Блинкова О., Вместо компаса, «Эксперт», № 46, 9 декабря 2002.
6. Наручный компьютер «Suunto», руководство по использованию, С-Петербург, 2000.

## **ГНСС на службе экономики и безопасности аэропортового комплекса**

*Дегодюк В.В., Белобородов О.П.<sup>2</sup>*

В аэропорту, как в любом коммерческом предприятии, зарабатывающем деньги оказанием услуг, пересекаются интересы самого аэропорта, авиакомпаний и авиапассажиров.

Аэропорт получает прибыль от оказания услуг авиакомпаниям, обслуживая их воздушные суда и грузы, и от обслуживания пассажиров и их багажа, поэтому он заинтересован в увеличении пассажиро- и грузопотока и интенсивности выполнения полетов.

Авиакомпании заинтересованы в экономии расходов на обслуживание и стремятся минимизировать время пребывания в аэропорту.

Авиапассажиры хотят за минимальное время, с максимальным комфортом и гарантированной безопасностью долететь до нужного им пункта. Подготовка к полету и сам полет начинаются и заканчиваются в аэропорту, поэтому от того, насколько слаженно и надежно работают все аэропортовые службы, будет зависеть и безопасность наземных операций и их стоимость.

В 1999 году в международном аэропорту «Домодедово» была введена в эксплуатацию система оперативного сопровождения транспортных средств (СОС ТС), разработанная и реализованная специалистами компаний «East Line» (компания, управляющая аэропортом «Домодедово») и ЗАО «ПРИН» (компания, специализирующаяся на применении глобальной навигационной спутниковой системы (ГНСС) в различных отраслях хозяйства).

Целью внедрения системы СОС ТС как раз и явилось обеспечение слаженности работы аэропортовых служб и повышение эффективности их работы по оказанию перевозчикам и пассажирам услуг по наземному обслуживанию.

Аэропорт – это сложное и «многоотраслевое» хозяйство, для обеспечения работы которого используется большое количество транспортных и специализированных средств (ТС). ТС используются при наземном обслуживании воздушных судов (ВС), для доставки пассажиров, багажа и грузов, поддержания эксплуатационной готовности аэродрома и для вспомогательных операций. Несоблюдение технологического графика обслуживания (ТГО) влечет за собой штрафные санкции со стороны авиакомпаний из-за временных задержек при осуществлении наземного обслуживания, несоблюдение водителями правил движения в аэропорту создает предпосылку для летного происшествия.

---

<sup>2</sup> Дегодюк В.В. – технический эксперт группы компаний «East Line»  
Белобородов О.П. – главный специалист ЗАО «ПРИН»

Это влечет ощутимые экономические потери для аэропорта.

Во многих современных аэропортах интенсивность выполнения полетов и наземного движения очень высоки, что создает большие нагрузки на систему управления наземным движением и контроля (SMGC по терминологии ИКАО) и требует внедрения специальных технических средств и процедур для обеспечения безопасности и эффективности наземных операций.

Увеличение рабочей загрузки аэропорта (высокая интенсивность полетов) неизбежно приводит к повышению вероятности возникновения конфликтных ситуаций между ВС и ТС на контролируемой территории аэропорта (КТА), особенно в условиях ограниченной видимости и при сложных метеоусловиях.

Вопросы обеспечения безопасности наземной подсистемы управления воздушным движением (УВД) охватывают деятельность служб аэропортов по предотвращению инцидентов, аварий и катастроф во время руления, взлета и посадки ВС. Эти авиационные происшествия связаны с риском столкновения ВС с другими ВС или ВС с ТС на рулежной дорожке (РД) и взлетно-посадочной полосе (ВПП).

Отдельной задачей является эффективное выполнение суточного плана полетов в части обеспечения технологического графика наземного обслуживания ВС и авиакомпаний. По прибытии на место стоянки ВС подвергается циклу технологических операций по обслуживанию собственно ВС и пассажиров (выгрузка пассажиров и багажа, заправка топливом, уборка, доставка продуктов и др.), которые должны осуществляться в строгой последовательности и в соответствии с жестким временным графиком, минимизирующим простой.

Обслуживание ВС осуществляют соответствующие аэропортовые предприятия и службы, которые должны выделять для этого спецтехнику и персонал и контролировать их работу. Как уже было отмечено, срыв графика наземного обслуживания ВС связан со значительными штрафными санкциями и в значительной мере влияет на общие экономические показатели эффективности работы аэропортового комплекса.

Во что обходится аэропорту уменьшение пассажиропотока и уменьшение интенсивности полетов, можно оценить на примере аэропорта «Внуково», который, по данным журнала «Авиатранспортное обозрение» (№ 46, 2003 г.), в 2002 году, лишившись 483 тыс. пассажиров и 4175 самолетовылетов, потерял 102 млн. рублей дохода.

Так что же такое система СОС ТС и как она позволяет повысить эффективность обслуживания перевозчика и повысить безопасность наземного движения в аэропорту?

Система СОС ТС предназначена:

- для определения местоположения, состояния и параметров движения ТС в рабочей зоне территории аэропорта;
- для передачи данных в диспетчерский центр;

- для приема команд из диспетчерского центра;
- для архивирования и воспроизведения (по запросу) апостериорных данных процессов;
- для визуализации всего процесса наземного обслуживания.

Основным средством определения местоположения и параметров движения ТС являются спутниковые навигационные приемники, устанавливаемые на борту ТС. Используемый в Системе дифференциальный метод обеспечивает погрешность определения координат ТС не более 3 м (2 СКО).

Система СОС ТС включает в себя:

- комплект бортового оборудования ТС;
- каналы радиосвязи и передачи данных;
- программно-аппаратный комплекс радиоцентра;
- программно-аппаратный комплекс диспетчерского центра;
- геоинформационную систему (ГИС).

Комплект оборудования ТС предназначен для выполнения следующих функций:

- вычисление координат, скорости и направления движения ТС по сигналам навигационных спутников;
- сбор данных с бортовых датчиков, характеризующих состояние систем и агрегатов ТС;
- обмен данными с радиоцентром;
- визуализация отсылаемых и принимаемых сообщений.

#### **Состав бортового оборудования**

В состав бортового оборудования входят:

- микропроцессорный контроллер управления работой бортового комплекта;
- спутниковый навигационный приемник;
- оборудование цифровой радиосвязи;
- терминал отображения информации (текстовый или графический);
- комплект бортовых датчиков.

Навигационный приемник осуществляет расчет координат, скорости и направления движения ТС по спутниковым сигналам ГНСС. Для повышения точности местоопределения навигационный приемник производит коррекцию навигационных параметров с учетом поправки, получаемой от станции дифференциальных поправок по цифровому радиоканалу.

Терминал отображения информации предназначен для визуализации сообщений между экипажем ТС и диспетчерами, а также параметров функционирования бортового оборудования. В зависимости от вида выводимой информации терминал оснащается текстовым или графическим дисплеем.

Состав бортовых датчиков определяется типом и назначением ТС. Например, автобусы оснащаются датчиками открытия/закрытия дверей, трапы – датчиком



приближения к ВС, довозчики питания – датчиками поднятия/опускания лифта. Кроме специально устанавливаемых датчиков используются и те, которые штатно присутствуют на ТС (включение - выключение зажигания и пр.).

Обработка сигналов с них позволяет определять такие параметры, как суммарный пробег ТС, наработка двигателя, контроль в режиме реального времени текущего расхода материалов (например, количество заправленного топлива, текущий остаток спецжидкости, используемой при обработке ВС), контроль времени подключения и отключения от ВС наземных источников электропитания и т.д.

Микропроцессорный контроллер обеспечивает управление работой бортового комплекта, осуществляя следующие функции:

- сбор данных бортовых датчиков, включая навигационный приемник;
- поддержание режима обмена информации по цифровым радиоканалам;
- прием и обработка команд диспетчерского центра;
- управление работой терминала отображения информации.

#### **Система цифровой радиосвязи**

Основным требованием, предъявляемым к системе радиосвязи СОС ТС, является требование гарантированного времени доставки информации абоненту.

Для обеспечения данного требования применяется радиосистема многостанционного доступа с частотно-временным разделением каналов. Особенностью такой системы является использование единой для всех абонентов шкалы времени. Синхронизация осуществляется по сигналам навигационных спутников. Время доставки сообщения в данной системе жестко регламентируется и определяется скоростью передачи данных, количеством абонентов, закрепленных в данный момент времени за радиоканалом, и числом радиоканалов, составляющих частотный ресурс системы.

#### **Программно-аппаратный комплекс Радиоцентра**

Программно – аппаратный комплекс Радиоцентра предназначен:

- для организации сети обмена цифровой информацией между абонентами СОС ТС;
- для передачи информации о местоположении, состоянии и параметрах движения ТС в диспетчерский центр;
- для временной синхронизации абонентов радиосети;
- для выдачи диагностической информации о работе Радиоцентра.

Оборудование Радиоцентра включает в себя:

- антенно-фидерное и каналообразующее оборудование;
- приемопередающее оборудование;
- станцию формирования дифференциальных поправок к сигналам ГНСС;
- коммуникационный контроллер.

Программно–аппаратный комплекс Радицентра функционирует под управлением коммуникационного контроллера, реализующим режимы работы цифровой радиосвязи.

### **Диспетчерский центр управления операциями по обслуживанию ВС**

Диспетчерский центр (ДЦ) предназначен для обеспечения диспетчеров и аналитиков оперативной и объективной информацией о ходе выполнения операций по текущему обслуживанию ВС и автоматизации их работы по управлению выделенными ресурсами.

Состав программно-аппаратного комплекса ДЦ:

- сервер базы данных,
- сервер архивных данных;
- автоматизированные рабочие места (АРМ) диспетчеров (РМД) и аналитиков (РМА);
- шлюзы данных.

В сервере базы данных ДЦ принимается, обрабатывается и архивируется следующая информация:

- оперативные данные о расстановке ВС на местах стоянок;
- оперативные данные о местоположении, движении и состоянии ТС, задействованных в обслуживании ВС;
- суточный план полетов (расписание) и его оперативная корректировка;
- технологические графики наземного обслуживания ВС;
- табель доступных (выделенных и резервных) ресурсов по видам операций наземного обслуживания ВС;
- электронная схема КТА с нанесенными предписанными маршрутами движения ТС, местами стоянок ВС, запретными зонами и другой графической информацией.

Сервер обеспечивает обмен информацией с Радицентром и другими информационными системами аэропорта (AODB, RMS, электронного учета услуг и пр.).

### **Автоматизированное рабочее место диспетчера (АРМД)**

АРМ диспетчера представляет собой рабочую станцию со специализированным программным обеспечением, функционирующую в общей локальной вычислительной сети (ЛВС) Системы, и являющуюся клиентом сервера базы данных.

В удобном для диспетчера графическом и табличном виде на экран монитора выводится информация о прибывших на стоянки ВС, а также о местоположении и состоянии ТС различных служб аэропорта. Диспетчер в реальном масштабе времени имеет возможность передавать команды на любое ТС в текстовом виде, получать подтверждение от экипажа, контролировать передвижение ТС на фоне электронной

схемы КТА и ход выполнения графика обслуживания ВС, протоколировать всю информацию в электронном виде.

Весь обмен данными между ТС и ДЦ архивируется на сервере архива данных. Отдельное приложение программного обеспечения позволяет воспроизвести и просмотреть историю передвижения как отдельного, так и группы ТС за любой предшествующий отрезок времени. Кроме того, имеется возможность статистической обработки архивов с целью формирования сводок и отчетов о работе автотранспорта различных подразделений аэропорта.

### **Повышение эффективности управления операциями по обслуживанию ВС за счет использования системы СОС ТС**

Традиционная технология управления перронными ресурсами, обеспечивающими обслуживание ВС, характеризуется рядом недостатков, обусловленных отсутствием действенных инструментов объективного контроля, оперативного управления ходом выполнения операций. К таким недостаткам можно отнести:

- отсутствие эффективной координации по управлению перронными ресурсами, выполняющими разнородные операции;
- непроизводительные простои спецтранспорта и техники под бортом ВС по причине его неготовности к производству требуемого вида работ;
- задержки вылетов ВС вследствие неоптимального использования ресурсов в условиях их ограниченности; рутинных операций по ручному заполнению отчетных документов (включая синхронные);
- отсутствие возможности своевременного определения местонахождения и состояния требуемого ресурса.

Система СОС ТС является эффективным инструментом контроля и управления перронными ресурсами, обеспечивающим безусловное выполнение суточного плана полетов в части обеспечения технологического графика наземного обслуживания ВС.

Диспетчер управления ресурсами обеспечивается всей необходимой информацией для организации работ по обслуживанию ВС и визуализацией требуемой информации о результатах выполнения команд. На АРМ диспетчера поступает суточный план полетов. Диспетчер имеет возможность отслеживать движение закрепленных за ним прибывших ВС до места стоянки в реальном масштабе времени на электронной схеме КТА.

В соответствии с технологическим графиком обслуживания ВС диспетчер планирует объем и номенклатуру требуемой спецтехники, руководствуясь табелем доступных ресурсов и временем их прибытия к ВС. Используя средства АРМ, диспетчер осуществляет рассылку сообщений на выбранные ТС с указанием номера рейса, номера стоянки ВС, времени прибытия и маршрута следования ТС. Экипаж ТС

получает данное сообщение, которое отображается на экране бортового терминала. Подтвердив получение сообщения, ТС приступает к работе.

Диспетчер имеет возможность наблюдать на экране монитора соблюдение каждым ТС заданного маршрута движения, скоростного режима и фиксировать время прибытия, а также собственно состояние (занятость, оставшееся время до завершения текущей операции и т. п.) ресурса.

В случае непредвиденных обстоятельств (поломка, ДТП и др.), препятствующих выполнению задания, экипаж ТС отправляет диспетчеру соответствующее формализованное сообщение, которое отображается на мониторе РМД. В этом случае диспетчер может оперативно осуществить замену спецтехники на аналогичную из резерва, переназначить ресурс.

Наличие на ТС специальных датчиков, данные с которых передаются диспетчеру, позволяет автоматизировать процесс регистрации начала и конца технологических операций по обслуживанию ВС. Например, на трапы устанавливаются датчики определения расстояния до ВС. При приближении трапа к ВС на расстояние меньше заданного вырабатывается сигнал, который передается в ДЦ. На АРМ диспетчера появляется информация о готовности к выгрузке пассажиров. Аналогично регистрируется завершение данной операции при отходе трапа от ВС.

Система автоматически регистрирует время прибытия спецтехники в зону обслуживания ВС на месте стоянки и оповещает об этом диспетчера. В случае невозможности выполнения конкретной операции по обслуживанию ВС по тем или иным причинам экипаж ТС передает диспетчеру соответствующее сообщение.

Диспетчер, анализируя складывающуюся обстановку, принимает оперативные решения и рассылает соответствующие команды ТС, участвующим в обслуживании данного ВС, используя для этого минимально возможное количество манипуляций.

Таким образом, Система является эффективным инструментом оперативного контроля и управления процессом наземного обслуживания ВС. Кроме того, Система осуществляет архивирование всей оперативной информации: параметров движения ТС, состояния их датчиков, сообщений экипажей и диспетчеров. Статистическая обработка архивов позволяет провести анализ деятельности аэропортовых предприятий и служб, обеспечивающих обслуживание ВС, и выявить «узкие» места. Результаты анализа могут явиться основой для принятия организационных и управленческих решений.

Неоспоримую роль играют архивные данные при разборе конфликтных ситуаций (ДТП, претензии авиакомпаний к качеству обслуживания ВС и др.), предоставляя объективную информацию в группу разбора, в том числе и в визуализированном виде (для просмотра на экране).

Система формирует огромный блок оперативной и архивной информации, регистрирующей процесс обслуживания ВС. Взаимодействуя с другими информационными системами аэропорта, Система передает им данные о текущем

выполнении технологических графиков наземного обслуживания ВС, что может явиться основанием для оперативной корректировки суточного плана полетов, фиксации предоставленного объема услуг в электронном виде.

Система СОС ТС функционирует в аэропорту Домодедово описанным выше образом с 1999 г. За это время был накоплен большой опыт ее эксплуатации, оценена эффективность использования и было принято решение о ее дальнейшем развитии, оснащении ТС всех предприятий, эксплуатирующихся в аэропорту, бортовыми комплектами оборудования.

Кроме того, в связи с постоянным ростом интенсивности воздушного движения прорабатывается вопрос о доведении характеристик системы до уровня, необходимого для использования Системы в качестве инструмента, обеспечивающего безопасность наземного движения.

### **Повышение эффективности оперативного контура управления предприятиями аэропортового комплекса (АПК)**

Вопросы получения и повышения показателей эффективности управления могут решаться как напрямую (непосредственно в виде отдельных количественных показателей), так и опосредованно через получение качественных оценок предпочтительности (сравнения лучше-хуже).

Прежде всего, архивирование в электронном виде всех данных, необходимых для получения количественно-качественных показателей (временных параметров выдачи и доставки сообщений, времени реакции на них, времени начала и конца операции, задержек при обслуживании и т. п.) позволяет их накапливать, а затем производить сравнительный анализ. Объем (количество) выборки для осуществления этих оценок постоянно варьируется в зависимости от целей анализа. Всесторонний анализ этих показателей и получение некоторого числа статистических оценок позволяют сравнивать эффективность построения административно-организационных структур, участвующих в контуре управления. Некоторые оценки позволяют сравнивать оргструктуры по одним и тем же показателям, что способствует построению вектора предпочтительности для анализа управленческой деятельности.

Опыт промышленной эксплуатации СОС ТС в аэропорту Домодедово стал основой для создания службы оперативного управления перронным комплексом (СОУПК), оснащенной инструментальными средствами СОС ТС, включающей 14 РМД, как единого органа управления наземным обслуживанием и учета предоставляемых услуг.

Накопление информации по наземному обслуживанию по типам услуг и авиакомпаниям позволяет перейти к электронному формированию экономических показателей услуг для создания единой электронной системы взаиморасчетов с перевозчиком и предприятиями, предоставляющими эти услуги, таким образом минимизируя временные (да и людские) издержки на оформление документации.

Внедрение подобных систем позволяет поднять эффективность управления на 30% (включая и экономические затраты за счет оптимизации численности персонала и ТС). В дальнейшем, при развитии системы, предусматривается получение и выдача интегральных показателей оценки эффективности функционирования смен, предприятий, органов управления за тот или иной промежуток времени.

Отметим, что используемые при создании СОС ТС подходы запатентованы в РФ, США, Китае, Сингапуре и Австралии. Положительные решения получены в ЕС, ОАЭ, Канаде.

### **Повышение безопасности наземных операций**

Задача повышения безопасности наземных операций решается с помощью реализации как технических, так и процедурных мероприятий, использования и модернизации существующей SMGCS с постепенным наращиванием ее до A-SMGCS (усовершенствованной системы управления наземным движением и контроля). Процедурные и технические мероприятия при этом должны быть жестко увязаны друг с другом.

В системе, обеспечивающей безопасность наземного движения, особая роль отводится техническим средствам, снабжающим диспетчера и участников движения информацией, необходимой для гарантии безопасности выполнения наземных операций.

Диспетчер наземного движения получает информацию об участниках движения из различных источников. Система СОС ТС может дать информацию о типе, положении, скорости и направлении движения ТС. Информация о ВС формируется на основании данных от других систем. Совместная обработка этой информации позволит «увидеть» взаимное положение ВС и ТС, спрогнозировать его изменение в будущем и тем самым предупредить возникновение конфликтных ситуаций, в перспективе передавая информацию на борт ВС.

По оценкам специалистов «Boeing» (по данным «Airplane Summary» за 2000 г.), наземные аварии ВС составили 23 % всех аварий и катастроф, зарегистрированных в мире в 1991-2000 г.г. В том числе на столкновение ВС с ТС пришлось 4,6 %. Поэтому своевременное информирование диспетчера о предпосылках возникновения конфликтной ситуации является очень актуальной задачей, и информационные возможности системы СОС-ТС позволяют эту задачу решить.

## Комментарий редакции к поправке 79 к SARPs ИКАО для радионавигационных средств

В 2001 году ИКАО была принята широко известная среди специалистов по спутниковой аэронавигации поправка 76 к Международным стандартам и Рекомендуемой практике «Авиационная электросвязь», Приложение 10 к Конвенции о международной гражданской авиации (SARPs, том 1, радионавигационные средства) [1], в которой содержится большое количество важных нормативных материалов в части глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС).

23.02.2004 г. на 4-м заседании 171-й сессии Совет ИКАО принял поправку 79 к Международным стандартам и Рекомендуемой практике «Авиационная электросвязь», Приложение 10 к Конвенции о международной гражданской авиации (SARPs, том 1, радионавигационные средства) [2], меняющую ряд положений поправки 76.

Текст поправки 79, резолюцию о принятии и уведомление о различиях Совет направил государствам – членам ИКАО 26 марта 2004 г.

Эта поправка или те ее части, которые вступили в силу, начинают применяться с 25.11.2004 г. В связи с этим редакция посчитала целесообразным обратить внимание специалистов и навигационной общественности как на сам факт выхода в свет этой поправки, так и на содержание ее некоторых разделов. Наша публикация не исключает обращения к оригинальному тексту поправки 79.

Основной раздел, на который хотелось бы обратить внимание – это раздел «3.7 Требования к глобальной навигационной спутниковой системе (ГНСС)». В нем требования к характеристикам сигнала в пространстве приведены в таблице 3.7.2.4-1.

В новой таблице 3.7.2.4-1 отсутствует столбец с эквивалентными RNP, повышены до 16 м требования к точности определения места в горизонтальной плоскости для захода на посадку с управлением по вертикали (APV-1), снижена нижняя граница эксплуатационной готовности с 0,999 до 0,99 при полете на маршруте и в зоне аэродрома.

Таблица 3.7.2.4-1. Требования к характеристикам сигнала в пространстве

| Типовая операция              | Точность в горизонтальной плоскости, м, P=95% | Точность по вертикали, м, P=95% | Целостность         | Время предупреждения, с | Непрерывность                                 | Эксплуатационная готовность |
|-------------------------------|---|---------------------------------|---------------------|-------------------------|---|-----------------------------|
| 1                             | 2   | 3                               | 4                   | 5                       | 6   | 7                           |
| На маршруте                   | 3700  | Не назначена                    | $1 \cdot 10^{-7}/ч$ | 300                     | От $1 \cdot 10^{-4}/ч$ до $1 \cdot 10^{-8}/ч$ | От 0,99 до 0,99999          |
| На маршруте, в зоне аэродрома | 740   | Не назначена                    | $1 \cdot 10^{-7}/ч$ | 15                      | От $1 \cdot 10^{-4}/ч$ до $1 \cdot 10^{-8}/ч$ | От 0,99 до 0,99999          |

| 1  | 2   | 3             | 4                                  | 5  | 6   | 7                  |
|--|-----|---------------|------------------------------------|----|---|--------------------|
| Начальный, промежуточный и неточный заход (NPA), вылет | 220 | Не назначена  | $1 \cdot 10^{-7}/ч$                | 10 | От $1 \cdot 10^{-4}/ч$ до $1 \cdot 10^{-8}/ч$ | От 0,99 до 0,99999 |
| Заход на посадку с управлением по вертикали (APV-1)    | 16  | 20            | $1 \cdot 2 \cdot 10^{-7}$ за заход | 10 | $1 \cdot 8 \cdot 10^{-6}$ в любые 15 с        | От 0,99 до 0,99999 |
| Заход на посадку с управлением по вертикали (APV-2)    | 16  | 8,0           | $1 \cdot 2 \cdot 10^{-7}$ за заход | 6  | $1 \cdot 8 \cdot 10^{-6}$ в любые 15 с        | От 0,99 до 0,99999 |
| Точный заход на посадку по категории I                 | 16  | От 6,0 до 4,0 | $1 \cdot 2 \cdot 10^{-7}$ за заход | 6  | $1 \cdot 8 \cdot 10^{-6}$ в любые 15 с        | От 0,99 до 0,99999 |

Одновременно уточнена и сопутствующая таблица значений порогов срабатывания для контроля целостности. В ней также отсутствует столбец для эквивалентных RNP и снижен с 556 до 40 м порог срабатывания по горизонтали для APV-I. Кроме того, в ней уточнены наименования фаз полета на маршруте:

На маршруте (океаническое/континентальное воздушное пространство с низкой плотностью движения) - строка 1,

На маршруте (континентальное воздушное пространство) – строка 2.

Пороги срабатывания для контроля целостности

| Типовая операция   | Порог срабатывания по горизонтали, м | Порог срабатывания по вертикали, м |
|--|--------------------------------------|------------------------------------|
| На маршруте (океаническое/континентальное воздушное пространство с низкой плотностью движения) | 7400                                 | Не назначено                       |
| На маршруте (континентальное воздушное пространство)   | 3700                                 | Не назначено                       |
| На маршруте, в зоне аэродрома  | 1850                                 | Не назначено                       |
| NPA  | 556                                  | Не назначено                       |
| APV-I  | 40                                   | 50                                 |
| APV-II   | 40,0                                 | 20,0                               |
| Точный заход на посадку по категории I   | 40,0                                 | От 15,0 до 10,0                    |

Серьезной правке подвергся раздел «3.7.3 Технические требования к элементам ГНСС» в части службы стандартного определения местоположения (SPS) GPS. В разделе 3.7.3.1.1 определяется точность космического сегмента и сегмента управления,



причем не учитываются ошибки, обусловленные атмосферой, и ошибки приемника. Здесь даны формулировки следующих показателей.

3.7.3.1.1.1. *Точность определения местоположения.* Ошибки службы стандартного определения местоположения (SPS) системы GPS не превышают следующие пределы:

| Уровень Параметр  | Глобальное среднее 95% времени | Наихудшее место 95% времени |
|---|--------------------------------|-----------------------------|
| Ошибка определения местоположения в горизонтальной плоскости, м | 13                             | 36                          |
| Ошибка по вертикали, м  | 22                             | 77                          |

3.7.3.1.1.2. *Точность передачи времени.* Ошибки при передаче данных времени в службе SPS системы GPS не превышают 40 (вместо 340) наносекунд для 95% времени.

3.7.3.1.1.3. *Точность определения параметров дальности.* Ошибки параметров дальности не превышают следующие пределы:

- a) ошибка по дальности любого спутника
  - 30 м (100 фут) или
  - 4,42 значения URA по радиовещательному сигналу, не превышающая 150 м (490 фут), в зависимости от того, какая из них больше;
- b) ошибка скорости изменения дальности любого спутника - 0,02 м/с;
- c) ошибка ускорения изменения дальности любого спутника - 0,007 м/с<sup>2</sup>;
- d) среднеквадратичная ошибка по дальности для всех спутников – 6 м.

Принципиально изменены разделы по эксплуатационной готовности, надежности и зоне действия. Новые формулировки записаны в следующем виде.

3.7.3.1.2 *Эксплуатационная готовность.* Эксплуатационная готовность службы SPS системы GPS составляет:

- ≥99% для обслуживания в горизонтальной плоскости и среднего места расположения (95%-ное пороговое значение 36 м);
- ≥99% для обслуживания в вертикальной плоскости и среднего места расположения (95%-ное пороговое значение 77 м);
- ≥90% для обслуживания в горизонтальной плоскости и наихудшего случая расположения (95%-ное пороговое значение 36 м);
- ≥90% для обслуживания в вертикальной плоскости и наихудшего случая расположения (95%-ное пороговое значение 77 м).

3.7.3.1.3. *Надежность.* Надежность службы SPS системы GPS соответствует следующим ограничениям:

- a) частота отказов основного обслуживания для орбитальной группировки в целом
  - не более чем три за год (глобальное среднее);
- b) надежность - не менее чем 99,94% (глобальное среднее);
- c) надежность - не менее чем 99,97% (среднее значение для отдельного пункта).

3.7.3.1.4. *Зона действия.* Зона действия службы SPS системы GPS охватывает поверхность Земли вплоть до высоты 3000 км.

Важные пояснения приведены в дополнении D. Так, в разделе 3.1.2 даются пояснения к заходам APV:

3.1.2. Два типа заходов на посадку и посадок с вертикальным наведением (APV), обозначаемые как операции APV-I и APV-II, выполняются с использованием наведения по вертикали относительно глассады, однако оборудование или навигационная система могут не удовлетворять всем требованиям, соответствующим точному заходу на посадку. Эти операции объединяют боковые характеристики, аналогичные характеристикам курсового радиомаяка ILS категории I, с различными уровнями вертикального наведения. Оба типа операций APV-I и APV-II обладают дополнительными преимуществами по сравнению с неточными заходами на посадку, и обеспечиваемое обслуживание зависит от эксплуатационных требований и инфраструктуры SBAS. Операции APV-I и APV-II превосходят по своим характеристикам требуемые характеристики (в боковой и вертикальной плоскостях) нынешних заходов на посадку на основе RNAV с использованием баровысотометров, и поэтому соответствующее бортовое оборудование будет пригодным для выполнения APV с использованием баро-VNAV и неточных заходов на посадку на основе RNAV.

В части стандарта на характеристики GPS даются следующие пояснения:

4.1.1. Стандарт на характеристики основан на допущении, что используется эталонный приемник службы стандартного определения местоположения (SPS). Эталонный приемник обладает следующими характеристиками: проектируется в соответствии с положениями документа ICD-GPS-200C; использует угол маски 5°, производит вычисление местоположения спутника и геометрического расстояния согласно последней версии системы координат с началом в центре Земли и привязкой к Земле (ECEF) Всемирной геодезической системы 1984 (WGS-84); производит решение задачи определения местоположения и времени на основе радиовещательной передачи данных со всех видимых спутников, компенсирует динамическое доплеровское смещение в измерениях по коду C/A и фазе несущей номинального SPS сигнала; исключает неработоспособные спутники GPS из решения задачи определения местоположения; использует обновленные и внутренне совместимые эфемериды и параметры времени для всех спутников, которые он задействует для решения задачи определения местоположения; и теряет сопровождение в случаях, когда спутник GPS прекращает передачу кода C/A. Точность передачи времени определяется применительно к стационарному приемнику, расположенному в обследованном месте. 12-канальный приемник будет соответствовать требованиям к характеристикам, оговоренным в разделах 3.7.3.1.1.1 и 3.7.3.1.2. Приемник, который способен

сопровождать только 4 спутника, не реализует в полной мере характеристики точности и эксплуатационной готовности.

4.1.2. *Точность.* Точность измеряется эталонным приемником при 24-часовом интервале измерения для любой точки, находящейся в зоне действия. Точности определения местоположения и времени предназначены только для сигнала в пространстве (SIS), и в них не учитываются такие источники ошибок, как ионосфера, тропосфера, помехи, шум приемника или многолучевое распространение. Точность выводится на основе двух наихудших из 24 спутников, исключаемых из созвездия, и RMS SIS URE в 6 м.

4.1.3. *Точность определения параметров дальности.* Точность определения параметров дальности определяется при условии индикации исправности измеряемого спутника и передачи кода C/A и не учитывает отказы спутников, происходящие вне нормальных условий эксплуатации. Пределы точности определения параметров дальности могут быть превышены в ходе отказов спутников или отклонений от нормы при загрузке данных в спутник. Превышение предела ошибки измерения дальности представляет собой отказ основного обслуживания, как указано в п. 4.1.6. Предельное значение ошибки измерения дальности является максимальным для любого спутника, измеряемого в течение любого 3-секундного интервала для любой точки, находящейся в зоне действия. Предельное значение ошибки ускорения изменения дальности является максимальным для любого спутника, измеряемого в течение любого 3-секундного интервала для любой точки, находящейся в объеме обслуживания. Точность, определяемая среднеквадратичным значением ошибки по дальности, представляет собой среднее значение всех среднеквадратичных URE всех спутников на 24-часовом интервале времени для любой точки, находящейся в зоне действия. В нормальных условиях техническое обслуживание всех спутников проводится на основе одних и тех же стандартов, поэтому для целей моделирования эксплуатационной готовности целесообразно допустить, что всем спутникам свойственна RMS SIS URE в 6 м. Стандарты ограничиваются ошибками определения параметров дальности, источниками которых являются космический сегмент и сегмент управления.

4.1.4. *Эксплуатационная готовность.* Эксплуатационная готовность представляет собой процент времени на любом 24-часовом интервале, на котором предсказывается, что 95 % ошибка определения местоположения (вследствие ошибок в космическом сегменте и сегменте управления) меньше порогового значения для любой точки, находящейся в зоне действия. Она основывается на 95%-ном пороговом значении 36 м в горизонтальной плоскости; 95%-ном пороговом значении 77 м вертикальной плоскости; использовании эталонного приемника; и эксплуатации в объеме обслуживания в течение любого 24-часового интервала. Эксплуатационная готовность обслуживания предполагает наихудшее сочетание двух неработающих спутников.

4.1.4.1. *Взаимосвязь с эксплуатационной готовностью функционального дополнения.* Эксплуатационная готовность ABAS, GBAS и SBAS непосредственно не

связана с эксплуатационной готовностью GPS, определенной в разделе 3.7.3.1.2 главы 3. Государства - эксплуатанты должны оценивать эксплуатационную готовность систем функционального дополнения посредством сравнения характеристик функционального дополнения с соответствующими требованиями. Анализ оценки эксплуатационной готовности основывается на предполагаемом созвездии спутников и вероятности наличия какого-либо данного числа спутников. С вероятностью 0,95 (усредненное значение за любой день) на орбите находятся 24 работающих спутника, где спутник определяется как находящийся в работоспособном состоянии, если он способен передавать подлежащий использованию сигнал определения дальности, но не обязательно это делает. По меньшей мере 21 спутник в 24 номинальных местах расположения в орбитальных плоскостях/точках орбиты должен быть установлен в работоспособное состояние и осуществлять передачу навигационного сигнала с вероятностью 0,98 (усредненное значение за год).

4.1.5. *Надежность.* Надежность представляет собой процент времени в течение оговоренного временного интервала, когда поддерживается текущее значение SPS SIS URE в пределах ошибки по дальности для любой данной точки, расположенной в зоне действия, применительно ко всем спутникам GPS, находящимся в работоспособном состоянии. Стандарт надежности основывается на усреднении ежедневных значений в объеме обслуживания, полученных на интервале измерения в один год. Средняя надежность в отдельной точке предполагает, что длительность отказа обслуживания для нее составит 18 часов (3 отказа продолжительностью 6 часов каждый).

4.1.6. *Отказ основного обслуживания.* Отказ основного обслуживания определяется как состояние в течение интервала времени, в ходе которого ошибка дальномерного сигнала находящегося в исправном состоянии спутника GPS (исключая ошибки, обусловленные состоянием атмосферы и приемника) превышает предельное значение ошибки по дальности. Как указано в разделе 3.7.3.1.1.3 а) главы 3, предельное значение ошибки по дальности составляет:

а) 30 м; или

б) 4,42 значения URA, не превышающее 150 м в зависимости от того, какое значение больше.

4.1.7. *Зона действия.* SPS обеспечивает земную зону действия, которая охватывает пространство от поверхности Земли до высоты 3000 км.

Приведенными примерами не исчерпывается набор уточнений, содержащихся в поправке 79. Наши примеры лишь подчеркивают необходимость обращения к оригиналу.

#### **Литература**

1. Поправка 76 к Международным стандартам и Рекомендуемой практике «Авиационная электросвязь» (Приложение 10 к Конвенции о международной гражданской авиации) (SARPs), том 1 (радионавигационные средства), ИКАО, 26.03.2004.
2. Поправка 79 к Международным стандартам и Рекомендуемой практике «Авиационная электросвязь» (Приложение 10 к Конвенции о международной гражданской авиации) (SARPs), том 1 (радионавигационные средства), ИКАО, 26.03.2004.

## Обзор журнала GPS World

Октябрь 2004 г.

Редакционная статья главного редактора журнала Глена Гиббонса «Опасные грузы продолжают перевозиться» посвящена одному из аспектов защиты от терроризма, а именно, оснащению коммерческого грузового транспорта системами слежения на базе GPS. В США ежедневно производится 800000 перевозок опасных грузов, и в каждом случае угнанный грузовой автомобиль может стать серьезным оружием в руках террористов. В последние годы автопарки в быстрорастущих коммерческих компаниях, занимающихся грузоперевозками, оснащаются средствами связи и указания местонахождения. В среднем за месяц с помощью таких средств удается обнаруживать до 500 мест сокрытия украденных автомобилей, производится до 11 тыс. экстренных вызовов и 353 тыс. звонков по уточнению маршрута. Система управления перевозками Министерства обороны США ежегодно контролирует свыше 47 тыс. перевозок снарядов, оружия и взрывчатых веществ, выполняемых коммерческим транспортом. Тем не менее, Сенат проголосовал против поправки относительно выделения денежных средств и выдачи мандата Агентству по безопасности на транспорте на исследования по оснащению коммерческого транспорта средствами слежения на основе GPS. Причина в сильном лобби транспортных компаний, которые, по мнению автора, просто не хотят ничего менять.

Заметка «Мобильная связь – приоритет для бизнеса» рассказывает о том, что почти 70% бизнесменов, перемещающихся по стране, отмечают, что в случае, если они заблудились по дороге на деловую встречу, результат такой встречи получается неудовлетворительным. Поэтому фирмы Avis и Motorola создали навигационную систему на базе GPS и мобильных средств связи для ориентирования в городах, а также оценили возможности такой навигации в 75 основных городах США.

В заметке «Обзор птичьим глазом» описываются новые дешевые миниатюрные скоростные летательные аппараты для навигации и наведения на основе GPS для целей гражданской и военной разведки.

В заметке «Верите ли вы своему приемнику?» излагаются соображения о том, что борьба с введением в заблуждение (anti-spoofing) не ограничивается только военными областями. Требование обеспечения достоверности данных местопределения важно и для случаев перевозки опасных грузов. Приемник с соответствующим программным обеспечением может количественно определять уровень достоверности решения по местопределению и дистанционно передавать подтверждение в зашифрованном виде.

В заметке «Борьба с ураганами» отмечается, что недавние сильные ионосферные возмущения вызвали ухудшение точности морских систем DGPS в плане в 10-30 раз, что лежит за пределами допустимых значений. Поскольку ожидается, что ионосферная

активность продлится несколько лет, авторы предлагают с помощью широкозонной системы компенсировать ошибки местоопределения за счет ионосферных возмущений.

### **Ноябрь 2004 г.**

В разделе, посвященном проблемам интегрирования, описывается разработанное японскими специалистами автономное транспортное средство, которое способно передвигаться в местах, где блокируется прохождение сигнала GPS, а также самостоятельно огибать препятствия. В нем средства DGPS с использованием фазы несущей дополняются блоком инерциальной навигации, средствами и базой данных маркировки местности и лазерным сканером.

Сходные задачи решает и робот-поисковик. В статье рассказано об опытных образцах роботов, которые будут использоваться в военных целях для проведения разведки и поиска раненных солдат на поле боя. Робот снабжен средствами GPS, инфракрасными датчиками, цветными видеокамерами.

В следующей статье рассказано о расширении областей использования времени GPS в гражданских целях. Это синхронизация систем связи, сотовые телефоны, системы энергоснабжения и т. д.

Статья индийских специалистов посвящена результатам четырехлетнего исследования структурных деформаций дамбы Койна средствами GPS.

В заметке «Белый дом готовит новую политику GPS» сообщается, что за закрытыми дверями Белым домом проводится ревизия политики в области GPS. Будет пересматриваться заявление Администрации Клинтона, сделанное в 1996 г. Итоговый документ будет носить характер директивы или приказа Совета национальной безопасности. В последнем случае статус документа станет выше, чем при Клинтоне. Документ ожидали в сентябре, но он до сих пор обсуждается межведомственной исполнительной комиссией по GPS и другими правительственными организациями и экспертами. Рассматривались предложения по усилению автономности бюджетного финансирования и управления программой GPS за рамками нынешних функций ВВС и Минобороны, но эти предложения были отклонены военными. К другим обсуждаемым проблемам относятся: экспортный контроль, инвестиции, модернизация, бесплатный доступ и использование открытого сигнала гражданскими потребителями. GPS может быть объявлена «критичной инфраструктурой»; кроме того, ожидается четкое изложение взаимодействия с Галилео.

В разделе зарубежных новостей в заметке «Корректировка сроков развертывания Галилео» сообщается, что в начале октября Европейская Комиссия одобрила послание Совету Европы по транспорту о работах по развертыванию Галилео и переходу к стадии эксплуатации. Ожидается, что, основываясь на выводах этого документа, в конце 2004 г. Совет даст указание приступить к выполнению этих двух этапов, которые, в частности, касаются финансирования и проработки служб Галилео. В своем послании ЕК сделала вывод о том, что созданы все базовые условия для

запуска программы Галилео: созданы структуры управления и обеспечения безопасности, заключено соглашение между ЕК и США о взаимодействии GPS и Галилео, определены службы и налицо достаточное финансовое участие частного сектора. Была проведена оценка предложений от двух концессий – InavSat и Eurely – и отмечен высокий уровень предложений соискателей, что говорит о коммерческих и финансовых достоинствах всей системы и ее служб. Окончательный выбор исполнителя намечен на конец января 2005 г., то есть с месячным опозданием относительно утвержденного графика. Одновременно в рамках ЕКА проводятся испытания структурной модели первого из двух экспериментальных спутников Галилео. В начале года было подписано соглашение о запуске этих двух спутников с помощью космического корабля «Союз» с космодрома Байконур в 2005 г.

## **Обзор «Европейского журнала по навигации»**

### **Том 2, № 4, декабрь 2004 г.**

Декабрьский выпуск журнала открывается интервью с представителем фирмы «Роквелл Коллинз» под названием «Снижение загрузки: Новая концепция УВД». Перегруженность воздушного пространства, по мнению специалистов фирмы, является следствием использования устаревших принципов управления воздушным движением. В настоящее время организация воздушного движения базируется на знании местонахождения самолета в данный момент. Новые технологии дальней связи позволяют организовать полноценный двусторонний обмен данными между «бортом» и «землей». Если диспетчер будет иметь план полетов самолетов, он сможет решать возникающие в полете проблемы с упреждением.

В следующей статье «Службы на базе средств локализации в помещениях» рассматриваются возможности организации в США системы обслуживания населения, бизнеса и военных по целевому поиску ближайших объектов (ресторанов, стоянок такси, магазинов и пр.) и траектории движения к ним, в которой интегрируются системы местоопределения типа GPS и сети мобильной связи.

В статье специалистов из Германии «Организация железнодорожного движения с помощью датчиков на базе ГНСС» рассказывается об использовании автономных телематических систем, то есть комплексов, состоящих из датчиков местонахождения (приемников GPS/ГНСС или одометров) и наземных систем передачи данных, в наземном транспорте вообще и, в частности, на железных дорогах Германии.

Журнал публикует статью сотрудников Делфтского университета (Нидерланды) «Анализ алгоритмов разрешения неопределенностей по целым числам», в которой проводится сравнение трех наиболее известных методов разрешения неопределенностей: декорреляционной подстройки по наименьшим квадратам (LAMBDA), комплексного разрешения неопределенностей по трем несущим (ITCAR), каскадного разрешения по целым числам (CIR). Анализ позволил сделать вывод, что в

любом случае предпочтение следует отдавать алгоритмам оценки, которые решают задачу по принципу наименьших квадратов целых чисел. Из трех рассмотренных методов наиболее точной и эффективной реализацией принципа наименьших квадратов целых чисел является метод LAMBDA.

В разделе «Средства моделирования и пост-обработки для навигации» под заголовком «НавЛаб» помещена статья сотрудников норвежского исследовательского института Министерства обороны, в которой описываются средства моделирования и оценки для решения различных навигационных задач. В комплекс моделирования входят имитатор траекторий, набор имитаторов инерциальной навигации, измерений координат, скорости, компаса, других средств, а также алгоритмов оценки. Данные с выхода этих имитаторов или эквивалентные им реальные измерения подаются на вход блока оценки, который включает в себя систему уравнений калмановского фильтра и средства оптимального сглаживания. На выходе получают сглаженные оценки и матрицы ковариаций. Представленная навигационная лаборатория может решать широкий круг задач: разработки навигационных систем, анализа конкретной системы, преподавания теории навигации, принятия решения при отборе или закупке навигационных датчиков, планирования боевых задач, пост-обработки реальных навигационных измерений, оценки и калибровки датчиков и пр.

Под рубрикой «От современных методов обработки данных к новым применениям» под заголовком «Комплекс GPS/БИН» группа авторов из Швеции и Швейцарии представляет новый подход к сбору и синхронизации данных GPS и блока инерциальной навигации (БИН) применительно к наиболее распространенным в картографической индустрии типам бортовых датчиков.

В статье канадских специалистов «Интегрирование данных GPS и БИН с помощью сетей искусственных нейронов» описывается архитектура блока корректировки данных местоопределения и скорости от GPS и БИН, построенная по принципу нейронных связей. Результаты, полученные новым методом, сравниваются с результатами по методу калмановской фильтрации. При большой динамике в условиях блокировки данных GPS в пределах 30 секунд калмановская фильтрация показала более высокие характеристики, однако, при блокировке информации в течение 50 секунд архитектура на нейронных связях дала более высокие результаты.

Директор фирмы «Гелиос Текнолоджиз» Эндрю Сейдж делится своими впечатлениями о Европейской навигационной конференции в статье «Ответы на трудные вопросы». На конференции в Роттердаме обсуждались темы прогноза роста глобального рынка навигационных услуг, основных препятствий для расширения использования ГНСС, влияния новой службы ГНСС на глобальный рынок, оценки возможностей служб ЕГНОС, сроков ввода в эксплуатацию Галилео и режима использования ГНСС в качестве стандартной функции европейских мобильных телефонов.



## Оперативная информация

### **О создании технического комитета по стандартизации «Радионавигация»**

В целях реализации Федерального Закона «О техническом регулировании», повышения эффективности работ по национальной стандартизации в области радионавигации издан Приказ № 82 Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 25 октября 2004 г. «О создании технического комитета по стандартизации «Радионавигация», который признает устаревшими Приказ № 27 Государственного комитета Российской Федерации по стандартизации, метрологии и сертификации от 16 февраля 1994 г. с аналогичным названием. Этим приказом утверждены:

- председатель ТК – директор ФГУП НТЦ «Интернавигация» Царев Виктор Михайлович;
- ответственный секретарь ТК – главный специалист ФГУП НТЦ «Интернавигация» Мурашов Николай Григорьевич.

Структурно ТК состоит из 7 подкомитетов (ПК):

- ПК 1 Общесистемные требования к радионавигационным средствам  
ФГУП НТЦ «Интернавигация»
- ПК 2 Радионавигационные средства и системы космического базирования  
4 ЦНИИ Министерства обороны РФ
- ПК 3 Радионавигационные средства и системы морских и речных судов  
Государственный научно-исследовательский навигационно-  
гидрографический институт (ГНИНГИ) Министерства обороны РФ
- ПК 4 Радионавигационные средства систем управления воздушным движением  
ФГУП «ГОСНИИ «Аэронавигация»  
ФГУП «ВНИИрадиоаппаратуры» (ВНИИРА)
- ПК 5 Радионавигационные средства систем управления движением судов  
ФГУП «Центральный научно-исследовательский и проектно-  
конструкторский институт морского флота» (ЦНИИМФ)
- ПК 6 Радионавигационные средства систем управления движением наземных  
транспортных средств  
ФГУП «Центральный научно-исследовательский институт  
автоматизированной аппаратуры» (ЦНИИАА)
- ПК 7 Радионавигационные средства для геодезических работ  
29 НИИ Министерства обороны РФ.

Перечень организаций - членов ТК:

- ФГУП НТЦ «Интернавигация» (Федеральное агентство по промышленности)

- ГП Электронавигации и средств связи «Морсвязьспутник» (Минтранс РФ)
- ФГУП «Центральный научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт морского флота» (Минтранс РФ)
- ФГУП «ГосНИИ «Аэронавигация» (Минтранс РФ)
- Научно-производственное предприятие «Транснавигация» (Минтранс РФ)
- ФГУП «Центральный научно-исследовательский институт машиностроения» (Федеральное космическое агентство)
- ФГУП «Центральный научно-исследовательский институт автоматизированной аппаратуры» (Федеральное агентство по промышленности)
- ФГУП «Центральный научно-исследовательский институт геодезии, аэрофотосъемки и картографии» (Федеральное агентство геодезии и картографии)
- ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский институт стандартизации» (Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии)
- ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский институт радиоаппаратуры» (Федеральное агентство по промышленности)
- ФГУП «ВНИИ физико-технических и радиотехнических измерений» (Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии)
- ОАО «Московское конструкторское бюро «Компас» (Федеральное агентство по промышленности)
- ОАО «Российский институт радионавигации и времени» (Федеральное агентство по промышленности)
- ФГУП «Российский научно-исследовательский институт космического приборостроения» (Федеральное космическое агентство)
- ФГУП «Научно-производственное объединение прикладной механики» (Федеральное космическое агентство)
- Государственный научно-исследовательский навигационно-гидрографический институт Минобороны РФ
- Координационный научно-информационный центр Минобороны РФ
- 4 ЦНИИ Минобороны РФ
- 29 НИИ Минобороны РФ
- Центр дальней радионавигации авиации ВС РФ (Минобороны РФ)
- Научно-производственная фирма «Гейзер».

Перечень организаций - членов ТК по стандартизации «Радионавигация» может дополняться организациями и институтами других заинтересованных министерств и ведомств по согласованию.

\*\*\*

## Состояние орбитальной группировки ГЛОНАСС

Состояние орбитальной группировки (ОГ) ГЛОНАСС на 4.12.2004 г. приведено в следующей таблице [1]:

| Номер ГЛОНАСС | Номер Космос | Плоскость/ точка | Номер частоты | Дата запуска | Дата ввода | Состояние НКА | Дата вывода |
|---------------|--------------|------------------|---------------|--------------|------------|---------------|-------------|
| 789           | 2381         | 1/03             | 12            | 01.12.01     | 04.01.02   | в системе     |             |
| 711           | 2382         | 1/05             | 02            | 01.12.01     | 15.04.03   | в системе     |             |
| 794           | 2402         | 1/02             | 04            | 10.12.03     | 02.02.04   | в системе     |             |
| 795           | 2403         | 1/04             | 06            | 10.12.03     | 30.01.04   | в системе     |             |
| 701           | 2404         | 1/06             |               | 10.12.03     |            |               |             |
| 787           | 2375         | 3/17             | 05            | 13.10.00     | 04.11.00   | в системе     |             |
| 783           | 2374         | 3/18             | 10            | 13.10.00     | 05.01.01   | выведен       |             |
| 788           | 2376         | 3/24             | 03            | 13.10.00     | 21.11.00   | в системе     |             |
| 792           | 2395         | 3/21             | 05            | 25.12.02     | 31.01.03   | в системе     |             |
| 791           | 2394         | 3/22             | 10            | 25.12.02     | 10.02.03   | в системе     |             |
| 793           | 2396         | 3/23             | 11            | 25.12.02     | 31.01.03   | в системе     |             |

Как видно, в составе ОГ ГЛОНАСС находится 10 работающих в системе космических аппаратов (из требуемых 24) и один экспериментальный (ГЛОНАСС 701). К 2007 году Россия при участии Индии планирует увеличить группировку глобальной навигационной системы ГЛОНАСС до 18 спутников. Об этом РИА «Новости» и ряду индийских СМИ сообщил руководитель Федерального космического агентства Анатолий Перминов накануне поездки в Индию в составе официальной делегации президента РФ [2]. «К 2007 году с участием Индии мы планируем довести группировку до минимального уровня в 18 космических аппаратов, а может, получится и больше, но не будем загадывать», - сказал он. «В настоящее время на орбитах работает 11 спутников ГЛОНАСС, но для того чтобы система нормально работала на территории России и Индии, нужно 18 аппаратов», - уточнил глава Роскосмоса. - «В перспективе планируем довести точность позиционирования до 1 метра». Навигационные спутники системы ГЛОНАСС предполагается выводить в космос как на российских, так и на индийских ракетах. «Запускать эти космические аппараты можно не только с российских космодромов, но и на индийских ракетах-носителях с индийского космодрома», - сказал он. - «Для этого нам придется совместно создавать и наземную часть». По словам Анатолия Перминова, для России это очень важное и принципиальное соглашение. «Для нас это прорыв, особенно в этой части земного шара», - подчеркнул он. «Система будет работать на коммерческих началах, и пример навигационной системы «Джи-Пи-Эс показывает, что это очень выгодно», - уточнил глава Роскосмоса. 1 декабря спецрейсом самолета ИЛ-76 на космодром Байконур доставлен космический аппарат ГЛОНАСС - третий навигационный спутник головного

блока, который должен быть выведен на орбиту ракетой-носителем «Протон-К» 25 декабря. Два других космических аппарата, ГЛОНАСС и ГЛОНАСС-М, в течение ноября проходили подготовку (такелажные работы и проверки солнечных батарей) на космодроме Байконур в монтажно-испытательном корпусе площадки 92-50. Утром 2 декабря железнодорожным транспортом на космодром Байконур доставлена ракета-носитель «Протон-К» и разгонный блок ДМ, которые будут использованы для запуска трех спутников ГЛОНАСС [2].

#### Литература

1. [www.glonass-center.ru](http://www.glonass-center.ru) 4.12.2004
2. [www.federspace.ru](http://www.federspace.ru) 5.12.2004

\*\*\*

### Инерциальный измерительный блок

Фирмой Javad Navigation Systems Inc. создан инерциальный измерительный блок (ИИБ) для использования в качестве самостоятельного навигационного средства или в сочетании с другими датчиками. Если ИИБ объединяется с JNSGyго-4 GPS приемником, то может быть достигнута точность определения места на уровне 1,0 м (3D СКО) в номинальном режиме и примерно 0,005 м (3D СКО) в режиме слежения за фазой несущей.

Точность определения углов ориентации при низкой многолучевости составляет: по курсу  $0,001/L+0,0003$  радиан (СКО), по крену и тангажу  $0,002/L+0,0006$  радиан (СКО), где  $L$  – расстояние между антенными элементами (прим. ред.).

ИИБ объединяет гироскоп с тремя степенями свободы (three degree-of-freedom gyго), три акселерометра, средства связи и обработки информации в водозащитном алюминиевом корпусе. Масса блока составляет 0,75 кг, габариты 170 x 144 x 54 мм, энергопотребление 2,5 Вт от внешнего источника питания 28 В постоянного тока. Скорость выдачи данных 100 Гц, интерфейсы: 2 RS232 и CAN.

### Трехосный инерциальный датчик

Фирмой Cloud Cap Technology (США) создан трехосный инерциальный датчик Crista, который обеспечивает высокоскоростные выходные данные акселерометров и гироскопов посредством последовательных стандартных (RS232 и CAN) интерфейсов. Устройство использует микроэлектромеханические элементы, которые смонтированы по трем ортогональным осям. Выходные данные имеют диапазон до 300 °/с (угловые скорости) и 10 g (ускорения). Для синхронизации работы датчика используется выходной односекундный сигнал приемника GPS. Датчик имеет габариты  $5 \times 3,8 \times 2,5$  см, массу 37 г и питание от батареи 8 В.

### Персональный цифровой органайзер с GPS навигацией

Фирмой Navman USA представлено персональное интерактивное навигационное средство (PiN), объединяющее Navman GPS приемник на основе чипсета SiRF Star Iie/LP и средства оргтехники, использующие Pocket PC технологию (Microsoft Pocket Outlook и матобеспечение Navman's SmartST). Предполагая голосовое и визуальное

общение, PiN обеспечивает трехмерное изображение и детальную картографическую индикацию (на уровне улиц) для США и Канады. Работа чувствительного к прикосновениям экрана (touchscreen) на жидких кристаллах размером ~9 см управляется процессором с частотой 300 МГц, имеющим внутреннюю память 64 МВ RAM. PiN в стандартной конфигурации имеет MP3 проигрыватель, обеспечивает просмотр изображений, видео без ограничений движения и запись голоса. Дополнительно могут быть загружены программы и карты при использовании Microsoft ActiveSync через USB порт.

#### **Персональная навигационная система**

Фирма Homeland Security Technology Corporation (Канада), прежде PowerLoc Technology, предлагает свою персональную навигационную систему (ПНС) Destinator3 для карманных компьютеров и ноутбуков. ПНС включает приемник GPS на основе чипсета SiRF Star Ie/LP и навигационные алгоритмы, обеспечивающие решение маршрутных задач, эффективную технологию сжатия данных картографической информации и архивов. Габариты устройства 50 x 90 x 16 мм, масса 61 г. Приемник имеет 12 каналов, слежение по принципу all-in-view; холодный старт обеспечивается за 80, теплый – за 45 и горячий – за 10 секунд.

#### **Цифровой помехоустойчивый приемник**

Фирмой Raytheon создан цифровой помехоустойчивый приемник (ЦПП) для авиационных применений, объединяющий в одном блоке 24-канальный приемник Lightning Strike (работа по P(Y) кодам с модулем SAASM) с противопомеховой электроникой. Точность определения скорости при слежении за фазой порядка 1 см/с может обеспечить компенсацию эффектов движения в задачах локации и слежения за целью. Точность определения места в дальнейшем повышается за счет дифференциального режима и широкозонного режима усовершенствования GPS (wide area GPS enhancement, WAGE). ЦПП использует стандартную семиэлементную антенну с управляемой диаграммой направленности (CRPA), позволяющей противодействовать всем типам помех. Заявленная точность определения места составляет 3 м (СКО) по горизонтали и вертикали.

#### **Блок подавления помех**

Фирмой Electro-Radiation Inc. создан миниатюрный блок подавления помех (БПП) приемнику GPS высокоточного оружия (ВТО), который подавляет интерференционные и помеховые сигналы в диапазонах L1/L2 с P и M кодами. БПП обеспечивает обнаружение и подавление помех для ВТО, в том числе вращающегося с угловыми скоростями более 20 Гц. При этом используется FIX-технология (Frequency Interference X-cision) для одновременного подавления узкополосных, прерывистых и широкополосных помех. Блок сконструирован для использования в жестких условиях, свойственных артиллерийским снарядам, и имеет объем 30 см<sup>3</sup>.

[www.gpsworld.com](http://www.gpsworld.com) 14.11.2004

Конференции, выставки, совещания

**Семинар-практикум ИКАО по Всемирной  
геодезической системе WGS-84**

4-6 октября 2004 года в Москве в помещении Межгосударственного авиационного комитета (МАК) состоялся семинар-практикум ИКАО по вопросам внедрения геодезической системы WGS-84 в странах СНГ. В семинаре приняли участие 92 представителя из 10 стран. Ведущие специалисты и ученые разных стран выступили с докладами, затрагивающими различные аспекты перехода на Всемирную геодезическую систему, от правовых до финансовых. В ходе семинара участники высказались за ускорение процесса внедрения WGS-84, отметили необходимость системного подхода при планировании мероприятий и полезность национальных Планов перехода на Всемирную систему координат.

Задача внедрения WGS-84 рассматривалась на семинаре в четырех основных направлениях: урегулирование организационно-правовых вопросов, получение точной координатной информации, применение полученных WGS-84 данных при разработке современных аэронавигационных процедур и публикации информации/данных в АИП по международным стандартам.

Участники семинара из разных стран обменялись опытом по этим направлениям. Представители государств продемонстрировали применяемые подходы и результаты в решении вопросов законодательного характера, при выполнении геодезической съемки на аэродромах, использовании полученных данных при дизайне аэродромных схем и обеспечении качества публикуемых данных.

Из 12 государств СНГ в 10-ти до сих пор не выполнены национальные Планы перехода на WGS-84, которые предусматривают инвентаризацию координатной информации, проведение необходимой геодезической съемки, модернизацию устаревших аэродромных процедур, переиздание аэронавигационных карт и уточнение опубликованной в АИП координатной информации.

К положительным аспектам текущего состояния вопроса следует отнести осознанную представителями государств необходимость внедрения WGS-84 в качестве базового условия нормального функционирования современных аэронавигационных систем и международной авиационной интеграции. Неоспоримую ценность представляет приобретенный опыт в проведении съемки на аэродромах, налаживание контактов между авиационными структурами и органами геодезии и картографии.

Признав полезным обмен опытом во всех областях перехода на WGS-84 и координирующую роль МАК, участники семинара предложили МАК:

1. разработать механизм международной кооперации и передачи накопленного опыта в регионе;

2. создать информационную среду, отражающую динамику внедрения WGS-84;
3. продолжить работу по гармонизации Авиационных правил и норм с международными и европейскими правилами, стандартами и рекомендуемой практикой;
4. учитывая высказанную участниками семинара заинтересованность в вопросах сертификации международных аэродромов региона, провести семинар-практикум МАК по указанному вопросу.

Страны подтвердили целесообразность дальнейшего мониторинга внедрения системы WGS-84 в регионе со стороны ИКАО до момента завершения перехода.

\*\*\*

## **XXIV конференция памяти Н.Н. Острякова**

13–14 октября 2004 г. в Государственном научном центре РФ – ЦНИИ «Электроприбор» (Санкт-Петербург) прошла XXIV конференция памяти выдающегося конструктора морских гироскопических приборов Н.Н. Острякова.

В работе конференции приняли участие 358 человек от 53 организаций из 18 городов России. Было заслушано около сотни докладов.

На конференции работало 7 секций:

Секция 1: «Чувствительные элементы систем навигации и управления» - 12 докладов.

Секция 2: «Гироскопические системы» - 12 докладов.

Секция 3: «Обработка навигационной информации и управление движением» - 20 докладов.

Секция 4: «Электроника и вычислительная техника бортовых систем» - 14 докладов и 1 сообщение.

Секция 5: «Метрология в навигации и управлении движением: методы и средства обеспечения единства измерений» - 16 докладов.

Секция: 6: «Элементы и системы автоматики и электропитания НК» - 11 докладов и 1 сообщение.

Секция 7 (закрытая) – 10 докладов.

С программой конференции можно ознакомиться на сайте <http://www.elektropribor.spb.ru> в разделе «Конференции».

Рефераты всех представленных докладов, а также полные тексты наиболее интересных докладов будут опубликованы в журнале «Гироскопия и навигация» в 2004-2005 г.г.

\*\*\*

## **Всероссийская конференция «Фундаментальное и прикладное координатно-временное обеспечение КВО-2005»**

Российская академия наук совместно с заинтересованными министерствами и ведомствами организует Всероссийскую конференцию «Фундаментальное и прикладное координатно-временное обеспечение». Конференция пройдет с 11 по 15 апреля 2005 г. в Санкт-Петербургском научном центре РАН.

Основной задачей конференции является обсуждение широкого круга научных и прикладных задач в области фундаментального и прикладного координатно-временного обеспечения страны, а также координации работ всех заинтересованных ведомств и организаций в развитии отечественной системы координатно-временного обеспечения.

### **Тематика конференции:**

- Теоретические основы фундаментального координатно-временного обеспечения (системы отсчета, связь и переходы между ними, стабильность систем отсчета, параметры вращения Земли, шкалы времени, динамика ИСЗ, эфемеридное обеспечение, гравитационное поле, релятивистские аспекты КВО).
- Методы фундаментального координатно-временного обеспечения (установление и мониторинг систем отсчета, определение параметров вращения Земли, хранение и передача шкал времени, методы наблюдений и анализа данных, методы определения земного эллипсоида и геоида, методы определения орбит).
- Технические средства фундаментального и прикладного координатно-временного обеспечения (радиоинтерферометрия со сверхдлинными базами, глобальные навигационные системы, лазерная локация ИСЗ и Луны, доплеровские наблюдения, космическая астрометрия, гравиметрия, радиотехнические системы, наземная, морская и космическая навигация, стандарты времени и частоты, геоинформационные и телекоммуникационные системы).
- Прикладное координатно-временное обеспечение (требования потребителей, методы и аппаратура потребителей, доставка координатно-временной информации).
- Организация фундаментального и прикладного координатно-временного обеспечения страны.

### **Организационный комитет конференции**

Н.П. Лаверов, академик РАН, вице-президент РАН – председатель

А.М. Финкельштейн, член-корр. РАН (ИПА РАН) – зам. председателя



Г.М. Чернявский, член-корр. РАН (Центр космических наблюдений) – зам. председателя

З.М. Малкин, д.ф.-м.н. (ИПА РАН) – ученый секретарь

Э.Л. Аким, д.ф.-м.н. (ИПМ РАН); С.П. Алексеев, д.т.н. (ГНИНГИ Минобороны РФ); С.Н.Багаев, академик РАН (НПО «Астрофизика»); И.И. Беляев, д.т.н. (Минобрнауки РФ); А.Д. Викторов, д.э.н. (Администрация Санкт-Петербурга); А.Ю. Данилюк, д.т.н. (4 ЦНИИ Минобороны РФ); Г.А. Дмитриев, к.т.н. (Роскосмос); Ю.Б. Зубарев, член-корр. РАН (НИИ Радио); А.В. Ипатов, д.т.н. (ИПА РАН); В.П. Костромин, к.ф.-м.н. (ИМВП ВНИИФТРИ); Н.Л. Макаренко, д.т.н. (ЦНИИГАиК); В.Г. Пешехонов, академик РАН (ЦНИИ «Электроприбор»); С.Б. Писарев, д.т.н. (ОАО «РИРВ»); В.Ф. Фатеев, д.т.н. (ВКА им. А.Ф. Можайского Минобороны РФ); В.Н. Филатов, д.т.н. (ВТУ Минобороны РФ)

#### **Местный оргкомитет конференции**

А.М. Финкельштейн, член-корр. РАН – председатель; З.М. Малкин, д.ф.-м.н. – зам. председателя; Б.В. Койнаш, к.т.н. – ученый секретарь

В.И. Валяев, к.ф.-м.н.; О.И.Крат, к.ф.-м.н.; А.Ю. Обухов; А.И. Сальников, к.т.н.; С.Г. Смоленцев, к.т.н.; Е.А. Ткачев, к.т.н.; Б.В. Шебшаевич, к.т.н.

#### **Адрес местного оргкомитета:**

191187 Санкт-Петербург, наб. Кутузова, 10, Институт прикладной астрономии РАН. Оргкомитет КВО-2005. Телефон: (812)-275-10-24 (Малкин Зиновий Меерович). Факс: (812)-275-11-19.

Программа конференции будет включать приглашенные (30 мин), инициативные (15 мин), и постерные доклады.

Предварительные заявки о намерении участвовать в конференции просим направлять до 30 декабря 2004 г. на имя ученого секретаря оргкомитета конференции Малкина Зиновия Мееровича, [malkin@quasar.ipa.nw.ru](mailto:malkin@quasar.ipa.nw.ru) (пожалуйста, заполняйте поле «Subject» латинскими буквами). В заявке просим указать: фамилию, имя, отчество, ученую степень, место работы и должность, электронный адрес для переписки (при отсутствии – номер факса), в случае намерения представить доклад – предварительное название и вид доклада (устный/постерный).

Официальные заявки на участие в конференции и тезисы докладов будут приниматься до 15 февраля 2005 г. Регистрационная форма и формат представления тезисов будут сообщены после 1 января 2005 г. Сборник тезисов представленных докладов будет распространен среди зарегистрированных участников перед началом конференции.

По итогам конференции будет принята резолюция. После конференции будет издан сборник трудов конференции. Порядок и сроки представления рукописей статей будут сообщены позднее. Web-страница конференции [www.ipa.nw.ru](http://www.ipa.nw.ru) содержит всю информацию о конференции, а также заявочные и регистрационные формы.

Из истории навигации

**Полеты по трекам и около них<sup>3</sup>**

**Усков В.П.<sup>4</sup>**

В мировой гражданской авиации существует совершенно неповторимая практика формирования расписания движения самолетов, порожденная жизнью. Так, бизнесмен в Европе занимается делами с утра и до обеда. Но после обеда он стремится в аэропорт на ближайший рейс, который вылетает на американский континент. Их, пассажиров, много. Но каждый находит свою, любимую авиакомпанию, и на ее самолете отправляется в Штаты.

К примеру, взлет из Лондона (Парижа, Цюриха, Хельсинки т. п.) в 15.00 по местному времени. Но в 18.00 - 19.00, и тоже по местному, нью-йоркскому, времени, если рейс не отсылают надолго в зону ожидания, пассажир уже на перроне аэропорта в Нью-Йорке, Монреале, Оттаве, Торонто или Бостоне. К ужину уже дома, в семье, за столом. А наутро он стоит перед очами своего начальства с докладом о проделанной работе. Светлый день удлинится на 7...9 часов, но, сидя в кресле, можно отдохнуть. У туриста эта «неэффективная» часть дня проходит в полете, но зато он не опаздывает к вечернему коктейлю.

Или, если ему нужно завтра быть в Европе, в 18.00 он уже на борту вылетающего самолета, который за ночь доставит его в Европу. «Отдохнувший» в самолете, он с утра занимается бизнесом. Деловой человек не тратит времени попусту. Он очень хорошо знает, что время - это деньги. А туристу что? Ведь счет за гостиницу начинается с 12.00 местного времени. Поэтому его и привозят к обеду, во второй половине дня.

Так вот представьте, что все бизнесмены с подругами и без, с помощниками и помощницами, женами или другими сопровождающими лицами пришли бы все и сразу в одну авиакомпанию и попросили бы перевезти их через океан в ту или иную сторону. Ни одна авиакомпания в мире не взялась бы за эту огромную, даже очень денежную программу. Она не смогла бы принять всех сразу и переместить на другой континент.

Сейчас в печати рассматриваются возможности создания тысячеместных самолетов. Представьте, что такая армада туристов прибыла в аэропорт (гостиницу). Кто и как долго будет их обслуживать? При этом об обслуживании прибывших как-то умалчивается. А напрасно. Думается, что при перевозке такого количества пассажиров необходимо начинать решать эту задачу с вопросов обслуживания на земле, а уж потом и в небе.

---

<sup>3</sup> Глава из подготовленной к изданию книги «Чистого неба и мягких посадок. Воспоминания пилота»

<sup>4</sup> Владимир Павлович Усков – доктор технических наук, профессор МГТУ ГА, до 1983 г. – командир воздушного судна ИЛ-62

А пока во время пика туристических перевозок только за 12 часов Атлантику пересекает до 200 многоместных самолетов, буквально набитых пассажирами. Для этого создано большое количество крупных и малых авиакомпаний, построены системы организации воздушного движения (ОВД), планирования полетов с учетом различных факторов и т. д.

В частности, учитываются данные метеорологии, в соответствии с которыми на Земном шаре перенос больших воздушных масс происходит с запада на восток. Это происходит как у земли, так и на высоте. Возможны сезонные и барические отклонения направления ветра от западного. Если скорость ветра достигает 25 м/с (100 км/ч) и более, то ветер называется струйным течением. Пилоты любой авиации всегда искали попутный ветер. Даже была придумана присказка: «ветер, ветрило, не дуй мне в рыло, а дуй мне в зад - я буду рад». Грубовато, но по существу верно.

Над территорией США зафиксированы струйные течения со скоростью 250...300 км/ч, над Атлантикой - до 400 км/ч, над Евразией - до 300 км/ч. Метеорологическая наука утверждает, что в атмосфере возможно возникновение струйного течения с максимальной скоростью до 720 км/ч.

Во время Корейской войны ее участник Н.Н. Костромин, летавший в нашем экипаже на самолете Ил-18, рассказывал, что группа американских самолетов В-29 («Свехкрепостей») направлялась как-то на бомбежку Северной Кореи. Истинная скорость их полета была 450 км/ч, но путевая скорость составляла всего около 50 км/ч, поскольку скорость ветра достигала 400 км/ч. До цели американским летчикам нужно было лететь более 5 часов. На такой полет топлива у них не было. Не дойдя до Корейской береговой черты, списав все на козни коммунистического режима, бомбардировщики сбросили бомбы в Тихом океане и вернулись на базу пустыми, не выполнив задания.

В северном полушарии вся акватория Атлантического океана разделена на океанские службы организации воздушного движения (Лондонскую, Шенвикскую, Парижскую, Нью-йоркскую, Канадскую и т. п.). Одной из важнейших задач для них является определение маршрута полета при минимизация полетного времени от взлета до посадки. Каждый экипаж, сообщая о пролете геоточки, передает метеоусловия полета. Так что в континентальных центрах ОВД недостатка в свежих сообщениях о метеоусловиях нет. В этих центрах процент оправдываемости прогнозов очень высок, если экипаж выполняет заявленный режим полета.

Совместными усилиями в европейских и американских береговых службах ОВД рассчитывается маршрут полета с наилучшим (точнее наименьшим от взлета до посадки) временем (Best Time Track - ВТТ). И возле него прокладываются все остальные маршруты полета (треки от английского track). Например, ось струйного течения располагается вдоль 50° северной широты (СШ) на высоте, предположим, 9900 м. Именно вдоль этого ВТТ и будет размещаться средний Track-C - (Чарли) , севернее и

южнее которого через 2° (222 км) будут размещаться остальные треки, т. е. А - вдоль 54° СШ, В - 52°, С - 50°, D - 48°, Е - 46° и F - 44° СШ. Конечно, самые северные треки предпочтительнее для полета в Скандинавские страны, а южные - для полетов на Апеннины, Пиренеи, в Северную Африку и т. п.

С американского континента для полета в Европу рассчитывается 5 - 6 треков, и они называются первыми буквами английского алфавита: А, В, С, D, Е, F. Для полетов в западном направлении их обозначают последними буквами алфавита: U, V, W, X, Y, Z. Географическое положение этих треков рассчитывается примерно на 12 часов, например, с 09.00 до 21.00 Гринвичского времени (GMT). В это время все самолеты могут следовать как на попутных (FL310, 350, 390), так и на встречных (FL330, 370) эшелонах (например, эшелон FL310 соответствует высоте 31000 футов).

С ростом количества межконтинентальных лайнеров (B-707, DC-8, L-1011, ИЛ-62, ИЛ-86, ИЛ-96 и др.) возникла необходимость увеличить пропускную способность трасс полетов над Атлантикой. Для этого были созданы промежуточные треки. Теперь они располагаются только через 1° широты, т. е. через 111 километров. На этих так называемых промежуточных маршрутах возможны полеты только на четных эшелонах: FL300, 320, 340, 360. Такой подход приблизил все треки к ВТТ, сузив маршрут с  $\pm 35$  морских миль, или  $\pm 65$  км, до  $\pm 15$  морских миль, или  $\pm 25$  км, создав предпосылки для более экономичной летной эксплуатации воздушных судов абсолютно всех авиакомпаний.

О технологии и практике ОВД над Северной Атлантикой на XXX Венской конференции Международной федерации ассоциаций линейных пилотов (IFALPA) в 1975 г. был сделан специальный доклад, который мировая летная общественность не только одобрила, но и рекомендовала к внедрению при полетах над другими водными бассейнами с большим зеркалом воды: в Южной Атлантике, над водами Тихого и Индийского океанов. Да и теперь эта технология находится в непрерывном развитии.

Всем чартерным рейсам разрешалось летать на эшелонах не выше FL280 и 290, если высокие эшелоны заняты полетами по трекам. Если число Маха (M) заявлено меньшим, чем при полетах, соответствующих занятию высших эшелонов, или если кто-то заявлял малое число M, не удовлетворяющее Океанские службы ОВД для полета по заявленному треку, или по другим причинам, высший эшелон мог быть изменен на низший или полностью аннулирован. Строго, но справедливо.

В пору теплых отношений с авиакомпанией Pan American (PanAM) к нам в папку с полетной документацией вкладывали специальные карты одноразового пользования для полетов по трекам. Стоила она всего 1 доллар, но это был знак внимания к нашей авиакомпании «Аэрофлот». Таких карт у нас не печатали. Нищету-то очень трудно прикрывать. Она лезет отовсюду, в том числе в топографических и навигационных средствах обеспечения полетов.

Наши рейсы на американский континент очень быстро стали популярными. Возникла производственная потребность в организации рейсов не только в Монреаль и Нью-Йорк, но и в Вашингтон, однако уже не только через Монреаль, а и через Лондон, Париж, Прествик (Глазго), а позже и через Шеннон.

Как-то в конце лета 1968 года меня перед полетом в Прествик вызвал командир отряда Александр Константинович Витковский и попросил собрать всю информацию о выполнении полетов по трекам и довести ее до сведения летного состава отряда.

Не вдаваясь в технические подробности, которые узнали в Прествике, сообщу только, что мы привезли большой объем информации, которая впоследствии была использована на практике и применена в полетах на самолете Ил-62 по трекам. Летный состав авиаэскадрильи самолетов Ил-62 выслушал наше сообщение очень внимательно. Конечно, в начале полетов на американский континент мы этого всего не знали и встречали все новшества очень осторожно.

В октябре Александр Константинович пришел в наш экипаж на стажировку. Ему нужно было налетать 150 часов для получения метеоминимума и допуска к полетам в качестве проверяющего. Шесть рейсов через океан заняли 3 месяца, и он на практике убедился в пользе полетов по трекам.

Итак... Это было в начале 1968 года. Как-то перед вылетом из Монреаля в Москву нам предложили рассчитанные на ЭВМ (!!!) планы полетов (Flight Plan - FP). Первый из них вдоль нашего, утвержденного для полетов на самолете Ту-114, маршрута с входом на территорию СССР через Осло, Хельсинки, Ленинград. А второй - по трассе вдоль 54° СШ через Копенгаген, Вентспилс и Ригу. Расчетная продолжительность этого полета была на 40 минут короче, чем по нашему маршруту. Выгода и преимущества очевидны, а принимать решение страшно. Мы знали, что вопросы о коридоре входа на территорию Союза всегда обговаривались загодя.

Приняли такое решение: выполнять полет по новой трассе, но «держа в уме» нашу аэрофлотовскую трассу. В запасе у нас было 2,5...3 часа полета, и если бы Москва запретила нам вход на территорию СССР, то у нас было бы время продолжить полет по «нашей» трассе.

Сразу после взлета доложили в Центральную диспетчерскую службу (ЦДС) об изменении маршрута полета и просьбе входа через Ригу. Ждать пришлось около двух с лишним часов, но игра стоила свеч, и мы пришли в Шереметьево на 40 минут раньше расчета, а это экономия и топлива, и времени полета, и всех ресурсов.

Экипаж командира воздушного судна Н.И. Рубцова из Монреаля до Москвы (расстояние 7200 км) «донесло» за 7 часов 12 минут. В свое время это было рекордом. Но при полете из Москвы в Монреаль при таком сильном западном ветре потребовалось бы 12,5 часов полета. Первые самолеты Ил-62 не могли летать так долго.

Однажды в Париже (аэропорт Орли) нам был предложен Track-X, который был длиннее самого короткого ортодромического расстояния (7000 км) до Нью-Йорка (аэропорт Кеннеди, JFK) на 1500 км. Но расчетное время полета было на 30 мин меньше, чем по расписанию. Мы одобрили этот маршрут, и после взлета из аэропорта Орли последовали на Лондон и далее - на самую северную точку маршрута, которая находилась на 62° СШ и 50° ЗД (западной долготы), т. е. над Гренландией, а затем через Хиброн на Монреаль. К Нью-Йорку мы подходили с севера. И расчеты Парижского океанского вычислительного центра полностью совпали с реальностью. А ведь наш рейс был не один, их следовали на американский континент десятки. Экономия всех видов ресурсов у компаний была огромной. Думается, что теоретики и практики применения программ расчета полета по трекам вполне заслуживали тогда Нобелевской премии.

Для обеспечения полетов по трекам был использован ряд радиотехнических систем, в том числе размещенных на кораблях. Ян Флеминг в одном из боевиков о Джеймсе Бонде писал о метеорологическом предназначении морских дрейфующих кораблей (9 шт.), которые размещались во вполне определенных точках Северной Атлантики. В середине 70-х годов эти корабли убрали одновременно все, одним махом. Возникает вопрос уже к Я. Флемингу: «Что, точность сбора метеоинформации повысилась? Или точность полетов сразу повысилась?» А может быть, их главное предназначение было в другом? Не стал бы я дискутировать на эту тему, если бы не один полет...

Из Вашингтона мы следовали в Париж по Track-C (Чарли) на эшелоне FL350 с хорошей путевой скоростью. Наш доплеровский измеритель скорости и сноса (ДИСС) работал очень неустойчиво. Нужда заставила проверить наше фактическое место по информации с корабля С. Штурман Александр Николаевич Белов запросил наше местоположение относительно этого корабля. Ответа ждали минут 10. Это очень много по всем авиационным канонам.

Полученное место (истинный пеленг и расстояние от корабля в морских милях) Александр Николаевич наложил на нашу советскую карту и получил наше местоположение. Но «Сусанин», как любовно называют штурманов в экипажах, не очень этому поверил и проконтролировал себя по пеленгу станции Consol, расположенной на Фарерских островах. Белов и эту линию провел. Ему показалось, что мы ушли немного вправо. Поэтому он уменьшил курс полета.

Уже Венера стала видна очень хорошо. Забресжил рассвет, а когда летишь на Восток, то продолжительность сумерек уменьшается вдвое. Обычно один из пилотов сидит в наушниках и слушает эфир на аварийной для морских и воздушных кораблей частоте 124,5 МГц. Настроение прекрасное, и вдруг бортрадист Б.А. Кашенцев говорит: «На 1-й короткой волне аргентинский рейс на нас жалуется». И тут над моим ухом, сзади, раздается истошный стон, в котором звучит и признание своей ошибки, и

сожаление по поводу случившегося, когда человек все осознал, уже оценил содеянное, но растерялся до того, что не знает, как поступить...

«Командир, - простонал Белов, - мы уклонились на север на 120, нет, на 150 километров, нет... и приближаемся к Track-Bravo (B)».

Утешением могло быть только то, что мы не дошли до оси более северного трека. Но подобное утешение было слишком слабым. Известие полоснуло меня как ножом. Сердце готово было вырваться из грудной клетки. Приказываю взять себя в руки. Мозги моментально начали искать пути исправления ошибки. Разбираться будем потом. А сейчас... Я немедленно увеличил курс самолета на 60°. Зная, что ошибка повлечет за собой дипломатический скандал со всеми последствиями, командую: «Ответчики и радиостанции переводим на ... (пусть останется тайной технология нашего вранья). Лишние разговоры прекратить. Веду связь сам. Бортинженеру сигнализацию по числу М отключить. Увеличиваю число М, и уходим от международного скандала».

В Руководстве по летной эксплуатации (РЛЭ) самолета Ил-62 издания 1966 г. записано, что максимальное число М должно быть 0,9. Увеличиваю его до 0,82, затем 0,83... Самолет летит уверенно, хотя появилось легкое дрожание, летит очень устойчиво, «плотно сидя на крыле», как говорят летчики-испытатели.

Для освобождения себя от пилотирования самолетом автопилот не отключаю, но прошу инженера приблизить руки и к рычагам управления двигателями, и к рычагу управления спойлерами, чтобы иметь возможность при необходимости немедленно уменьшить скорость полета.

«Кэп, - так иногда называл меня бортрадист Б. А. Кашенцев, - Шеннон просит выставить на ответчике код 2100 и включить его на 100%-ю мощность».

«Ты слышал мою просьбу? Она не отменена. Передавай, что все выполнено. Каково боковое удаление и сколько до берега?»

«Боковое 140, до берега 950».

Я понимаю, что на горизонтальную радиовидимость РЛС Шеннона мы должны выйти, находясь уже в пределах трассы  $\pm 35$  морских миль, или  $\pm 62,5$  км.

«Если будем следовать этим курсом, то на каком километре от берега войдем в трек?»

«На удалении 680...700 километров», - отвечает штурман.

Я слышал, что для увеличения дальности видимости сигналов от бортовых ответчиков и УКВ радиостанций береговые службы ОВД Шеннона (а мы следовали на него), иногда поднимали антенну на аэростате на высоту 600 м. Тогда метку самолета на экране РЛС можно было увидеть за 1000...1500 км.

«Кто-нибудь видел перед вылетом информацию о подъеме аэростата в Шенноне? В НОТАМ не просачивалась такая информация?» - спрашиваю экипаж.

Нет, из экипажа никто такой информации не видел.

Я чувствую, что нам скоро предложат перейти на УКВ связь. Стабильная радиосвязь в УКВ диапазоне возможна, если будет соответствовать сертификационным нормам, т. е. на удалении не менее 340 км. Тогда наше положение относительно оси трека можно будет определить по радиопеленгу. Но к этому моменту мы должны быть возможно ближе к оси трека.

Мы попали в неприятность, и только мы сами должны из нее выбираться любыми путями. Сможем - честь нам и слава. Не сможем - не сносить нам головы. Законы для «международников» у нас в стране строгие. Мы понимали, что после ввода наших войск в Чехословакию пресса поднимет такой шум, что мало не покажется. И вряд ли можно ждать поддержки от наших высоких государственных чиновников. Поблажки ждать не приходится. Может быть, это и несправедливо, но никто не станет рисковать своим креслом. Это ясно. Наш полет продолжался.

«Боковое удаление?...Сколько до берега?...Успеем вписаться?» - задаю вопросы экипажу.

«Кажется, успеваем. Боковое 70...».

Уменьшаю угол выхода до 50°..., до 40°..., до 30°, а затем до 20°, а число М довожу до 0,83... и далее. Слава Богу, мы на трассе, но радоваться рано...

Шеннон давно нас вызывает на УКВ. Мы ему отвечаем, и это подтверждают другие экипажи, которые помогают нам, включая и аргентинский борт. Шеннон передал условия и наш маршрут полета в Париж (Орли). Если нас пока и не слышат, то просят подождать несколько минут.

На удалении 130...150 километров от берега связь по УКВ была установлена. Наше боковое уклонение не было обнаружено. К этому моменту мы были уже на трассе. Поступили мы как мелкие ворышки, но нас за руку не поймали.

Согласится ли Генеральный конструктор, что для полетов над океанами самолеты должны иметь на борту соответствующее оборудование? Правда, в СССР его и в природе тогда просто не было. Наша страна сухопутная, и самолет планировался для полетов над сушей, а здесь – до горизонта воды с названием океан... Кто же знал, что ИЛ-62 так лихо выйдет на международный рынок авиaperевозок. Не смогли предвидеть, да и приборостроительная промышленность для внутреннего рынка готовила все не торопясь и зачастую на уровне раскладушек. Обидно констатировать подобное, но это было так.

После пролета Шеннона при переходе на частоты восточного направления мы все дружно и по моей команде сняли введенное по моему указанию ограничение. Я должностное лицо и за все в ответе. Казалось бы, все позади...

«Аэрофлот 314, - запрашивает диспетчер на восточном канале, который работал с нами на западном, – у вас все в порядке на борту?».

«Да, - отвечаю, - на ответчике код 2100 установлен. Сигнал нормальной работы в поле зрения».



«Хорошо, но я запомнил тебя, капитан», - сказал диспетчер и, не прощаясь, ушел со связи.

«Хорошо». Что я ему еще мог сказать?

После приезда в гостиницу мы с экипажем подробно разобрали наши ошибки. Диспетчер, точнее, оператор на корабле С (Чарли) что-то перепутал и передал наше место с ошибкой. Штурман ее не смог обнаружить вовремя, так как ДИСС работал неустойчиво, и ввел двойную поправку в курс следования, который только за 1 час полета увел нас от трассы на 150 км. Кого винить? Кого наказывать? Есть ли норма ответственности за большое отклонение от трассы, если на самолете отсутствуют средства дальней навигации?

В самом начале наших полетов на самолете ИЛ-62 у нас в экипаже одно время работал штурман Владимир Федосеевич Кулик. По сравнению с другими штурманами он, например, проводил самолет Ил-62 из Парижа в Москву на 5 минут быстрее. В частности, он совершенно филигранно управлял самолетом при больших изменениях в курсе следования за счет особого учета линейного угла разворота (ЛУР). И вот однажды тот же или другой оператор на корабле у Track-C (Чарли), намеренно или нет, сообщил на борт неправильное место его самолета. Отклонение от трека, как и у нас, тоже было большим...

И вывозили Владимира Федоровича Кулика из Нью-Йорка на морском корабле «М. Лермонтов» инвалидом, с разбитым глубоким инфарктом сердцем.

В середине 70-х гг. на самолеты Ил-62 стали устанавливать отечественные инерциальные системы. Потом устанавливали оборудование дальней навигации «Омега». Конечно, моим коллегам сейчас эти воспоминания покажутся детективными, но через все это мы должны были проходить и проходили, правда, иногда с потерями.

Не могу утверждать, что в других экипажах не было подобных неприятностей. Может быть, они были более счастливыми. Желая нынешнему поколению пилотов успешных полетов на самолетах любых самолетостроительных компаний, в том числе над океаном, что по-прежнему остается непростым делом.

*Новые книги и журналы*

---

В Издательстве «Радиотехника» готовится к выходу в свет книга **«ГЛОНАСС. Принципы построения и функционирования»** под редакцией **А.И. Перова и В.Н. Харисова**.

После первого издания этой книги в 1998 г. произошли существенные изменения в технологиях спутниковой навигации, ее месте и роли в различных сферах человеческой деятельности. Растущий интерес к глобальным навигационным спутниковым системам вызвал необходимость издания новой редакции книги «ГЛОНАСС».

Третье издание существенно переработано.

Адрес издательства:

107031, г. Москва, Кузнецкий мост, д. 20/6. Тел/факс: (095) 925-78-72, 921-48-37.

[www.webcenter.ru/~iprzhr/](http://www.webcenter.ru/~iprzhr/) [iprzhr@online.ru](mailto:iprzhr@online.ru)

\* \* \*

**Г.Ф. Молоканов «История штурманской службы Военно-воздушных сил России».**

Издательство «Агропрогресс» выпустило «Историю штурманской службы Военно-воздушных сил России». Книга написана профессором, доктором технических наук, заслуженным деятелем науки РФ, генерал-майором авиации Г.Ф. Молокановым по заданию президиума Совета ветеранов штурманской службы авиации Вооруженных Сил РФ. Она повествует об истории этой службы, зародившейся в годы первой мировой войны для более полной реализации боевых возможностей авиации, как нового средства вооруженной борьбы.

Известно, что военных наблюдателей - будущих навигаторов, которых готовили для ведения воздушной разведки и корректировки артиллерийского огня с привязных аэростатов, породило воздухоплавание. Аэропланы значительно расширили и усложнили круг решаемых с их помощью боевых задач, вызвав необходимость специализации в военной авиации.

В соответствии с ее основным предназначением формировались и соответствующие службы (управления полетов в аэродромной зоне, аэронавигационная, связи, метеорологическая, аэрофотографии, инженерная, медицинская, материального обеспечения и др.), необходимые для эффективного функционирования нового вида Вооруженных Сил как в мирное, так и в военное время. Повышение эффективности боевых действий авиации было основным содержанием напряженной работы аэронавигационной службы, названной позднее штурманской. Это показано на фоне общей истории авиации, которая в 2003 году отметила свое 100-летие.

Рассчитанная на широкий круг читателей, интересующихся увлекательными событиями при освоении пятого океана, книга может представить особый интерес для авиационных специалистов вообще и штурманского состава в особенности. В основу книги положены документальные и литературные материалы исторического характера, а также воспоминания лиц, принимавших активное участие в становлении, формировании и развитии штурманской службы как в мирное время, так и в годы войны.

В книге 500 страниц, 10 глав, 155 исторических фотографий. В начале каждой главы и параграфа в качестве эпиграфов помещены афоризмы, образные сравнения, мудрые мысли, которые, согласно Д.И. Писареву, способны многое прибавить к тому, что дает само содержание книги.

\* \* \*

В издательстве МГТУ им. Баумана на английском языке вышла в свет новая книга известного специалиста профессора **О. Салычева** «*Прикладная инерциальная навигация: проблемы и решения*» («Applied Inertial Navigation: Problems and Solutions»), 306 стр., 93 рис., 2003 г.

\* \* \*

Государственный научно-исследовательский навигационно-гидрографический институт (ГОСНИНГИ) МО РФ выпустил в свет сборник докладов V Российской научно-технической конференции «*Современное состояние и проблемы навигации и океанографии НО-2004*» в 2-х томах Отв. секретарь конференции Ганжина Татьяна Владимировна. Тел./факс (812) 327-99-80.

*Планы и календари*

---

**КАЛЕНДАРЬ МЕЖДУНАРОДНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ В ОБЛАСТИ  
НАВИГАЦИИ И СМЕЖНЫХ ДИСЦИПЛИН НА 2004 г.**

*Календарь подготовлен с помощью материалов IAIN News, ION, журнала GPS World, <http://www.gpsworld.com> и других источников*

**JANUARY 24-26, 2005**

**ION 2005 National Technical Meeting**

Catamaran Resort Hotel, San Diego, California. Contact: ION National Office, 1800 Diagonal Road, Suite 480, Alexandria, VA 22314, USA, tel. (703) 683-7101, fax (703) 683-7105, e-mail: [meetings@ion.org](mailto:meetings@ion.org), Internet <http://www.ion.org/>

**MARCH 8-10 2005**

**Munich SatNav Summit**

Institute of Geodesy & Navigation, Munich, Germany.

**APRIL 6-8 2005**

**RIN 05 Annual Navigation Meeting**

RIN, Reading, UK.

**АПРЕЛЬ 11-15 2005**

**КВО-2005 Всероссийская конференция «Фундаментальное и прикладное координатно-временное обеспечение»**

Конференцию организует РАН совместно с заинтересованными министерствами и ведомствами. Россия, Санкт-Петербург, Институт прикладной астрономии РАН, наб. Кутузова, 10. Тел. (812) 275-10-24, факс (812) 275-11-19.

E-mail: [malkin@quasar.ipa.nw.ru](mailto:malkin@quasar.ipa.nw.ru)

<http://www.ipa.nw.ru>

**APRIL 12-14 2005**

**CERGal 2005 Certification of Galileo Systems & Services**

DGON, Braunschweig, Germany. International Symposium on the Certification of Galileo Systems and Services.

**МАЙ 23-25 2005**

**XII Санкт-Петербургская международная конференция по интегрированным навигационным системам**

Санкт-Петербург. Государственный научный центр «Центральный научно-исследовательский институт «Электроприбор». Контакт: Государственный научный центр «Центральный научно-исследовательский институт «Электроприбор», 197046, Россия, Санкт-Петербург, Малая Посадская, 30, тел. (812) 238-78-38, (812) 238-82-10, факс +7 (812) 232-33-76, e-mail: [elprib@online.ru](mailto:elprib@online.ru), <http://www.elektropribor.spb.ru>

**JUNE 27-29, 2005**

**ION 61<sup>st</sup> Annual Meeting**

Royal Sonesta Hotel, Cambridge, Massachusetts. Contact: ION National Office, 1800 Diagonal Road, Suite 480, Alexandria, VA 22314, USA, tel. (703) 683-7101, fax (703) 683-7105, e-mail: [meetings@ion.org](mailto:meetings@ion.org), <http://www.ion.org/>

**JULY 19-22 2005**

**ENC/GNSS 2005**

EUGIN/DGON, Munich, Germany. Organized by the German Institute of Navigation (DGON) and the European Group of Institutes of Navigation (EUGIN). Sponsors: Telematica, Tele+ Italia.

<http://www.enc-gnss2005.com>

**SEPTEMBER 13-16 2005**

**ION GNSS 2005**

Long Beach Convention Center, Long Beach, California. Contact: ION National Office, 1800 Diagonal Road, Suite 480, Alexandria, VA 22314, USA, tel. (703) 683-7101, fax (703) 683-7105, e-mail: [meetings@ion.org](mailto:meetings@ion.org), <http://www.ion.org/>

**СЕНТЯБРЬ 26-29 2005**

**НЕВА 2005**

Выставка морской техники. Россия, Санкт-Петербург, Васильевский о-в.

**NOVEMBER 1-3 2005**

**NAV 05**

RIN, London, UK.

**MAY 8-9 2006**

**ENC/GNSS**

EUGIN/RIN, Manchester, UK.

**SEPTEMBER 26-29, 2006**

**ION GNSS 2006**

Fort Worth Convention Center, Fort Worth, Texas. Contact: ION National Office, 1800 Diagonal Road, Suite 480, Alexandria, VA 22314, USA, tel. (703) 683-7101, fax (703) 683-7105, e-mail: [meetings@ion.org](mailto:meetings@ion.org), <http://www.ion.org/>

**OCTOBER 18-20 2006**

**12<sup>th</sup> IAIN World Congress**

IAIN/Korean ION, Busan, Korea.

**SEPTEMBER 25-28 2007**

**ION GNSS 2007**

US ION. Fort Worth TX, USA.

***Уважаемые читатели!***

Продолжается подписка на журнал «Новости навигации». Подписка оформляется через редакцию журнала. Юридические и физические лица могут приобрести издаваемый журнал, оформив подписку либо заказ на конкретный номер журнала, а также за наличный расчет. Время оформления подписки не ограничено.

В стоимость подписки входит оплата 4-х номеров журнала. Стоимость подписки с учетом почтовых расходов и НДС – 700 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: (095) 926-25-01, факс: (095) 926-28-83

E-mail: [internavigation@rgcc.ru](mailto: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) – 700 у.е.

одноцветная реклама – 350 у.е.

---

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, 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.

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 тексте и отдельно в виде файлов формата *jpg, tiff*, предпочтительно, в портретной ориентации, в черно-белом цвете. Математические формулы оформляются через редактор формул *"Equation Editor"*.
8. В зависимости от тематики статьи при необходимости к представленному материалу должно прилагаться экспертное заключение о возможности публикации в открытой печати.