

*В Межведомственной комиссии «Интернавигация»*

17 марта 2004 г. состоялось заседание НТС МВК «Интернавигация» с рассмотрением следующих вопросов:

1. О совершенствовании нормативно-правовой базы по использованию интегрированных навигационных систем гражданскими и военными потребителями (докладчики Жолнеров В.С. - ОАО «РИРВ», Редкозубов В.Н. - ЦДРН авиации ВС, Царев В.М. - НТЦ «Интернавигация», Казновский Н.И. – ЦУП-ЦНИИМАШ).

НТС отметил, что интегрирование радионавигационных систем (спутниковых и наземных) является одним из перспективных направлений развития систем радионавигации, обеспечивающим большую надежность, доступность и точность координатно-временного обеспечения потребителей и, в конечном итоге, повышение безопасности движения транспортных средств в любых условиях.

Для широкого использования интегрированных систем должна быть разработана соответствующая нормативно-правовая и нормативно-техническая база.

НТС решил:

- Рекомендовать ОАО «РИРВ», ЦУП-ЦНИИМАШ и НТЦ «Интернавигация» разработать и представить на рассмотрение МВК перечень документов нормативно-правовой базы по использованию интегрированных навигационных систем и порядок их разработки;
- Рекомендовать ЦНИИМАШ – главному разработчику «Программы по совершенствованию нормативно-технического обеспечения системы ГЛОНАСС» проводить обновление указанной Программы и обеспечить установленный порядок прохождения документов по стандартизации через ТК № 363 «Радионавигация»;
- Рекомендовать НТЦ «Интернавигация» (ТК № 363) и ЦНИИМАШ обеспечить контроль выполнения «Приоритетной программы разработки технических регламентов на период 2003- 2010 г.г.» в части спутниковой навигации.

2. О потребности в аппаратуре потребителей спутниковых навигационных систем коммерческого назначения (докладчики Коротоношко А.Н. - Минтранс России и Жолнеров В.С. - ОАО «РИРВ»).

НТС отметил, что Минтрансом России разработан прогноз применения средств спутниковых навигационных систем в транспортном комплексе РФ. Согласно проведенным маркетинговым исследованиям в России в сфере безопасности движения до 2012 г. должно быть на обязательной основе внедрено около 90 тысяч

комплектов бортовой навигационной аппаратуры потребителей и 850 дифференциальных станций.

В то же время существует насущная потребность в разработке индивидуальной аппаратуры потребителей широкого применения, доступной по цене для рядовых пользователей, которая оценивается в сотни тысяч комплектов.

НТС решил:

- Принять за основу для использования и дальнейших проработок данные маркетинговых исследований Минтранса России по использованию средств спутниковых навигационных систем в сфере применений, подлежащих государственному регулированию;
- Рекомендовать ОАО «РИРВ» продолжить работы по созданию навигационной аппаратуры потребителей индивидуального пользования и результаты этих работ рассмотреть на заседании НТС МВК в III кв. 2005 г.

3. Об использовании связных и навигационных спутниковых технологий в автомобильном транспорте (докладчики Власов В.М. - НПП «Транснавигация» и Итин П.Г. - НПП «Термотех»).

НТС отметил, что уже несколько лет рядом российских компаний ведутся работы по созданию и развитию автоматизированных диспетчерских систем нового поколения, систем информационного сопровождения и мониторинга перевозок с использованием спутниковых навигационных технологий.

Такие системы внедрены уже в 18 городах России для управления городским пассажирским транспортом.

Федеральной целевой программой «Глобальная навигационная система» предусмотрено дальнейшее внедрение спутниковых навигационных систем на автомобильном транспорте, при этом администрациям и перевозчикам предлагаются для привязки и адаптации готовые решения и проекты систем, что позволяет повысить темпы их внедрения.

НТС решил:

- Одобрить деятельность службы «Росавтотранса» Минтранса России, НПП «Транснавигация» и НПП «Термотех» по внедрению в городах России новых информационных навигационных систем;
- Рекомендовать НПП «Транснавигация» совместно с кафедрой «Транспортная телематика» МАДИ (ГТУ) при участии НТЦ «Интернавигация» и НПП «Термотех» продолжить научные и практические проработки основных технических и технологических вопросов внедрения и использования спутниковых и автономных навигационных систем счисления в автомобильном транспорте России с учетом действующего законодательства.

В Российском общественном институте навигации

**5-я Российская научно-техническая конференция  
«Современное состояние и проблемы навигации и океанографии»  
( « Н О - 2 0 0 4 » )**

10–12 марта 2004 г. в г. Санкт-Петербурге в Государственном научно-исследовательском навигационно-гидрографическом институте МО РФ состоялась 5-я Российская научно-техническая конференция «Современное состояние и проблемы навигации и океанографии» («НО-2004»).

Учредители конференции: Главное управление навигации и океанографии МО РФ (ГУНИО МО РФ), Государственный научно-исследовательский навигационно-гидрографический институт МО РФ (ГНИНГИ МО РФ), Государственная служба морского флота, Центральное правление научно-технического общества судостроителей им. академика А.Н. Крылова, Ассоциация «Морские технологии и безопасность», Межгосударственный совет «Радионавигация», Санкт-Петербургское Морское Собрание, Российский общественный институт навигации, Гидрографическое общество России.

Почетными председателями конференции были заместитель министра транспорта Российской Федерации Н.Д. Негодов и начальник ГУНИО МО РФ, доктор технических наук А.А. Комарицын.

Конференция прошла под председательством начальника ГНИНГИ, доктора технических наук, профессора, академика Академии транспорта России С.П. Алексеева и генерального директора Центрального научно-исследовательского и проектно-конструкторского института морского флота, доктора технических наук, академика Академии транспорта России В.И. Пересыпкина.

В ходе конференции были проведены пленарные заседания и заседания 7 секций:

Секция 1. Методы, точность и эффективность навигации.

Секция 2. Автономные навигационные системы и комплексы.

Секция 3. Спутниковые и наземные радионавигационные системы.

Секция 4. Средства навигационного оборудования.

Секция 5. Средства и методы гидрографии, морской картографии и морской геофизики.

Секция 6. Гидрометеорологическое обеспечение морской деятельности.

Секция 7. Освоение ресурсов континентального шельфа – новая область применения потенциала военной навигации, гидрографии и океанографии.

На конференции были заслушаны приветствия от заместителя полномочного представителя Президента Российской Федерации в Северо-Западном Федеральном округе М.В. Моцака, директора ГНЦ «Электроприбор» академика РАН В.Г. Пешехонова,

представителя Радионавигационного комитета Международной ассоциации маячных служб М. Дживицкого, президента Российского общественного института навигации (РОИН) Ю.А. Соловьева.

На пленарном заседании были заслушаны доклады:

начальника ГУНИО МО РФ д.т.н. А.А. Комарицына «Навигационно-гидрографическое и гидрометеорологическое обеспечение морской деятельности на современном этапе»,

начальника ГНИНГИ МО РФ д.т.н., профессора С.П. Алексева «Современные направления развития технологий навигационно-гидрографического и гидрометеорологического обеспечения морской деятельности»,

президента Гидрографического общества России д.т.н., профессора Н.Н. Неронова «Некоторые аспекты разработки основных правовых актов, определяющих навигационно-гидрографическое обеспечение морской деятельности государства»,

директора ГНЦ «Электроприбор» академика РАН В.Г. Пешехонова, начальника отдела ГНЦ РФ – ЦНИИ «Электроприбор» к.т.н. Б.Л. Шарыгина и др. «Единая система навигации и стабилизации для кораблей ВМФ и ВМС инозаказчика. История создания и перспективы развития»,

главного менеджера компании «Ресон» К. Йенсена «Многочувствительные эхолоты Sea Bat для выполнения гидрографических и промерных работ»,

директора ААНИИ д.г.н. И.Е. Фролова «Международный полярный год 2007/08»,

директора навигационно-гидрографического института Гдыньского морского университета, профессора, доктора В. Моргася «Морская навигационная информация и ее обеспечение»,

начальника центра ВНИИГМИ – МЦД Н.Н. Михайлова «Методы и решения по построению технологии комплексного информационного гидрометеорологического обеспечения морской деятельности».

В ходе приветствия была также заслушана информация о докладе Царева В.М. (директора НТЦ «Интернавигация»), Жолнерова В.С. (заместителя директора РИРВ) и Соловьева Ю.А. (РОИН) «Проблемы разработки новой редакции Российского радионавигационного плана». Сам доклад был представлен на 3-й секции.

На секциях было заслушано более 150 докладов представителей свыше 50 организаций России, ближнего и дальнего зарубежья (Дания, Польша, Япония и др.).

Одновременно с работой конференции был проведена выставка и семинар по теме «Требования к подготовке персонала морской дифференциальной подсистемы ГНСС». Руководитель семинара – начальник отдела ГНИНГИ МО РФ кандидат технических наук Баринов Сергей Прокопьевич.

В ходе семинара были заслушаны доклады:

А.И. Гордиенко, начальник Маячной службы ГУНИО МО РФ. «Проблемы и перспективы развития морских дифференциальных подсистем ГНСС ГЛОНАСС/GPS».

В.Н. Баринов (ГНИНГИ МО РФ). «Методические основы обучения и оценки качества знаний операторов ККС и УКУС».

С.М. Бублик (ГНИНГИ МО РФ). «Технико-эксплуатационные требования морских потребителей к оборудованию МДПС».

С.П. Баринов (ГНИНГИ МО РФ). «Основные направления сотрудничества гидрографических служб (морских администраций), ориентированного на эффективное использование МДПС».

Состоялась презентация проекта «Типовой программы подготовки операторов контрольно-корректирующей станции и удаленной контрольно-управляющей станции МДПС».

В заключение конференции было проведено пленарное заседание с подведением итогов и принятием решения.

Затем гостям конференции была предоставлена возможность принять участие в торжественном собрании и побывать на официальном приеме, посвященном 65-летию ГНИНГИ МО РФ в Зале Революции Санкт-Петербургского Военно-Морского института – Морского корпуса Петра Великого.

\* \* \*

27 января 2004 г. и 30 марта 2004 г. в помещении ГОСНИИ «Аэронавигация» (г. Москва) под председательством вице-президента РОИН, профессора Белгородского С.Л. состоялись совместные заседания Секции воздушного транспорта РОИН и семинара «Летная эксплуатация воздушных судов», проводимого в рамках мероприятий ГОСНИИ «Аэронавигация», Академии транспорта России и Комиссии по расследованию авиационных происшествий на воздушном транспорте Межгосударственного авиационного комитета.

27 января 2004 г. заслушаны и обсуждены следующие доклады:

Хариков А.А. (Гос НИИ «Аэронавигация»). «Развитие УВД в Советском Союзе в 50-90 годах XX века».

Щербаков Л.К. (ГС ГА МТ РФ). «Организация воздушного движения в России: состояние, проблемы, перспективы».

Кузнецов Н.Н., Андрющенко А.В., Калиниченко Н.А. (ЗАО «Киберсо»). «Разработка высокоточных моделей городов и территорий».

30 марта 2004 г. были заслушаны и обсуждены следующие доклады:

Теймуразов Р.А., Кофман В.Д. (МАК). «Состояние безопасности полетов гражданской авиации в России и СНГ в 2003г.».

Глухов В.В., Ануфриев Д.В. (МГТУ ГА). «Оценка точностных характеристик автоматизированных режимов полета летательных аппаратов на основе «бутстреп-метода» (метода перевыборки)».

Научно-технические статьи, обзоры, рефераты

**Проблемы разработки новой редакции Российского  
радионавигационного плана**

*В.М. Царев, В.С. Жолнеров, Ю.А. Соловьев*

Радионавигационные системы (РНС), являющиеся одними из наиболее важных средств навигационного обеспечения транспортных и других объектов, в настоящее время находятся на различных этапах своего распространения и развития, используют различные принципы действия и обладают различными характеристиками.

Если, например, возраст системы «Всенаправленный радиомаяк - радиокompас» приближается к 80 годам, то возраст спутниковых радионавигационных систем (СРНС) не превышает 30 лет, а некоторые (Галилео, функциональные дополнения СРНС) находятся еще в начале своего развития.

Общее количество типов функционирующих в настоящее время систем всех ведомств превышает 20 единиц.

Если точность местоопределения первых систем находилась на уровне первых десятков или единиц километров, то номинальная точность местоопределения современных СРНС оказывается выше на три порядка и составляет 10...15 м, а в специальных режимах СРНС имеют сантиметровую и даже миллиметровую точность [1,2].

Имеются также существенные отличия и по другим показателям, таким как зоны действия, доступность, непрерывность и целостность, что определяет возможность их использования теми или иными объектами при решении различных задач.

В то же время все больше осознается необходимость разумной унификации навигационного обеспечения транспортных и других средств в различных сферах (космос, воздух, земля, вода) и на различных этапах движения.

Все это обуславливает необходимость согласованного планирования развития радионавигационных систем с прогнозом их полного жизненного цикла от зарождения до окончания функционирования и разработки соответствующего Российского радионавигационного плана.

Первые редакции такого плана в соответствии с распоряжением Правительства РФ были созданы соответственно в 1994 и 1998 гг. [1, 2]. С их учетом разработана «Межгосударственная радионавигационная программа государств-участников Содружества Независимых Государств на 2001-2005 годы (Концепция развития радионавигационных систем)» [3].

Имеется большой опыт создания Федеральных радионавигационных планов (ФРП) в США, которые обновляются раз в два года. В настоящее время на сайте

Береговой охраны США находится план 2001 г. [4], хотя положения ФРП-2003 обсуждались навигационной общественностью США весной и летом 2003 г. [5].

В настоящее время в Европейском Союзе проводятся подготовительные мероприятия и предполагается разработать в 2004 г. Европейский радионавигационный план, в котором должны учитываться также положения Российского радионавигационного плана и Межгосударственной радионавигационной программы государств-участников Содружества Независимых Государств [6, 7].

Новая редакция Российского радионавигационного плана призвана учесть перемены в состоянии страны, ее экономики и самих радионавигационных систем за прошедшие шесть лет с момента создания последней редакции.

Таким образом, основными задачами Российского радионавигационного плана являются:

предоставление заинтересованным сторонам (промышленность, транспорт и др.) официальной информации по политике развития, состоянию, техническим характеристикам, планируемым срокам использования отечественных радионавигационных систем, а также по направлениям международного сотрудничества в области радионавигации;

обеспечение координации усилий заинтересованных сторон в области развития и использования радионавигационных средств.

Создание Плана должно быть направлено на повышение и поддержание национальной безопасности, обеспечение эффективности и безопасности транспорта, а также должно содействовать экономическому росту, повышению уровня жизни населения и охране окружающей среды.

Исходной задачей при формировании новой редакции Плана является уточнение и коррекция требований потребителей информации РНС. В частности, должны появиться требования космических потребителей, требования к определению координат терпящих бедствие объектов для обеспечения эффективной работы службы спасения и требования к частотно-временному обеспечению, возникающие, например, при решении задачи синхронизации энергетических систем, линий передачи данных, основанных на принципах синхронной цифровой иерархии, базовых станций сотовых систем связи и др. [8].

Подлежат уточнению требования авиации к сигналу в пространстве спутниковых систем на основе новых положений ИКАО (SARPs) [9] с определением, в частности, более развернутых характеристик алгоритмов контроля целостности, требования железнодорожного, автомобильного транспорта и др.

Для действенности разрабатываемого Плана необходима достоверная исходная информация о современном состоянии РНС, что может быть осуществлено на основе их объективной инвентаризации и надежного прогноза развития РНС с учетом

Федеральных целевых программ (ФЦП) «Модернизация транспортной системы России (2002-2010 годы)» [10] и «Глобальная навигационная система на 2002-2011 гг.» [11], а также планов ведомств [12] и др. Необходима также информация об оснащенности потребителей соответствующей бортовой аппаратурой, а также о предполагаемых объемах ее производства и использовании в предстоящий период.

Одновременно важно оценить возможности использования зарубежных радионавигационных систем.

Важными вопросами являются оценка уязвимости радионавигационных систем при воздействии различных неблагоприятных факторов, обеспечение их живучести и устойчивости. Предварительная оценка показывает, что для РНС с наземными станциями наибольшую угрозу представляет физическое поражение наземного оборудования, в первую очередь – антенных систем, имеющих наибольшие размеры, высоту или протяженность. Для приемных радиосредств длинноволнового и средневолнового диапазонов существенную угрозу представляют атмосферные помехи, помехи, обусловленные электризацией корпуса самолета и т.д.

Для спутниковых систем наибольшую угрозу помимо разрушения наземных объектов представляют преднамеренные и непреднамеренные помехи навигационной аппаратуре потребителей, поскольку мощность принимаемых сигналов очень мала и находится на уровне -160 дБВт [8].

Представляется необходимым определить комплекс мер по поддержанию живучести и устойчивости радионавигационного обеспечения. Такими мерами, в частности, могут быть:

- защита наземных сооружений от физического воздействия;
- повышение помехоустойчивости аппаратуры потребителей;
- комплексное использование информации радиосистем и автономного оборудования (инерциальные и другие средства счисления координат и времени).

Среди таких мер важное место занимает резервирование приоритетных перспективных спутниковых систем с помощью находящихся в эксплуатации РНС наземного базирования.

Заключительным этапом является разработка и согласование планов ввода новых средств, а также поддержания готовности и прекращения эксплуатации существующих систем. Эта разработка должна вестись на основе предложений по использованию спутниковых систем (в том числе зарубежных), таких как «Концепция применения спутниковых навигационных систем ГЛОНАСС/GPS в транспортном комплексе Российской Федерации» [12] и др., с учетом оснащенности потребителей соответствующей аппаратурой и планов ее производства. К разработке таких документов, которые должны стать основным результатом разработки Российского радионавигационного плана, необходимо привлечь экспертов всех заинтересованных ведомств, а к обсуждению предлагаемых решений – навигационную общественность.



**Литература**

1. Российский радионавигационный план – основные направления развития радионавигационных систем и средств, Москва, 1994.
2. Российский радионавигационный план – основные направления развития радионавигационных систем и средств, Москва, 1998.
3. Межгосударственная радионавигационная программа государств-участников Содружества Независимых Государств на 2001-2005 годы (Концепция развития радионавигационных систем), 2001 г.
4. Федеральный радионавигационный план США 2001 г. [www.gpsworld.com](http://www.gpsworld.com).
5. General: European Radio Navigation Policy – A New Approach, European Journal of Navigation, vol. 1, N2, August 2003.
6. Proposal for a Radio Navigation Plan. A European Approach to Radionavigation (Version 0.1). Предложения для Европейского радионавигационного плана. Европейский подход к радионавигации. Версия 0.1. Перевод с англ. ЦНИИ навигации и управления, Киев, 2002.
7. Соловьев Ю.А. Спутниковая навигация и ее приложения, Эко-Трендз, Москва, 2003.
8. Поправка 76 к Международным стандартам и Рекомендуемой практике «Авиационная электросвязь» (Приложение 10 к Конвенции о международной гражданской авиации) (SARPs), том 1 (радионавигационные средства), ИКАО, 1.11.2001.
9. ФЦП «Модернизация транспортной системы России (2002-2010 годы)», Минтранс РФ.
10. ФЦП «Глобальная навигационная система на 2002-2011 гг.»
11. Концепция применения спутниковых навигационных систем ГЛОНАСС/GPS в транспортном комплексе Российской Федерации, Минтранс РФ, 2003.

## **О создании концепции Единой системы контроля и управления судоходством Российской Федерации с использованием спутниковых технологий связи и навигации**

*В.И. Головки, Г.И. Москвин, А.Д. Куропятников<sup>1</sup>*

### **1. Введение**

В соответствии с экономическими и стратегическими интересами России в Мировом океане, особую важность приобретает развитие торгового судоходства, промышленного рыболовства, добычи полезных ископаемых и других видов хозяйственного использования морей и побережья.

Несмотря на определенные усилия, предпринимаемые в последние годы, уровень безопасности мореплавания, защиты окружающей среды и контроля за хозяйственной деятельностью на морских акваториях, принадлежащих Российской Федерации, заметно отстает от общепринятых мировых требований и стандартов. К таким акваториям относятся:

- внутренние морские воды, территориальное море и прилегающая зона, установленные Федеральным Законом Российской Федерации от 31 июля 1998 г. № 155-ФЗ;
- исключительная экономическая зона и зона континентального шельфа, установленные Конвенцией ООН по морскому праву.

В последние годы наблюдается тенденция роста количества нарушений таможенного законодательства, правил хозяйственной деятельности в экономической зоне и экологических требований. В значительной мере эти негативные факторы объясняются огромной протяженностью побережья РФ и недостаточной развитостью его хозяйственной инфраструктуры, ухудшением общей экономической ситуации в России в 90-е годы, старением флота и ухудшением его технического состояния. Для преодоления этих недостатков и негативных тенденций требуется консолидация усилий соответствующих министерств и ведомств в создании эффективной системы контроля и управления судоходством и хозяйственной деятельностью.

Таким образом, для защиты российских интересов в Мировом океане, включая территориальные воды, исключительную экономическую зону и зону континентального шельфа, и выполнения международных обязательств России необходимо создание эффективной системы обеспечения безопасности мореплавания и государственного контроля и управления судоходством на основе использования

---

<sup>1</sup>В.И. Головки – заместитель директора ГП «Морсвязьспутник».  
Г.И. Москвин, А.Д. Куропятников – начальники отделов ГП «Морсвязьспутник».  
Статья подготовлена до решения о преобразовании Правительства РФ (ред.).

современных и перспективных радиоэлектронных средств и информационных технологий.

## **2. Предпосылки и правовая основа создания Единой системы контроля и управления судоходством**

В соответствии с концепцией, принятой Государственной службой морского флота Министерства транспорта Российской Федерации, решение задач управления и обеспечения безопасного функционирования морского транспорта осуществляется в рамках создания Единой системы контроля и управления судоходством (ЕСКУС).

Предпосылками создания ЕСКУС, определяющими ее правовую основу, являются следующие международные и российские программы и проекты.

В соответствии с Правилom 12 Главы V Международной Конвенции по охране человеческой жизни на море (СОЛАС), Резолюцией Международной морской организации (ИМО) А.857(20) от 27.11.1997 г. и Руководством Международной ассоциации маячных служб (IALA VTS Manual), Министерством транспорта РФ осуществляется программа создания и модернизации Систем управления движением судов (СУДС). СУДС общепризнанно являются важнейшим средством обеспечения безопасности мореплавания на акваториях портов и на подходах к ним, способствуют повышению эффективности транспортного процесса.

Техническую основу современных СУДС составляют сети береговых радиолокационных станций (РЛС), автоматические системы обработки и отображения радиолокационной информации и средства УКВ (ОВЧ)-радиосвязи с судами. Одним из элементов современных СУДС является информационная подсистема, аккумулирующая информацию по судам, оперирующим в зоне действия СУДС, включая данные о наименовании, типах и принадлежности судов, их позициях в портах и на подходах к ним, перемещениях внутри порта и судозаходах.

На основании постановления Правительства РФ от 03.07.97 № 813 в России осуществляется программа создания и обеспечения функционирования Глобальной морской системы связи при бедствии и для обеспечения безопасности (ГМССБ). Данная программа, основываясь на Резолюции ИМО А.801(19), предусматривает создание морских районов А1 и/или А2 на подходах к основным портам РФ. В соответствии с этой программой радиостанции, обеспечивающие связь в районах А1/А2 в диапазонах ОВЧ/СЧ, должны быть замкнуты на спасательно-координационные центры (СКЦ) или подцентры (СПЦ). СКЦ или СПЦ для эффективной организации и проведения спасательных операций должны обладать оперативной информацией о положении судов в районах А1/А2, о технических характеристиках судов, перевозимых грузах и т. д. Очевидно, что для этого необходима соответствующая информационная подсистема, где оперативная информация о положении судов и их движении в районах А1/А2 должна поступать от СУДС, АИС и Систем судовых сообщений (ССС),

создаваемых в соответствии с Международной Конвенцией по поиску и спасанию на море и Резолюциями ИМО MSC.43(64) и А.851(20).

Резолюция Комитета ИМО по безопасности мореплавания MSC 74/96 от 12 мая 1998 г. определила международную правовую основу для создания и развития Автоматических информационных систем (АИС), создаваемых на основе применения универсальных транспондеров. В Приложении 3 к данной Резолюции даны Рекомендации по эксплуатационным требованиям к универсальным АИС. Международный союз электросвязи (МСЭ-Р) утвердил Рекомендацию М.1371-1, содержащую технические характеристики универсальных судовых АИС. Международной электротехнической комиссией (МЭК) в феврале 2002 г. издан стандарт 61993-2, в котором содержатся технические требования к универсальным АИС, включая методы и требуемые результаты их испытаний.

Системы АИС, получая по каналам УКВ (ОВЧ)-радиосвязи информацию о координатах и векторе скорости судов, являются, в совокупности с СУДС, или в дополнение к ним, эффективным средством обеспечения безопасности мореплавания, контроля и регулирования судоходства в прибрежных водах. Дополнительная информация о судах, получаемая с помощью АИС (тип судна, род и количество груза, агент или судовладелец, порты отправления и назначения), может эффективно использоваться в информационных подсистемах СКЦ (СПЦ) и СУДС.

Важным компонентом системы АИС являются опорные станции дифференциальных глобальных навигационных спутниковых систем (ДГНСС) ГЛОНАСС/GPS, обеспечивающие необходимую точность определения местоположения и вектора скорости судов.

В соответствии с рекомендациями перечисленных нормативных документов Советом Государственной службы морского флота Минтранса РФ 8 сентября 1998 г. было принято Постановление № 6 «О Единой системе контроля и управления судоходством в прибрежных водах России». Основное внимание в данном постановлении уделяется внедрению АИС в России и созданию на основе АИС, СУДС и Морских районов А1 ГМССБ Единой системы контроля и управления судоходством.

Необходимость создания ЕСКУС диктуется также принятием 31 июля 1998 г. Закона РФ «О внутренних морских водах, территориальном море и прилежащей зоне Российской Федерации». Создание ЕСКУС соответствует Федеральной целевой программе «Мировой океан», предусматривающей, в частности, создание единой общегосударственной системы информации об обстановке в Мировом океане, основанной на отраслевых и ведомственных системах информации, в том числе Министерства транспорта РФ.

В соответствии с указанным Постановлением работы по внедрению АИС и организации ЕСКУС начаты в 1999 г., включая подготовку правительственных и ведомственных нормативных документов, программы внедрения и технико-

эксплуатационных требований к аппаратуре. Уже созданы опытные районы элементов ЕСКУС в восточной части Финского залива, Азово-Черноморском регионе, заливе Петра Великого, Кольском заливе.

### **3. Основные требования к созданию Единой системы контроля и управления судоходством с использованием спутниковых технологий связи и навигации**

Концепция создания Единой системы контроля и управления судоходством отражает современные мировые тенденции развития технических систем обеспечения безопасности мореплавания и государственного контроля за судоходством.

Наиболее близкими аналогами ЕСКУС являются концепция VTMIS (Vessel Traffic Management and Information System) и проект POSEIDON (European Project On Intergrated VTS, Sea Environment And Interactive Data On-Line Network), интенсивно развиваемые странами Европейского Союза с середины 1990-х годов.

Главными положениями концепции VTMIS и проекта POSEIDON являются:

- развитие СУДС на основе интеграции информации, получаемой от береговых РЛС, с информацией, получаемых от других источников (транспондеры АИС, береговые и спутниковые системы связи и т.д.);
- образование региональных СУДС посредством информационной интеграции и взаимодействия локальных СУДС, обслуживающих отдельные порты или участки судоходных путей;
- образование сети СУДС, охватывающей побережье Европы непрерывной зоной радиолокационного и/или контроля с помощью АИС за движением судов;
- формирование информационного пространства по вопросам судоходства на локальном, региональном, национальном и международном уровнях;
- обеспечение доступа государственных и международных органов, всех участников транспортного процесса к соответствующей информации по вопросам судоходства.

Все указанные выше положения используются и развиваются в концепции создания ЕСКУС Российской Федерации.

Технической основой ЕСКУС является информационная интеграция СУДС, систем АИС, систем радиосвязи и судовых сообщений в Морских районах А1/А2/А3 ГМССБ, а также Морской дифференциальной подсистемы ГНСС ГЛОНАСС/GPS. Такая информационная интеграция, выполненная в рамках одного отдельного порта (на локальном уровне), позволяет сформировать Локальную ЕСКУС.

Образование ЕСКУС более высоких уровней (регионального, бассейнового и национального) обеспечивается информационным обменом между элементами ЕСКУС различных уровней:

- обменом информацией между Локальными ЕСКУС с целью создания Региональных ЕСКУС;

- обменом информацией между Локальными и Региональными ЕСКУС с целью создания Бассейновых ЕСКУС;
- обменом информацией между Бассейновыми ЕСКУС и Информационным центром Росморфлота с целью создания Национальной ЕСКУС РФ.

Важной составной частью ЕСКУС является система информационного обеспечения государственного контроля судоходства, основными функциями которой являются:

- предоставление информации государственным структурам, обеспечивающим контроль над судоходством на локальном, региональном, бассейновом и национальном уровнях;
- предоставление всем участникам транспортного процесса открытой информации по вопросам безопасности мореплавания и государственного контроля судоходства;
- участие морского транспорта РФ в обмене информацией в рамках международного сотрудничества.

Создание системы информационного обеспечения государственного контроля судоходства в составе ЕСКУС обуславливается рядом документов ИМО, которые обязывают Морские администрации государств - членов ИМО осуществлять эффективный контроль над техническим состоянием судов, квалификацией экипажей и охраной окружающей среды.

Особенности географии и экономики РФ не позволяют в обозримом будущем полностью охватить локальными и региональными ЕСКУС все побережье РФ, особенно в Арктике, Охотском море и северо-восточной части Тихого Океана. Следует реально рассчитывать на поэтапное создание в течение нескольких лет локальных и региональных ЕСКУС, структура которых описана ниже, в наиболее развитых районах судоходства. Поскольку процесс внедрения АИС будет длиться порядка 5 лет, вполне вероятно создание системы контроля на базе отдельных Морских районов А1/А2 ГМССБ (без СУДС и АИС) при небольших портах.

Значительные участки арктического и тихоокеанского побережья РФ, не охваченные локальными и региональными ЕСКУС, включая прилегающие территориальные воды, исключительную экономическую зону и зону континентального шельфа, будут объявлены Морским районом А3 ГМССБ, предполагающим использование для связи в случаях бедствия и спасания Международной системы подвижной спутниковой связи «Инмарсат». Следовательно, для включения указанных районов в состав бассейновых и национальной ЕСКУС, целесообразна организация системы судовых сообщений (ССС) в Морском районе А3 ГМССБ с целью получения оперативной информации о судах. Технически это обеспечивается путем использования российской береговой земной станции (БЗС) Инмарсат-С, введенной в действие в марте 2002 г. Данная БЗС Инмарсат-С

обеспечивает передачу через глобальные компьютерные сети в СКЦ судовых сообщений из Морского района А3 ГМССБ или через судовую земную станцию Инмарсат-С, установленную с СКЦ.

Наряду с созданием ССС в Морском районе А3 ГМССБ, целесообразно создание ССС в районах А2. Во-первых, это объясняется тем, что значительная часть российского флота, особенно рыбодобывающего, оборудована согласно требований к Морским районам А2 ГМССБ и имеет в своем составе судовые земные станции Инмарсат-С. Во-вторых, ССС в Морских районах А2, использующие радиотелекс в ПВ диапазоне, смогут одновременно обеспечивать СКЦ (СПЦ) информацией о судах в Морских районах А1, по крайней мере до ввода в эксплуатацию береговых станций АИС и завершения оборудования флота транспондерами. К тому же, значительная часть судов (валовой вместимостью до 300 т) не попадает под требование Конвенции СОЛАС по обязательному оснащению транспондерами АИС.

Очевидно, что основными потребителями информации ССС должны являться СКЦ (например, во Владивостоке и Санкт-Петербурге) и СПЦ (например, в Холмске и Петропавловске-Камчатском). В связи с этим, при СКЦ и СПЦ должны быть созданы информационные системы (базы данных), получающие оперативную информацию от ССС. Вместе с тем, СКЦ и СПЦ нуждаются в оперативной информации о дислокации судов в зонах действия СУДС и АИС, имеющейся в информационной системе ЕСКУС. Поэтому, вполне обосновано предложение о подключении ССС непосредственно к информационной системе ЕСКУС, интеграции информации ССС с информацией СУДС и АИС и предоставлении в распоряжение СКЦ и СПЦ интегрированной информации о дислокации судов на бассейне. Такое предложение целесообразно и с экономической точки зрения, поскольку позволяет отказаться от дублирования дорогостоящих каналов связи, коммуникационного и компьютерного оборудования.

#### **4. Требования к структуре Единой системы контроля и управления судоходством**

Учитывая географические и организационные особенности деятельности морского транспорта России, предлагается бассейновый принцип построения и организации деятельности национальной ЕСКУС. Бассейновый принцип целесообразен и с точки зрения международного сотрудничества в обмене информацией в сфере морского транспорта (в частности, участие России в деятельности в рамках Токийского и Парижского меморандумов).

Бассейновый принцип организации ЕСКУС России предполагает создание на четырех морских бассейнах (Северо-Западном, Азово-Черноморском, Тихоокеанском и Арктическом) бассейновых ЕСКУС, осуществляющих обмен информацией между собой, а также с Информационным центром ЕСКУС России при Главном вычислительном центре (ГВЦ) Росморфлота. Бассейновые ЕСКУС являются трехуровневыми системами.

Первый уровень образуют локальные ЕСКУС, создаваемые при отдельных портах, которые по своему географическому положению не могут объединяться с другими портами для создания региональных ЕСКУС.

В состав локальных ЕСКУС входят:

- служба капитана порта (СКП), включая портнадзор, дипломный отдел, отдел регистрации флота;
- система управления движением судов (СУДС);
- система связи в морском районе А1 ГМССБ;
- система АИС, действующая в пределах морского района А1;
- морская дифференциальная станция ГНСС ГЛОНАСС/GPS;
- система судовых сообщений (ССС) в морском районе А2;
- информационная система.

Система связи в морском районе А1 ГМССБ обеспечивает организацию канала обмена информацией между судовыми и наземным компьютерными сетями. Объекты района А1 используются для установки берегового оборудования АИС.

Система судовых сообщений (ССС), использующая радиотелекс в ПВ диапазоне, обеспечивает ЕСКУС и СКЦ (СПЦ) информацией о позициях и движении судов в морском районе А2 ГМССБ. До ввода в действие системы АИС такая СССР может эффективно действовать и в морском районе А1.

Информация, поступающая от АИС, используется для дополнения радиолокационной информации в СУДС. Возможны варианты построения локальных ЕСКУС, в которых будет отсутствовать традиционная СУДС с РЛС, а информация о движении судов будет генерироваться только за счет действия АИС и/или СССР.

Информационная система локальной ЕСКУС интегрирует базы данных службы капитана порта, СУДС, СССР или АИС, обеспечивает обмен информацией между судовыми и наземными базами данных и является элементом информационной системы бассейновой ЕСКУС. Функцией информационной системы является также обеспечение доступа к информации для местных государственных органов, осуществляющих надзор за судоходством (МО, ФПС, ГТК) и для прочих участников транспортного процесса (судовладельцев, агентов, портовиков и т. д.).

Второй уровень образуют региональные ЕСКУС, охватывающие акватории нескольких портов, включая подходные пути и зоны разделения движения. Критерием для образования региональных ЕСКУС может служить расстояние между соседними портами, не превышающее двойного радиуса действия базовой радиостанции морского диапазона УКВ (ОВЧ), что позволяет создать региональный морской район А1 ГМССБ и региональную АИС.

Характерными особенностями региональных ЕСКУС являются:



- непрерывная зона контроля движения судов на основе береговых РЛС и базовых станций АИС морских дифференциальных станций ГНСС ГЛОНАСС/GPS, охватывающая акватории всех гаваней и основные судоходные пути;
- наличие сети собственных телекоммуникаций (радиорелейных, кабельных, волоконно-оптических линий связи и передачи данных), обеспечивающих высокую надежность и автономное функционирование ЕСКУС, независимо от операторов связи.

В состав региональных ЕСКУС, по аналогии с локальными, входят:

- службы капитанов портов (СКП) региона, включая портнадзоры, дипломные отделы, отделы регистрации флота;
- локальные СУДС портов региона;
- региональная система управления движением судов (РСУДС), создаваемая на основе информационной интеграции локальных СУДС;
- региональная система радиосвязи в морском районе А1, создаваемая на основе нескольких базовых станций и единого центра управления связью;
- система АИС, действующая в пределах регионального морского района А1;
- морская дифференциальная станция ГНСС ГЛОНАСС/GPS;
- система судовых сообщений (ССС) в районе А2;
- региональная информационная система.

Региональная информационная система (Региональный информационно-технический центр) интегрирует базы данных служб капитанов портов, РСУДС, СССР или АИС МДПС и является элементом информационной системы бассейновой ЕСКУС. Прочие комментарии, сделанные выше для структуры локальной ЕСКУС, справедливы и для региональной ЕСКУС.

Первые в России Региональные ЕСКУС создаются в восточной части Финского залива и в заливе Петра Великого. В состав ЕСКУС восточной части Финского залива войдет Региональная СУДС, создаваемая на основе действующей СУДС порта Санкт-Петербург, СУДС портов Выборг, Приморск, Усть-Луга, действующая опорная станция ДГНСС на мысе Шепелевский, региональный морской район А1 ГМССБ и система АИС. В состав ЕСКУС залива Петра Великого (ЕСПВ) войдет Региональная СУДС, создаваемая на основе действующих СУДС порта Владивосток и залива Находка, СУДС залива Посыет, опорная станция ДГНСС на мысе Поворотный, региональный морской район А1 ГМССБ и система АИС на основе трех базовых станций.

Региональные ЕСКУС будут созданы также на Азово-Черноморском побережье, в Кольском заливе и Белом море. Интенсивная разработка нефтегазовых месторождений на Сахалинском шельфе может потребовать в будущем образования региональных ЕСКУС на Сахалине.

Третий уровень представляет собой бассейновая ЕСКУС, образованная путем интеграции локальных и региональных ЕСКУС бассейна.

В состав бассейновой ЕСКУС входят:

- региональная ЕСКУС;
- локальные ЕСКУС при отдельных портах;
- информационные системы администраций малых портов (портпунктов), где отсутствуют морские районы А1/А2 и нецелесообразно создание СУДС/АИС;
- системы судовых сообщений в морских районах А2 ГМССБ;
- система судовых сообщений в морском районе А3 ГМССБ;
- бассейновый информационно-технический центр (БИТЦ), обеспечивающий интеграцию упомянутых выше элементов в бассейновую ЕСКУС.

Оптимальным местом расположения БИТЦ являются наиболее развитые части бассейнов, где сосредоточена большая часть судопотоков и телекоммуникационных магистралей, располагаются СКЦ. Если внутри бассейна предполагается создание региональной ЕСКУС, то БИТЦ может одновременно выполнять функции центра региональной информационной системы.

В Северо-Западном и Тихоокеанском бассейнах основой для создания БИТЦ могут служить Санкт-Петербургский и Дальневосточный региональные информационно-технические центры, обеспечивающие информационный обмен в рамках Парижского и Токийского меморандумов и обладающие определенной технической базой и коммуникационными средствами.

Для обмена информацией с элементами ЕСКУС в указанных районах в распоряжение БИТЦ могут быть предоставлены высокоскоростные выделенные каналы связи, создаваемые по проектам создания Региональных СУДС восточной части Финского залива и залива Петра Великого.

Для доступа к информационным ресурсам БИТЦ государственных органов, осуществляющих надзор за судоходством (бассейновые подразделения МО, ФПС, ГТК) и других участников транспортного процесса (судовладельцев, агентов, портовиков и т. д.) целесообразно использовать глобальные компьютерные сети. Подключение потребителей информации к глобальным компьютерным сетям может быть организовано по выделенным каналам связи или по коммутируемым линиям связи общего пользования.

Информационный центр ЕСКУС РФ при ГВЦ Росморфлота обменивается информацией с БИТЦ посредством двух выделенных каналов связи и глобальных компьютерных сетей и должен обеспечить доступ к своим информационным ресурсам для центральных государственных органов, осуществляющих надзор за судоходством. Учитывая три уровня построения бассейновой ЕСКУС, можно считать, что ЕСКУС РФ имеет четыре уровня построения. Верхний уровень образован бассейновыми информационными центрами и информационным центром Росморфлота, а три нижних уровня входят в состав бассейновых ЕСКУС, как показано выше.

## 5. Заключение

Таким образом, рассмотрены основные требования к технологиям управления и обеспечения безопасного функционирования морского транспорта на основе концепции создания Единой системы контроля и управления судоходством (ЕСКУС) Российской Федерации с использованием технологий связи и навигации.

В качестве основы предложен бассейновый принцип построения и организации ЕСКУС РФ и трехуровневая структура ЕСКУС бассейна (локальный, региональный, бассейновый уровни).

В состав локальных и региональных ЕСКУС, кроме СУДС, систем связи в Морских районах А1 ГМССБ и АИС дифференциальные станции ГНСС ГЛОНАСС/GPS, должны быть включены службы капитанов портов (СКП) и системы судовых сообщений (ССС) в морских районах А2 ГМССБ.

Системообразующими элементами локальных и региональных ЕСКУС должны быть соответствующие информационные системы, интегрирующие информацию от различных источников (СУДС, АИС, МДПС, СКП, СССР и т. д.), обеспечивающие обмен информацией с бассейновым уровнем ЕСКУС и доступ к информационным ресурсам для местных государственных органов и участников транспортного процесса.

В состав бассейновой ЕСКУС должны входить локальные и региональные ЕСКУС, а также информационные системы малых портов (портпунктов), где отсутствуют другие элементы ЕСКУС, и система судовых сообщений в морском районе А3 ГМССБ.

Системообразующим (интегрирующим) элементом бассейновой ЕСКУС должен быть Бассейновый информационно-технический центр (БИТЦ), который должен обеспечить:

- информационный обмен с локальными и региональными ЕСКУС внутри бассейна
- информационный обмен между ЕСКУС различных бассейнов с целью образования национальной ЕСКУС РФ,
- доступ к информационным ресурсам бассейновой ЕСКУС для государственных органов и заинтересованных участников транспортного процесса,
- информационный обмен в рамках международных соглашений.

Формирование ЕСКУС России обеспечивается организацией национального информационного центра Росморфлота, который обменивается информацией с БИТЦ.

**Уязвимость спутниковых навигационных систем  
при воздействии непреднамеренных и преднамеренных  
помех и перспективы повышения надежности  
координатно-временного обеспечения**

*В.С. Жолнеров, С.П. Зарубин<sup>2</sup>, С.Б. Писарев, В.М. Царев*

**1. Введение**

Современный этап развития общества характеризуется все более широким использованием координатно-временного обеспечения (КВО), составляющего основу эффективного функционирования многих отраслей экономики и являющегося важнейшей частью современных систем управления войсками и высокоточным оружием. Основу КВО составляют глобальные навигационные спутниковые системы (ГНСС), которые представлены в настоящее время спутниковыми радионавигационными системами (СРНС) ГЛОНАСС (Россия) и GPS (США). Европейское сообщество создает для этих целей свою СРНС Галилео. Использование глобального координатно-временного поля, создаваемого ГНСС, позволяет определять положение любого пользователя в пространстве с точностью до единиц метров и время с точностью до десятков и единиц наносекунд в любой точке Земного шара и околоземного пространства в любой момент времени и в любую погоду. Планируется широкомасштабное внедрение спутниковых навигационно-временных технологий в транспортные системы и в цифровые системы телекоммуникаций.

Вместе с тем эйфория первых лет освоения спутниковых навигационно-временных технологий, нашедшая отражение в концепции использования ГНСС в качестве единственного источника координатно-временной информации (КВИ), начинает уступать место более трезвому подходу к перспективам использования ГНСС. Прежде всего, это обусловлено уязвимостью ГНСС при воздействии непреднамеренных и преднамеренных помех. Об уязвимости гражданских приемников ГНСС было известно давно [1-7, 35, 37], но ее редко принимали во внимание изготовители приемников и их пользователи. Только около пяти лет тому назад, когда Министерство обороны США активизировало свою деятельность, связанную с применением GPS в военных условиях (NAVWAR), стало очевидным, что преднамеренные помехи для гражданских приемников следует учитывать как важный фактор. Проведенные в США в интересах военных испытания в зоне Нью-Йорка [8] показали, что ряд приемников, установленных на борту самолетов гражданской авиации, утратил возможность слежения за сигналами GPS при заходе на посадку в международном аэропорту в Ньюарке.

---

<sup>2</sup> С.П. Зарубин – главный конструктор РИРВ.

Было проведено несколько анализов уязвимости транспортных систем, основанных на использовании сигналов GPS [9-13]. Одним из наиболее важных и своевременных отчетов об исследованиях в этой области был отчет Центра Волпе [14] об уязвимости GPS, в выводах которого отмечалось, что система GPS, как и другие радионавигационные системы, уязвима при воздействии непреднамеренных и преднамеренных помех и что такие помехи несут угрозу безопасности и могут иметь серьезные последствия для экономики и окружающей среды. В отчете также сделан вывод о том, что растущее использование GPS в гражданской инфраструктуре делает ее все более привлекательной мишенью для враждебных действий отдельных личностей и групп. В то же время выявлена коммерческая доступность оборудования для постановки помех [8, 15].

Таким образом, уязвимость ГНСС при воздействии непреднамеренных и преднамеренных помех является в настоящее время общепризнанным фактом. Эта уязвимость в равной мере относится как к GPS, так и к ГЛОНАСС и Галилео, поскольку принципы их построения и используемые диапазоны частот достаточно близки. В настоящее время радионавигационное сообщество активно обсуждает проблему уязвимости ГНСС и поиска запасных систем. В связи с этим представляется необходимым проанализировать на основе имеющихся данных основные источники непреднамеренных помех, возможные способы постановки преднамеренных помех аппаратуре потребителей ГНСС и перспективы повышения надежности координатно-временного обеспечения в условиях воздействия помех.

## **2. Критичные применения ГНСС-технологий, требующие принятия мер по защите от воздействия помех**

Проблема определения состава и способов применения навигационно-временных средств находится в сфере ответственности конкретного потребителя координатно-временной информации исходя из необходимости решения стоящей перед ним задачи. Вместе с тем, существует ряд критичных применений навигационно-временных технологий, где представляется необходимым комплексное использование максимально возможного количества доступных средств для повышения надежности координатно-временного обеспечения в условиях воздействия помех. В данном контексте критичность определяется теми рисками, которые могут иметь место для человеческой жизни, национальной безопасности, экономики и окружающей среды в случае ухудшения характеристик радионавигационных сигналов или их потери. В первую очередь это относится ко всем видам транспортных систем и систем телекоммуникаций, использующих сигналы ГНСС. Поэтому приведем краткий анализ, касающийся уязвимости этих применений.

### **2.1. Авиация**

Требования к эксплуатационным характеристикам ГНСС применительно к гражданской авиации в соответствии с рекомендациями ИКАО приведены в таблице 1.

Таблица 1. Требования к эксплуатационным характеристикам ГНСС [16-18]

Операция	Точность (95 %)	Целостность	Непрерывность	Предельное расстояние для тревоги	Время тревоги	Доступность
Полет над океаном	12,4 мор. миль	$1 \cdot 10^{-7}$ /час	$1 \cdot 10^{-5}$ /час	4,0 мор. миль	2 мин.	от 0,99 до 0,99999
На маршруте	2,0 мор. миль	$1 \cdot 10^{-7}$ /час	$1 \cdot 10^{-5}$ /час	2,0 мор. миль	1 мин.	от 0,99 до 0,99999
Зона аэропорта	0,4 мор. миль	$1 \cdot 10^{-7}$ /час	$1 \cdot 10^{-5}$ /час	1,0 мор. миль	30 с	от 0,99 до 0,99999
НРА	220 м	$1 \cdot 10^{-7}$ /час	$1 \cdot 10^{-5}$ /час	0,3 мор. миль	10 с	от 0,99 до 0,99999
APV I	220 м (H) 220 м (V)	$1 \cdot 2 \cdot 10^{-7}$ /заход	$1 \cdot 8 \cdot 10^{-6}$ /15 с	0,3 мор. миль (H) 50 м (V)	10 с	от 0,99 до 0,99999
APV II	16 м (H) 8 м (V)	$1 \cdot 2 \cdot 10^{-7}$ /заход	$1 \cdot 8 \cdot 10^{-6}$ /час 15 с	40 м (H) 20 м (V)	6 с	от 0,99 до 0,99999
Категория I	16 м (H) 4,0-6,0 м (V)	$1 \cdot 2 \cdot 10^{-7}$ /заход	$1 \cdot 8 \cdot 10^{-6}$ /15 с	40 м (H) 10-15 м (V)	6 с	от 0,99 до 0,99999
Категория II	6,9 м (H) 2,0 м (V)	$1 \cdot 1 \cdot 10^{-9}$ /заход 15 с	$1 \cdot 4 \cdot 10^{-6}$ /15 с	17,3 м (H) 5,3 м (V)	1 с	от 0,99 до 0,99999
Категория III	6,2 м (H) 2,0 м (V)	$1 \cdot 1 \cdot 10^{-9}$ /заход 15 с	$1 \cdot 2 \cdot 10^{-6}$ /30 с (L) $1 \cdot 2 \cdot 10^{-6}$ /15 с (V)	15,5 м (H) 5,3 м (V)	1 с	от 0,99 до 0,99999

Анализ данных, приведенных в таблице 1, показывает, что высокие требования, предъявляемые авиацией к ГНСС, позволяют использовать спутниковые навигационные системы в качестве первичного средства для полетов над океаном и в качестве дополнительных систем для полетов в зоне аэропорта, включая грубый и точный заход на посадку (с использованием функциональных дополнений). Вместе с тем в качестве вспомогательного средства ГНСС не может быть единственной навигационной системой на борту самолета, учитывая возможность ухудшения характеристик сигналов ГНСС или их потери при воздействии помех.

## 2.2. Морской транспорт

К морским операциям, в ходе которых могут быть использованы GPS и GPS с функциональными дополнениями, относятся:

- навигация судов с учетом следующих фаз или зон: в океане; в прибрежной зоне; в портах или при подходе к портам; на внутренних водных путях и каналах.
- наблюдение (обзор) для служб управления движением судов.
- задачи поиска.
- разведка природных ресурсов.
- геодезическая съемка, инженерная съемка и строительство.

Требования к характеристикам ГНСС при морских операциях приведены в таблице 2.

Таблица 2. Требования к эксплуатационным характеристикам при морских операциях

Операция	Точность (2d, 1σ)		Рабочая зона	Доступность	Интервал между засечкам и	Кол-во засечек	Многозначность
	прогноз	воспроизведение					
Океанская безопасность	1-2 мор. миль	--	Глобальная	99 % засечек каждые 12 час.	15 мин.	2	Разрешима с вероятностью 99,9 %
Океанская - поиск природных ресурсов	10-100 м	10-100 м	Глобальная	99 %	1 мин.	2	” --
Океанская – операции поиска	0,1-0,25 мор. миль	0,25 мор. миль	Национальные зоны	99 %	1 мин.	2	” --
Прибрежная, безопасность	0,25 -2 мор. миль		Прибрежные зоны	99,7 %	2 мин.	2	“-
Прибрежная, поиск	0,25 мор. миль	800-600 футов	Прибрежные зоны	99,7 %	1 мин.	2	-
Прибрежная, природные ресурсы	1,0-100 м	1,0-100 м	Прибрежная зона	99 %	1 с	2	-

Порт-безопасность	8-20 м	8-20 м	вход в порт и подход к порту	99,7 - 99,9 %	6-10 с	2	Разрешена с вероятностью 99,9 9 %
Порт-природные ресурсы	1-5 м	1-5 м	вход в порт и подход к порту	99 %	1 с	2	-“-
Порт-съемка/консалтинг	5 м (план) 0,1 м (выс.)	5 м (план) 0,1 м (выс.)	вход в порт, канал и т.д.	99 %	1-2 с	2 или 3	-“-
Внутренний водный путь – безопасность	2-5 м	2-5 м	системы водных путей	99,9 %	1-2 с	2	-“-
Внутренний водный путь строительство	5 м (план) 0,1 м (выс)	5 м (план) 0,1 м (выс)	системы водных путей	99 %	1-2 с	2 или 3	-“-

В настоящее время в рамках международного стандарта, утвержденного Международной морской организацией (ИМО), регламентировано использование автоматизированных идентификационных систем (АИС) на всех судах водоизмещением 300 регистровых тонн и более, используемых для международных перевозок людей, на грузовых судах водоизмещением 500 тонн и более и на пассажирских судах независимо от их водоизмещения. Аппаратура АИС включает в свой состав приемник ГНСС, приемник морских радиомаяков для приема дифференциальных поправок и УКВ приемоответчик цифрового селективного доступа. Таким образом, эта система с точки зрения передачи на берег и другие суда информации о месте, скорости и времени ориентирована на использование сигналов ГНСС.

Как следует из данных, приведенных в таблице 2, ряд морских применений ГНСС являются критичными к ухудшению характеристик и потере сигналов ГНСС.

### 2.3. Наземный транспорт

Областями применения сигналов ГНСС в наземном транспорте являются системы позиционного управления поездами и интеллектуальные транспортные системы (ITS), используемые для повышения безопасности и эффективности



использования железных и шоссейных дорог и транзитных систем. Требования к навигации и местоопределению на железных дорогах приведены в таблице 3, а аналогичные требования для интеллектуальных транспортных систем – в таблице 4.

Таблица 3. Требования к навигации и позиционированию на железных дорогах

Область применения	Точность (1d, 1σ)	Время до тревоги	Доступность	Рабочая зона
Слежение за местонахождением поездов	10-80 м	5 с	99,7 %	вся страна
Определение скорости	± 1 км/час для скоростей < 20 км/час ± 5 % для скоростей ≥ 20 км/час	5 с	99,7 %	вся страна
Управление поездами	1 м	< 5 с	100 %	вся страна
Автоматическое предупреждение автомобилей на пересечениях шоссейных и железных дорог	1 м	< 5 с	100 %	вся страна

Таблица 4. Требования к точности навигационной системы в составе ITS

Режим	Точность (м), 95 %
Шоссейные дороги	
Навигация и наведение на маршруте	5-20
Автоматический мониторинг автомобилей	30
Автоматическая идентификация автомобилей	30
Общественная безопасность	10
Управление ресурсами	30
Реагирование на чрезвычайные ситуации	30
Предотвращение столкновений	1
Геофизическая съемка	5
Геодезические сети	< 1
Командование и управление автомашинами	30-50
Автоматическое оповещение об остановке автобуса	5 (25-30 м до остановки)
Реагирование на чрезвычайную ситуацию	75-100
Сбор данных	5

Анализ использования ГНСС на наземном транспорте показывает, что ухудшение характеристик или потеря сигнала ГНСС скорее приведут к снижению эффективности, чем к прямому ущербу для безопасности. Исключения составляют те применения ITS, где уязвимость ГНСС может привести к задержкам в оказании медицинской помощи при несчастных случаях и к ущербу для окружающей среды или угрозе человеческой жизни в случае инцидентов при перевозке опасных грузов.

#### 2.4. Телекоммуникационные системы

В настоящее время использование сигналов ГНСС в телекоммуникационных системах возросло до такой степени, что ГНСС стала играть критичную роль с точки зрения обеспечения временной синхронизации. В настоящее время это наиболее частый способ достижения высокоточной синхронизации дешевыми способами [19].

Требования к синхронизации сетей связи и к иерархии часов в телекоммуникационных системах приведены в таблицах 5 и 6 соответственно [14].

Таблица 5. Требования к синхронизации сетей связи

Синхронизация в сетях связи, связанных с ITS	
Воспроизводимая точность	$1 \cdot 10^{-10}$ (по частоте)
Доступность	99,7 %
Интервал засечки	непрерывный
Рабочая зона	вся страна
Емкость системы	не ограничена

Таблиц 6. Требования к уровням иерархии часов для телекоммуникационных систем

Уровень	Точность	Стабильность хранения	Технология
1	$1,0 \cdot 10^{-11}$	-	GPS/Cs/Лоран-С
2	$1,6 \cdot 10^{-8}$	$1,0 \cdot 10^{-10}$ за сутки	Rb
3E	$4,6 \cdot 10^{-6}$	$1,0 \cdot 10^{-8}$ за сутки	Кварц
3	$4,6 \cdot 10^{-8}$	$3,7 \cdot 10^{-7}$ за сутки	Кварц
4E	$3,2 \cdot 10^{-5}$	не требуется	Кварц
4	$3,2 \cdot 10^{-5}$	не требуется	Кварц

Приведенные в этих таблицах данные свидетельствуют о том, что характеристики телекоммуникационных служб, опирающихся на ГНСС, могут быть существенно ухудшены или полностью утрачены в случае ухудшения или потери сигналов ГНСС.

Таким образом, к числу критичных применений сигналов ГНСС можно отнести:

- точные и грубые заходы на посадку самолетов;
- плавание морских и речных судов в портах, на подходах к портам и на

внутренних водных путях;

- перевозку опасных грузов наземным транспортом и реагирование на чрезвычайные ситуации;
- синхронизацию телекоммуникационных систем.

### 3. Непреднамеренные помехи

Для оценки методов уменьшения уязвимости ГНСС при воздействии помех рассмотрим вначале типы непреднамеренных помех. Основной причиной уязвимости ГНСС является низкая мощность сигнала. Так, для GPS она составляет всего  $10^{-16}$  Вт или – 160 дБ/Вт на поверхности Земли для сигналов C/A-кода на L1.

Непреднамеренные помехи можно подразделить на естественные помехи и помехи искусственного происхождения. Маломасштабные флуктуации электронной концентрации в ионосфере, воздействуя на сигнал ГНСС, приводят к изменяющейся задержке распространения сигнала за счет изменения диэлектрической проницаемости среды. Групповая задержка в первом приближении обратно пропорциональна квадрату частоты. Поэтому применение двухчастотного приемника позволяет существенно снизить воздействие ионосферы. В периоды солнечной активности, например, при вспышках, погрешности по дальности у одночастотных приемников могут достигать 20 м, тогда как двухчастотные приемники могут измерять и исключать эти погрешности.

К непреднамеренным помехам искусственного происхождения относятся излучения радиопередатчиков, могущие создать сигналы с нежелательным уровнем мощности в L-диапазоне. Идентифицированные искусственные непреднамеренные помехи (Таблица 7 [38]), создаются радиолиниями, гармониками телевизионных каналов, сигналами запроса систем ближней навигации, гармониками существующих УКВ радиостанций, спутниковой связной системой GLOBALSTAR, радиолокационными станциями системы управления воздушным движением.

Таблица 7. Возможные источники непреднамеренных искусственных помех

Диапазон частот, МГц, мешающих сигналов (номер канала)	Источник мешающих сигналов	Частоты GPS:1227,6; 1575,42;1176,45 МГц	Частоты ГЛОНАСС:1246-1256,5; 1602-1615,5; после 2005:1242,94-1247,75;1598-1604,25 МГц
1533	Радиолиния	+	–
~ 500	3-я гармоника	+	+
66 и 67 каналы ТВ	2-я гармоника	+	+
22 и 23 каналы ТВ	3-я гармоника	+	+
157 УКВ	10-я гармоника	+	+
131 и 121 УКВ	12-я и 13-я гармоники	+	+
Сигналы запроса дальности РСБН	2-я гармоника	+	+

525 частота кристалла DME	3-я гармоника	+	-
1575	Немодулированная несущая	+	-
> 1610	GLOBALSTAR	-	+
1240...1243.25	Передача цифровых данных (пакетное радио)	-	+
1242...1242.7	Любительские радиорелейные станции	-	+
1243...1260	Любительские ТВ передатчики	-	+
1250...1259	РЛС УВД	-	+
108...118	Помехи в полосах ЛПД ДПС	+	+

#### 4. Преднамеренные помехи

Преднамеренная помеха (jamming) – радиопомеха, создаваемая специально сконструированным источником и предназначенная для нарушения функционирования аппаратуры потребителей ГНСС. К преднамеренным помехам следовало бы также отнести любые действия, направленные на нарушение функционирования СРНС, включая атаку на спутники и наземную инфраструктуру управления. Однако такие операции означали бы начало военных действий, поэтому анализ их последствий выходит за рамки настоящей работы.

По-видимому, преднамеренные помехи направлены в первую очередь против военных применений. В этой ситуации гражданские потребители в критичных областях применения, являясь невинно пострадавшей стороной, тем не менее, должны быть готовы к защите от подобных действий.

К числу преднамеренных помех следует отнести радиопротиводействие и радиодезинформацию. Радиопротиводействие – это радиоизлучение сигналов достаточной мощности и с характеристиками, которые позволяют мешать приемникам ГНСС отслеживать спутниковые сигналы в определенном регионе. При этом могут использоваться следующие типы помех:

- некогерентный синусоидальный сигнал;
- синусоидальный сигнал с изменяющейся частотой;
- импульсы с синусоидальным заполнением;

- узкополосный шум;
- полосовой шум;
- импульсный шум.

Существуют постановщики помех ГНСС самых разных размеров, различной выходной мощности и различной стоимости. Небольшие легкие недолговечные постановщики помех мощностью от 1 до 100 Вт могут стоить менее 1000 долларов, и они могут быть изготовлены из коммерчески доступных компонентов людьми, имеющими минимально необходимые знания [20,21].

Другим типом преднамеренных помех является радиодезинформация – метод, направленный на то, чтобы заставить приемник ГНСС осуществить привязку к ложным сигналам, похожим на штатные, и медленно сойти с заданного направления так, чтобы прошел достаточно большой отрезок времени до обнаружения постороннего вмешательства. Одним из приемов радиодезинформации является прием, задержка и переизлучение радионавигационных сигналов для введения в заблуждение потребителя. Конечно, радиодезинформацию осуществить труднее, чем радиопротиводействие, и ее применение менее вероятно, поскольку она, как правило, будет нацелена на конкретного потребителя.

#### **5. Методы уменьшения уязвимости ГНСС при воздействии непреднамеренных и преднамеренных помех**

Преодоление уязвимости ГНСС для помех может быть достигнуто следующими способами:

- Разработка требований к помехоустойчивости навигационной аппаратуры потребителей (НАП) и обязательная сертификация этой аппаратуры на соответствие этим требованиям для критичных областей применения.
- Организационные мероприятия – обучение персонала критичных применений правилам обнаружения неправильного функционирования НАП и порядку использования запасных систем и эксплуатационных процедур; своевременное информирование заинтересованных служб критичных применений о фактах обнаружения помех; жесткое регулирование соблюдения установленных норм на радиоизлучения, представляющие потенциальную помеховую опасность для сигналов ГНСС.
- Принятие специальных мер для повышения помехоустойчивости НАП при ее проектировании.
- Использование дублирующих (запасных) систем и эксплуатационных процедур.

Достаточно эффективным способом уменьшения уязвимости ГНСС при воздействии непреднамеренных помех является планируемое увеличение мощности сигналов, излучаемых спутниками [22] и введение новых гражданских сигналов на L2 и L5 для GPS и F3 для ГЛОНАСС.

Методы повышения помехоустойчивости НАП достаточно хорошо изучены:

- Создание специальных схем и алгоритмов подавления помех (оптимизация радиочастотной части, устройств преобразования «аналог-цифра» и канальных алгоритмов для вычисления отношения сигнал/шум, адаптивной регулировки порога при вхождении в режим слежения, частотно-временная режекция) [23, 28-34].
- Использование управляемой пространственной избирательности многоэлементных антенных систем, в том числе с «нулями» в направлении на помехи [23,24].
- Использование сигналов различных СРНС (ГЛОНАСС, GPS, Галилео).
- Использование информации автономных и других систем на борту подвижных средств для повышения помехоустойчивости следящих систем приемников ГНСС – снижения предельно допустимого отношения сигнал/шум [25-27,36].

Вместе с тем, следует признать, что указанные методы ведут к довольно значительному удорожанию НАП, поэтому их использование является целесообразным в наиболее ответственных случаях и в специальной аппаратуре.

К числу наиболее эффективных дублирующих (запасных) систем могут быть отнесены:

- Автономная (инерциальная) система навигации подвижных объектов, комплексированная с аппаратурой потребителей ГНСС.
- Псевдоспутники, работающие на частотах, отличных от частот ГНСС.
- Радионавигационные системы дальнего действия «Лоран-С»/»Чайка».
- Инструментальные системы посадки самолетов гражданской авиации ILS и системы посадки MLS, бортовые системы полета по приборам VOR/DME.

Использование систем ILS, MLS, VOR/DME, по-видимому, будет еще в течение длительного периода времени целесообразным для обеспечения грубого и точного захода на посадку самолетов до принятия соответствующих стандартов на использование ГНСС и создание функциональных дополнений для этих целей.

Использование псевдоспутников позволяет реализовать дополнительное преимущество, заключающееся в повышении надежности навигационных определений в местах затрудненного приема сигналов ГНСС за счет правильного расположения псевдоспутников. С другой стороны, использование псевдоспутников имеет ряд недостатков:

- Аппаратура потребителей в этом случае может быть более сложной.
- При широком использовании аппаратуры потребителей рабочие частоты псевдоспутников доступны для поражения в такой же степени, как и частоты навигационных спутников, поэтому такая помеха может быть легко организована.

- Требуется решить ряд обычных проблем, связанных с применением псевдоспутников: многолучевость распространения и проблема «ближний/дальний».

#### **6. Радионавигационные системы дальней навигации с наземным базированием передающих станций**

Импульсно-фазовые радионавигационные системы (ИФРНС) «Лоран-С» и «Чайка» можно считать наиболее предпочтительными кандидатами на роль дублирующих систем по следующим причинам:

- Сигналы этих систем имеют значительно более высокую мощность, чем сигналы ГНСС, и могут быть использованы любыми типами потребителей при наличии интегрированного приемника ГНСС/ИФРНС.
- В интегрированном приемнике осуществляется постоянная калибровка канала ИФРНС по сигналам ГНСС. Поэтому при кратковременном отказе спутникового канала точность навигационных определений практически остается неизменной.
- Имеется возможность надежных навигационных определений в местах затрудненного приема сигналов ГНСС (в лесах, в горных ущельях, в городских условиях, в тоннелях и т.д.).
- Системы «Лоран-С» и «Чайка» с использованием технологии Еврофикс или аналогичной могут осуществлять передачу дифференциальных поправок потребителям ГНСС без нарушения основной навигационной функции, имея возможность при этом осуществлять мониторинг целостности ГНСС.

Что касается уязвимости ИФРНС при воздействии естественных непреднамеренных помех, то эти системы уязвимы к ним в такой же степени, как и ГНСС. Например, воздействие северных полярных сияний способно полностью блокировать работу ИФРНС. Ситуация несколько упрощается в отношении непреднамеренных помех искусственного происхождения. Имеется полный перечень жестко регламентированных источников радиочастотных излучений в этом диапазоне, по крайней мере, в Европе, что существенно упрощает принятие мер по преодолению их влияния при проектировании НАП ИФРНС. Представляется весьма маловероятным существование несанкционированных радиопередатчиков, работающих в диапазоне частот 50-150 кГц.

Как и в случае ГНСС, использование преднамеренных помех ИФРНС можно определить как радиопротиводействие и радиодезинформацию. Наиболее опасными преднамеренными помехами следует признать синхронные синусоидальные помехи. Борьба с ними в случае ИФРНС значительно упрощается более эффективным построением режекторных фильтров, чем в случае ГНСС. В настоящее время без особых затрат можно реализовать программным путем до 30 фильтров [39]. Самым изощренным способом постановки помех ИФРНС является многокомпонентная спектральная помеха, содержащая все спектральные составляющие, излучаемые

конкретной передающей станцией ИФРНС. Разработка такого постановщика помех доступна по-видимому только профессиональным разработчикам, и в настоящее время нет достоверных сведений о таких разработках. Вместе с тем, следует признать, что постановщики синхронных и многокомпонентных помех могут иметь мощность порядка десятков Вт для нарушения нормальной работы аппаратуры потребителей на расстояниях нескольких десятков километров, хотя такие действия представляются маловероятными.

В отношении радиодезинформации следует отметить, что для создания в рабочей зоне ИФРНС дезинформирующей помехи, способной нарушить нормальную работу приемника, требуется обеспечить излучение сигнала с параметрами, идентичными сигналу одной из станций, которая подвергается атаке, то есть:

- пиковая мощность радиоимпульсов, излучаемых постановщиком помех, должна быть сравнима с пиковой мощностью сигналов поражаемой станции;
- формат сигнала (форма импульсов, структура фазового кода, период следования радиоимпульсов в пакете и период следования пакетов радиоимпульсов) должен совпадать с форматом сигнала, используемого в данной цепи ИФРНС;
- должна быть обеспечена высокая стабильность ложного излучаемого сигнала во времени.

Оценки показывают, что для создания эффективной помехи для станции ИФРНС с пиковой излучаемой мощностью 800 кВт в регионе с радиусом действия 100 км на удалении 500 км от передающей станции потребуется передатчик с мощностью 100...200 кВт. Конечно, такую операцию оперативно и скрытно провести практически невозможно.

## 7. Выводы

1. Все радионавигационные системы подвержены воздействию непреднамеренных и преднамеренных помех. Однако влияние этих помех представляется наиболее важным в отношении ГНСС, используемых в настоящее время в качестве первичных источников координатно-временной информации.
2. Имеется ряд критичных применений КВО, в которых целесообразно комплексное использование всех доступных средств КВО для обеспечения человеческой и национальной безопасности, для избежания больших экономических потерь и экологического ущерба.
3. Средства снижения уязвимости ГНСС при воздействии непреднамеренных и преднамеренных помех предполагают повышение помехоустойчивости аппаратуры потребителей ГНСС, использования дополнительных систем и резервных эксплуатационных процедур, а также принятия соответствующих организационно-технических мероприятий для повышения надежности координатно-временного обеспечения критичных областей применения КВО.



4. Одним из наиболее перспективных кандидатов на роль запасных (дублирующих) систем являются ИФРНС LORAN-C/»Чайка», поскольку они позволяют реализовать дополнительные функции по передаче дифференциальных поправок потребителям ГНСС, осуществить функции мониторинга целостности ГНСС, обеспечивают прием сигналов в труднодоступных местах и менее подвержены воздействию преднамеренных помех.

#### Литература

1. R.S. Littlepage. The Impact of Interference on Civil GPS // Proceedings ION GPS-98, - September 1998. – p. 821-828.
2. Pinker, D. Walker, C.Smith. Jamming the GPS signal // Proceedings ION-98, - September 1998. – p. 829-837.
3. S.V. Lyusin, L.B. Sazonov, I.G. Khazanov, A.S. Komarov. Combined GPS/GLONASS Receiver with High Antijamming Performance // Proceedings ION GPS-98. – September 1998. – p. 775-782.
4. P. Ward. GPS Receiver RF Interference Monitoring, Mitigation and Analysis Technique // Journal of the Institute of Navigation, V. 41, № 4, 1994.
5. S. Gilmore. The Impact of Jamming on GPS // Symposium on GPS Interference and Mitigation Technique held at the Volpe National Transportation System Center, August 27, 1998.
6. E.L. Key. Technique to Counter GPS Spoofing // International Memorandum, MITRE Corporation, February 17, 1995.
7. L. Bond. Overview of GPS Interference Issues // GPS Interference Symposium – Volpe National Transportation System Center, Boston, August 27, 1998.
8. B. Forssell, T.B. Olsen. Jamming Susceptibility of Some Civil GPS Receivers // GPS World, № 1, 2003, p. 54-58.
9. B. Winer, et al., GPS Receiver Laboratory RFI Tests // Proceedings of the Institute of Navigation National Technical Meeting, Santa Monica, CA, January 22-24, 1996.
10. S. Wallis. GPS Open Air Testing – Jamming at Woomera // Proceedings of 1999 Technical Meeting & 19<sup>th</sup> Biennial Guidance Test Symposium, San Diego, January 25-27, 1999.
11. G. Colby, et al. Test Results of the Joint FAA/DoD Investigation of GPS Interference // Proceedings of the 10<sup>th</sup> International Technical Meeting of the Satellite Division of the Institute of Navigation, GPS-97, Kansas City, September, 1997.
12. Report of the Commission to Address United States National Security Space Management and Organizations, January 11, 2001.
13. John Hopkins University Applied Physics Laboratory // GPS Risk Assessment Study – Final Report, January 1999.
14. Vulnerability Assessment of the Transportation Infrastructure Relying on the Global Positioning System // A John Volpe National Transportation System Center Final Report, August 29, 2001.
15. C. Rodgers. Development of a Low Cost PC Controlled GPS Satellite Signal Simulator // Proceedings of the 15<sup>th</sup> Biennial Guidance Test Symposium, Holloman AFB, New Mexico, 1991.
16. US Department of Defense and US Department of Transportation, 1999 Federal Radionavigation Plan, February 2000.
17. Validated ICAO GNSS Standards and Recommended Practices (SARPS), November 2000.
18. Minimum Aviation Performance Standards for the Automatic Dependent Surveillance Broadcast (ADS-B), RTCA DO-247, February 19, 1998.
19. E. Batterline, S.L. Forge. GPS: Synchronizing Our Telecommunications Networks // Proceedings of the 12<sup>th</sup> International Technical Meeting of the Satellite Division of the Institute of Navigation, GPS-99, Nashville, September 14-17, 1999, pp. 597-605.
20. C. Rodgers. Development of a Low Cost PC Controlled GPS Satellite Signal Simulator // Proceedings of the 15<sup>th</sup> Biennial Guidance Test Symposium, Holloman AFB, New Mexico, 1991.
21. Journal of Electronic Defense, 2000, v. 23, № 12.
22. K.D. McDonald. Performance Improvements to GPS in the Decade 2000-2010 // Proceedings of the 55<sup>th</sup> Annual Meeting of the Institute of Navigation, Cambridge, MA, June 28-30, 1999.
23. D. Gustafson, J. Dowdle, K. Flueckiger. A High Anti-Jam GPS-Based Navigator // Proceedings of the Institute of Navigation National Technical Meeting, Anaheim, CA, January 26-28, 2000, pp. 495-503
24. S. Rounds. Jamming Protection of GPS Receivers // GPS World, February, 2004.
25. М.С. Ярлыков, А.Т. Кудинов, Н.Д. Пригонюк. Оптимизация помехоустойчивых алгоритмов комплексной обработки информации в навигационно-посадочном комплексе на основе

- среднеорбитальных спутниковых радионавигационных систем // «Научно-технические серии», радиосвязь и навигация, № 2, вып IV, 2000.
26. Интегрированные инерциально-спутниковые системы: Сб. ст. и докл. // Сост. О.А. Степанов. Под общ. ред. В.Е. Пешехонова. ГНЦ РФ ЦНИИ «Электроприбор», Санкт-Петербург, 2001.
  27. А.В. Немов, И.Ю. Кирсанов, Технология помехоустойчивого измерения пространственной ориентации летательных аппаратов по сигналам GPS/ГЛОНАСС для перспективного бортового радионавигационного комплекса // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика, 2001, № 4, м. 50-55.
  28. P.T. Capozza, B.J. Holland, T.M. Hopkinson, R.L. Landrau, A Single-Chip Narrowband Frequency Domain Excisor for a Global Positioning System (GPS) Receiver, Custom Integrated Circuits Conference, May 16-19, San Diego, California.
  29. P.T. Capozza, B.J. Holland, T.M. Hopkinson, C. Li, D. Moulin, P. Pacheco, R. Rifkin, Measured Effects of a Narrowband Interference Suppressor on GPS Receivers, Proceeding of ION GPS 99, Nashville, 1999.
  30. R. Rifkin, J.J. Vaccaro, Comparison of Narrowband Adaptive Filter Technologies for GPS, MITRE Technical Report, March 2000, MITRE center for Air Force C2 Systems, Bedford, Massachusetts.
  31. Hana Abusaleem, Fred Harris, Comparing Traditional FFT Based Frequency Domain Excision with Poly-Phase Transform Excision, ION 55<sup>th</sup> Annual Meeting, 28-30 June 1999, Cambridge, MA.
  32. Адаптивные фильтры, под редакцией Л.Ф.Н. Коузэна и П.М. Гранта, Москва, изд-во «Мир», 1988.
  33. Jeffrey A Young, James S. Lehnert, Analysis of DFT based Frequency Excision Algorithms for Direct Sequence Spread-Spectrum Communications, IEEE Transactions Communications, Vol.46, No.8, August 1 1998.
  34. Ronald E. Crochiere, Lawrence R. Rabiner, Multirate Digital Signal Processing, Prentice-hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, 1983.
  35. М.П. Иванов, В.В. Кашинов. Экспериментальная проверка помехозащищенности GPS // VII международная конференция «Радиолокация, навигация, связь» 24-26 апреля 2001, Воронеж, Россия.
  36. В.Н. Харисов, А.П. Горев, Исследования характеристик алгоритма глубокой интеграции СРНС/ИНС, Радиотехника, №7, 2001.
  37. M. Zhodzishsky et al. In-Band Interference Suppression for GPS/GLONASS, Proceeding of ION GPS 98, 1998.
  38. А.И. Задорожный, Ю.А. Соловьев, М.А. Маркелов, Д.Н. Гордиенко. Авиационные применения спутниковых приемников в условиях помех, 3-я Международная конференция «Планирование глобальной радионавигации», Москва, 2000.
  39. GM 1250 & Monitor User Guide, June 19, 1995.

## Спутниковая геодезическая аппаратура ГЕО-161

*М.Е. Кораблев, Б.Б. Тикко<sup>3</sup>*

### 1. Введение

Спутниковые навигационные технологии, широко используемые при земельно-кадастровых работах и решения задач геодезии, в настоящее время базируются в основном на использовании аппаратуры зарубежного производства. В то же время появившаяся на российском рынке с начала 2003 г. спутниковая геодезическая аппаратура ГЕО-161, разработанная и серийно выпускаемая ОАО «Российский институт радионавигации и времени», превосходит по своим техническим характеристикам и функциональным возможностям большинство зарубежных аналогов. Она завоевывает все большую популярность у потребителей, которые по праву называют ее одной из лучших в своем классе.

В настоящей статье приведены описание, функциональные возможности и результаты испытаний спутниковой геодезической аппаратуры ГЕО-161.

### 2. Спутниковая геодезическая аппаратура ГЕО-161

Основой аппаратуры ГЕО-161 является совмещенный ГЛОНАСС/GPS одночастотный геодезический приемник, имеющий 16 универсальных каналов слежения за КА. Конструктивно приемник выполнен в виде моноблока, объединяющего микрополосковую антенну, преобразователь, накопитель данных, панель управления и аккумуляторную батарею. Достоинством такой конструкции является отсутствие кабельных соединений, что, несомненно, удобно для работы в полевых условиях. Внешний вид аппаратуры представлен на рис. 1.



Рис.1. Внешний вид ГЕО-161

Приемник имеет гражданский и военный сертификаты Госстандарта России.

Благодаря малому энергопотреблению (менее 2,5 Вт) длительность работы приемника без подзарядки аккумулятора достигает 11-12 часов. Емкость внутренней памяти и оригинальный алгоритм сжатия данных обеспечивают регистрацию

---

<sup>3</sup> Кораблев М.Е. – главный специалист РИРВ, Тикко Б.Б. – начальник сектора РИРВ.

измерений по всем наблюдаемым космическим аппаратам с дискретностью 1 с. в течение 12 часов, а с дискретностью 10 с - 5 и более рабочих дней.

В стандартном режиме работы приемник производит одновременные измерения по сигналам спутников ГЛОНАСС и GPS, но может быть переключен на работу по любой из систем в отдельности.

Измерения при помощи аппаратуры ГЕО-161 обеспечивают точность измерений базисов не хуже 10 мм + 2 ppm, а в благоприятных условиях не хуже 5 мм + 1 ppm.

Приемник разрабатывался в расчете на реальные условия эксплуатации в России, поэтому одним из основных требований к моноблоку являлась высокая механическая стойкость и работа в широком температурном диапазоне. Используемые в приемнике технические решения, выбранная элементная база и аккумуляторная батарея обеспечивают возможность автономной работы в температурном диапазоне от минус 30 до плюс 55 градусов.

Приемник обеспечивает реализацию основных видов съемки, включая динамические режимы, без использования внешнего контроллера, при помощи несложной встроенной панели управления с набором светодиодных индикаторов и псевдосенсорных кнопок. Контроль работы приемника обеспечивается при помощи световой и звуковой индикации. При работе без контроллера сценарии работы (шаблоны) заранее формируются на компьютере и загружаются в приемник.

В то же время с помощью контроллера, в качестве которого может использоваться карманный персональный компьютер (КПК) с ОС Windows CE, программно реализован целый ряд дополнительных функций - ввод и редактирование имен точек, высот установки, оперативное управление параметрами сбора данных, навигация по заданному маршруту (в том числе с использованием электронных векторных карт) и т.д. Контроллер может использоваться и как внешняя панель управления (его кнопки дублируют соответствующие функции встроенной панели приемника). Важно отметить, что при использовании контроллера на базе КПК в нем не производится какого-либо накопления данных, а подключение может производиться на непродолжительное время непосредственно во время работы ГЕО-161 - только для выполнения соответствующих функций, что облегчает его применение в условиях пониженной температуры. При прекращении работы КПК, например, вследствие разряда батареи, съемка может быть успешно продолжена и без него.

Спутниковая геодезическая аппаратура проста в эксплуатации и для работы с ней не требуется проводить специальную подготовку операторов, освоить ее может любой специалист с геодезической подготовкой в области применения ГЛОНАСС и GPS после проведения краткого инструктажа.

Настройка приемника, ввод сценариев работы, а также выгрузка накопленных измерений осуществляется при помощи входящего в его состав развитого интерфейсного программного обеспечения (ПО). Одним из возможных применений

приемника, поддерживаемых интерфейсным ПО, может быть его использование в качестве постоянной базовой станции, размещаемой, например, на крыше здания. Вычислительная машина с загруженным интерфейсным ПО также может обеспечивать функции контроллера для основных режимов съемки. Реализована возможность самостоятельного обновления программного обеспечения приемника пользователем. В качестве выходного формата данных применяется BL DataSet, используемый программным обеспечением геодезической съемки GSSoftware (пакеты серии BL).

### **3. Пакет программ постобработки**

Входящий в поставочный комплект приемников пакет программ BL-G1 for Windows – один из представителей семейства BL, ориентированный на обработку измерений как ГЕО-161, так и других одночастотных геодезических приемников GPS и ГЛОНАСС/GPS. Широкие возможности пакета позволяют использовать его также с приемниками «Землемер Л1», «Землемер Л1М», Leica и другими распространенными геодезическими приемниками. Пакет позволяет проводить обработку измерений, полученных в режимах съемки «Статика», «Быстрая Статика», «Истинная Кинематика» (с инициализацией), «Кинематика-на-ленту» (без инициализации), «Стой/Иди» (Stop-and-Go) и «Реокупация».

Современные алгоритмы разрешения фазовой неоднозначности позволяют быстро получить высокоточное решение по фазе на базисах длиной до 30 км, а в благоприятных условиях - до 100 км и более.

Организация обработки данных сочетает высокую степень автоматической обработки с широкими возможностями редактирования данных и участия в процессе обработки для опытного пользователя. Число пунктов и базисов в каждом проекте практически не ограничено. В каждом проекте автоматически создается архив всех загруженных данных с возможностью их повторной обработки.

Наряду со стандартными возможностями постобработки предусмотрен обширный набор средств для решения задач в неблагоприятных условиях - в том числе удобный механизм редактирования измерений с использованием графиков невязок, контроль замкнутых фигур на точность замыкания с выбором оптимальных решений, специальный алгоритм расчета векторов известной длины, контроль локальных участков создаваемой сети уравниванием, возможность численной коррекции данных и т.д. и т.п. Важной особенностью является возможность хранить и анализировать несколько вариантов решений по каждому базису, при этом окончательная селекция может производиться как вручную, так и автоматически.

Утилиты уравнивания и перевычисления координат позволяют завершить решение типовой целевой задачи съемки - произвести уравнивание и перенос построенной сети в местную систему координат и высот.

Базы данных создаваемых проектов основаны на стандартных таблицах Paradox и полностью открыты. Пакет может легко дополняться новыми утилитами самим

пользователем. Это открывает возможность дальнейшего расширения его функций для более специальных применений.

#### 4. Результаты натурных испытаний

В период с 10 по 17 сентября 2003 г. на базе технических средств и при участии специалистов Центра спутниковых технологий УФГП «Госземкадастръемка» (ВИСХАГИ) были проведены испытания спутниковой геодезической аппаратуры ГЕО-161 и пакета программ постобработки VL-G1. Целью испытаний являлось определение перспектив применения аппаратуры при проведении земельно-кадастровых работ.

Оценка точностных и эксплуатационных характеристик аппаратуры проверялась путем проведения координатных определений в режимах «Статика» и «Стой/Иди», причем испытываемые приемники размещались в пунктах с частичным затенением видимости КА многоэтажными зданиями и кронами деревьев.

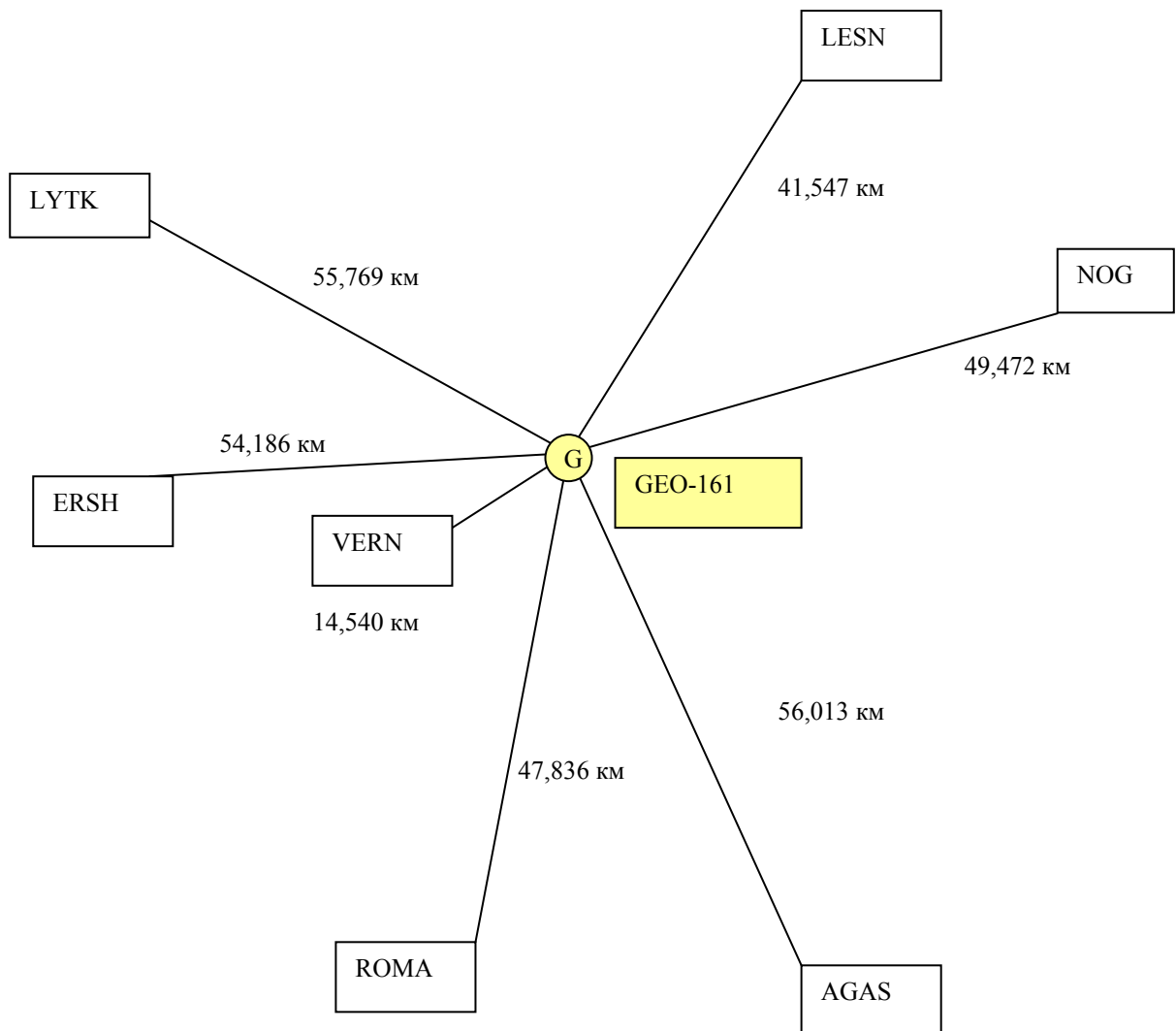


Рис. 2. Схема размещения базовых пунктов

Для определений в режиме «Статика» были задействованы 7 базовых дифференциальных станций Спутниковой системы межевания земель, развернутой в

Московской области. Дифференциальные станции оснащены спутниковыми двухчастотными геодезическими приемниками SR 530 фирмы Leica.

Испытываемый приемник ГЕО-161 размещался на пункте «G», расположенном внутри области, ограниченной пунктами размещения дифференциальных станций (рис. 2), и с его помощью проводились наблюдения навигационных КА для последующего определения расстояний до базовых станций и положения пункта «G». Длительность сеанса наблюдений составляла 40 минут. Затем в пункте «G» размещалось образцовое средство, в качестве которого использовался двухчастотный приемник SR 530, и проводился сеанс контрольных наблюдений длительностью 30 минут.

Результаты определений базовых расстояний для приемников ГЕО-161 и SR 530 приведены в таблице.

Таблица. Результаты определений базовых расстояний, полученные с помощью приемника ГЕО-161 и приемника SR 530

Базовая линия	Средство определения	Расстояние L, м	Разность $L_{ГЕО} - L_{SR}$ , м
AGAS – G	ГЕО-161	56 013,3976	0,0735
	SR 530	56 013,3241	
ERSH – G	ГЕО-161	54 185,8223	0,0251
	SR 530	54 185,7972	
LESN – G	ГЕО-161	41 547, 0382	0,0614
	SR 530	41 546,9768	
LYTK – G	ГЕО-161	55 769,0382	0,0503
	SR 530	55 768,9879	
VERN – G	ГЕО-161	14 539,9216	-0,0168
	SR 530	14 539,9384	
NOG – G	ГЕО-161	49 471,6210	0,0174
	SR 530	49 471,6036	
ROMA – G	ГЕО-161	47 835,6558	0,0619
	SR 530	47 835,5939	

Погрешность координатных определений, оцененная как среднее квадратическое отклонение (СКО) уравниваемых координат пункта «G» составила:

Тип приемника	СКО, м
ГЕО-161	0,0071 (0,0045 в плане)
SR 530	0,0069 (0,0043 в плане)

Длина вектора, образованного разностями уравниваемых координат пункта «G», полученных с помощью приемника ГЕО-161 и приемника SR 530 (которую можно

рассматривать в качестве оценки абсолютной погрешности координатных определений), составила около 2 см.

Определения в режиме «Стой/Иди» выполнялись с помощью двух приемников ГЕО-161, один из которых использовался в качестве базового, а с помощью второго - осуществлялся обход определяемых пунктов по замкнутому маршруту. Погрешность определений в этом режиме оценивалась в виде длины вектора разностей одноименных координат первого и последнего (совмещенного с первым) пунктов обхода. Полученная после обработки с помощью ПО VL-G1 величина погрешности составила 3 мм.

В период с 24 по 30 сентября 2003 г. проводились испытания аппаратуры ГЕО-161 на кафедре астрономии и космической геодезии МИИГАиК. Технические характеристики представленных для испытаний комплектов аппаратуры проверялась путем проведения относительных координатных определений по наблюдениям в режимах «Статика» и «Быстрая статика» на пункте МИИГАиК, с точно известными координатами.

Для оценки точности относительных координатных определений в режимах «Статика» и «Быстрая статика» на разном удалении от базовых станций, помимо приемника ГЕО-161, в эксперименте были задействованы двухчастотные приемники Odyssey-RS и Odyssey-E фирмы Topcon, снабженные антеннами Regant и двухчастотный приемник SR530 фирмы Leica. Результаты съемки обрабатывались с помощью программы Pinnacle фирмы Topcon.

Для оценки точности использовались статические наблюдения, выполненные на базовых линиях длиной 7, 9 и 11 км.

Как было описано выше, во время наблюдений рядом с приемниками ГЕО-161 устанавливался приемник Topcon HiPer-GGD, периодически эти приемники менялись местами. Кроме этого, в обработке использовались результаты наблюдений этих точек, полученные приемником Leica SR 530. Отношение сигнал/шум в условных единицах, принятых в RINEX, варьировалось для данных Leica SR 530 - от 3 до 9 единиц, для HiPer - от 6 до 9 единиц, для ГЕО-161 - от 6 до 8 единиц. Шум фазовых измерений для ГЕО-161 невелик – ширина шумовой дорожки не превышала 0,02 цикла. Из 16-ти получасовых серий наблюдений только в 5 обнаружены срывы в слежении за фазой несущей для сигнала одного из спутников. Во всех случаях число срывов в слежении за фазой несущей не превышало четырех.

Все это показывает, что приемники ГЕО-161 обеспечивают стабильное слежение за навигационными сигналами всех спутников в пределах видимости.

Металлический корпус приемника играет роль хорошего экрана типа groundplane, который заметно снижает влияние многолучевости и отражений от подстилающей поверхности на результаты измерений.

Полученная по результатам испытаний точность определения компонент базовых линий составляет не более 6 мм, а точность определения длин базовых линий –



не более 3 мм. Отдельно были отмечены такие положительные качества приборов как низкий уровень шума фазовых измерений и хорошая защищенность от влияния многолучевого распространения навигационных радиосигналов.

### 5. Заключение

Комплект геодезической аппаратуры ГЕО-161 с базовым составом средств, включающим два приемника, программное обеспечение постобработки измерений, вспомогательные принадлежности и эксплуатационную документацию, обеспечивает проведение всех основных видов геодезических и земельно-кадастровых работ.

Полученная по результатам испытаний точность определения длины базовой линии составила:

- не хуже 1 ppm, в режиме «Статика» на расстоянии порядка 30 км и длительности сеанса наблюдений 10 мин;
- не хуже 1,5 ppm, в режиме «Статика» на расстоянии порядка 50 км и длительности сеанса наблюдений 40 мин;
- 0,3 см в режиме «Стой/Иди», при обходе 10 пунктов по замкнутому маршруту длиной порядка 300 м,

что удовлетворяет требованиям при выполнении геодезических и земельно-кадастровых работ.

Испытания показали, что программное обеспечение VL-G1 обеспечивает надежную обработку измерений, полученных как штатными приемниками ГЕО-161, так и приемниками фирмы Leica, используемыми в настоящее время на предприятиях Росземкадастра, доступно для освоения оператором, имеющим навыки обработки спутниковых наблюдений с помощью персонального компьютера. Программное обеспечение имеет широкий набор функций, необходимых для полевых работ и для последующей обработки измерений на ПК, включая планирование сеансов наблюдений, установку в приемниках требуемых режимов работы, преобразование измерений в формат RINEX и обратно, обработку измерений, полученных в неблагоприятных условиях и т.д.

По результатам испытаний аппаратура ГЕО-161 рекомендована для оснащения предприятий Росземкадастра как надежный и точный инструмент, реализующий прогрессивные спутниковые технологии геодезических работ.

### Литература

1. Технический отчет о результатах испытаний геодезической спутниковой аппаратуры ГЕО-161, Кафедра астрономии и космической геодезии, МИИГАиК, Москва, 2003.
2. Заключение о результатах испытаний аппаратуры ГЕО-161. Центр спутниковых технологий, УФГП «Госземкадастръёмка», Москва, 2003.
3. Руководство по спутниковой съёмке с использованием ГЕО-161. Руководство пользователя. ОАО РИРВ, С-Пб, 2003.
4. VL-L/G for Windows. Руководство пользователя. ОАО РИРВ, С-Пб, 2003.
5. Интерфейсная программа для геодезических приемников изделия ГЕО-161. Руководство пользователя. ОАО РИРВ, С-Пб, 2003.
6. Рекламный проспект «Спутниковая геодезическая аппаратура ГЕО-161». ОАО РИРВ, С-Пб, 2003

## **Разрешение импульсных радиосигналов с перекрывающимися спектрами при выявлении источников помех системам спутниковой навигации**

*Ю.П. Мельников, С.В. Попов*

При ведении воздушной разведки источников радиоизлучения, осуществляемой с целью мониторинга электромагнитной обстановки и выявления источников помех радионавигационным средствам, в частности, системам спутниковой навигации, в зоне приема бортового комплекса аппаратуры приема, анализа и пеленгования радиоизлучений (такого, например, как [1]), при высоте полета ЛА-носителя 8÷10 км могут находиться десятки, а иногда и сотни излучающих РЭС, в том числе ряд однотипных высокопотенциальных РЛС обзора воздушного пространства (П-35, «Утес», ATSR-22(44) [2,3] и др.) с многоканальными мегаваттными передатчиками, сигналы которых будут приниматься бортовой аппаратурой в диапазоне дальностей вплоть до радиогоризонта и даже далее. При этом в полосе пропускания приемников поиска и анализа могут оказаться одновременно несколько сигналов от однотипных РЛС с весьма близкими частотами, спектры которых соприкасаются или частично перекрываются, что существенно осложняет выполнение их отдельного анализа, пеленгования и поэлементной идентификации. Возможности сужения полосы пропускания для повышения разрешающей способности по частоте ограничиваются условиями неискаженной передачи формы, длительности и параметров модуляции (в т.ч. внутриимпульсной) сигналов разведываемых РЭС различного назначения, а также для поисковых (панорамных) приемных устройств - временем поиска по частоте, кроме того, таким путем невозможно разделить сигналы с перекрывающимися спектрами.

Применение специальных методов и средств временной селекции для разделения принадлежащих отдельным РЛС последовательностей импульсных сигналов по периоду следования (например, [4÷7]) связано с дополнительным усложнением аппаратуры, что снижает её быстродействие, требует затраты определенного времени (не менее нескольких периодов следования) для выделения отдельных импульсных последовательностей; к тому же такие методы пригодны для разделения только импульсных сигналов с постоянной частотой повторения. В отличие от этого использование для разделения близких по частоте импульсных сигналов умножения их несущей или промежуточной частоты в приемном тракте принципиально позволяет разделить такие сигналы по каждому принимаемому импульсу независимо от количества совпадающих последовательностей, в том числе и в случаях наложения (перекрывания) их частотных спектров. Возможность разделения таким путем амплитудно-модулированных импульсных сигналов с частично перекрывающимися спектрами основана на том, что в результате умножения их

несущих (или промежуточных) частот в  $n$  раз во столько же раз увеличивается разность между центральными частотами их спектров, в то время как ширина самих спектров, определяемая спектром модулирующей функции (длительностью и формой импульса), остается неизменной. В приемном тракте аппаратуры анализа радиоизлучений процедура умножения, приводящая к увеличению частоты сигнала в  $n$  раз, должна сопровождаться преобразованием частоты с понижением её в диапазон, где наиболее эффективно могут быть осуществлены частотная фильтрация и усиление сигналов, например, до исходного значения, если умножение производится на промежуточной частоте. Эти процедуры, приводящие к увеличению частотной расстройки между близкими сигналами при умножении и последующем преобразовании с понижением частоты, можно представить в виде:

исходные сигналы

$$U_{m1}[1-F_1(t)]\sin \omega_1 t ; U_{m2}[1-F_2(t)]\sin \omega_2 t ; \omega_2 = \omega_1 + \delta ,$$

сигналы после умножения частоты

$$U_{m1}[1-F_1(t)]\sin n\omega_1 t ; U_{m2}[1-F_2(t)]\sin n\omega_2 t ; n\omega_2 = n\omega_1 + n\delta ;$$

сигналы после преобразования вида  $f_{\text{сигн}} - f_{\text{гет}}$  при  $f_{\text{гет}} = (n-1)f_1$  ;  $\omega_1 = 2\pi f_1$ ,

$$U_{m1}[1-F_1(t)]\sin \omega_1 t ; U_{m2}[1-F_2(t)]\sin(\omega_1 + n\delta)t .$$

Частотная селекция и разделение сигналов для их отдельного анализа после умножения и преобразования могут выполняться с помощью набора частотных фильтров с примыкающими полосами пропускания, согласованными со спектрами сигналов разделяемых однопериодных РЛС, или, если по условиям работы аппаратуры имеется соответствующий ресурс времени - с помощью одного такого фильтра, поочередно настраиваемого на частоты анализируемых сигналов путем перестройки гетеродина понижающего преобразователя частоты. Такое построение позволяет повысить разрешающую способность по частоте в  $n$  раз, причем дополнительные устройства умножения, преобразования и фильтрации могут быть подключены к приемному тракту аппаратуры без его существенных изменений. Полосы пропускания фильтров, соответствующие ширине спектра импульсных сигналов указанных выше высокопотенциальных РЛС (с длительностями импульсов 2,7 мкс, 3,6/1,8 мкс и 1,2 мкс, соответственно), подлежащих разделению, могут быть значительно - примерно на порядок, уже полосы основного тракта УПЧ, рассчитываемой, как уже отмечалось, с учетом возможности приема и более широкополосных сигналов. Практически достижимая степень увеличения разрешающей способности по частоте будет ограничиваться характеристиками кратковременной стабильности параметров схемы умножителя-преобразователя и степенью снижения результирующей чувствительности аппаратуры анализа за счет ухудшения соотношения сигнал/шум при умножении частоты. Этот вопрос рассматривался в литературе, в частности, в статьях [8÷11], где, для несколько различных предпосылок, произведены оценки такого ухудшения. Так, при удвоении частоты соотношение сигнал/шум на выходе снижается согласно [8] и

[10] на величину около 3 дБ и 4 дБ, соответственно, а из приведенных в [9, 11] графиков можно заключить, что величина такого снижения лежит в пределах  $3\div 6$  дБ, в зависимости от соотношения полос пропускания трактов на входе и выходе удвоителя частоты. Полагая, что типичная ширина спектра импульсных сигналов разрешаемых однотипных РЛС составляет около  $0,8\div 1$  МГц и что для разрешения сигналов достаточно разнесения их центральных частот примерно на эту же величину, получим, что при исходном различии частот сигналов с перекрывающимися спектрами  $0,1\div 0,2$  МГц (практически не позволяющем разделить такие сигналы средствами частотной селекции) требуемое разнесение по частоте может быть достигнуто за счет восьмикратного умножения частоты, например, введением в усилительный тракт ПЧ трех последовательно включенных удвоителей-преобразователей частоты. Возможное снижение соотношения сигнал/шум и, соответственно, чувствительности при этом (на величину, ориентировочно, до  $10\div 13$  дБ) не исключает возможности приема и анализа сигналов высокопотенциальных РЛС, уровень мощности которых на входе приемника обычно значительно превышает его рабочую чувствительность.

Процедура умножения частоты сигнала в приемном тракте, приводящая к увеличению его частоты в  $n$  раз, должна сопровождаться преобразованием частоты с понижением ее в диапазон, где наиболее эффективно могут быть осуществлены частотная фильтрация и усиление сигналов, например, до исходного значения, если умножение производится в тракте промежуточной частоты (ПЧ). Частотная селекция и разделение сигналов для их анализа после умножения и преобразования могут выполняться либо поочередно – с помощью одного согласованного со спектром сигнала фильтра, последовательно настраиваемого на частоты анализируемых сигналов путем перестройки гетеродина (рис. 1), либо одновременно - с помощью набора частотных фильтров с примыкающими полосами пропускания.

Блок-схема простейшего лабораторного эксперимента, позволяющего непосредственно наблюдать на экране анализатора спектра эффект «расхождения» спектров импульсных сигналов при умножении частоты, приведена на рис. 2. Схема включает в себя панорамный анализатор спектра 3-см диапазона, два генератора стандартных сигналов 10-см диапазона, волноводную детекторную секцию с СВЧ-диодом, осуществляющую как функцию преобразования, так и умножения (утроения) частоты, волноводный выход, который выполняет роль фильтра верхних частот, и используемый в качестве гетеродина генератор 5-см диапазона, наличие которого в схеме позволяет совместно или поочередно наблюдать на экране анализатора как исходные, произвольно близко расположенные спектры импульсных сигналов 10-см диапазона, преобразованные в 3-см диапазон, так и спектры этих сигналов с утроенной несущей частотой. Порядок демонстрации эффекта «расхождения» спектров сигналов при утроении частоты с помощью этой схемы представляется очевидным; вид спектров

сигналов после преобразования частоты и после утروения, а также совместное их расположение на экране анализатора показаны на рис. 2.

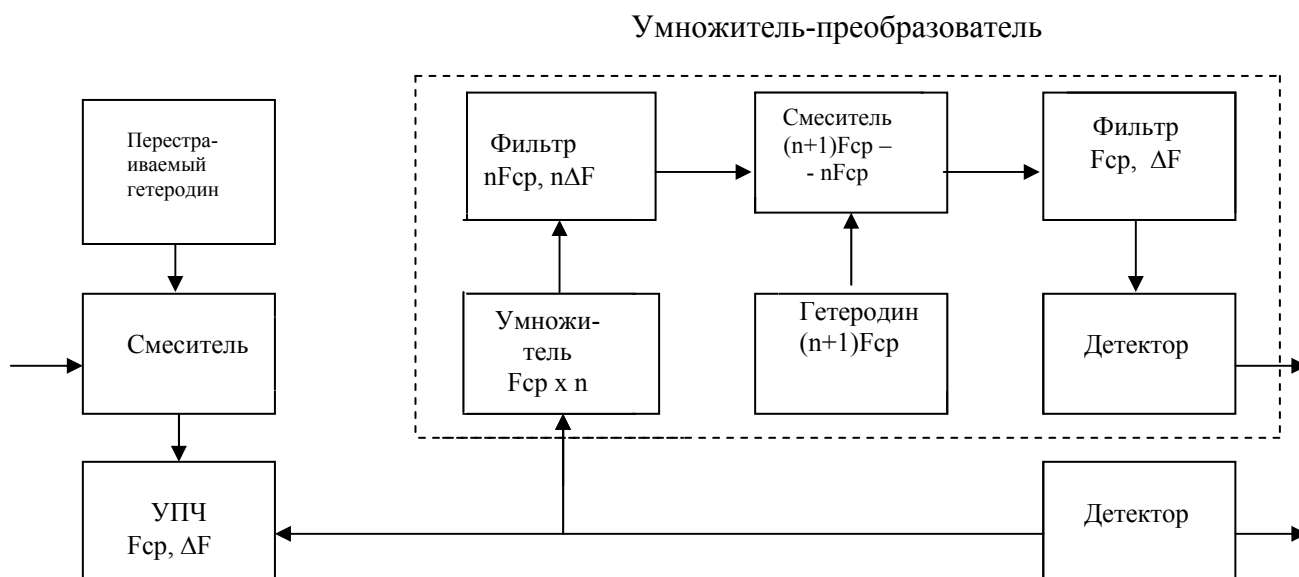


Рис.1. Вариант включения умножителя-преобразователя в приемный тракт с перестройкой по частоте и последовательным приемом разрешаемых сигналов

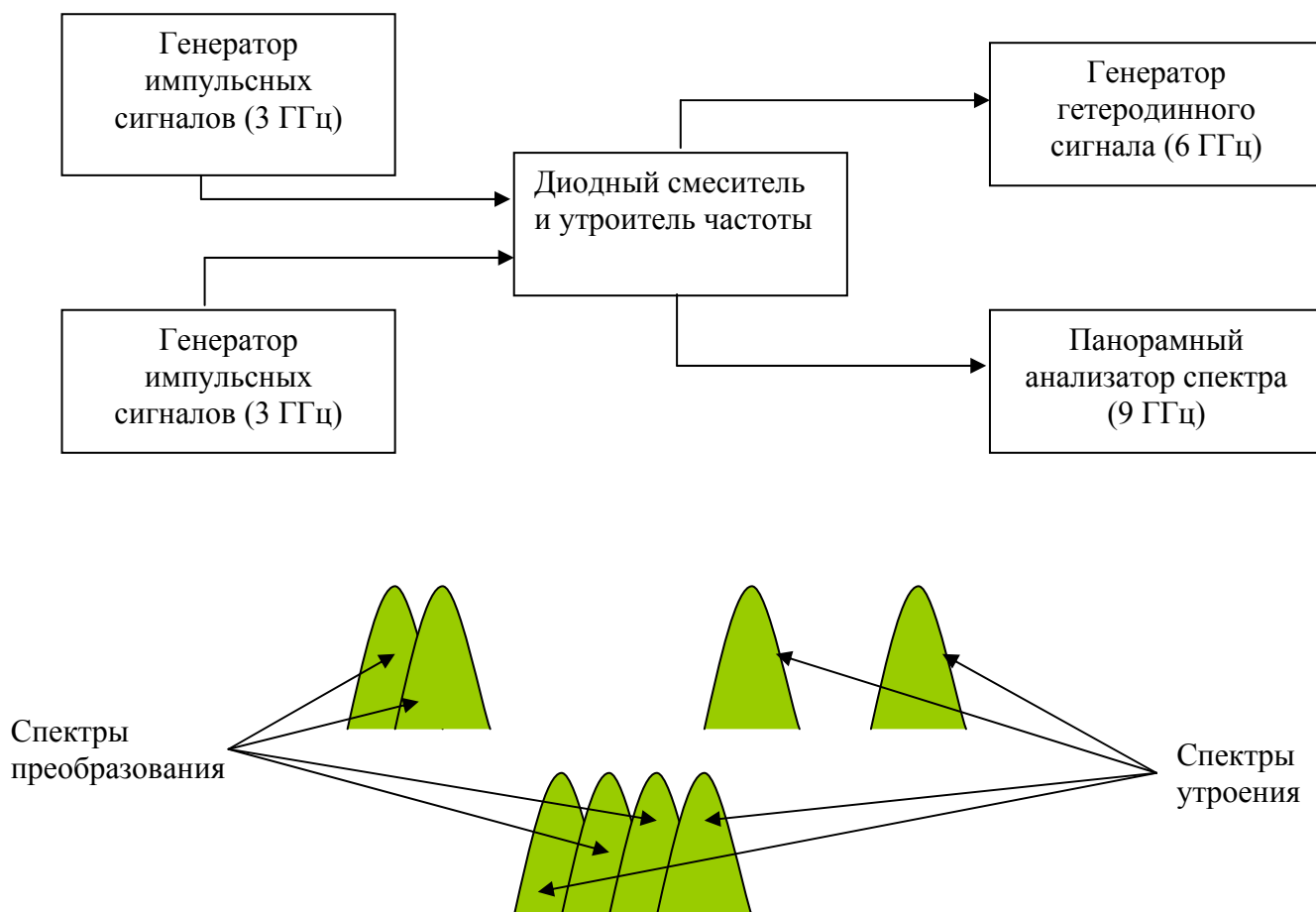


Рис.2. Возможная блок-схема демонстрации эффекта разделения сигналов и вид спектров на экране анализатора

**Литература**

1. Woika John L. An experimental airborne RFJ location system for use with FAA flight inspection aircraft. «Techn. papers 11<sup>th</sup> Annual E. Coast Conf. Aerosp. and Navig. Electron.», Baltimore, 1964. N.Y., IEEE, 1964, 3.5.
2. Грачев В.В., Кейн В.М. Радиотехнические средства управления воздушным движением.- М., «Транспорт», 1975.
3. Кузнецов А.А., Дубровский В.И. Эксплуатация радиоборудования аэродромов и трасс.-М.: «Транспорт», 1981.
4. Авт. св. СССР № 785984 от 07.12.1980. Устройство для временного разделения двух импульсных последовательностей.
5. Пат. США № 4258362 от 24.03.1981. Устройство слежения за произвольным числом сигналов.
6. Авт. св. СССР № 851759 от 30.07.1981. Устройство для разделения двух последовательностей импульсов.
7. Пат. США № 4721958 от 26.10.1988. Процессор для обработки импульсных сигналов в реальном времени.
8. Бабий В.И., Виткевич В.В. Радиоинтерферометр с умножением частоты. «Радиотехника и электроника» № 6, 1964.
9. Теряев Б.Г. Отношение сигнал/помеха на выходе удвоителя и учетверителя частоты. «Электросвязь» № 12, 1970.
10. Ли За Сон. Воздействие сигнала и шума на умножитель частоты. «Электросвязь», № 7, 1972.
11. Теряев Б.Г., Ковалев О.А. Отношение сигнал/помеха на выходе детектора, удвоителя и учетверителя частоты. «Радиотехника», № 6, 1973.

## Обзор журнала GPS World

Январь 2004 г.

В редакционной статье Глена Гиббонса «Могущество Нового» высказывается соображение, что система GPS всегда имеет потенциал новизны. Это новая продукция, новые услуги и приложения системы. Постоянную новизну GPS придают потребители этой техники, инженеры, те, кто делает политику, предоставляет услуги и развивает промышленность. Но не всякая новизна правильно воспринимается сообществом. В судьбе системы GPS, по мнению автора, произошло знаменательное событие: запущен первый спутник со вторым, полностью гражданским сигналом, новым и улучшенным. Многие, после более чем десяти лет пользования системой GPS, склонны думать, что два гражданских сигнала – это «просто еще немного того же, что было раньше». Мнение главного редактора журнала: «Нет, я предсказываю, что 2004 год займет особое место как первый год второго гражданского сигнала и как линия раздела между старыми путями использования GPS и новыми».

В этом номере журнала начата публикация статьи Стива Раунза «Защита приемников GPS от активных помех. Часть I: Пути совершенствования приемников». Уязвимость системы GPS для помех – это общеизвестный факт. Военными разработаны эффективные меры защиты от активных помех, и хотя они не могут использоваться гражданскими потребителями, некоторые методы широко известны.

Обычно методы подавления активных помех делятся на методы улучшения характеристик собственно приемников и на методы улучшения антенн, подающих сигнал на приемники. Последние удобны тем, что можно улучшать работу действующей аппаратуры с помощью модернизации одной антенны. Далее они подразделяются по способу реализации на аналоговые и цифровые.

Методы совершенствования приемников, с другой стороны, считаются более эффективными экономически, поскольку в основном предполагают замену программного обеспечения, то есть затраты связаны только с улучшением характеристик обработки сигналов.

Далее в статье подробно рассматриваются способы противопомеховой обработки путем удлинения периода накопления сигнала для усреднения и подавления активной помехи. Приводятся схемы решений и анализируются преимущества и недостатки этих способов.

В разделе новостей сообщается о соискателях на право эксплуатации системы Галилео. На приглашение на тендер откликнулись четыре консорциума:

- консорциум во главе с фирмой Eutelsat (штаб-квартира в Париже, Франция), в который входят также Logica CMG, Hispasat AENA (Aeropuertos Espanoles y Navegacion Aerea);

- совместное предложение от Inmarsat Ventures plc, EADS Space Services и Thales Group;
- консорциум Navigator, возглавляемый фирмой OHB Technology AG (Бремен, Германия), и Surrey Satellite Technology;
- Alcatel (Франция).

Сообщается о новых запусках спутников в системах ГЛОНАСС и GPS. Речь идет о запуске трех спутников ГЛОНАСС 10 декабря 2003 г. и о запуске 21 декабря 2003 г. спутников GPS блока IIR.

#### Февраль 2004 г.

Редакционная статья Глена Гиббонса «Приветствуем прогресс в переговорах по ГНСС» посвящена трудным переговорам между Европейской Комиссией и Соединенными Штатами касательно общего замысла Европейской глобальной навигационной спутниковой системы ГНСС и ее фактического воплощения – системы Галилео. При настрое, существующем в Администрации Буша, эти переговоры грозили стать затяжным скандалом. Тем не менее, в последние месяцы дух соревнования уступил место духу сотрудничества, и на первом этапе достигнута договоренность и найдено техническое решение, сохраняющее возможности сигнала регулируемой службы Галилео (PRS) и сигнала с M-кодом GPS. Второе, более многообещающее предложение США, касается конкретной структуры сигнала для открытой службы Галилео (OS). Предложено изменение так называемого сигнала BOC (binary offset carrier - двоичный со смещением несущей) – BOC 1,1 вместо BOC 1,5. В обмен на принятие этого предложения США могут преобразовать структуру своего гражданского сигнала тоже в BOC 1,1, которая будет применяться на спутниках типа GPS III, планируемых к запуску с 2012 г. По мнению представителей американской Администрации, это сделает «...де-факто структуру европейского сигнала международным стандартом и ... повлечет большие инвестиции в приложения и производство приемников...».

Далее в обзоре мировых новостей в статье под заголовком «Переговоры по Галилео близятся к завершению» Глен Гиббонс более подробно останавливается на политических и технических деталях переговоров.

В конце января на встрече группы экспертов из ЕК и рабочей группы под эгидой Госдепартамента США обсуждались американские предложения по использованию структуры сигнала Галилео для будущего спутника GPS III и передаче опыта в технике атомных часов и наземного комплекса управления. В ответ США хотели бы добиться от Европы сужения полосы частот сигналов Галилео в диапазоне L1 вблизи частот нового военного кода M. Проходит серия закрытых совещаний, на которых анализируются результаты испытаний и различные варианты распределения частот. Что касается экономического выигрыша от сближения структур сигнала, то есть мнение специалистов, что в эпоху цифровой обработки сигналов стоимость аппаратуры



определяется больше ее программным обеспечением, нежели структурой сигнала. В аппаратном обеспечении же технически наиболее выгодной ситуацией можно считать использование единой или близкой средней частоты. Тогда можно иметь общий ВЧ-тракт.

В заключение отмечается, что ВВС США подписаны договоры на сумму свыше 20 млн. долларов по программе создания GPS III нового поколения.

В этом номере журнала продолжается публикация статьи Стива Раунза «Защита приемников GPS от активных помех. Часть II: Пути совершенствования антенн».

Одним из самых понятных и простых способов является использование подавителя (canceller). Он имеет два антенных входа (одна антенна наверху фюзеляжа самолета, а вторая на нижней поверхности фюзеляжа). На одну антенну принимается активная помеха и практически отсутствует сигнал GPS, а на вторую антенну принимаются оба сигнала. Затем производится весовая обработка сигналов.

Второй способ – поляриметрический. В двух каналах антенны сигналам придается круговая поляризация противоположного знака, и за счет этого активная помеха подавляется.

Еще один способ – использование адаптивного многоотводного спектрального трансверсального фильтра, который может быть представлен как во временной, так и в частотной области.

Более сложным методом является построение провала в пространственной диаграмме направленности. Такой метод наглядно может быть представлен с помощью схемы распределения коэффициента усиления антенны.

Если объединить способ формирования провала в диаграмме направленности в направлении помехи и способ временной фильтрации постоянно действующих помех, то получится метод пространственно-временной адаптивной обработки (STAP). Если же фильтрацию помех представить не во временной области, а в частотной, то получится метод пространственно-частотной адаптивной фильтрации (SFAP).

Метод формирования лучей диаграммы направленности можно считать обратным методу формирования провалов диаграммы. Вместо формирования провала в направлении помехи формируются лучи с максимальным коэффициентом усиления в направлении на спутники.

Далее автор рассматривает некоторые недостатки и преимущества рассмотренных методов, а также влияние конструкции приемника на конечный результат.

#### **Март 2004 г.**

В редакционной статье Глена Гиббонса «Фальшивая монета вернулась» анализируется сделанное в очередной раз предложение о введении платы за GPS. Идея, которая пришла во время – это большая сила, но плохая идея, время которой прошло, тоже не признает национальных границ. Сейчас, когда через Атлантику достигается

согласие между GPS и Галилео, с обоих берегов раздаются голоса уважаемых людей и высказывается идея, которая должна быть давно похоронена: приватизация GPS, кодирование открытых гражданских сигналов, платный доступ для пользователей. Имеется в виду февральская лекция Дэвида Брауншвига, руководителя по бизнесу и зарубежной политике Совета по международным отношениям, который заявил, что в связи с «угрозой», которую представляет Галилео для GPS, США должны приватизировать систему. Тогда уже частная GPS и частная Галилео с сильным государственным финансированием должны будут вести переговоры и сотрудничать. В унисон прозвучало высказывание Райнера Гроз, руководителя совместного предприятия, занимающегося Галилео, в интервью 2 февраля 2004 г. журналу «Космические новости»: «Американцы хорошие бизнесмены. Когда они увидят, что Галилео обеспечивает надежное обслуживание и финансируется коммерчески, я уверен, что американцы перестанут заставлять налогоплательщиков США продолжать навечно платить за GPS, в то время как европейские налогоплательщики освобождены от платы за Галилео». Еще в 1997 г. высказывалось аналогичное мнение. В одном из исследований система GPS рассматривалась как одно из «15 федеральных предприятий, которые можно продать». Цена на систему была установлена в 7 млрд. долларов. Автор категорически не соглашается с этой идеей. Бесплатное и свободное обслуживание гражданских потребителей – это фундаментальный принцип, которому более 30 лет. Сами европейцы относили к недостаткам GPS военную составляющую системы, хотя сейчас доминирует гражданское и коммерческое использование системы. В Галилео упор делается на гражданский контроль системы, однако очевидна скрытая миграция в сторону усиления ее роли в обеспечении государственной безопасности и обороны. Как сочетать это с приватизацией? Кроме того, приватизация GPS привела бы к глубоким переменам в модели организации бизнеса и эффективности всей экономики. «Стоит ли убивать курицу, которая несет золотые яйца? ... Приватизация GPS станет еще одним примером передачи общественной собственности в частные руки...при этом государственный сектор – по существу, налогоплательщики – берут на себя все риски...»-утверждает Глен Гиббонс.

В кратких новостях дается информация о ходе переговоров по согласованию GPS и Галилео. Переговоры проходили в Брюсселе 24-25 февраля 2004 г. и позволили сделать большой шаг вперед. На закрытых совещаниях технические специалисты с обеих сторон сравнили результаты испытаний и оценили воздействие частот и различных структур сигнала Галилео на M-код сигнала GPS, а также оценили возможности регионального подавления помехами открытых сигналов. В остальном было принято решение оптимизировать структуры сигналов, обеспечить взаимосвязь стандартов времени и координат, вести взаимную недискриминационную торговую политику, обеспечивать взаимный доступ без ограничений к открытым службам.

Далее помещен материал о ходе тендера на концессию на развертывание, эксплуатацию и обслуживание системы ГНСС. Из четырех участников осталось три, выбыл консорциум OHV Technology (Германия). Дается краткая характеристика остальных участников тендера. Сообщается, что 18 февраля ЕК направила письмо в Европарламент и Совет Европы, в котором указала шесть источников возмещения расходов на Галилео: это плата за услуги, лицензирование, право интеллектуальной собственности, взносы ЕКА и ЕК, заем из Европейского банка инвестиций, инвестиции третьих стран.

В рубрике помещен материал об отчете «Радионавигационный системы: Стратегия инвестиций», который в январе 2004 г. подготовила группа специалистов под руководством фирмы Overlook Systems Technologies, Inc. по заказу министра транспорта США. Дается краткий анализ отчета. ФГУП НТЦ «Интернавигация» располагает этим отчетом в полном объеме (138 стр., большое количество таблиц). Специалистами НТЦ выполнен анализ этого документа, который мы планируем опубликовать в следующем номере нашего журнала.

\* \* \*

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

**Том 2, № 1, февраль 2004 г.**

Журнал был основан институтами навигации Германии, Норвегии и Нидерландов. Позже к трем странам присоединилась Швейцария, а в последнее время Навигационный форум Польши. Он представил в февральском выпуске журнала три статьи по теории навигации, улучшению безопасности кораблей на море и ослаблению влияния ложных измерений в морской навигации.

Журнал продолжает тему влияния активных помех на работу приемников GPS. Автор статьи «Активные помехи системе GPS» Джон Рули приводит следующие соображения и цифры: «GPS особенно уязвима для активных помех, потому что приемники весьма чувствительны – они и должны быть такими, чтобы принимать очень слабые сигналы от орбитальных спутников. Относительно маломощный постановщик помех, излучающий постоянный сигнал в диапазоне частот GPS, может подавить установленные сигналы GPS на большой площади – в окружности радиусом до 100 км при мощности излучения всего 1 Вт». Зафиксированы непреднамеренные помехи от предусилителей телевизионных антенных, при этом в радиусе 1 км сигнал GPS полностью подавлялся. Есть источники сигналов, которые могут создавать помехи бортовым приемникам GPS на дальностях до 50 км. Есть военные системы, которые могут противодействовать активным помехам; в них используются направленные антенны, которые «смотрят» только в небо. Однако в общей авиации таких средств нет. Приемники с автономными средствами контроля целостности (RAIM) для полетов по приборам определяют ситуации, когда нельзя доверять получаемой навигационной

информации, прочие приемники для визуальных полетов не следует, по мнению автора, использовать в качестве единственного источника навигационных данных.

Авторы из Норвегии предлагают читателям статью о корректировке в реальном времени электронных карт.

Немецкие авторы рассматривают историю и перспективы интегрирования морских навигационных систем на капитанском мостике, делятся результатами экспериментальной оценки нового блока инерциальных измерений для самолетов на кольцевом лазерном гироскопе.

Помещена краткая заметка о принятии Европейской Комиссией Рекомендации для служб спасения, касающейся обнаружения людей, воспользовавшихся телефоном общеевропейской аварийной службы.

В статье «Наилучшее сочетание GPS и Галилео» рассказывается о новых приемниках бельгийской фирмы Septentrio Satellite Navigation.

В разделе кратких новостей помещено сообщение о заключении контракта на 142 млн. долларов между ВВС США и фирмой «Боинг» на три дополнительных спутника для модернизации системы GPS (спутники GPS-III). С канадской фирмой NovAtel заключен контракт на сумму свыше US\$ 144 тыс. на разработку опытного образца приемника системы Галилео.

\* \* \*

## **Обзор бюллетеня «Навигация»**

**Института навигации Австралии**

**Том 11, № 38, январь/февраль/март 2004 г.**

Кейт Мак-Дональд (НАВТЕК, США) публикует заметку под заголовком «Европейская программа Галилео: близка к смерти, испытывает трудности или с ней все в порядке и она движется?». Автор ссылается на статью в журнале “Wired News” от 17 января с.г. (Берлин) под заголовком «План европейской системы GPS положен на полку». В этой статье высказывается мнение, что США торпедировали 3-миллиардный проект Европы по строительству европейского варианта глобальной космической системы местоопределения. Пресс-секретарь мадам де Паласио, Комиссара ЕК по делам Галилео, якобы, заявил, что «Галилео почти мертв».

Это находится в противоречии с оптимистическими отчетами ЕС по Галилео. Не так давно Президент Франции Жак Ширак заявил, что неудачи с Галилео и прочими космическими проектами поставят Европу в положение вассала США. ЕКА и другие ведомства настойчиво работают над проектом и готовятся решить все вопросы финансирования на заседании Совета Европы 25 марта 2004г.

В чем противоречие?

Финансирование проекта строится на сочетании участия частного (промышленного) капитала и государственных инвестиций. Была установлена пропорция 50%-50%. ЕКА выделило примерно 25% необходимых средств, еще столько

же готовится вложить Европейский транспортный Совет. Однако оценки консалтинговой фирмы «Прайс Уотерхаус Куперс», привлеченной по контракту для оценки возможностей промышленности, показали, что частный капитал не готов инвестировать недостающие 50%, и что поэтому реальная доля участия 15 правительств государств-членов ЕС – это 70-80%. Отчет появился накануне заседания ЕК в декабре 2003 г., поэтому поиск решения отложен до следующего заседания Совета по транспорту, которое должно состояться 25 марта 2004 г. Все это создает у общественности мнение об отказе от финансирования Галилео.

Кроме того, остаются сложности с частотами, которые пытаются использовать в своих целях Министерство обороны США, и которые оспариваются официальными представителями ЕС. Структура сигнала Галилео обсуждалась на конференции института навигации США в 2000 г. и, как заявила Комиссар ЕС Де Паласио, «Мы считаем, что технические проблемы уже решены или их легко решить». При этом Совет премьер-министров стран ЕС подтвердил стратегическое значение Галилео. Проект жизнеспособен и может принести гораздо больше того, что он стоит, но при условии готовности к 2008 г.

## Оперативная информация

### **Точный носимый приемник PLGR-III**

Фирмой Rockwell Collins (Cedar Rapids, Iowa, США) создан точный носимый малогабаритный приемник PLGR-III, включающий модуль (SAASM), который обеспечивает работу в условиях селективного доступа (Selective Availability) и антиспуфинга (Anti-Spoofing). Это приемник третьего поколения. По весу и размерам он в два раза меньше своего первоначального варианта. Он имеет также улучшенную точность определения координат и времени и характеристики контроля целостности. Кроме того, имеется ряд других улучшений, включающих быстрый поиск и вход в рабочее состояние, двухчастотность, работу по всем видимым спутникам, помехоустойчивость, удобство панели контроля и управления.

### **Приемник GPS с улучшенной помехоустойчивостью**

Компания Raytheon (El Segundo, California, США) создала новый 24-канальный приемник GPS с улучшенной помехоустойчивостью RAPTOR со стандартным последовательным интерфейсом для таких приложений, как высокоточное оружие (ВТО), носимая аппаратура, встраиваемые модули. Площадь платы приемника, которая содержит также модуль SAASM, ~52 см<sup>2</sup>, вес менее 100 г. В приемнике для повышения точности реализован дифференциальный режим и широкозонное усовершенствование GPS (Wide Area GPS Enhancement, WAGE). RAPTOR также обеспечивает навигационные определения координат, скорости и времени из «холодного старта» без внешней поддержки. Быстрое вхождение в режим слежения за P(Y)-кодом достигается за счет использования специального математического обеспечения, эффективность которого эквивалентна эффективности работы более чем 9000 кодовых корреляторов.

### **Спутниково-инерциальная система GAINS**

Созданная компанией Raytheon (Lexington, Massachusetts, США) спутниково-инерциальная система (GPS-Aided Inertial Navigation System, GAINS) обеспечивает всепогодное высокоточное (с использованием P(Y)-кодов) наведение ВТО Paveway и другого оружия. Система позволяет осуществлять перенацеливание ВТО из кабины самолета прямо перед его пуском. Она имеет открытую архитектуру и допускает различные опции, включая использование приемника с модулем SAASM и противопомеховых антенн, быстрое вхождение в режим слежения за P(Y)-кодом после пуска ВТО, интерфейс с оборудованием пуска ракет Maverick. ВВС США рассматривают возможности использования GAINS для своей программы EGBU-15. Ранее уже сообщалось, что фирма Raytheon произвела 1218 управляемых авиабомб EGBU-15 для ВВС США в 2000 г. и 1200 EGBU-15 для Королевских ВВС Великобритании в 2001 г.

[www.gpsworld.com](http://www.gpsworld.com) 21.03.04

## Конференции, выставки, совещания

### **4-я Международная авиационная выставка «Авиа-2004»**

С 24 по 27 февраля 2004 г. в Москве в павильоне 57 Всероссийского выставочного центра (ВДНХ) проходила 4-я Международная авиационная выставка «Авиа-2004».

Выставка проводилась под патронажем Правительства Российской Федерации и Международной организации гражданской авиации (ИКАО).

Тематика выставки: аэродромы и аэровокзалы (проектирование, строительство, эксплуатация); системы организации воздушного движения: радиотехническое обеспечение полетов, бортовое оборудование воздушных судов и системы управления воздушным движением; системы и оборудование связи и передача данных, включая спутниковую связь; аэронавигационная информация и системы аэронавигационного обеспечения; авиакомпании, организация авиаперевозок пассажиров и грузов, обслуживание пассажиров на земле и в воздухе (продажа билетов, регистрация, трансферт, бортовое питание, услуги и т.д.), безопасность полетов, объективный контроль; спецодежда; авиационное страхование.

Среди отечественных фирм, разработчиков и производителей навигационного оборудования, отметим такие, как «ВНИИРА-Навигатор», «ВНИИРА-ОВД», группу Челябинских предприятий «Полет», Уральское приборостроительное конструкторское бюро (УПКБ) «Деталь», ОАО «Аэроприбор-Восход».

Так, «ВНИИРА-Навигатор» представила информацию о бортовом оборудовании ближней навигации и посадки РСБН-85, РСБН-85В, ВНД-94 (ДМЕ) и VIM-95 (VOR/ILS), РСБН-2000-ОВК. Смежная организация «ВНИИРА-ОВД» представила широкий спектр продукции для систем управления воздушным движением, в том числе самолетные ответчики СО-94Р, СО-96, ОСА-АК, аппаратуру бортовой системы предотвращения столкновений самолетов в воздухе (БСПС) «Акробат».

Челябинские производители представили ряд РЛС ОВД, метровые системы посадки «СП-90», «СП-90Н», «СП-90М», наземное оборудование систем VOR/ДМЕ «РМА-90», «РМД-90» и «РМД-90Н», приводную радиостанцию «РМП-200», автоматический радиопеленгатор «АРП-95», маркерный маяк «РММ-95», наземное оборудование дециметровой ближней навигации «РСБН-4» и посадки «ПРМГ-76У» и «ПРМГ-5».

На стендах Уральского проектно-конструкторского бюро (УПКБ) «Деталь» можно было получить представление о радиовысотомерных системах «А-076» и «А-078», предназначенных для измерения высоты, скорости и угла сноса летательного аппарата (ЛА), о малогабаритных радиовысотомерах малых высот «А-052», «А-053» для пилотируемых и «А-040-01» для дистанционно-пилотируемых ЛА, об экспериментальном высотомере «А-054» и др.

Аэрометрическое оборудование было представлено продукцией ОАО «Аэроприбор-Восход».

В рамках выставки состоялись: конференция «Аэронавигационная система России. Проблемы и пути их решения» и круглый стол «Федеральная целевая программа «Модернизация транспортной системы России (2002-2010 гг.)». Подпрограмма «Гражданская авиация». «Развитие наземной инфраструктуры аэропортов».

\* \* \*

**Итоговый документ семинара**  
**«Требования к подготовке персонала морской дифференциальной**  
**подсистемы ГНСС»**  
**10 –12 марта 2004 г., Санкт-Петербург**

Заседания семинара состоялись в период проведения в ГНИНГИ Минобороны России 5-й Российской научно-технической конференции «Современное состояние и проблемы навигации и океанографии». В работе приняли участие ведущие специалисты в области создания и эксплуатации морских дифференциальных подсистем (МДПС) глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС) от Министерства обороны и транспорта РФ (морских администраций портов Санкт-Петербург, Мурманск и Новороссийск, Центрального научно-исследовательского института морского флота, Санкт-Петербургского государственного университета водных коммуникаций), Российского авиационно-космического агентства, представители предприятий промышленности, выпускающих оборудование для МДПС.

Семинар проведен при участии представителя Радионавигационного комитета Международной ассоциации маячных служб (МАМС) господина М. Дживицкого.

На заседаниях семинара обсуждались вопросы по следующей тематике:

1. Требования к уровню профессиональной подготовки операторов МДПС.
2. Совершенствование технических средств и организации Службы МДПС.
3. Перспективы международного (межведомственного) сотрудничества гидрографических служб (администраций) по вопросам эксплуатации МДПС.

В ходе обсуждения были сформированы согласованные взгляды на порядок и уровень необходимой профессиональной подготовки операторов МДПС, а также рекомендации по совершенствованию технических средств и организации Службы МДПС.

В период работы семинара проводилась выставка действующих образцов аппаратуры МДПС российского производства.

Заслушав и обсудив доклады и выступления по вопросам плана заседаний, участники семинара отмечают:



1. Наряду с развитием ГНСС и широкозонных дифференциальных подсистем (ШДПС, SBAS) локальные МДПС (ДГНСС) сохраняют свои технические преимущества и являются перспективными на ближайшие 10 лет.
2. Техническое оборудование МДПС проверено многолетней практикой использования и постоянно совершенствуется.
3. Нормативно-техническая база, касающаяся МДПС, отстает от развития этих средств навигационного оборудования, что препятствует переводу станций из опытной эксплуатации в штатную и их широкому внедрению в общую систему обеспечения безопасности мореплавания.
4. Станции МДПС являются технически сложным и дорогостоящим оборудованием, требуют квалифицированного, грамотного обслуживания. Отработать правильные действия операторов станций возможно лишь при наличии системы тренажерной подготовки обслуживающего персонала наземного оборудования МДПС.
5. ГНИНГИ Минобороны России разработан и представлен на обсуждение проект «Типовой программы подготовки операторов контрольно-корректирующей станции и удаленной контрольно-управляющей станции МДПС».
6. Примером результативности международного сотрудничества может служить одобрение следующих документов:
  - Частотный план для Европейской Морской зоны в полосе частот Радионавигации 283.5 – 315 кГц, редакция 2001 года;
  - Эксплуатационные требования к судовому приемному оборудованию ГЛОНАСС (стандарт ИЕС 1108-2) и ГЛОНАСС/НАВСТАР (стандарт МЭК 1108-4);
  - Рекомендации МСЭ-Р М.823, характеризующие порядок, форматы, содержание поправок ГНСС, требования к радиомаячному каналу передачи корректирующей информации;
  - Стандарт МЭК 6 1162-1, содержащий требования по интерфейсному обмену приемной аппаратуры ГНСС с судовыми абонентами навигационной информации;
  - Резолюция MSC.74(69), содержащая Рекомендации ИМО по эксплуатационным требованиям к объединенному судовому приемному оборудованию систем GPS/ГЛОНАСС.

Вместе с тем, эпизодическое участие представителей России в заседаниях рабочих групп соответствующих международных организаций значительно усложняет решение вопросов, требующих планомерной и постоянной координации совместной научно-технической деятельности, а в ряде случаев – лишает возможности защищать на международном уровне интересы российских пользователей и производителей радионавигационной техники.

В целях формирования единых, согласованных требований к уровню профессиональной подготовки операторов МДПС, совершенствованию технических средств и организации Службы МДПС участники семинара рекомендуют:

1. Принять к сведению проект «Типовой методики...», ГНИНГИ Минобороны России доработать документ с учетом высказанных замечаний и предложений, после чего разослать заинтересованным организациям для получения отзывов.
2. Маячной службе ГУНиО МО РФ в установленном порядке решить вопрос о проведении опытно-конструкторской работы по созданию тренажерного оборудования для подготовки обслуживающего персонала.
3. ГНИНГИ Минобороны совместно с ЦНИИМФ и СПб ГУ ВК подготовить и представить в Маячную службу ГУНиО МО РФ предложения об организации тренажерных центров в европейском и дальневосточном регионах.
4. При подготовке национального стандарта, регламентирующего технические характеристики ДГНСС, предусмотреть требование по аппаратному мониторингу действий обслуживающего персонала, касающихся выполнения им установленных сроков обхода и осмотра составных частей оборудования станции ДГНСС.
5. Маячной Службе ГУНиО МО РФ изучить опыт морских администраций Швеции и Финляндии, подписавших соглашение о взаимодействии при навигационном обеспечении сопредельных вод смежными станциями DGPS, имеющими разную национальную принадлежность.
6. Привлечь внимание руководителей соответствующих ведомств (администраций) к проблеме совершенствования нормативно-технической базы, касающейся создания и эксплуатации МДПС.
7. Для обеспечения регулярного и планомерного участия представителей России в заседаниях рабочих групп соответствующих международных организаций шире привлекать внебюджетные средства, финансовый потенциал предприятий промышленности и транспорта, заинтересованных в результативности совместной научно-технической деятельности.
8. В целях обоснования необходимости регулярного международного сотрудничества поручить ГНИНГИ Минобороны России совместно с ведомственными НИИ выполнить технико-экономическую оценку участия (или неучастия) представителей России в заседаниях рабочих групп по подготовке международных нормативных документов в области радионавигации за период 1998 – 2003 г.г. с представлением полученных результатов в Главное управление навигации и океанографии МО РФ.

Документ одобрен на заключительном заседании семинара 12 марта 2004 г.

\* \* \*

## **XI Санкт-Петербургская международная конференция по интегрированным навигационным системам**

24–26 мая 2004 г. в ГНЦ РФ - ЦНИИ «Электроприбор» состоится XI Санкт-Петербургская международная конференция по интегрированным навигационным системам.

Эта ежегодная конференция стала традиционным местом обмена идеями ученых и инженеров в области навигации, управления движением и наведения. В 2004 г. конференция вновь будет проведена при поддержке Научного совета РАН по проблемам управления движением и навигации, международной общественной организации «Академия навигации и управления движением» (АНУД), Россия; Американского института аэронавтики и астронавтики (AIAA); Института инженеров по электротехнике и электронике (IEEE), США; Ассоциации аэронавтики и астронавтики Франции (AAAF), Французского института навигации (IFN).

### ***Тематика конференции***

- Системы навигации, управления и наведения и их элементы
- Интегрированные навигационные системы для морских, наземных и аэрокосмических объектов
- Инерциальные системы и датчики
- Спутниковые системы ГЛОНАСС, GPS, Галилео и их дополнения
- Микромеханические системы
- Алгоритмы и программное обеспечение
- Испытания и метрология

Рабочие языки конференции – русский и английский. Предусмотрен синхронный перевод.

### ***Координаты для связи:***

ГНЦ РФ-ЦНИИ «Электроприбор»  
Ул. Малая Посадская, 30, 197046, Санкт-Петербург, Россия  
Тел.: (812) 238 82 10; (812) 238 81 57; факс: (812) 232 33 76  
e-mail: [elprib@online.ru](mailto:elprib@online.ru)

***Полная информация о конференции размещена в Интернете:***

***<http://www.elektropribor.spb.ru> (раздел «Конференции»)***

\* \* \*

Из истории навигации

**Основные этапы развития управления движением  
воздушных судов гражданской авиации в 50-90-е гг.**

*А.А. Хариков<sup>4</sup>*

Главным объектом внимания гражданской авиации (ГА) всегда являлся пассажир, которого нужно на воздушном судне (ВС) доставить в аэропорт прибытия (т.е. совершить перелет). О заинтересованности пассажира в использовании этого вида транспорта свидетельствуют данные таблицы:

Годы	1955	1960	1965	1970
Объем авиаперевозок (млн. пассажиров)	2,52	16,00	43,07	75,00

Отсюда, в частности, следовало и возрастание интенсивности полетов. В воздухе «становилось тесно», что повлекло повышение внимания и требовательности к службе движения.

**Служба движения**

Итоговым результатом многих служб является подготовка ВС к полету (технического состояния ВС; заправка топливом; оформление билета пассажира и багажа, с последующей доставкой на ВС; ознакомление пилотов со сведениями о фактической и прогнозируемой погоде по район полета и др.).

После этого начинается главное действие – полет, в безопасном исходе которого экипажам помогает только одна служба – это служба движения, и конкретно это диспетчеры непосредственного УВД, находящиеся в соответствующих (по делению воздушного пространства) диспетчерских пунктах. Это:

- диспетчерский пункт руления (ДПР), действующий от стоянки (перрона) до ВПП;
- стартовый диспетчерский пункт (СДП) – от момента занятия ВС ВПП, при разбеге и взлёте до занятия высоты 200 м;
- диспетчерский пункт «круга» (ДПК), действующий в зоне взлёта и захода на посадку (пространство радиусом 30 км и по высоте 1200 м);
- диспетчерский пункт подхода (ДПП), контролирующий движение ВС по коридорам убытия и прибытия до границ пространства своего аэродрома;

<sup>4</sup> Хариков А.А. – начальник отделения ГОСНИИ «Аэронавигация».

Доклад заслушан на заседании секции воздушного транспорта Российского общественного института навигации, посвященном 30-летию создания ГОСНИИ «Аэронавигация».

- районный диспетчерский пункт (РДП), контролирующий движение ВС по установленным трассам до границ своего пространства.

Далее при приближении к аэропорту прилета следует обратная последовательность контроля за полетом: РДП, ДПП, ДПК, пункт диспетчера посадки (ПДП), контролирующий движение на посадочной прямой, далее СДП, и, после освобождения воздушным судном ВПП, ДПР.

Основными задачами этих диспетчеров являются:

- обеспечение безопасности взаимного положения ВС, не допуская их опасного сближения (т.е. до расстояния между ВС менее установленного правилами);
- помощь экипажам ВС в экстремальных ситуациях (отказы материальной части ВС, угрожающих безопасности полета, обход гроз и т.д.);
- помощь экипажу в выборе экономичных высот полёта.

Эти диспетчеры, помогающие экипажам ВС, и явились объектом главного внимания с нашей стороны.

### **Состояние диспетчерских пунктов непосредственного УВД**

В 50-е годы знание воздушной обстановки основывалось только на докладах экипажей с использованием радиосвязи КВ диапазона, плохо защищённой от помех. Отображение планируемой и скорректированной по докладам экипажей воздушной обстановки выполнялось карандашом на самых простых, доморощенных средствах (график «время-путь» – для РДП и планшет «коридоры-эшелоны» для ДПП). Для взаимодействия по каналам внутренней связи использовались различные переговорные устройства, часто кустарного исполнения.

Рабочими местами являлись обыкновенные письменные столы (иногда «пульты» собственного творчества).

Средств объективного (инструментального) контроля воздушной обстановки практически не было. Первый поступивший радиолокатор дальнего действия другого ведомства («Ромашка») в наших условиях полностью эффективно использоваться не мог, т.к. требовалось работать в затемнении, что у диспетчеров, делающих записи на средствах отображения (график «время-путь», табло «Эшелонатор»), вызывало большие затруднения.

Меры для устранения трудностей:

- Созданы по заказу ГА и внедрены диспетчерские пульта и устройства внутренней связи «Желудь» промышленного производства.
- Создана по заказу ГА аппаратура «Строка-Б», позволяющая преобразовывать радиолокационную информацию в телевизионное изображение на экранах, установленных на пультах перед диспетчерами. Это позволило использовать инструментальную (объективную) информацию о воздушной обстановке полностью, т.е. в условиях нормальной работы диспетчеров при естественной и электрической освещенности.

- Создано по заказу ГА семейство многоканальных радиостанций «беспомехового» УКВ диапазона для переговоров с экипажами ВС, а также многоканальный магнитофон, их фиксирующий. Кроме того, создан магнитофон, постоянно передающий метеоинформацию через радиостанцию.
- Создано по заказу ГА и внедрялась семейство радиопеленгаторов («Сектор») для аэропортов, в которые летали ВС с негерметизированными кабинами (верхняя кромка диаграммы обзора около 3000 м).
- Поставлен радиолокатор «Экран-М2» для аэропортов, в которые преимущественно летали самолеты Ан-24, Як-40. Верхняя граница радиолокационной диаграммы 6000 м.
- Создана РЛС «Нарва С» для аэродромов, в которые преимущественно летали самолеты Ту-104, Ил-18 и т.п. Верхняя граница радиолокационной диаграммы около 12000 м.
- Создана трассовая РЛС «Утес» с верхней границей радиолокационной диаграммы около 20000 м.

(Следует отметить, что стоимости этих радиолокаторов разнились друг от друга больше, чем их верхние границы радиолокационных диаграмм обзора воздушного пространства.)

- Разработана и внедрена «Технология работы диспетчера» (для каждого вида диспетчерских пунктов – РДП, ДПП и т.д.), где в отличие от документов, содержащих правила (т.е. что можно и что нельзя делать), указывалось, как должен поступать диспетчер (его действия), начиная от инструктажа перед «заступлением» на дежурную смену работы (какими сведениями он должен располагать: о погоде, о работе радиотехнических средств, об ограничениях использования воздушного пространства и т.д.); что он должен делать при «заступлении» на дежурство и при приеме смены от предыдущего диспетчера; что делать при выполнении УВД в нормальных условиях (в т.ч. при смене высоты полета, при обгоне ВС друг друга); как поступать при возникновении критических ситуаций в полете ВС и т.п.

#### **Работы по автоматизация УВД**

Известны основные функции (процессы), постоянно выполняемые диспетчером:

- а) информационные, включающие сбор информации для УВД, группирование и отображение этой информации в виде воздушной обстановки.
- б) вычислительные, такие как анализ воздушной обстановки (оценка или расчет) взаимного положения ВС, сравнение этих интервалов между ВС с минимально-допустимыми интервалами и выработка решения (расчет на предстоящий период взаимного положения ВС и, при необходимости, расчет нового плана полета одному из ВС конфликтующей пары).

Возникал вопрос, какие функции необходимо автоматизировать первыми. Считалось, что диспетчера надо освободить в первую очередь от информационных функций, которые являются рутинными и безвариантными, и тем самым позволить ему сосредоточиться на вычислительных функциях, где необходимо определить конфликтные ситуации и находить решение безопасного и удобного для исполнения экипажем варианта маневра.

По нашим требованиям автоматизация информационных функций в основном должна была выражаться в следующем (на экране диспетчера непосредственного УВД).

Кроме радиолокационной отметки (место ВС) должны были отображаться – позывной ВС (например, бортовой номер ВС) и текущая высота полёта ВС. Эта информация была названа «формуляром сопровождения». Для того чтобы было понятно, к какой отметке ВС эти сведения относятся, между ними проходила «линия связи». Для исключения «наползания» одного такого формуляра на другой (из-за чего их прочтение становилось невозможным) диспетчер мог отвести формуляр в любое свободное место экрана.

Должен был устанавливаться вектор упрежденного положения ВС на 1, 2, 3, 4 минуты вперед (на основании счисления по фактической путевой скорости). Отображались также необходимые элементы структуры воздушного пространства (трассы, РНТ, постоянные зоны ограничения полётов и др.).

Необходимо отметить, что для получения данных формуляра сопровождения на ВС устанавливались радиолокационные ответчики УВД СОМ-64 или СО-69, в которых всегда накапливались сведения о позывном ВС и его барометрической высоте полёта (от давления 760 мм рт. ст.), преобразованные в электрические сигналы. В момент облучения самолётных антенн этих ответчиков УВД сигналами вторичного радиолокатора (механически обычно совмещённого с антенной первичной РЛС) эти данные поступали в автоматизированную систему УВД.

### **Системы УВД**

Для района аэродрома была разработана и испытана в 1964 г. система «Марка». Однако она не выдержала испытаний и не пошла в серию в силу ее несоответствия одной из главных особенностей УВД ГА, состоящей в непрерывности работы диспетчерских пунктов (и технических средств) – в течение часа, суток, недели, месяца и всегда до истечения технического ресурса, когда на смену ей будет задействована такая же или более совершенная система УВД. Система «Марка» имела наработку на один отказ 3-4 часа. Причина состояла в несовершенстве тогдашней элементной базе, используемой в «Марке».

Те же инженеры из промышленности через несколько лет представили систему «Старт», созданную на новой элементной базе. Опытный образец «Старта» прошел все

виды испытаний и далее работал для реального УВД до истечения своего технического ресурса. Система «Старт» была внедрена в 14 основных аэропортов ГА.

Районная (для РДП) система «Центр-1 – Район-1» по своим возможностям оказалась слабее указанной аэродромной системы.

Система «Трасса», разработанная позже, прошла испытания в районе УВД Симферополя и осталась там для эксплуатации. В серию запущена не была.

Районная автоматизированная система (РАС УВД) «Теркас» прошла испытания и до сих пор работает в значительно расширенном Московском районе УВД. То же произошло с РАС УВД «Стрела», проходившей испытания в расширенном Ростовском районе УВД, который включил в себя существовавшие районы: Ростовский, Краснодарский, Сочинский, Минеральные Воды.

Следует отметить, что за рубежом развитые авиационные страны после проб и ошибок тоже пришли к пониманию необходимости начать автоматизацию с информационных функций УВД.

Что касается вычислительных функций, то, стараясь заглянуть вперед насколько это возможно, уже в 1965 г. у нас была издана небольшая книга «Содержание и последовательность операций при регулировании движения самолётов». В ней рассматривалась автоматизация этих функций для обеспечения заблаговременного безопасного взаимного положения воздушных судов.

Реализация этого не состоялась тогда, т.к. еще не были внедрены системы, автоматизирующие информационные функции.

### **Использование воздушного пространства**

Пропускная способность воздушного пространства и производительность диспетчерских пунктов непосредственного УВД являются сторонами одной и той же медали, т.к. их повышение направлено на одну и ту же цель – обслуживание возможно большего количества ВС в единицу времени (например, час) с соблюдением требований безопасности.

В итоге основными результатами повышения пропускной способности воздушного пространства были:

- Сокращение расстояния между смежными высотными эшелонами полёта (служба движения в этом участие не принимает).
- Сокращение продольных интервалов (со 100 км до 50 км и 30км) между ВС, следующих на одинаковых эшелонах полёта.
- Создание параллельных трасс на наиболее напряжённых направлениях.
- Совершенствование структуры ВПП – РД (примыкание РД к ВПП не под углом 90°, а под углом 30°, новая схема ВПП-РД при создании четырехполосного аэродрома).
- Создание Единой системы УВД (ЕС УВД), что устраняло многие противоречия между органами УВД гражданской авиации и органами управления полетами



ВВС. Размещением специалистов ВВС на наших РДП (с предоставлением им помещений, рабочих мест, одинаковой с нами инструментальной (объективной) информации о воздушной обстановке и др.) достигалось невозникновение или своевременное снятие запретов на использование тех или других зон воздушного пространства. Вместо взаимодействия через несколько коммутаторов, каналами которых пользовалось большое количество других абонентов, специалисты ВВС и ГА с использованием канала громкоговорящей связи и по прямому телефону, а также используя одни и те же схемы, индикаторы и т.п., могли разрешать возникающие трудности.

- Были подготовлены предложения по созданию вместо 100 существующих 37 расширенных районов УВД для будущих РАС УВД (как в Московском и Ростовском районах УВД). Было обращено внимание на необходимость применения спутниковой связи для трансляции радиолокационной информации в РАС УВД в условиях Сибири (рельеф местности, леса, тундра и т.п.).
- Кроме того, была доведена до эксплуатационных испытаний аппаратура «Имитатор МДП» контроля движения «низколетящей» авиации, осуществляющей перевозку пассажиров по МВЛ, контроль газо- и нефтепроводов, ЛЭП, перелеты для выполнения сельскохозяйственных работ, санитарные задания и др. без радиолокационного сопровождения. Этот контроль с применением мини-ЭВМ осуществлялся по заранее введённой скорости передвижения искусственной отметкой от ВС, место которой периодически корректировалось по докладам экипажей.

*Новые книги и журналы*

---

***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, особый интерес книга может представить 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.

\* \* \*

**Ю.А. Соловьев «Спутниковая навигация и ее приложения».**

Издательство «Эко-Трендз» выпустило в свет новую книгу Ю.А. Соловьев «Спутниковая навигация и ее приложения».

В книге приводятся последние сведения о состоянии и направлениях развития глобальных спутниковых радионавигационных систем (СРНС) GPS, ГЛОНАСС, Галилео, их функциональных дополнений - широкозонных дифференциальных подсистем (ДПС) WAAS, EGNOS, MSAS, региональных и локальных ДПС различного назначения. Основное внимание обращено на такие эксплуатационные характеристики СРНС, как точность определения навигационных параметров и времени, доступность, целостность, непрерывность обслуживания.

Книга содержит новые обобщенные материалы по характеристикам аппаратуры потребителя и ее помехоустойчивости, комплексированию этой аппаратуры с другими средствами, ее использованию в авиации и космической технике, на морском, речном и автомобильном транспорте, для синхронизации связанных и энергетических систем, по интеграции СРНС и средств мобильной связи и индивидуальному применению приемников.

Важное место занимают впервые опубликованные материалы по опыту совместного использования СРНС и систем, определяющих новые информационные технологии, включая Интернет, средства обработки информации и телекоммуникаций, материалы по новым применениям СРНС в горном деле, строительстве, геодезии, обеспечении задач наблюдения, сельскохозяйственного производства, спорта и туризма.

В приложениях приведены разделы, относящиеся к требованиям потребителей, базам навигационных данных и стандартизации технических решений, перечни основных терминов и определений, адреса заинтересованных организаций и их страниц в сети Интернет, перечни изданий в области СРНС.

Монография в первую очередь обращена к пользователям спутниковых радионавигационных систем различного уровня подготовки. Она будет полезна широкому кругу специалистов как в навигации различных подвижных объектов, так и в смежных областях, таких, как управление движением воздушного, морского, речного, автомобильного и железнодорожного транспорта, телекоммуникации и Интернет, транспортная телематика, энергетика, геодезия и картография, землеустройство, мониторинг земной поверхности, обеспечение горных и строительных работ, интенсивное земледелие и т.д.

Объем издания 25 п.л. Тираж 3000 экз. Адрес издательства:

103473 Москва, 2-й Щемилковский пер., д. 4/5,

e-mail: [eko-trendz@mtu-net.ru](mailto:eko-trendz@mtu-net.ru)

тел/факс (095) 978-48-36, 978-80-31.

*Планы и календари*

---

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

*Календарь подготовлен с помощью материалов IAIN News, журнала GPS World,  
[http:// www.gpsworld.com](http://www.gpsworld.com), и других источников*

**APRIL 13-15 2004**

**Navigation 2004**

Cairo. Egypt. Contact: Arab ION

**APRIL 26-29 2004**

**PLANS 2004**

Monterey, California. The conference will focus on current operational electronic system technologies and applications, and new developments affecting the future use of navigation.

Contact Info: [www.plans-ieee.org](http://www.plans-ieee.org) [papers@plans2004.org](mailto:papers@plans2004.org)

**MAY 12-14 2004**

**GeoSpatial World 2004**

Miami Beach, Florida, USA. The Intergraph Geospatial Users Community International Training and Management Conference, fax 256/730-1263, [gis@ingr.com](mailto:gis@ingr.com).

**MAY 17-20 2004**

**ENC (ex-GNSS). The European Navigation Conference**

Rotterdam. Netherlands. Contact: EUGIN-NIN.

**MAY 17-23 2004**

**INT. Aerospace Ex. ILA 2004**

Berlin. Germany. Contact: [www.ila-berlin.de](http://www.ila-berlin.de)

**МАЙ 24-26 2004**

**XI Санкт-Петербургская международная конференция по интегрированным навигационным системам.**

Санкт-Петербург, Россия. Рассматриваются морские, наземные, аэрокосмические и другие применения навигационных комплексов, датчиков и систем, в том числе ГЛОНАСС, GPS и др. Контакт: ГНЦ «ЦНИИ «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@erbi.spb.su](mailto:elprib@erbi.spb.su)

**MAY 24-27 2004**

**GPS Technology**

Cape Canaveral, FL, USA. This course designed for engineers, scientists, technicians, and managers covers system principles, integrated and differential navigation, avionics and satellite orbit determination, and other topics. Cost includes personal GPS navigator. Call or

see web site for information and registration. Contact Info: Applied Technology Institute  
Phone: (888) 501-2100 <http://www.atcourses.com>

**JUNE 7-9 2004**

**ION 60th Annual Meeting**

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

**ИЮНЬ 14-18 2004**

**XVI Симпозиум ИФАК по автоматическому управлению в аэрокосмических системах**

Санкт-Петербург. Россия. Контакт: [aca2004@aanet.ru](mailto:aca2004@aanet.ru), [nebylov@aanet.ru](mailto:nebylov@aanet.ru).

**JUNE 22-23 2004**

**EURAN 2004**

**International Symposium on the European Radio Navigation Systems and Services.**

Munich, Germany, German Institute of navigation, phone +49-228-20197.0, fax +49-228-20197.19, e-mail: [schulze-thesing.dgon.bonn@t-online.de](mailto:schulze-thesing.dgon.bonn@t-online.de), <http://www.dgon.de>.

**JULY 12-24 2004**

**ISPRS 2004**

Istanbul, Turkey. The XXth Congress of the International Society for Photogrammetry and Remote Sensing carries the theme "Geo-Imagery Bridging Continents." Contact: Magister Tours Inc. Halaskargazi Caddesi, 321/1 80260 Sisli-Istanbul Turkey Phone: +90 212 230 00 00 (pbx) Fax: fax +90 212 248 40 30 [www.magister.tr](http://www.magister.tr) e-mail: [congress@magister.com.tr](mailto:congress@magister.com.tr)

**JULY 19-25 2004**

**FARNBOROUGH INT**

Farnborough, UK. Contact: SBAC.

**SEPTEMBER 21-24 2004**

**ION GNSS 2004**

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

**OCTOBER 6-10 2004**

**JAPAN AEROSPACE 2004**

Yokohama, Japan. Contact: SIAC.

**ОКТАБРЬ 13-14 2004**

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

Санкт-Петербург. Государственный научный центр «ЦНИИ «Электроприбор».  
Контакт: ГНЦ «ЦНИИ «Электроприбор», 197046, Россия, Санкт-Петербург, Малая Посадская, 30, тел. (812) 238-78-38, (812) 238-82-10, fax +7 (812) 232-33-76, e-mail [elprib@online.ru](mailto:elprib@online.ru)

**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 бюллетеня, 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 – 600 руб.

Заполните прилагаемый бланк-заказ на оформление подписки и один его 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, 926-29-66.

Факс: (095) 926-28-83

E-mail: [internavigation@rgcc.ru](mailto:internavigation@rgcc.ru).

---

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 \_\_\_\_\_

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 виде файлов формата *MS Word*, предпочтительно в портретной ориентации, в черно-белом цвете. Математические формулы оформляются через редактор формул *"Equation Editor"*.