

УТВЕРЖДЕН
приказом Минпромторга России
от 02 сентября 2008 г. № 118

РАДИОНАВИГАЦИОННЫЙ ПЛАН РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Основные направления развития
радионавигационных систем и средств
(редакция 2008 года)**

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Основания для разработки радионавигационного плана Российской Федерации

Настоящий План разработан в соответствии с межведомственным «Решением об определении федеральных органов исполнительной власти, ответственных за поддержание, развитие и использование единой системы навигационно-временного обеспечения Российской Федерации и ее основных подсистем», одобренным Правительством Российской Федерации (от 19 октября 2004 г. №АЖ-П7-5684).

1.2. Статус радионавигационного плана Российской Федерации

Радионавигационный план Российской Федерации является официальным изложением современного состояния и перспектив развития радионавигационных систем и средств Российской Федерации, определяющим направления реализации государственной политики в этой области. План также учитывает соответствующие требования международных организаций (ИКАО, ИМО, МСЭ), а также обязательства Российской Федерации по международным договорам.

План является документом, направленным на обеспечение взаимодействия между федеральными органами исполнительной власти, предприятиями промышленности, научными организациями и учреждениями, осуществляющими разработку, производство радионавигационных систем и средств, их эксплуатацию и оказание услуг радионавигации, а также услуг, формируемых на основе ресурсов координатно-временной и навигационной информации.

Ответственность за разработку, согласование и опубликование в средствах массовой информации уточненной редакции Плана, а также изменений и дополнений к нему возложена на Министерство промышленности и торговли Российской Федерации, которое осуществляет свою деятельность по разработке радионавигационного плана Российской Федерации во взаимодействии с другими заинтересованными федеральными органами исполнительной власти, научными организациями, предприятиями промышленности и общественными объединениями ученых и специалистов.

План разрабатывается на пятилетний срок. В периоды действия Плана между очередными редакциями ФГУП НТЦ «Интернавигация» проводится постоянный анализ его реализации и при необходимости внесение изменений и дополнений.

План размещается и обновляется на официальном сайте Интернет Минпромторга России.

Публикации соответствующих изменений и дополнений очередной редакции Плана размещаются в журнале «Новости навигации».

1.3. Цели радионавигационного плана Российской Федерации

Целями радионавигационного плана Российской Федерации являются:

-повышение экономической эффективности и безопасности использования всеми группами потребителей имеющихся и перспективных радионавигационных систем и средств наземного и космического базирования Российской Федерации, а также объединенных международных систем в интересах обеспечения национальной безопасности и решения социально-экономических задач;

-обеспечение взаимодействия между федеральными органами исполнительной власти, предприятиями промышленности, научными организациями и учреждениями, осуществляющими разработку, производство радионавигационных систем и средств, их эксплуатацию и предоставляющими услуги в области радионавигации в целях гарантированного предоставления потребителям необходимой навигационно-временной информации, качество которой должно соответствовать мировому уровню.

1.4. Задачи радионавигационного плана Российской Федерации

Реализация мероприятий Плана позволит обеспечить решение следующих задач:

-планирование наиболее перспективных направлений государственной политики в области развития конкурентоспособной отечественной индустрии радионавигационных услуг, учитывающей интересы и требования различных групп потребителей в Российской Федерации, а также обеспечение условий для определения наиболее эффективных методов использования государственных и внебюджетных ресурсов в этой области;

-обеспечение эффективного формирования, поддержания и развития радионавигационных полей (пространств) в космосе, глобально и над территорией, в воздушном пространстве и прибрежных водах Российской Федерации;

-создание условий для экономически эффективной межведомственной координации мероприятий по созданию и обеспечению функционирования радионавигационных систем и средств и предоставлению качественных радионавигационных услуг потребителям; совершенствование информационного взаимодействия между разработчиками и потребителями навигационных услуг в Российской Федерации и за рубежом;

-информирование различных групп потребителей КВНО в Российской Федерации, мирового сообщества и международных организаций об основных направлениях политики государства в области развития и использования имеющихся и перспективных радионавигационных систем и средств наземного и космического базирования Российской Федерации, а также объединенных международных систем по их состоянию, техническим возможностям, планируемыми сроками использования, а также по направлениям международного сотрудничества в области радионавигации;

-создание условий для преодоления научно-технической, технологической и экономической зависимости Российской Федерации от зарубежных средств КВНО в части, касающейся радионавигационных систем и средств; обеспечение совместимости и интеграции зарубежных и отечественных РНС в ходе их разработки, эксплуатации и модернизации;

- достижение в рамках формирования нормативной правовой базы КВНО терминологического единства, выработка и реализация согласованных требований по радионавигационному обеспечению воздушных, морских и наземных потребителей через разработку соответствующих нормативных документов (технических регламентов, стандартов и др.) и проведение сертификации радионавигационных систем и средств;

-ориентирование зарубежных разработчиков и потребителей радионавигационных систем и средств на возможность использования существующих и перспективных радионавигационных систем и средств Российской Федерации;

-повышение профессионального уровня и качества подготовки в Российской Федерации специалистов по навигационному обеспечению.

1.5. Область применения радионавигационного плана Российской Федерации

Область применения Плана охватывает радионавигационные системы и средства гражданского и двойного применения, находящиеся в ведении различных федеральных органов исполнительной власти.

План не включает в себя радиотехнические системы, которые выполняют радиолокационно-обзорные или связные функции. В частности, он не включает автоматические идентификационные системы (АИС) и системы автоматического зависящего наблюдения (АЗН), но включает навигационные средства, на которые опираются упомянутые системы.

Радионавигационные системы, рассматриваемые в Плате, подразделяются на следующие группы:

1. Глобальные космические (спутниковые) радионавигационные системы:

ГЛОНАСС с функциональными дополнениями, Цикада (Цикада-М).

2. Наземные радионавигационные системы:

2.1. Системы дальней навигации

«Альфа» («Маршрут»), «Чайка» («Тропик-2С», «Тропик-2В», «Тропик-2Е», «Тропик-2П»), «Марс-75».

2.2. Системы ближней навигации

Брас-3, РС-10, Спрут, ГРАС (ГРАС-2), Крабик-Б (Крабик-БМ), РСБН-4Н (8Н), ПРС, РМА-90, РМД-90, -200, DVOR-2000, DME-2000.

2.3. Системы посадки

СП-75 (80, 90, 200), ПРМГ-5 (76У), МЛС, СП типа GBAS (диф. режим ГЛОНАСС).

1.6. Основное содержание радионавигационного плана Российской Федерации

В Плате изложены:

- задачи, решаемые с использованием радионавигационных систем;
- требования всех групп потребителей к радионавигационным системам;
- основные характеристики эксплуатируемых и перспективных радионавигационных систем;
- основные направления повышения эффективности использования существующих радионавигационных систем, их развития и совершенствования;
- направления интегрирования различных радионавигационных систем;
- основные направления международного сотрудничества в области радионавигационных систем;

1.7. Связь радионавигационного плана с другими планирующими и регулируемыми документами

Основы государственной политики в области координатно-временного и навигационного обеспечения определяют следующие документы законодательных и исполнительных органов власти:

- Указ Президента Российской Федерации от 5 сентября 2005 г. № 1049 "О Федеральной аэронавигационной службе".
- Указ Президента Российской Федерации от 17 мая 2007 г. № 638 "Об использовании глобальной навигационной спутниковой системы ГЛОНАСС в интересах социально-экономического развития Российской Федерации".
- Распоряжение Президента Российской Федерации от 18 февраля 1999 г. № 38-рп.
- Постановление Правительства Российской Федерации от 7 марта 1995 г. № 237 "О проведении работ по использованию глобальной навигационной спутниковой системы "Глонасс" для гражданских потребителей".
- Постановление Правительства Российской Федерации от 3 августа 1999 г. № 896 "Об использовании в Российской Федерации глобальных навигационных спутниковых систем на транспорте и в геодезии".
- Постановление Правительства Российской Федерации от 28 июля 2000 г. № 568 "Об установлении единых систем координат".
- Постановление Правительства Российской Федерации от 20 августа 2001 г. №587 об утверждении ФЦП "Глобальная навигационная система".
- Постановление Правительства Российской Федерации от 9 июня 2005 г. № 365 "Об оснащении космических, транспортных средств, а также средств, предназначенных для выполнения геодезических и кадастровых работ, аппаратурой спутниковой навигации ГЛОНАСС или ГЛОНАСС/GPS".
- Распоряжение Правительства Российской Федерации от 20 июня 2007 г. № 797-р.
- Постановление Правительства Российской Федерации от 14 июля 2006 г. №423 об утверждении изменений, которые вносятся в Федеральную целевую программу "Глобальная навигационная система".
- Таблица распределения полос частот между радиослужбами Российской Федерации. Утверждена Постановлением Правительства Российской Федерации от 15 июля 2006 г. № 439-23.
- Федеральная космическая программа России на 2006-2015 годы, утвержденная Постановлением Правительства Российской Федерации от 22 октября 2005 г. №635
- Концепция создания и развития Аэронавигационной системы России, Федеральная аэронавигационная служба Российской Федерации, 2006.

1.8. Критерии при анализе и рассмотрении радионавигационных систем

При анализе и рассмотрении радионавигационных систем учитываются многие факторы, которые выступают в качестве критериев их оценки.

К ним относятся:

- эксплуатационные характеристики;
- технические параметры;
- экономические характеристики;
- организационные характеристики и правовые вопросы;
- состояние разработки и производства;

-используемость радионавигационных систем и средств различными потребителями;

-потребности национальной обороны.

Основными техническими параметрами являются **точность, целостность, рабочая зона, доступность и непрерывность функционирования системы.**

Учитываются также вопросы использования частотного спектра и некоторые специфические параметры, такие как противопомеховые характеристики, которые применимы не только к военным системам, но влияют на доступность и непрерывность функционирования гражданских систем.

ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

▪ АГГД	- астрономо-геодезические и гравиметрические данные
▪ АЗН	- автоматическое зависимое наблюдение;
▪ АИС	- автоматическая идентификационная система;
▪ АЛДПС	- авиационная ДПС;
▪ АРБ	- аварийный радиобуй;
▪ АРК	- автоматический радиокompас;
▪ БН	- ближняя навигация;
▪ БРАС, РС, Спрут	- морские разностно-дальномерные радионавигационные системы;
▪ БС	- базовая станция;
▪ ВОР	- VOR, всенаправленный угломерный наземный радиомаяк;
▪ ВРМ	- секторный (веерный) радиомаяк;
▪ ВС	- воздушное судно;
▪ ГАЛИЛЕО	- Европейская ГНСС;
▪ ГЛОНАСС	- глобальная навигационная спутниковая система (РОССИЯ);
▪ ГМССБ	Глобальная морская система связи при бедствии и обеспечении безопасности
▪ ГНСС (GNSS)	- глобальная навигационная спутниковая система;
▪ ГРАС	- дальномерная радионавигационная система;
▪ ГСГА	- Государственная служба гражданской авиации;
▪ ДИСС	- доплеровский измеритель скорости-сноса;
▪ ДМЕ	- ДМЕ, дальномерный наземный радиомаяк;
▪ ДП	- дифференциальная поправка;
▪ ДПС	- дифференциальная подсистема спутниковая;
▪ ДРНО	- дальнее радионавигационное обеспечение;
▪ ЕК	- Европейская Комиссия;
▪ ЕРНП	- Европейский радионавигационный план;
▪ ЕС	- Европейский Союз;
▪ ЕС КВНО	- Единая система КВНО;
▪ ИКАО	- ICAO; Международная организация гражданской авиации;
▪ ИМО	- IMO; Международная морская организация;
▪ ИНС	- инерциальная навигационная система;
▪ ИСР	- информационные системы для радионавигации
▪ ИФРНС	- импульсно-фазовая радионавигационная система;
▪ КВНО	- координатно-временное и навигационное обеспечение;
▪ ККС	- контрольно-корректирующая станция;
▪ КНС	- космическая навигационная система;
▪ КОИ	- комплексная обработка информации;
▪ КОСПАС	- космическая служба поиска и спасения (РФ);

▪ КРАБИК	- дальномерная фазовая геодезическая система;
▪ КРМ	- круговой радиомаяк морской;
▪ КС	- космическое средство;
▪ КЭНС	- корреляционно-экстремальная навигационная система;
▪ ЛА	- летательный аппарат;
▪ ЛДПС	- локальная ДПС;
▪ ЛИ	- летные испытания;
▪ ЛПД	- линия передачи данных;
▪ МАИН	- IAIN; Международная ассоциация институтов навигации;
▪ МАМС	- IALA; Международная ассоциация маячных служб;
▪ МДПС	- морская ДПС;
▪ МЛС	- микроволновая система посадки;
▪ МАРС	- разностно-дальномерная многочастотная радионавигационная система;
▪ МАРШРУТ	- фазовая радионавигационная система сверхдальнего действия;
▪ МККР	- Международный комитет по радиочастотам;
▪ МС	- морское судно;
▪ МСЭ	- Международный союз электросвязи;
▪ МО	- Министерство обороны;
▪ МСИ	- межспутниковые измерения;
▪ Минтранс, МТ	- Министерство транспорта;
▪ МЧС РФ	- Министерство Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий;
▪ НАП	- навигационная аппаратура потребителей;
▪ НВО	- навигационно-временное обеспечение
▪ НКА	- навигационный космический аппарат;
▪ НИОКР	- научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы;
▪ НО	- навигационное обеспечение;
▪ НРНП	- национальный радионавигационный план;
▪ ОрВД	- организация воздушного движения;
▪ ОРНС	- объединенная РНС;
▪ ПА	- приемная аппаратура;
▪ ПКУ	- пункт контроля и управления;
▪ ПРМГ	- посадочная радиомаячная группа;
▪ ПРС	- приводная радиостанция;
▪ РДПС	- региональная ДПС;
▪ РМА	- радиомаяк азимутальный (типа ВОР);
▪ РМД	- радиомаяк дальномерный (типа ДМЕ);
▪ РНС	- радионавигационная система;
▪ РРНП	- Российский радионавигационный план;
▪ РСБН	- радиотехническая система ближней навигации;
▪ РСДН	- радиотехническая система дальней навигации;
▪ САРСАТ	- зарубежный аналог КОСПАС;
▪ САС	- срок активного существования (КА);
▪ СДКМ	- система дифференциальной коррекции и мониторинга
▪ СКП	- среднеквадратическая погрешность;
▪ СНГ	- Содружество Независимых Государств;
▪ СНС	- спутниковая навигационная система;
▪ СП	- система посадки;

▪ СРНС	- спутниковая радионавигационная система;
▪ СУДС	- система управления движением судов;
▪ СЦИ	- синхронная цифровая иерархия;
▪ Тропик, Чайка, Лоран-С	- импульсно-фазовая радионавигационная система (РСДН);
▪ ТСС	тактовая сетевая синхронизация;
▪ ТТХ	- тактико-технические характеристики;
▪ УНиО	- Управление навигации и океанографии (МО);
▪ ФАНС	- Федеральная аэронавигационная служба РФ;
▪ ФРНП	- Федеральный радионавигационный план (США);
▪ ФРНС	- фазовая радионавигационная система;
▪ ФЦП	- федеральная целевая программа;
▪ ШДПС	- широкозонная ДПС;
▪ ЦИКАДА	- космическая низкоорбитальная навигационная система;
▪ ЭРИ	- электро-радиоизделия;
▪ CDMA	- Code Division Multiple Access; доступ с кодовым разделением каналов;
▪ DECT	- Digital Enhanced Cordless Telecommunications; цифровая усовершенствованная беспроводная связь;
▪ DME	- Distance Measuring Equipment; оборудование измерения дальности;
▪ DVOR	- Doppler High Frequency Omnidirectional Range; доплеровская всенаправленная УКВ радиосистема;
▪ ECAC	- European Civil Aviation Conference; Европейская конференция гражданской авиации;
▪ EGNOS	- European Geostationary Navigation Overlay Service; Европейская ШДПС;
▪ EUGIN	- European Group of Institutes of Navigation; Европейская группа институтов навигации;
▪ Eurofix	- региональная ДПС, использующая систему Лоран;
▪ FERNS	- Fast Eastern Radio Navigation Service; ФЕРНС, Дальневосточная радионавигационная служба;
▪ GBAS	- Ground-Based Augmentation System; локальная ДПС наземного базирования для посадки ВС (стандарт ИКАО);
▪ GPS	- Global Positioning System; Глобальная система местопределения (США);
▪ GRAS	- Ground-Based Regional Augmentation System; региональная система наземного базирования (стандарт ИКАО);
▪ GSM	- Global System for Mobile Communications; глобальная система мобильной телекоммуникации;
▪ LAAS	- Local Area Augmentation System; локальная ДПС наземного базирования для посадки ВС (США);
▪ MSAS	- Multifunctional Transport Satellite Augmentation System; Японская ШДПС;
▪ RAIM	- Receiver Autonomous Integrity Monitoring; автономный контроль целостности в приемнике;
▪ RTCA	- Radio Technical Commission for Aeronautical; Радиотехническая комиссия для авиации;
▪ RTCM	- Radio Technical Commission for Maritime Services; Радиотехническая комиссия для морского обслуживания;
▪ RNP	- Required Navigation Performance; требуемые навигационные характеристики (ИКАО);
▪ SARPs	- Standards and Recommended Practices; Стандарты и рекомендуемая практика ИКАО;

▪ SBAS	- Space-Based Augmentation System; широкозонная ДПС;
▪ TDMA	- Time Division Multiple Access; многостанционный доступ, основанный на временном разделении каналов;
▪ VOR	- Very High Frequency Omnidirectional Range; всенаправленная УКВ радиосистема;
▪ WGS	- World Geodetic System; Всемирная геодезическая система;
▪ WAAS	- Wide Area Augmentation System; Американская ШДПС.

2. ТРЕБОВАНИЯ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ К РАДИОНАВИГАЦИОННЫМ СИСТЕМАМ

2.1. Задачи, решаемые с использованием радионавигационных систем

Для решения пространственно-временных задач в целях реализации своей деятельности потребителю необходимы знания о положении, скорости, пространственной ориентации ряда объектов, влияющих на решение этих задач. Требования потребителя к качеству решения зависят как от вида решаемых задач, так и от условий, в которых они решаются.

Задачи, решаемые с использованием радионавигационных систем, подразделяются на основные группы:

- навигационные задачи, связанные с определением местоположения (координат) и времени, направления (ориентирования в пространстве) и скорости перемещения подвижных объектов на земле, на воде, в воздухе и околоземном космическом пространстве;

- задачи координатометрирования и, в частности, создания исходной геодезической основы;

- задачи синхронизации (сличение шкал времени и эталонных частот) разнесенных в пространстве объектов;

- специальные задачи, в том числе задачи, определяемые Минобороны России.

Большие различия динамических характеристик транспортных средств требуют учета условий их движения при решении вопросов навигации, особенно воздушных объектов. Особое место занимают задачи навигации космических аппаратов.

В процессе решения навигационных задач меняются условия при движении объектов, а в соответствии с этим изменяются и требования к радионавигационным системам.

Навигация наземных транспортных средств не имеет принципиальных отличий на различных этапах движения, но имеется специфика навигационного обеспечения при перемещении по произвольным и установленным маршрутам, а также в закрытых местностях (населенные пункты, лесные массивы и т.д.).

Решение задач координатометрирования и создания исходной геодезической основы требуется, в частности, в следующих областях:

- геодезии, картографии и океанографии;

- геологоразведке и добыче полезных ископаемых;

- навигационной подготовке объектов транспортной инфраструктуры;

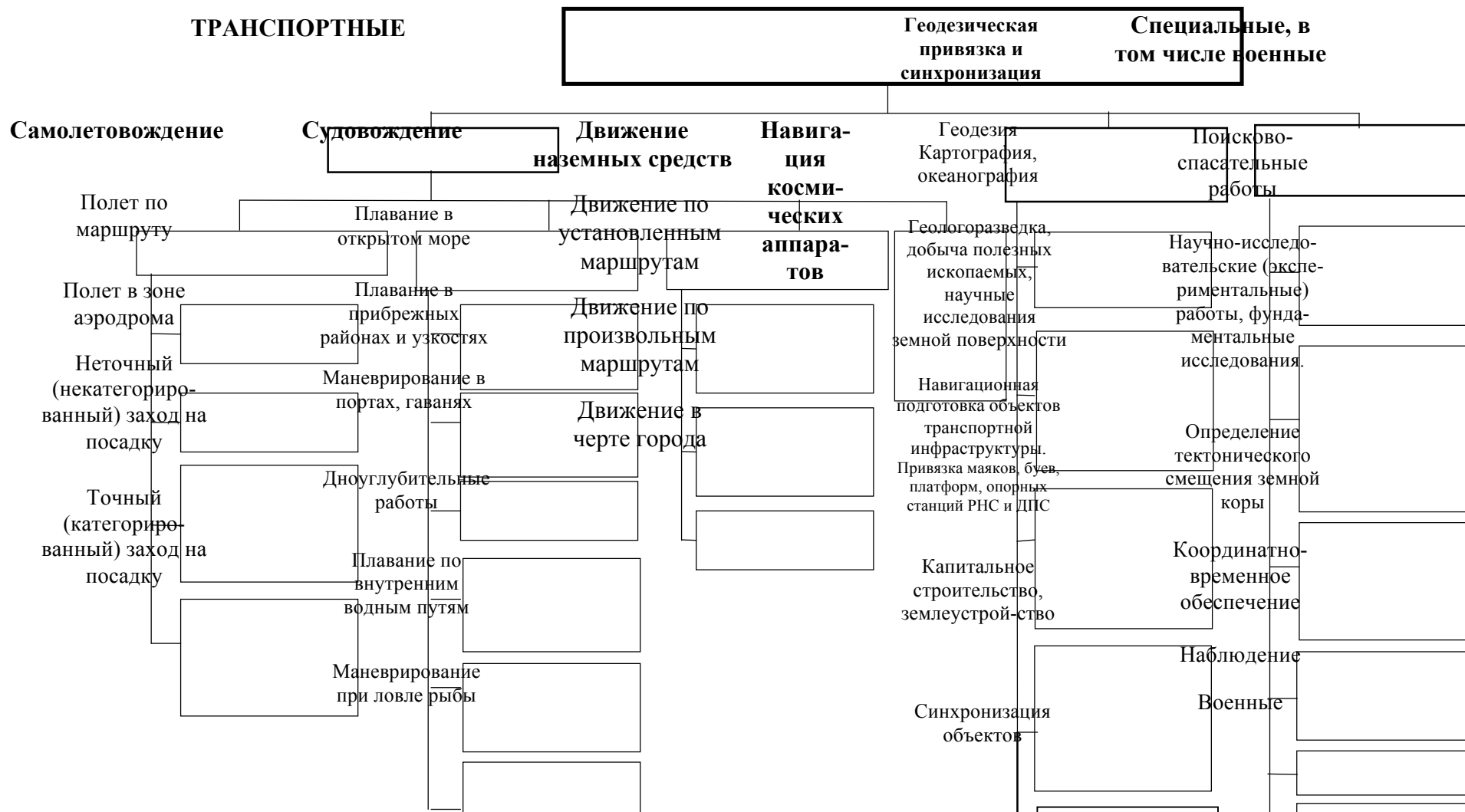
- капитальном строительстве и землеустройстве;

- научных исследованиях земной поверхности.»

На рис. 1.1 представлена структура решаемых задач с использованием радионавигационных систем.

ЗАДАЧИ, РЕШАЕМЫЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РАДИОНАВИГАЦИОННЫХ СИСТЕМ

10



2.2. Требования к радионавигационным системам

2.2.1. Общесистемные требования

Основными требованиями потребителей к радионавигационным системам являются:

- требования к размеру рабочей зоны РНС;
- требования к точности определения местоположения и синхронизации объектов;
- требования к доступности РНС;
- требования к целостности РНС;
- требования к непрерывности обслуживания (функционированию) РНС;
- требования к дискретности определения местоположения;
- требования к пропускной способности РНС.

Требования к размерам рабочей зоны

Рабочая зона (зона действия) - область пространства Земного шара (замкнутая поверхность), в пределах которой навигационная система позволяет потребителю определять местоположение, скорость и время с заданными характеристиками.

Нарастающая интенсивность движения, расширение границ перемещения, увеличение скоростей, высот и протяженности маршрутов (трасс) современных транспортных средств предъявляют все более высокие требования к навигационному обеспечению. Это предопределило необходимость удовлетворения требований потребителей по созданию условий точного местоопределения в любой точке Земли и околоземного пространства, т.е. требования глобальной рабочей зоны.

Требования к точности местоопределения

Точность местоопределения – это степень соответствия местоположения потребителя, определенного в данный момент времени с помощью навигационной системы, истинному положению.

Точность местоположения характеризуется допустимой величиной отклонения определенных (обсервированных) координат от истинных. Количественной мерой точности являются абсолютное значение разности между определенными и истинными значениями координат или среднеквадратическая погрешность - СКП.

Требования к точности местоопределения объектов зависят от характера задач, решаемых потребителями. Численные значения точности местоопределения изменяются в широких пределах от долей метра до нескольких километров.

Требования к точности определения времени (синхронизации)

Точность определения (синхронизации) времени характеризуется величиной отклонения скорректированной по данным РНС шкалы времени объекта от принятой в качестве эталонной. Требования к точности зависят от характера задач, решаемых потребителями. Численные значения точности (СКП) изменяются в широких пределах от секунд до наносекунд.

Требования к доступности РНС

Доступность (эксплуатационная готовность) – это способность радионавигационной системы обеспечить проведение навигационных определений в заданный момент времени в определенной зоне действия.

Доступность радионавигационной системы характеризуется вероятностью получения потребителем в рабочей зоне достоверной навигационно-временной информации в определенный период времени и с требуемой точностью.

Требования к доступности изменяются в зависимости от используемых транспортных средств и задач, решаемых потребителями.

Исходя из обеспечения безопасности полетов самолетов и плавания морских и речных судов, наиболее высокие требования, при которых доступность должна равняться практически единице, предъявляются воздушными потребителями при заходе на посадку и посадке по категориям ИКАО, морскими и речными потребителями - при маневрировании в портах и движении по внутренним водным путям.

Требования к целостности РНС

Целостность РНС – это способность РНС выдавать потребителю своевременное и достоверное предупреждение в тех случаях, когда какие-либо сигналы нельзя использовать по целевому назначению в полном объеме. Характеризуется соответствующей вероятностью.

Требования к целостности РНС морских, речных и наземных потребителей более низкие, чем воздушных потребителей, из-за меньших скоростей движения и больших интервалов обновления информации.

Требования к непрерывности обслуживания (функционирования) РНС.

Непрерывность обслуживания (функционирования)- это способность навигационной системы обеспечивать навигационное обслуживание потребителей в течение заданного временного интервала без отказов и перерывов. Характеризуется вероятностью.

Требования к дискретности определения местоположения.

Дискретность определения местоположения характеризуется временным интервалом, через который возможно новое определение местоположения с использованием одного и того же типа РНС. Для ГНСС (как и для ряда других РНС) требования не предъявляются.

Требования к пропускной способности РНС

Пропускная способность характеризуется количеством пользователей радионавигационной системы, которые могут обслуживаться одновременно.

Учитывая важное значение своевременного получения навигационной информации для обеспечения безопасного плавания и полетов, пропускная способность РНС должна быть неограниченной, а непрерывность, т.е. надежность обслуживания, должна соответствовать заданной величине.

2.2.2. Требования авиационных потребителей

В воздушном транспорте определены следующие фазы (этапы) полета воздушных судов:

- взлет и выход в исходный пункт маршрута (трассы);
- полет по маршруту (маршрутный полет);
- полет в зоне аэродрома (терминальный полет);
- некатегорированный (неточный) заход на посадку;
- заход и посадка по категориям ИКАО.

Требования к навигационному обеспечению на каждом этапе различны.

Для маршрутного этапа полета воздушных судов установлены категории районов (зон):

- океаническая (безориентирная местность);
- внутренняя континентальная (местная) линия;
- зоны выполнения специальных задач.

Первоначально сформулированные требования воздушных потребителей к точности определения места при заходе на посадку и посадке по категориям ИКАО, а также при полете по маршруту и в зоне аэродрома в зависимости от решаемых задач приведены соответственно в табл. 2.1 и 2.2.

Таблица 2.1. Требования воздушных потребителей при заходе и посадке по категориям

Категория посадки	Высота над взлетно-посадочной полосой (ВПП) для проверки, (м)	Требования к погрешностям (СКП)	
		боковая ошибка (м)	вертикальная ошибка (м)
I	30,0	4,5 - 8,5	1,5 - 2,0
II	15,0	2,3 - 2,6	0,7 - 0,85
III	2,4	2,0	0,2 - 0,3

Таблица 2.2. Требования воздушных потребителей к точности определения координат для различных решаемых задач

Решаемые задачи	Зона полета	Точность определения координат (СКП), м
Полет воздушного судна: а) полет по маршруту -	1. Над океаном (безориентирная местность)	5800
	2. Воздушные трассы шириной 20 км	2500
	3. Воздушные трассы шириной 10 км	1250
	4. Местные воздушные линии:	
	• I категории	500
• II категории	250	
	5. Воздушные трассы при использовании метода зональной навигации	230
б) полет в зоне аэродрома		200
в) некатегорированный (неточный) заход на посадку		50
г) специальные полеты, в том числе для решения геофизических и геодезических задач, разведки полезных ископаемых, поиска и спасения, аэрофотосъемки и т.д. с обеспечением возможности определения площадей участков территорий при облете по контуру.		1...10

Требования воздушных потребителей позднее были развиты и дополнены требованиями к доступности, целостности и непрерывности, которые зависят от этапов полета, интенсивности движения и приводятся в составе требуемых навигационных характеристик RNP.

Требуемые навигационные характеристики (RNP).

Непрерывный рост объемов авиаперевозок предъявляет постоянно возрастающие требования к пропускной способности воздушного пространства и обуславливает необходимость его оптимального использования. Эти факторы, в том числе возможность обеспечения эксплуатации за счет использования спрямленных маршрутов, а также повышенная точность современных навигационных систем, предопределили появление концепции RNP.

Концепция RNP определяет характеристики средств навигации в пределах определенного района воздушного пространства и поэтому оказывает влияние как на воздушное пространство, так и на воздушное судно.

Специальный комитет ИКАО по будущим аэронавигационным системам отметил, что наиболее широко использовавшийся в прошлом метод обеспечения требуемых навигационных возможностей основывался на обязательном наличии определенного состава оборудования.

Такой подход ограничивал оптимальное применение современного бортового оборудования. Кроме того, с появлением спутников в дальнейшем использование этого метода возлагает на ИКАО решение сложной задачи, связанной с выбором оборудования. Для преодоления этих проблем комитет разработал концепцию требуемых навигационных характеристик (RNP).

Они предназначены характеризовать воздушное пространство с помощью показателя точности выдерживания навигационных характеристик (типа RNP), которая должна обеспечиваться в пределах этого воздушного пространства.

Считается, что тип RNP определяет точность выдерживания навигационных характеристик всеми пользователями и при всех сочетаниях навигационных систем в пределах некоторого воздушного пространства.

RNP могут устанавливаться для маршрута, ряда маршрутов, района, объема воздушного пространства, которые выбираются специалистами по воздушному планированию или полномочными органами.

Установленные RNP при этом будут определять необходимый уровень бортового оборудования и инфраструктуру воздушного пространства.

Определены 6 типов RNP при полетах по маршрутам на основе точности выдерживания навигационных характеристик с вероятностью 95%:

- RNP1 = 1,85 км (1,0 морская миля);
- RNP4 = 7,4 км (4,0 морских мили);
- RNP5 = 9,2 км (5,0 морских мили);
- RNP10 = 18,5 км (10 морских миль);
- RNP12,6 = 23,3 км (12,6 морских мили);
- RNP20 = 37,0 км (20,0 морских миль).

Тип RNP1 предусматривается для обеспечения наиболее эффективных полетов по маршрутам ОВД в результате использования наиболее точной информации о местоположении, а также для обеспечения полетов и организации воздушного пространства при переходе из зоны аэродрома к требуемому маршруту и в обратном порядке.

Тип RNP4, RNP5 предназначается для маршрутов ОВД и схем воздушного пространства, основанных на ограниченном расстоянии между навигационными средствами. Этот тип предназначен для использования в континентальном воздушном пространстве.

Тип RNP10, RNP12,6 обеспечивает ограниченную оптимизацию маршрутов в районе с пониженным уровнем обеспечения навигационными средствами, в любом контролируемом воздушном пространстве в любое время.

Тип RNP20 - это минимальный уровень, который должен обеспечиваться любым ВС в любом контролируемом воздушном пространстве в любое время.

Требуемые навигационные характеристики (RNP) для посадки приведены в таблице 2.3

Таблица 2.3. RNP для операций захода на посадку, посадки и вылета

Тип RNP	Типичная соответствующая операция	Точность с достов. 95% (боковая/вертикальн. плоскости)	Интервал удержания (боковая/вертикальн. плоскости)	Целостность	Непрерывность и критическое время
RNP1	Полет по маршруту и переход к этапу захода на посадку и этап вылета	±1853 м			
RNP 0,5	Начальный участок захода на посадку, вылет	±926 м	±1853 м	$1-10^{-5}/ч$	$1-10^{-4}/ч$
RNP 0,3	Начальный или промежуточный участок захода на посадку, неточный заход на посадку, вылет	±556 м	±1112 м	$1-10^{-5}/ч$	$1-10^{-4}/ч$
RNP 0,3/125	Заход на посадку по приборам с наведением в вертикальной плоскости	±556 м/38 м	±1112 м/76 м	$1-10^{-5}/ч$	$1-10^{-4}/ч$
RNP 0,03/50	Точный заход на посадку до НАТ* в 100м (350фут) (обеспечивает операции категории I)	±56 м/15 м	±167 м/46 м	$13,5 \times 10^{-7}$ (в течение любой одной операции), время выдачи предупреждения 6 с	$1-10^{-5}$ (в любой период в 15с)
RNP0,02/40	Точный заход на посадку до НАТ в 60 м (200 фут.) (обеспечивает операции по категории I)	±37 м /12 м	±111 м/47 м	$1-3,5 \times 10^{-7}$ (в течение любой одной операции), время до выдачи предупреждения 6 с	$1-1,0 \times 10^{-5}$ (в любой период в 15 с)
RNP0,01/15	Точный заход на посадку до НАТ в 30 м (100 фут) (обеспечивает операции по категории II)	±19 м/5 м	±56 м/14 м	$1-2,5 \times 10^{-9}$ (в течение любой одной операции), время до выдачи предупреждения 1 с	$1-6,0 \times 10^{-5}$ (в любой период в 15 с)
RNP 0,003	Точный заход на посадку до НАТ менее 30 м (100 фут), посадка и вылет, а также наведение при пробеге (обеспечивает операции по категории III)	±6 м включает требования к касанию, пробегу и разбегу при взлете	±17 м	$1-2 \times 10^{-9}$ (в течение любой одной операции), время выдачи предупреждения 1 с.	$1-6,0 \times 10^{-5}$ (в любой период в 30 с)

Примечание: *) НАТ – высота над ВПП

Одновременно в таблице 2.4 приведены требования к готовности (доступности), установленных RNP.

Таблица 2.4. Требования к готовности

Тип RNP	Готовность
RNP 0,5	0,95
RNP 0,3	0,95
RNP 0,3/125	0,95
RNP 0,03/50	0,9975
RNP 0,02/40	0,9985
RNP 0,01/15	0,9985
RNP 0,003	0,999

В развитие приведенных выше требований к RNP в SARPs ИКАО сформулированы общие требования к характеристикам сигнала ГНСС в пространстве (табл. 2.5) и к порогам срабатывания для контроля целостности (табл. 2.6).

Таблица 2.5. Общие требования к характеристикам сигнала в пространстве

Типовая операция	Точность в горизонтальной плоскости, м, P=95%	Точность по вертикали, м, P=95%	Целостность	Время предупреждения, с	Непрерывность	Эксплуатационная готовность
На маршруте	3700	Не назначена	$1 \cdot 10^{-7}/\text{ч}$	300	От $1 \cdot 10^{-4}/\text{ч}$ до $1 \cdot 10^{-8}/\text{ч}$	От 0,99 до 0,99999
На маршруте и в зоне аэродрома	740	Не назначена	$1 \cdot 10^{-7}/\text{ч}$	15	От $1 \cdot 10^{-4}/\text{ч}$ до $1 \cdot 10^{-8}/\text{ч}$	От 0,99 до 0,99999
Начальный заход, промежуточный заход, неточный заход (NPA), вылет	220	Не назначена	$1 \cdot 10^{-7}/\text{ч}$	10	От $1 \cdot 10^{-4}/\text{ч}$ до $1 \cdot 10^{-8}/\text{ч}$	От 0,99 до 0,99999
Заход на посадку с управлением по вертикали (APV-I)	16	20	$1 \cdot 2 \cdot 10^{-7}$ за заход	10	$1 \cdot 8 \cdot 10^{-6}$ в любые 15 с	От 0,99 до 0,99999
Заход на посадку с управлением по вертикали (APV-II)	16	8,0	$1 \cdot 2 \cdot 10^{-7}$ за заход	6	$1 \cdot 8 \cdot 10^{-6}$ в любые 15 с	От 0,99 до 0,99999
Точный заход на посадку по категории I	16	От 6,0 до 4,0	$1 \cdot 2 \cdot 10^{-7}$ за заход	6	$1 \cdot 8 \cdot 10^{-6}$ в любые 15 с	От 0,99 до 0,99999

Таблица 2.6. Пороги срабатывания для контроля целостности

Типовая операция	Порог срабатывания по горизонтали, м	Порог срабатывания по вертикали, м
На маршруте	7400	Не назначено
На маршруте	3700	Не назначено
На маршруте, в зоне аэродрома	1850	Не назначено
NPA	556	Не назначено
APV-I	40,0	50
APV-II	40,0	20,0
Точный заход на посадку по категории I	40,0	От 15,0 до 10,0

Аналогичные требования применительно к заходу на посадку и к посадке в условиях II и III категорий ИКАО предполагается в SARPs сформулировать позднее.

2.2.3. Требования морских потребителей

В морском транспорте определены следующие районы плавания судов:

- океанского плавания;
- прибрежного плавания, с невысокой интенсивностью движения;
- плавания в портах, на подходах к ним и в прибрежной зоне с высокой интенсивностью движения.

Международные требования морских потребителей к точности определения места, доступности, целостности РНС в зависимости от районов плавания определены Международной морской организацией ИМО - Резолюции А. 953(23) от 05.12.2003 г., МЗС.112(73):2000 г, МЗС.113(73):2000 г., МЗС.112(73):2000 г. Требования определены для судов, скорость которых не превышает 70 узлов.

Требования морских потребителей к РНС зависят от районов плавания и составляют:

- в районе океанского плавания:
 - погрешность определения координат, с вероятностью $P=0,95$ не более 100 м.
 - доступность не менее 99,8% за 30-ти суточный период;
 - определение координат должно производиться не реже одного раза каждые 10 с; в тех случаях, когда результаты определения местоположения используются в системах автоматического опознавания (АИС), или для автоматического удержания судна на линии заданного пути, темп обновления данных о месте должен быть не реже, чем 1 раз в 1 с;
- в районе прибрежного плавания при невысокой интенсивности движения судов:
 - погрешность определения места, с вероятностью $P=0,95$ не более 10 м;
 - частота определения места должна быть не менее одного раза в 2 с. Значение дифференциальной поправки должно обновляться не реже одного раза в 30 с;
 - доступность не менее 99,5% за двухлетний период;
 - непрерывность функционирования системы не менее 99,85% в течение 3 часов;
- при плавании в портах, на подходах к ним и в прибрежной зоне с высокой интенсивностью движения судов:
 - погрешность определения места, с вероятностью $P=0,95$ не более 10 м;
 - частота определения места должна быть не менее одного раза в 1 с. Значение дифференциальной поправки должно обновляться не реже одного раза в 30 с;
 - доступность не менее 99,8% за двухлетний период;
 - непрерывность функционирования системы не менее 99,97% в течение 3 часов.

Показатель «целостности системы» (промежуток времени, в течение которого потребителям должно поступить предупреждение о том, что характеристики сигнала искажены, и эти данные нельзя использовать для обеспечения навигационной безопасности плавания) не может быть более 10 с.

Анализ вышеизложенных требований морских потребителей указывает на возможность их удовлетворения в наибольшей степени с использованием перспективных глобальных навигационных спутниковых систем, базирующихся на таких системах как ГЛОНАСС и GPS, функционально дополненных дифференциальными подсистемами. Исходя из этого, в ноябре 2001 г. 22-я Ассамблея ИМО утвердила требования к будущей системе ГНСС, которые изложены в Резолюции А.915(22) «Пересмотренные положения морской политики и требования к перспективным Всемирным спутниковым навигационным системам».

В Приложениях к этой Резолюции указываются перспективные на период после 2010 г. требования к точности и показателям надежности получения навигационной информации.

В соответствии с этим документом требования к точности должны быть повышены до 10 м ($P=0,95$) по всему Мировому океану, а на акватории порта - до 1 метра. Для некоторых видов деятельности на море, (выполнение гидрографических работ, прокладка подводных трубопроводов и т.п.) считается необходимым повышение точности до 1 м и даже до десятых его долей при автоматической постановке в док (0,1 м). По мере ужесточения требований к точности увеличиваются и требования к показателям надежности получения информации:

- целостности (10 с);
- признаку выработки предупредительного сигнала о нарушении целостности системы (0,25 – 25 м);
- доступности (99,8%...99,97%).

Находящиеся в эксплуатации спутниковые системы ГЛОНАСС и GPS в 1996 г. одобрены ИМО в качестве компонентов Всемирной радионавигационной системы.

В новой редакции главы 5 Конвенции по охране человеческой жизни на море (СОЛАС), вступившей в силу с 1 июля 2002 г., заложено требование к обязательному оснащению морских судов, независимо от водоизмещения, приемной аппаратурой (ПА) глобальной навигационной спутниковой системы или наземной радионавигационной системы, или другим автоматическим средством, пригодным для использования в любое время в течение предполагаемого рейса для определения текущих координат.

На такую ПА разработаны и одобрены ИМО требования Международной электротехнической комиссии (МЭК) - стандарты, а Морскими администрациями стран флага - национальные стандарты, в соответствии с которыми одобряется тип судовой аппаратуры ГНСС.

2.2.4. Требования речных потребителей

Для судов, использующие внутренние водные пути (реки, озера и т.п.), исходными при определении требований к радионавигационным системам являются: габариты судового хода, его глубина и соотношения главным размерениям судов (длина, ширина, осадка).

Требования речных потребителей к доступности РНС зависят от районов плавания и составляют:

- по Единой глубоководной системе Европейской части России - не менее 99,8% за двухлетний период;
- по магистральным рекам Сибири - не менее 99,5% за двухлетний период.

Требования речных потребителей к целостности составляют для движения по внутренним водным путям не более 5 с.

Частота определения места должна быть не менее одного раза в 2 с. Значение дифференциальной поправки должно обновляться не реже, чем через 30 с.

В таблице 2.7 приведены требования речных потребителей к точности определения места судна в зависимости районов плавания для крупногабаритных судов при оценке вероятности отсутствия навигационного происшествия более 0,997.

Таблица 2.7. Требования речных потребителей в зависимости от районов плавания.

Решаемые задачи	Районы плавания	Точность измерения координат (P=0,95), м
Движение судна по внутренним водным путям	1. озера, водохранилища	20,0...35,0
	2. свободные реки:	
	• европейской части России	5,0...10,0
	• Сибири	5,0 - 15,0
	3. каналы	2,0 - 5,0

В таблице 2.8 приведены требования речных потребителей к точности определения места для различных решаемых задач.

Таблица 2.8. Требования речных потребителей для различных решаемых задач.

Решаемые задачи	Районы работ	Погрешность позиционирования (0,95), м
Гидрографические работы, установка знаков судоходной обстановки; поддержание заданных габаритов водного пути	Озера и водохранилища	4,0...7,0
	Свободные реки:	
	Европейской части России	1,0...2,0
	Сибири	1,0...3,0
	Каналы	0,4...1,0
Землечерпательные и дноуглубительные работы	Свободные реки и каналы	0,2...0,4
Прокладка кабелей и трубопроводов	Свободные реки и каналы	1,0
Диспетчерские задачи по мониторингу	ВВП России	100

2.2.5. Требования наземных потребителей

Требования наземных потребителей к точности местоопределения транспортных средств зависят от предназначения тех или иных технологий контроля и управления транспортными процессами:

при решении большинства задач, связанных с обеспечением безопасности движения и организации перевозок пассажиров и грузов в процессе хозяйственной деятельности, требования к точности местоопределения транспортных средств с погрешностью не хуже 100 м (предельная погрешность) в настоящее время удовлетворяют потребности автомобильно-дорожной отрасли;

при решении специальных задач (слежение за экологически опасными грузами, защита от угона и поиск угнанных средств и т.д.) требования к точности местоопределения являются более высокими - не хуже 5...15 м (предельная погрешность).

Требования наземных потребителей к размерам рабочей зоны задаются исходя из анализа территориально-пространственных условий реализации задач, использующих информационно-навигационные технологии:

территория Российской Федерации, территории стран ближнего и дальнего зарубежья - при организации внутрироссийских и межгосударственных перевозок;

глобальная зона - при организации интермодальных перевозок, включающих перевозку грузов речным и морским транспортом.

Требования к дискретности (темпу) обновления координатной информации задаются на основании анализа структуры тех или иных технологий:

при контроле и управлении большими группировками (системами) транспортных средств - не более 1 с (по каждому транспортному средству, входящему в состав группировки);

при решении специальных задач - не более 1 с;
при контроле и управлении одиночными транспортными средствами при их движении в условиях города и по магистралям - 0,5...1 мин.

При формировании требований к доступности наземных потребителей к радионавигационным системам исходят из критериев решения (достижения) тех или иных задач, реализуемых при использовании соответствующих технологий контроля и управления транспортными процессами.

При контроле и управлении большими группировками транспортных средств, а также при решении специальных задач допускается не более одного процента сеансов навигации, в которых не выполняются требования по точности. Отсюда требование к доступности данной категории транспортных средств к РНС определяется значением вероятности не менее - 0,99.

При контроле и управлении одиночными транспортными средствами допустимая доля сеансов, в которых требования по точности не выполняются, может составлять величину до 5 процентов, что обуславливает значение требований к доступности РНС для одиночных транспортных средств на уровне 0,95.

Требования потребителей автомобильно-дорожного комплекса к целостности РНС задаются исходя из возможностей парирования в автоматизированных системах контроля и управления транспортными процессами тех временных интервалов, на которых потребителям поступает с РНС недостоверная (ложная) навигационная информация. Противодействовать такой информации системы управления транспортными процессами могут ограниченное время. Именно численное значение возможного времени противодействия ложной информации в системах диспетчерского контроля и управления с заданным уровнем вероятности, по истечении которого должно поступить сообщение о нарушении функционирования РНС, задается в качестве показателя ее целостности.

В существующих системах диспетчерского контроля и управления транспортными процессами время, затрачиваемое на обнаружение и доведение до потребителя сообщений (команд) об исключении из числа действующих ложных источников навигационных сигналов, не должно превышать 15 - 30с с вероятностью 0,95.

Требования потребителей наземного транспорта к радионавигационным системам в обобщенном виде представлены в табл.2.9.

Таблица 2.9. Требования наземных потребителей к радионавигационным системам

NN п.п	Решаемые задачи	Характеристики				
		Рабочая зона	Точность (предельная)	Темп обновления координат	Доступность	Целостность
	Контроль и управление движением транспортных средств					
1	Большие группировки	территория РФ	100 м	1 сек	0,99	$T_{\text{восст}}=15-30$ с. $P=0,9$
2	Одиночные средства	территория РФ, СНГ	100 м	0,5-1 мин	0,95	$T_{\text{восст}}=15-30$ с. $P=0,9$
3	При решении специальных задач	территория РФ	5 -15 м	1 сек	0,99	$T_{\text{восст}}=15-30$ с. $P=0,9$

Требуемые характеристики определения координат с упором на частное использование автомобильных средств приведены в табл. 2.10 и 2.11.

Таблица 2.10. Требуемые точностные характеристики

Задача	Точность, м
Управление транспортом	100
Вызов полиции, пожарных, скорой помощи	10
Использование сервиса (гостиницы, рестораны и т.д.)	10
Нахождение маршрута	25
Возвращение потерянных и украденных транспортных средств	10

Понятие требуемых навигационных характеристик (RNP) ИКАО для обеспечения полетов воздушных судов распространяется на автотранспорт, действующий в городских условиях. Численные значения RNP включают не только точностные, но и надежные показатели (табл.2.11).

Таблица 2.11. Требуемые навигационные характеристики для автотранспорта

Задача	Точность, м	Целостность, с	Доступность, %
Управление на маршруте	5	1	99,7
Определение места транспортного средства	30	5	99,7
Определение места аварии	5	11	99,7
Определение места при транзите	10	5	99,7

Приоритетным направлением научно-технической политики в наземном транспорте является внедрение высоких информационных технологий, которые принципиально меняют качество и сущность управления наземным транспортом, реализуя объективные инструментальные методы контроля и управления на наземном транспорте.

Такие технологии контроля и управления создаются на основе интеллектуальных информационно-телекоммуникационных систем, использующих высокоточные навигационные спутниковые системы ГЛОНАСС/GPS в сочетании с мобильными радиотелефонами на транспортных средствах и комплексной компьютеризацией информационных процессов.

При создании системы контроля и управления движением наземного транспорта, аппарата, входящая в ее состав, решает следующие задачи:

Аппаратура транспортного средства:

- непрерывное определение координат местоположения объекта и составляющих вектора скорости его движения в привязке к координированному всемирному времени;
 - автоматическую передачу на диспетчерский пункт данных о местоположении объекта;
 - автоматическую передачу на диспетчерский пункт сигнала
- “Авария”.

Аппаратно-программный комплекс диспетчерского поста:

- прием, запись и отображение в реальном масштабе времени информации о местоположении и состоянии контролируемых транспортных средств;
- сигнализацию об отклонении транспортных средств от заданных маршрутов, об аварийных и нештатных ситуациях;
- нанесение поступающей информации о местоположении и состоянии транспортных средств на электронную карту;
- совместное функционирование нескольких диспетчерских постов на общем цифровом радиополе;

- работу в сети по технологии клиент- сервер с распределением поступающей информации между диспетчерами;
- составление маршрутов движения транспортных средств, схематичных карт местности;
- автоматическое слежение за движением одного или нескольких транспортных средств;
- прием и учет дифференциальных поправок;
- круглосуточный режим работы.

Автоматизированная радионавигационная система диспетчерского контроля местоположения и состояния автотранспорта может быть дифференцирована по следующим группам потребителей:

1. Системы управления муниципальным транспортом (автобусы, троллейбусы, трамваи, транспорт жилищно-коммунальных хозяйств, транспорт доставки продовольственных и промышленных товаров населению, пожарная служба, скорая помощь, службы водо-, газо- и электроснабжения).

2. Мониторинг, идентификация и управление транспортом на карьерных и терминальных перевозках.

3. Системы управления технологическим транспортом в области строительства и ремонта автомобильных дорог.

4. Системы мониторинга, идентификация и управление перевозками крупногабаритных, высокотоннажных и экологически опасных грузов.

5. Системы управления транспортом ведомственных и коммерческих организаций (внутригородские и пригородные перевозки).

6. Системы управления транспортом магистральных перевозчиков.

При создании аппаратуры для средств наблюдения в качестве сервисной задачи целесообразно предусмотреть определение площадей участков территории при обходе по контуру.

База данных железной дороги должна содержать информацию о всех особенностях железнодорожного пути, например сведения о координатах границ блок участков, данные о вертикальном (уклон) и горизонтальном (кривые) профиле пути, ограничения скорости на перегонах, координаты, названия и схемы станций, расстояния до мест ограничений и повышенного внимания.

Оперативное определение параметров движения поезда и подробная информация о характеристиках участка движения могут позволить производить оптимизацию тяговых расчетов в реальном масштабе времени.

Для поддержки системы управления поездами единственным и самым важным требованием является способность определения с очень высокой степенью достоверности того, какой из двух путей занимает поезд: вероятность при этом должна превышать 0,99999. Исходя из минимального расстояния между соседними колеями, можно найти требуемые показатели точности местоопределения.

2.2.6. Требования в интересах геодезического обеспечения территории России

Требования к радионавигационным системам в интересах геодезического обеспечения задаются так, чтобы обеспечивались точности измеряемых параметров, необходимые при проведении геодезических и картографических работ. Учитывается, что единая государственная система геодезических координат 1995 года (СК-95) установлена постановлением Правительства Российской Федерации от 28 июля 2000 г. № 568 «Об установлении единых государственных систем координат» для использования при осуществлении геодезических и картографических работ, начиная с 1 июля 2002 года.

Единая система геодезических координат 1942 года (СК-42), введенная постановлением Совета Министров СССР от 7 апреля 1946 года №760, заменяется СК-95.

На основе совместного уравнивания координат пунктов космической геодезической сети, доплеровской геодезической сети и астрономо-геодезической сети

на эпоху 1995 года, система координат 1995 года закреплена пунктами государственной геодезической сети.

Система координат 1995 года строго согласована с единой государственной геоцентрической системой координат из документа «Параметры Земли 1990 года» (ПЗ-90.02). За отсчетную поверхность в СК-95 принят референц-эллипсоид Красовского с параметрами:

большая полуось - 6378245 м; сжатие - 1:298,3.

Положение пунктов в принятой системе координат задается следующими координатами:

- пространственными прямоугольными координатами X , Y , Z (направление оси Z совпадает с осью вращения отсчетного эллипсоида, ось X лежит в плоскости нулевого меридиана, а ось Y дополняет систему до правой; началом системы координат является центр отсчетного эллипсоида);
- геодезическими координатами: широтой – B , долготой – L , высотой – H ;
- плоскими прямоугольными координатами x и y , вычисляемыми в проекции Гаусса-Крюгера.

Геодезическая высота H образуется как сумма нормальной высоты и высоты квазигеоида над отсчетным эллипсоидом.

Нормальные высоты геодезических пунктов определяются в Балтийской системе высот 1977 года, исходным началом которой является нуль Кронштадтского футштока, а высоты квазигеоида вычисляются над эллипсоидом Красовского.

При решении специальных задач могут применяться и другие проекции поверхности эллипсоида на плоскость. Точность СК-95 характеризуется следующими среднеквадратическими ошибками взаимного положения пунктов по каждой из плановых координат:

2 - 4 см – для смежных пунктов АГС; 0,3 - 0,8 м – при расстояниях от 1 до 9 тысяч км.

Точность определения нормальных высот, в зависимости от метода их определения, характеризуется следующими среднеквадратическими ошибками:

- 6-10 см – в среднем по стране из уравнивания нивелирных сетей I и II классов;
- 0,2-0,3 м – из астрономо-геодезических определений при создании АГС.

Точность определения превышений высот квазигеоида астрономо-гравиметрическим методом характеризуется следующими среднеквадратическими ошибками:

- 6 - 9 см – при расстояниях 10-20 км;
- 0,3 - 0,5 м – при расстоянии 1000 км.

Система координат СК-95 отличается от системы координат СК-42:

- повышением точности передачи координат на расстояния свыше 1000 км в 10 - 15 раз и точности взаимного положения смежных пунктов в государственной геодезической сети в среднем в 2 - 3 раза;
- одинаковой точностью распространения системы координат для всей территории Российской Федерации и стран, входивших в состав СССР;
- отсутствием региональных деформаций государственной геодезической сети, достигающих в системе координат 1942 года нескольких метров;
- возможностью создания высокоэффективной системы геодезического обеспечения на основе использования глобальных навигационных спутниковых систем ГЛОНАСС и GPS.

Федеральный закон от 26 декабря 1995 г. № 209-ФЗ «О геодезии и картографии» с изменениями, п. 2, ст. 6, устанавливающий задание, поддержание и воспроизведение системы координат на уровне требований, обеспечивающих решение фундаментальных перспективных задач в области геодезии, геофизики, геодинамики и космонавтики,

обуславливает необходимость создания геодезической сети на качественно новом, более высоком, уровне точности.

Построение такой сети - составная часть новой высокоэффективной государственной системы геодезического обеспечения территорий Российской Федерации, основанной на применении методов космической геодезии и использовании глобальных навигационных спутниковых систем ГЛОНАСС и GPS.

Государственная геодезическая сеть, создаваемая в настоящее время, структурно формируется по принципу перехода от общего к частному и включает в себя геодезические построения различных классов точности:

- фундаментальную астрономо-геодезическую сеть (ФАГС),
- высокоточную геодезическую сеть (ВГС),
- спутниковую геодезическую сеть 1 класса (СГС-1).

В указанную систему построений вписываются также существующие сети триангуляции и полигонометрии 1...4 классов.

На основе новых высокоточных пунктов спутниковой сети создаются постоянно действующие дифференциальные станции с целью обеспечения возможностей определения координат потребителями в режиме, близком к реальному времени.

По мере развития сетей ФАГС, ВГС и СГС-1 выполняется уравнивание ГГС и уточняются параметры взаимного ориентирования геоцентрической системы координат и системы геодезических координат СК-95.

В табл. 2.12 дан перечень важнейших решаемых задач и точностные характеристики, полученные в настоящее время в России, а также современные требования к геодезическому обеспечению, в значительной мере уже реализованные с использованием спутниковых методов. Достижение всех этих характеристик по ФЦП "Глобальная навигационная система" планируется к 2011 году.

Для решения прикладных задач геодезии измерения выполняются относительно пунктов опорной геодезической сети с использованием способов относительных определений. Выход на сантиметровый уровень точности астрономо-геодезических сетей, а в дальнейшем на миллиметровый уровень к 2011 г., является одной из основных целей обеспечения решения задач геодинамики. Это особенно важно для обширных сейсмоактивных районов в интересах решения задач прогнозирования землетрясений.

Требуемый уровень точности определения координат межевых знаков относительно пунктов Государственных геодезических сетей вытекает из требований к геодезическому обоснованию кадастровых съемок крупного масштаба и закреплению границ землепользования.

Фундаментальные задачи решаются средствами и методами спутниковой и традиционной наземной геодезии и гравиметрии.

Прикладные задачи геодезии решаются методами и средствами наземной геодезии, гравиметрии и фотограмметрии.

Таблица 2.12. Достигнутые и требуемые точности геодезического обеспечения

№	Виды	СКО взаимного положения		Основные потребители
		геодезического обеспечения	достигнутые в России	
1	2	3	4	5
1	Высокоточная основа для развития ГГС	(КГС - 200 мм) Не соответствует по точности	3 мм + 5×10^{-8} D мм на каждые 1000 км (ФАГС)	Роскартография Минобороны России, МЧС России, РАН

1	2	3	4	5
2	Глобальная и региональная геодинамика	КГС - 200 мм Не соответствует по точности и оперативности	20-30 мм при неограниченных расстояниях (ФАГС)	РАН, МЧС России, Роскартография
3	Высокоточная геодезическая основа для создания СДГС и СГС-1	30-50 мм Не соответствует по точности	3 мм + $5 \times 10^{-7} D$ мм при расстояниях 150-200 км (ВГС)	Роскартография Минобороны России, Госстрой
4	Региональная и локальная геодинамика	ГГС - 100-300 мм при расстояниях 150-300 км. Не соответствует по точности	3 мм + $5 \times 10^{-7} D$ мм при расстоянии между пунктами 150-200 км (ВГС)	МЧС России, РАН
5	Локальная геодинамика	5 мм на 10 км (ГДП) Не соответствует по точности	3 мм + $1 \times 10^{-7} D$ мм при расстоянии между пунктами 25-30 км (СГС-1)	Госстрой, МЧС России, РАН
6	Основа развития ведомственных систем геодезического обеспечения	20 -30 мм на 5-15 км. Не соответствует по точности	10 мм на 30 км (СГС-1)	Роскартография, Роснедвижимость, Госстрой, Минобороны России
7	Геодезическое обеспечение потребителей всех уровней	20-40 мм в плане при расстояниях 10-15 км. 250-800мм в плане при расстояниях от 1 до 9 тыс. км. Не соответствует по оперативности и точности	20-50 мм в плане на расстояниях до 500-1000 км	Роскартография Минобороны России, Роснедвижимость, Минприродресурсов России, Госстрой
			10 мм + 30 мм по высоте на каждые 100 км	РАН, Госстрой, МЧС России
8	Высотное обеспечение	Астрономо-гравиметрическое нивелирование 100-200 мм на 150-300 км; 1-1,5 м на 7000 км. Не соответствует по точности определения нормальных высот.	(ФАГС, ВГС совместно с детальными картами высот квазигеоида)	Роскартография Госстрой, Роснедвижимость
		Трудоемкие и дорогостоящие методы традиционного нивелирования не соответствуют по оперативности	5 мм + 10-30 мм на каждые 100 км (спутниковое нивелирование)	
9	Единая глобальная система высот	200-300 мм Не соответствует по точности	30-50 мм (ФАГС, ВГС, спутниковое нивелирование совместно с гравиметрическим методом)	Роскартография Росгидромет, РАН, МЧС России

Требования различных потребителей к исходным астрономо-геодезическим и гравиметрическим данным (АГГД) значительно отличаются по точности и оперативности. В табл. 2.13 приведены требования потребителей к точности исходных АГГД данных при решении специальных задач.

Таблица 2.13. Требования потребителей к точности исходных АГГД

Задачи геодезического обеспечения	Потребители	Погрешность(СКП)
1. Создание геоцентрической системы координат (точность отнесения к центру масс Земли), м	Космические исследования	0,1
2. Определение параметров гравитационного поля Земли:	Фундаментальная наука Навигация Океанография Космическая геодезия	
• высоты геоида глобально, м		0,1-0,2 (глобально) 0,02-0,03 (тер.РФ)
• уклонения отвесной линии, угл. сек.		0,5-1,0
Определение связей систем координат:		
• линейные элементы, м		0,1-0,2
• угловые элементы, угл. сек.		0,03

Для решения фундаментальных и прикладных задач геодезии ведутся исследования по разработке новых методов и средств и, в первую очередь, по использованию космических радионавигационных систем и космических геодезических комплексов.

Геодезические работы до 2011 года имеют своей целью:

повысить точность земной системы координат,

создать новую высокоэффективную государственную систему геодезического обеспечения территории Российской Федерации, основанную на применении спутниковой радионавигационной системы ГЛОНАСС и средств функциональных дополнений к ней, других средств наземного и космического базирования, а также передовых технологий, позволяющих повысить точность, оперативность и экономическую эффективность решения задач геодезического обеспечения в интересах экономики, науки, обороны страны и ее населения,

создать высокоточную геодезическую сеть, карты местности, земельный кадастр России, а также

изучать деформации земной коры, предваряющих и сопровождающих землетрясения, оползни, цунами и другие опасные природные явления, и

создать систему постоянных наблюдений за динамикой уровня моря на уровнях постах и прогноза его состояния.

2.2.7. Требования космических потребителей

Для перспективных КА различного целевого назначения предусматривается значительное повышение эффективности решения целевых задач с одновременным повышением автономности их функционирования. Это вызывает резкое возрастание требований к навигационному обеспечению (НО) КА, которые не могут быть обеспечены традиционными наземными средствами НО и требуют использования бортовых средств НО.

При этом навигационные приемники КНС ГЛОНАСС становятся неотъемлемой частью бортового комплекса управления (БКУ) КА, информация от которых используется как для уточнения орбитальных параметров движения центра масс (ПДЦМ) КА, но и для планирования целевых задач в БКУ.

Основные требования к точности определения ПДЦМ и ориентации перспективных КА бортовыми средствами НО представлены в табл.2.14, 2.15.

Из таблицы 2.14 следует, что наибольшие требования по точности НО предъявляются к бортовым средствам КА навигационного и геодезического обеспечения, а по точности ориентации – к бортовым средствам КА связи и навигации.

Таблица 2.14. Требования к точности бортовых средств навигационного обеспечения перспективных КА

№ п/п	КЛАССЫ КА	Погрешность определения ПДЦМ (3 СКП)	Примечание
1	КА связи и ретрансляции	не хуже 600 м по всем координатам	
2	КА навигационного обеспечения	15 м - вдоль орбиты и в боковом направлении, 10 м - по высоте	Погрешности снижаются в соответствии с положениями ФЦП «Глобальная навигационная система»
3	КА геодезического обеспечения	1 м вдоль орбиты и в боковом направлении, 1 м по высоте	
4	КА системы обнаружения терпящих бедствие объектов	100 м по всем координатам	
5	КА геофизического обеспечения	50...150 м по всем координатам	

Требуемая точность (СКП) навигационного обеспечения других КА, разгонных блоков, орбитальных станций составляет 20...30 м. Для выполнения ряда ответственных динамических операций КА (сближение КА, спуск и посадка КА на Землю и т.п.), а также решения ряда высокоточных задач навигации, геодезии, геодинамики, картографии и др. с использованием КА специального назначения (навигационные, геодезические дистанционного зондирования Земли и др.) требуемая точность определения местоположения этих КА должна быть не хуже 1 м (СКО).

Таблица 2.15. Требования к точности систем ориентации перспективных КА

№ п/п	Классы КА	Требования к точности систем ориентации КА (3 СКП), угл. мин
1	КА связи и ретрансляции	3...4 по всем каналам
2	КА навигационного обеспечения	30 по всем каналам
3	КА геодезического обеспечения	6...10 по всем каналам
4	КА геофизического обеспечения	0,1° по всем каналам

2.2.8. Требования единых служб спасения

В настоящее время в интересах обнаружения терпящих бедствие объектов эксплуатируется международная космическая система КОСПАС-САРСАТ. Двадцатилетний опыт ее эксплуатации доказал ее высокую эффективность по сравнению со всеми другими средствами спасения.

В тоже время недостатки, присущие низкоорбитальным системам (низкая точность обнаружения объектов, недостаточная оперативность передачи информации), не позволяют обеспечить современные потребности пользователей.

Требования к перспективным космическим системам обнаружения терпящих бедствие объектов находятся в стадии формирования. Они должны учитывать разнообразие возможных объектов: от крупных морских судов и самолетов до маломерных судов, а

также людей, попавших в экстремальные и чрезвычайные ситуации (туристов, спортсменов и т.д.). Однако, уже сейчас ясно, что они должны будут обеспечивать следующие показатели:

- зона обслуживания – глобальная;
- оперативность обнаружения объекта - единицы минут;
- вероятность обнаружения объекта – не хуже 0,95...0,99;
- оперативность доставки информации в центры приема - единицы минут;
- точность определения координат места аварии (3 СКП) – 50 м.;
- число одновременно обнаруживаемых аварийных объектов – до 150-250.

При этом выдвигаются требования обеспечения таких показателей при проведении спасательных операций не только на открытой, но и на пересеченной местности.

2.2.9. Требования частотно-временного обеспечения

Требования частотно-временного обеспечения систем связи и других систем пока не обобщены соответствующими государственными органами подобно требованиям к обеспечению точности определения места. В то же время существующая практика показывает насущную потребность в получении информации о точном времени, а также высокостабильных частотных эталонов. Это, в частности, относится к синхронизации быстродействующих синхронных линий передачи данных, основанных на принципах синхронной цифровой иерархии (СЦИ) и использующих тактовую сетевую синхронизацию (ТСС).

Актуальной является и синхронизация базовых станций (БС) ССС технологии CDMA, которая обеспечивает поддержку режима «мягкой эстафетной передачи» и связи абонента одновременно с 2-3 БС и подавление взаимных помех между перекрывающимися сотами при обслуживании абонентов (в том числе фиксированных), позволяет автоматическое перераспределять нагрузку между соседними сотами, поддерживать нужные соотношения между сигналами в системе, критичными к временным сдвигам, позволяет отличать друг от друга базовые станции, сокращает время поиска пилотной псевдослучайной последовательности (ПСП) абонентской станцией т.д.

В интересах систем сотовой связи (ССС) требуется точная частотная настройка с относительными погрешностями: $0,5 \cdot 10^{-7}$ для ССС технологий GSM и CDMA, а также $0,5 \cdot 10^{-6}$ для ССС технологии TDMA. Требования к точности временной синхронизации чаще всего определяют сами производители БС CDMA. При этом типовым является требование обеспечения погрешностей на уровне 7 мкс за 24 ч., что обуславливает использование высокостабильного рубидиевого или специального кварцевого стандарта частоты. Необходимость иметь точное временное обеспечение с помощью СРНС для ССС технологии CDMA по-видимому сохранится и для мобильных систем 3-го поколения.

Учитывая также предполагаемое использование базовых станций всех сотовых систем для определения места потребителя с точностью (СКП) в диапазоне 50...500 м, получим требование их привязки к шкале точного времени (СРНС ГЛОНАСС и РНС «Чайка») и синхронизации на уровне 50...100 нс.

Существует также целесообразность обеспечения точной синхронизации и устройств, работающих в стандарте DECT.

Временная информация может использоваться и энергетическими компаниями для измерения разности фаз на электростанциях, регистрации событий, последующего анализа ситуаций, для измерения частоты тока электростанций и т.д.

Еще одним применением времени РНС является синхронизация часов при проведении астрономических наблюдений типа наблюдений на интерферометрах со сверхдлинной базой, использующей пульсары.

Соответствующие требования здесь пока находятся в стадии формирования.

2.2.10. Обобщенные требования основных групп потребителей

Обобщенные требования к радионавигационным системам определены на основании требований воздушных, морских, речных наземных и космических потребителей с учетом международных требований по обеспечению наиболее массовых потребителей радионавигационной информации - воздушных и морских.

Международные требования к навигационному обеспечению самолето- и кораблевождения определены в документах международных организаций ИКАО и ИМО.

Основные обобщенные требования к радионавигационному обеспечению приведены в таблице 2.16.

Таблица 2.16. Основные обобщенные требования потребителей к навигационному обеспечению

Потребители	Решаемые задачи	Рабочая зона	Погрешность местоопределения (СКП)	Доступность	Целостность
1	2	3	4	5	6
ВОЗДУШНЫЕ	Полеты по маршруту (трассе)	Глобальная Региональная	0,25-5,8 км	0,99 - 0,99999	$1 \cdot 10^{-7}$ /ч (15 с)
	Полеты в зоне аэродрома	Район аэродрома	370 м	0,99 - 0,99999	$1 \cdot 10^{-7}$ /ч (15 с)
	Некатегорированный заход на посадку	Район аэродрома	110 м	0,99 - 0,99999	$1 \cdot 10^{-7}$ /ч (10 с)
	Заход и посадка по категориям ИКАО	Зона средств посадки	2,0-8,5 м 0,3...2 м (Н)	0,999 - 0,99999	$1 \cdot 2 \cdot 10^{-7}$ $1 \cdot 2 \cdot 10^{-9}$ (6 - 1 с)
	Спецзадачи, геодезические и геофизические наблюдения	Локальная	1 - 10 м	0,999	0,999
МОРСКИЕ	В районах океанского плавания	Глобальная	50 м	0,998 за 30 сут.	10 с
	В районах прибрежного плавания при невысокой интенсивности движения судов	Региональная	5 м	0,995 за 2 года	10 с
	При плавании в портах, на подходах к ним и в прибрежной зоне с высокой интенсивностью движения судов	Локальная	5 м	0,998 за 2 года	10 с
	По всему Мировому океану (перспект)	Глобальная	10 м	0,998 - 0,9997	10 с
	При плавании в акваториях портов и выполнении специальных работ (перспективные требования)	Локальная	0,05...0,5 м	0,998 - 0,9997	10 с

1	2	3	4	5	6
Р Е Ч Н Ы Е	Движение судов по внутренним водным путям: • свободные реки • каналы • расстановка знаков, картография и т.д.	районы рек р-ны каналов р-ны рек, каналов	5-15 м	0,999	0,99
			3-5 м	0,999	0,99
			0,25-3 м	0,99	0,9
Н А З Е М Н Ы Е	Движение наземного транспорта по произвольным маршрутам (одиночные средства и группировки)	Региональная, локальная	100 м	0,99	0,95
	Движение наземного транспорта по установленным маршрутам (одиночные средства и группировки)	Региональн., локальная	100 м	0,99	0,95
	Решение спец. задач	Локальная	5-15 м	0,99	0,95
	Картография и геодезия, землеустройство	Глобальная, региональн., локальная	0,02-0,03 м 0,02-0,05 м 3...6 мм	-	-
К О С М И Ч Е С К И Е	КА связи и ретрансляции		200 м		
	КА навигационного обеспечения		3 -5 м (должны быть снижены)		
	КА геодезического обеспечения		0,33 м		
	КА системы обнаружения терпящих бедствие объектов		33 м		
	КА геофизического обеспечения		17 - 50 м		

3. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СУЩЕСТВУЮЩИХ И РАЗРАБАТЫВАЕМЫХ РАДИОНАВИГАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Существующие и разрабатываемые радионавигационные системы по расположению (базированию) средств, формированию радионавигационных полей делятся:

- на космические (спутниковые);
- на наземные (стационарные и мобильные).

Классификация существующих радионавигационных систем приведена на рис.3.1.

Распределение частотного спектра для РНС приведено в приложении № 2 к настоящему плану.

3.1. Космические навигационные системы

Созданы и используются потребителями отечественные космические навигационные системы:

- глобальная навигационная спутниковая система ГЛОНАСС;
- космическая навигационная система "Цикада-М";
- космическая навигационная система "Цикада".

Основные характеристики КНС приведены в таблице. 3.1.

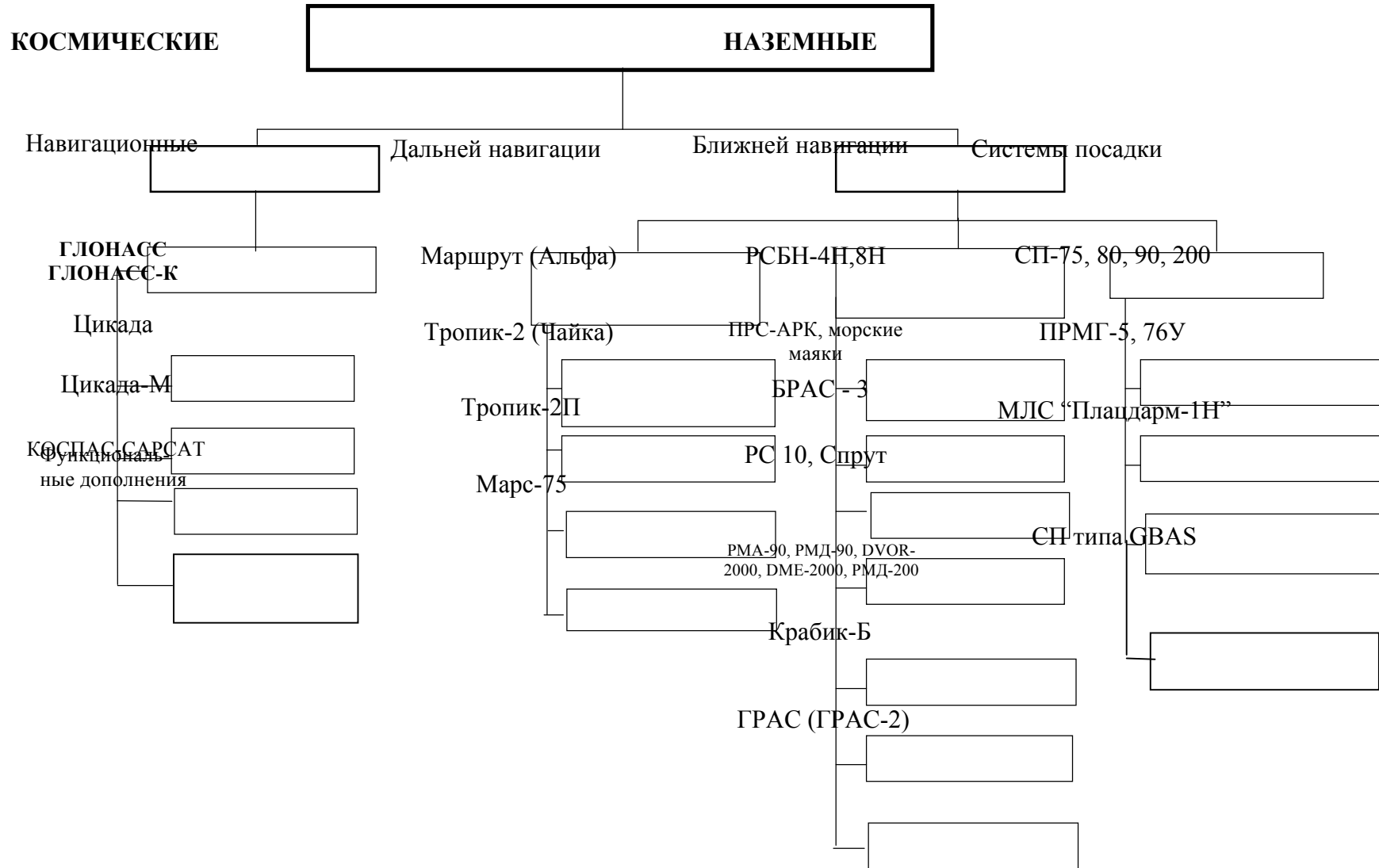


Рис. 3.1. Классификация существующих отечественных радионавигационных систем

2	3	4	5	Состав системы			9	10	11	12	13	14	15
				6	7	8							
Наименование системы		Общая характеристика	Кол. станций, КА	Тип аппаратуры потребителей			Диапазон рабочих частот, МГц	рабочей зоны (млн. кв. км)	(СКП) определенная места (м)	дискретность измерений	пропускная способность	Доступность	Целостность
				Воздушных	Морских	Наземных							

Таблица 3.1 Основные характеристики космических систем

Суш ест ую щ ие	НАВ	ГЛОНАСС	Среднеорбитальная квазидальномерная	24	А-737 СН-3301	Шкипер БРИЗ	Репер, ГП30М, ГП29	1592...1621 1237...1262	Глобальная	Плановые координаты, 14; высота 30; время 350 нс	Непрерывно	Неограниченная	0.98	Не определена
	ИГА				СН-3700									
	ЦИО				СНС-2,3 МРК-18									
	НН	ЦИКАДА - М	Низкоорбитальная доплеровская	6	---	Шхуна, АДК - 3, Челн - 1,2	---	399.76-401.04 149.91-150.39	Глобальная	80	10 - 55 мин	Неограниченная	0.98	Не определена
Раз- ра- ба- ты- ва- емы е	БЕ	ЦИКАДА	Низкоорбитальная доплеровская	4	---	Шхуна, Челн - 1,2	---	399.76-401.04 149.91-150.39	Глобальная	80	10 - 55 мин	Неограниченная	0.98	Не определена
	Гео- дези- че- ская	ГЕО - ИК	Низкоорбитальная доплеровская	1-2	---	---	Специ- альная	150 400	Глобальная	3 - 5	---	Неограниченная	---	---
Раз- ра- ба- ты- ва- емы е	Нави- гаци- он- ные	ГЛОНАСС - М	Среднеорбитальная квазидальномерная	24	А-737 СН-3301 СН-3700	Бриз-КМ	Репер, ГП30М, ГП29	1592 - 1621 1237 - 1262	Глобальная	Плановые координаты, 10; высота 10; время десятки нс	Непрерывно	Неограниченная	---	Не определена
	Гео- дези- че- ская	ГЕО - ИК2	Низкоорбитальная доплеровская	1 - 2	---	---	Специ- альная	400 2000	Глобальная	1	---	Неограниченная	Не определена	Не определена

Глобальная навигационная спутниковая система ГЛОНАСС

Среднеорбитальная спутниковая навигационная система ГЛОНАСС предназначена для определения координат места, составляющих вектора скорости и времени потребителей в любой точке Земли, околоземного и космического пространства в любое время года и суток.

Состав системы - 24 КА, находящихся в трех орбитальных плоскостях с углом наклона 64,8°, на высоте 19100 км. В настоящее время функционируют КА двух модификаций «ГЛОНАСС» и «ГЛОНАСС-М».

Способ разделения сигналов, излучаемых различными спутниками системы ГЛОНАСС, - частотный. Сигналы спутников идентифицируются по значению номинала их несущей частоты, лежащей в отведенной полосе частот. Предусмотрены две частотные полосы в диапазонах L1 и L2. Частотная полоса в диапазоне L1 составляет 1592...1621 МГц, а частотная полоса в диапазоне L2 составляет 1237...1262 МГц. Каждый спутник излучает радиосигналы в обоих диапазонах для реализации двухчастотного способа исключения ионосферной погрешности измерения навигационных параметров. Все спутники модификации «ГЛОНАСС» излучают радиосигналы, модулированные дальномерным кодом и служебной информацией, только в диапазоне L1 (общедоступный сигнал стандартной точности - СТ). Наряду с этим в диапазонах L1 и L2 передаются радиосигналы высокой точности (ВТ), модулированные специальным кодом и не предназначенные для международного использования. Спутники модификации «ГЛОНАСС-М» дополнительно передают общедоступный сигнал СТ в диапазоне L2.

В таблице 3.2 приведены параметры радионавигационного поля ГНСС ГЛОНАСС* (для полной ОГ из 24 КА ГЛОНАСС).

Таблица 3.2. Технические характеристики ГЛОНАСС для полной ОГ.

<i>Параметр</i>	<i>Значение</i>
Рабочая зона (в среднем по Земле)	0,999
Доступность	0,9964
Погрешность местоопределения: с уровнем вероятности 95% в горизонтальной плоскости по вертикали	28 м 60 м
с уровнем вероятности 0,9999 в горизонтальной плоскости по вертикали	140 м 585 м
Погрешность передачи времени UTC(SU) с уровнем вероятности 95%	700 нс

*) – данные приведены на основе проекта Государственного стандарта Российской Федерации «Навигационные спутниковые системы. Глобальная навигационная спутниковая система ГЛОНАСС. Параметры радионавигационного поля. Технические требования и методы испытаний». Рабочая зона (зона действия) глобальная и характеризуется вероятностью наличия четырех и более видимых спутников на любом 24-часовом интервале, осредненной по поверхности Земли, значением PDOP, не превышающим 6 для четырех спутников, углом маски 5° и орбитальной группировкой из 24 рабочих спутников, как определено в альманахе.

Постановлением Правительства Российской Федерации от 20 августа 2001 г. №587 была утверждена Федеральная целевая программа (ФЦП) «Глобальная навигационная система», направленная на развитие ГЛОНАСС. ФЦП «Глобальная навигационная система» с изменениями и дополнениями, утвержденными постановлением Правительства Российской Федерации от 14 июля 2006 г. № 423, включает 5 подпрограмм:

1. Обеспечение функционирования и развития системы ГЛОНАСС.

2. Разработка, подготовка производства, изготовление навигационного оборудования и аппаратуры для гражданских потребителей.
3. Внедрение и использование спутниковых навигационных систем на транспорте.
4. Использование спутниковых навигационных систем для геодезического обеспечения территории России.
5. Обеспечение применения спутниковых навигационных систем в интересах специальных потребителей.

В соответствии с ФЦП "Глобальная навигационная система" точностные характеристики таблицы 3.2 должны быть улучшены.

Космическая навигационная система "Цикада-М"

Глобальная низкоорбитальная космическая навигационная система "Цикада-М" предназначена для определения координат места потребителей в любом районе Мирового океана независимо от времени года, суток и метеоусловий.

Состав системы - 6 космических аппаратов, находящихся на круговых орбитах на высоте 1000 км с углом наклона 83°.

Система "Цикада-М" обеспечивает определение координат места со среднеквадратической погрешностью 80 м. В зависимости от географического положения судна дискретность обсервации составляет 10...55 минут.

Система используется, в основном, для определения координат местоположения кораблей Военно-морского флота России.

Создавалась КНС "Цикада-М" для навигационного обеспечения военных потребителей и эксплуатируется с 1976 года.

Космическая навигационная система "Цикада"

По предназначению, принципу местоопределения и характеристикам КНС "Цикада" аналогична системе "Цикада-М".

Состав системы - 4 КА.

КНС "Цикада" дополняет систему "Цикада-М", их совместное использование обеспечивает сокращение дискретности обсерваций до 30 минут на экваторе.

В эксплуатации находится с 1979 года.

Для работы с системами "Цикада-М" и "Цикада" используется аппаратура морских потребителей АДК-3, "Шхуна", СЧ-1 ("Челн-1") и СЧ-2 ("Челн-2").

Аналогом системы "Цикада" является КНС "Транзит" (США), снятая с эксплуатации в 1997 г.

После 2008 г. потребители КНС «Цикада», «Цикада-М» будут переводиться на обслуживание КНС ГЛОНАСС, и эксплуатация этих систем будет прекращена.

Международная космическая система КОСПАС-САРСАТ

К космическим навигационным системам примыкает международная космическая система КОСПАС-САРСАТ (российская часть – «Надежда»), предназначенная для определения координат терпящих бедствие судов и самолетов. Для повышения оперативности приема сигнала от аварийных радиобуев (АРБ) в настоящее время используются геостационарные КА. В последующем на КА КНС (ГЛОНАСС, GPS и Galileo) предполагается установить ретрансляторы КОСПАС-САРСАТ для обеспечения глобальности, точности и оперативности приема сигналов АРБ, а также оборудовать АРБ приемной аппаратурой КНС.

Состав системы: 2-4 КА в 2-4-х плоскостях на околокруговой орбите высотой 1000 км и наклоном 83 градуса, геостационарный и, в перспективе, среднеорбитальный её сегмент.

Зона действия: глобальная при работе с АРБ в диапазоне частот 406 МГц и с платформами сбора данных в диапазоне частот 402 МГц; в общей зоне видимости станции приема и обработки информации и ИСЗ при работе с аварийными радиобуями и радиосредствами в диапазоне частот 121,5 МГц. С 01.02.2009 г. по решению Совета КОСПАС-САРСАТ обработка сигналов 121,5 МГц прекращается.

Точность определения координат места аварии без КНС: 2-3 км при работе в диапазоне частот 406 МГц, 20 км при работе в диапазоне частот 121,5 МГц (до 2009 г.); местоположения подвижного объекта - не более 10 км при скорости движения до 60 км/час в диапазоне частот 402 МГц. Время задержки в системе не превышает 1,5 часа в средних широтах при работе через низкоорбитальные ИСЗ и 10 минут через геостационарный ИСЗ. Вероятность определения координат АРБ за один проход ИСЗ с параметрами, обеспечивающими прием не менее 4-х каналов, должна быть не хуже 0,95.

Производительность системы при работе с АРБ-406 составляет 150 АРБ-406 одновременно работающих в зоне видимости ИСЗ.

Геодезические системы ГЕО-ИК и ГЕО-ИК2

Для решения специальных геодезических задач создана космическая низкоорбитальная доплеровская система в диапазоне частот 150 и 400 МГц с точностью местоопределения (СКП) 3...5 м (табл. 3.1). Ей на смену разрабатывается более совершенная система ГЕО-ИК2.

3.2 Наземные системы

Наземные радионавигационные системы по дальности действия делятся:

- на радиотехнические системы дальней навигации;
- на радиотехнические системы ближней навигации;
- на системы посадки.

3.2.1. Радиотехнические системы дальней навигации

Находятся в эксплуатации и используются различными группами потребителей радиотехнические системы дальней навигации: "Маршрут" ("Альфа"); "Тропик-2" ("Чайка"); "Тропик-2П"; "Марс-75" (таблица 3.3).

Системы "Маршрут" ("Альфа") и "Тропик-2" ("Чайка") - стационарные, "Тропик-2П" и "Марс-75" - мобильные.

Система "Маршрут" ("Альфа")

Разностно-дальномерная, фазовая радиотехническая система сверхдальнего действия на сверхдлинных волнах (СДВ) «Альфа» (Маршрут) предназначена для обеспечения континентальных и океанических полетов самолетов, плавания морских надводных и подводных судов в открытых водах на удалениях до 10000 км от опорных передающих станций в зоне действия, охватывающей до 25% поверхности Земли.

В состав системы входят три станции, расположенные в районах н.п. Новосибирск (ведущая), Краснодар и Комсомольск-на-Амуре (ведомые).

Для работы по системе используется следующая навигационная аппаратура потребителей:

- воздушных - А-722, А-723;
- морских - КПФ-6, КПФ-7, РЩ;
- наземных - нет.

В настоящее время создана и прошла войсковые испытания дальномерно-гиперболическая фазовая радиотехническая система сверхдальнего действия на СДВ «Альфа-М» (Маршрут-Д). Система предназначена для навигационного обеспечения самолетов, надводных кораблей и подводных лодок, в том числе под водой и подо льдом, в любое время года и суток, в любых метеорологических условиях (за исключением местных гроз в районе подвижного объекта), на удалениях до 13000 км от опорных передающих станций в зоне действия, охватывающей до 60% поверхности Земли.

В состав системы входит три станции системы «Альфа» (Маршрут) и дополнительно построенная станция в районе н.п. Ревда (ведомая).

В настоящее время для работы по системе серийно выпускаемая навигационная аппаратура потребителей отсутствует.

Аналогом системы «Альфа» (Маршрут) является система «Омега» (США).

Таблица 3.3. Основные характеристики радиотехнических систем дальней навигации

Состояние	Вид	Наименование РНС	Общая характеристика	Состав РНС			Диапазон рабочих частот (кГц)	Площадь рабочей зоны (млн. кв. км)/дальность действия (тыс. км)	Точность (СКП) определения места (м)	Дискретность измерений	Пропускная способность	Доступность	Целостность	
				Кол-во станций (цепей)	Тип навигационной аппаратуры потребителей									
					Воздушных	Морских								Наземных
Существующие	Стационарная	«Альфа» (Маршрут)	Разностно-дальномерная фазовая	3 (1)	А-722 А-723	КПФ-6 КПФ-7		11,9-17,1	140/10	До 8800*	Непрерывная	Неограниченная	Не определена	
		«Чайка» («Тропик-2Е»)	Разностно-дальномерная импульсно-фазовая	5 (1)	А-711 А-720 А-723	КПИ-5ф КПИ-6ф КПИ-7ф КПИ-8ф	Нева	100	6,5/1,5-1,9	60-1400*				
		«Чайка» («Тропик-2В»)		4 (1)					5,5/1,6-2,2	120-1500*				
		«Чайка» («Тропик-2С»)		5 (2)					1,7/1,2	500-1500				
	Мобильная	«Чайка» («Тропик-2П»)	3-4 (6)						1(1 цепь) /0,6-0,8	35-1230*				
		«Марс-75»	Разностно-дальномерная многочастотная	3-4 (6)	А-723 РС-1	КПФ-5 РЦ	64-92	0,8-1(1 цепь)/1	60-350					
Завершены ВИ	Стационарная	«Альфа-М» (Маршрут-Д)	Дальномерно-гиперболическая фазовая	4 (1)	А-723Д	РЦ-Д		11,9-17,1	308/13	600-7600**			Не определена	

* В зависимости от удаления потребителя от ведущей станции и коэффициента геометрии, по данным облета и оплаывания систем за 2004-2006 гг.

** В зависимости от режима работы системы

Система "Тропик-2" ("Чайка")

Разностно-дальномерная, импульсно-фазовая радиотехническая система дальней навигации "Тропик-2" ("Чайка") предназначена для местоопределения подвижных объектов всех групп потребителей в регионах их интенсивного движения с точностью, достаточной для решения транспортных задач, включая полет самолетов по маршруту, плавание судов в прибрежных водах и управление движением наземного транспорта.

В эксплуатации находятся три цепи системы:

- Европейская, в составе пяти станций, расположенных в районах городов Брянск (ведущая), Петрозаводск, Сызрань (Российская Федерация), Слоним (Республика Беларусь), Симферополь (Украина);
- Восточная, в составе четырех станций, расположенных в районах городов Александровск-Сахалинский (ведущая), Петропавловск-Камчатский, Уссурийск и Охотск;
- Северная, в составе пяти станций, расположенных в районах г. Дудинка (ведущая), п. Таймылыр, о. Панкратьева, г. Инта (ведущая-ведомая) и п. Туманный.

Система обеспечивает определение плановых координат с точностью (СКП) 60-1500 м; общая площадь рабочих зон всех цепей около 20 млн. кв. км.

Для работы по системе используется аппаратура потребителей:

- воздушных - А-711, А-720, А-723;
- морских - КПИ-5ф, КПИ-6ф, КПИ-7ф, КПИ-8ф, КПИ-9Ф, РЩ;
- наземных - "Нева".

Европейская цепь принята в эксплуатацию в 1972 году; Восточная - в 1986 году; Северная - в 1996 году. В настоящее время завершаются работы по модернизации и доработке аппаратуры указанных систем. В настоящее время продолжают работы по созданию Российско-Американской цепи (РАЦ) "Чайка-Лоран-С" в составе двух российских станций в районах н.п. Петропавловск--Камчатский и Александровск-Сахалинский и одной американской станции "Лоран-С" на о. Атту (США). Система находится в опытной эксплуатации.

Указанные системы работают в соответствии с установленным расписанием, составляемым ежегодно.

Аналогом системы "Тропик-2" ("Чайка") является РНС "Лоран-С" (США).

Система "Тропик-2П"

Разностно-дальномерная, импульсно-фазовая радиотехническая система дальней навигации "Тропик-2П" предназначена для обеспечения решения задач в отдельных локальных районах.

В состав цепи системы входят 3-4 станции; площадь рабочей зоны около 1 млн. кв. км; точность местоопределения (СКП) - 35-1230 м.

Система "Тропик-2П" сопрягается со стационарной РНС "Тропик-2" ("Чайка") и может использоваться для расширения ее радионавигационных полей. Предполагается ее замена разрабатываемой в настоящее время системой «Скорпион».

Для работы по системе применяется самолетная приемоиндикаторная аппаратура А-711, А-720, А-723. Система может использоваться морскими и наземными потребителями. Гражданскими потребителями система не используется.

Аналогом РНС "Тропик-2П" является система "Лоран-Д" (США).

Система "Марс-75"

Разностно-дальномерная, многочастотная, фазовая радионавигационная система "Марс-75" разработана по заказу Минобороны России и предназначена для обеспечения судовождения, выполнения гидрографических и специальных работ, а также по-

летов самолетов со скоростью, не превышающей 1000 км/час. Площадь рабочей зоны одной цепи 0,8 – 1,0 млн. кв. км, дальность действия до 1000 км.

Для работы по системе используется аппаратура потребителей:

- морских - КПФ-5, РЩ;
- воздушных - А-723.

Система эксплуатируется с 1976 года; серийный выпуск аппаратуры наземных станций прекращен. Эксплуатация действующих цепей РНС "Марс-75" планируется до выработки технического ресурса. Предполагается замена разрабатываемой в настоящее время системой «Скорпион».

Зарубежных аналогов система "Марс-75" не имеет.

3.2.2. Радиотехнические системы ближней навигации

Находятся в эксплуатации и используются потребителями радиотехнические системы ближней навигации (таблица 3.4):

РСБН-4Н(-8Н); ПРС-АРК; БРАС-3; РС-10; ГРАС (ГРАС-2); "Крабик-Б"; РМА-90, РМД-90, DVOR-2000, DME -2000, РМД-200, КРМ, "АЛМАЗ".

Системы РСБН-4Н (-8Н), РМА-90, РМД-90, DVOR-2000, DME -2000, РМД-200 используют воздушными потребителями; системы БРАС-3; РС-10; ГРАС (ГРАС-2), "Крабик-Б", КРМ, "АЛМАЗ" - морскими потребителями.

Системы РСБН-4Н (-8Н)

Угломерно-дальномерная радиотехническая система ближней навигации РСБН-4Н (и ее модификации РСБН-8Н) предназначена для обеспечения самолетовождения по воздушным трассам, выхода в район аэродрома и некатегорированного захода на посадку.

Система работает по принципу "запрос-ответ", пропускная способность не более 100 самолетов одновременно, навигационная информация выдается в полярных координатах (дальность-азимут).

Дальность действия системы до 400 км, точность определения дальности (СКП) – 100...250 м, азимута не хуже 0,5°.

Система РСБН-4Н (-8Н) работает в диапазоне частот (канал дальности 726...1000,5 МГц, канал азимута 873,6...935,2 МГц), значительная часть которого выделена для работы систем связи. В связи с этим основной задачей на ближайший период является обеспечение и поддержание системы РСБН в работоспособном состоянии в оставшемся разрешенном диапазоне частот. Система планируется для использования в основном в военной авиации и ограниченно в гражданской авиации (например, для привода на военный аэродром, выделенный в качестве запасного).

Комплекс РМА-90, РМД-90 DVOR-2000, DME -2000, РМД-200 (типа ВОР/ДМЕ)

Угломерно-дальномерная радиотехническая система ближней навигации, по назначению и принципам действия аналогична системе РСБН. Работает в разрешенном международном диапазоне частот: РМА-90 и DVOR-2000 - диапазон частот - 108 - 118 МГц, дальность действия 300...360 км, точность (СКП) - 1 град, РМД-90, РМД-200, DME -2000 - диапазон частот 962-1150 МГц, дальность действия -300...360 км, точность (СКП) - около 185 м. Комплекс совместим с зарубежной аппаратурой типа ВОР/ДМЕ и обеспечивает самолетовождение по международным воздушным трассам

Таблица 3.4. Основные характеристики радиотехнических систем ближней навигации

Суш еств ующ ие	РСБН-4Н (-8Н)	Дальномерно- угломерная	1	РСБН-2с, 5с, 6с, 7с, 85, 85В, А- 312, 317 321, 331	---	---	772 - 1000.5 873.6 - 935.2 МГц (сокращен)	400	150-20	Непре- рывно	100	0.98	Не опреде- лена	
	ПРС - АРК	Угломерная	1	АРК-9, 11, 15, 19, 22, 25	---	---	150 - 1750 кГц	50 - 200	1.0 - 2.5 град	Непре- рывно	Неограни- ченная	0.95	Не опреде- лена	
	БРАС - 3	Разностно- дальномерная, им- пульсно-фазовая	3	---	ГАЛС КПФ-3К	---	1.6 - 2.2 МГц	200	12 – 60	Непре- рывно	Неограни- ченная	0.9	Не опреде- лена	
	РС - 10	Разностно- дальномерная, им- пульсно-фазовая	3-6	---	ГАЛС	---	1.6 - 2.2 МГц	250	3.6 - 12	Непре- рывно	Неограни- ченная	0.95	Не опреде- лена	
	ГРАС (ГРАС-2)	Дальномерная	1	---	РС-1, РКС РНК-2 (РД-1)	---	4100 - 4300 МГц (ГРАС) 3902-4198 МГц (ГРАС-2)	60	0.5 - 1.5	0.03 мин	5	0.93	Не опреде- лена	
	«Крабик-Б»	Дальномерная фазовая	1	---	АИК	---	321-331 МГц	100	1.0	0.03 мин	3	0.9	Не опреде- лена	
	«Поиск»	Разностно-даль- номерная, фазовая	3 -4	---	---	---	1.0 - 2.4 МГц	150	20 – 35	Непре- рывно	Неограни- ченная	0.95	Не опреде- лена	
	РМА - 90, DVOR-2000	Угломерная	1	Курс - МП	---	---	108 - 118 МГц	350	0.5 -1.0град	Непре- рывно	100 самолетов	Не опреде- лена	Не опреде- лена	
	РМД-90Н, DME- 2000, РМД-200	Дальномерная	1	ВОР - 85 СД-ДМЕ	---	---	950-1215 МГц	---	185	Непре- рывно	100 самолетов	Не опреде- лена	Не опреде- лена	
	Раз раба ты- вае- мые	«Спрут»	Разностно- дальномерная	3 -4	---	---	1.6-2.2 МГц	600	15 – 20	Непре- рывно	Неограни- ченная	0.97	Не опреде- лена	
«Крабик-БМ»		Разностно-дально- мерная, дальномерн. комб. Активный реж	3 -6	---	---	230 - 332МГц	150	0.5 - 3.0	Непр. (р/д реж) 0.03мин	Неограни- ченная	0.9	Не опреде- лена		

Комплекс ПРС-АРК

Радионавигационный комплекс ПРС-АРК предназначен для полета по маршруту, вывода самолета на аэродром посадки, обеспечения предпосадочного маневра и выполнения неточного захода на посадку. Диапазон частот 150 -1750 кГц.

Комплекс состоит из наземной приводной радиостанции и бортового автоматического радиокompаса; является угломерным навигационным средством (выдает направление полета самолета на принимаемую радиостанцию); погрешность определения курсового угла радиостанции- 2-5°.

Приводными радиостанциями оборудованы все аэродромы и воздушными трассы; серийно выпускаются ряд типов автоматических радиокompасов, которыми оборудован весь самолетный и вертолетный парк России и государств СНГ.

Система БРАС-3

Разностно-дальномерная радионавигационная система БРАС-3 предназначена для обеспечения судовождения в прибрежной зоне плавания и при подходе к портам.

В состав цепи системы входят 3 станции.

Дальность действия системы до 200 км, точность определения места (СКП) 12-60 м.

Для работы по системе используется бортовая приемоиндикаторная аппаратура ГАЛС, КПФ-3К, РС-1, РКС.

Серийный выпуск системы БРАС-3 прекращен, система снимается с эксплуатации и заменяется системой РС-10.

Система РС-10

Радионавигационная система РС-10 по назначению и принципу работы аналогична системе БРАС-3, но имеет более высокие тактико-технические и эксплуатационные характеристики.

В состав цепи входят 3-6 станций.

Дальность действия системы 250 км, точность определения места (СКП) 3,6 м.

Для получения навигационной информации на борту судна используются те же типы приемоиндикаторной аппаратуры, что и для РНС БРАС-3, т.е. ГАЛС, КПФ-3К, РС-1 и РКС.

Система принята в эксплуатацию в 1987 году.

Системы БРАС-3 и РС-10 для обеспечения общего мореплавания Министерством транспорта Российской Федерации не используются.

Аналогами систем БРАС-3 и РС-10 являются РНС "Жеолок" (Франция) и "Хайперфикс" (Англия). Эксплуатация действующих цепей РНС планируется до выработки технического ресурса. Будет заменена разрабатываемой в настоящее время системой «Спрут».

Система ГРАС (ГРАС-2)

Дальномерная радионавигационная система ГРАС (и ее модификация ГРАС-2) предназначена для решения задач гидрографии и других специальных задач, требующих высокой точности определения местоположения.

По принципу работы система является двухканальным радиодальномером.

Дальность действия системы 60 км, точность определения места (СКП) 0,5-1,5 м; пропускная способность до 5 потребителей одновременно.

Для работы по системе ГРАС используется аппаратура потребителей РНК-2; по системе ГРАС-2 - аппаратура РД-1.

Система принята в эксплуатацию в 1975 году. Серийный выпуск системы ГРАС (ГРАС-2) прекращен; по мере выработки технического ресурса станций система будет сниматься с эксплуатации и заменяться разработанным в настоящее время радиогеодезическим комплексом "Крабик-БМ".

Аналогом системы ГРАС (ГРАС-2) является система "Силедис" (Франция).

Система "Крабик-Б"

Дальномерная фазовая радиогеодезическая система "Крабик-Б" предназначена для высокоточной геодезической привязки подвижных и стационарных надводных объектов в прибрежной зоне.

Дальность действия системы до 100 км, точность определения места (СКП) - 1 м, пропускная способность - 3 потребителя одновременно.

Для работы по системе используется аппаратура потребителей АИК.

Система "Крабик-Б" разработана в 1986 году. В перспективе она будет использоваться до внедрения радиогеодезического комплекса "Крабик-БМ". Разработка комплекса "Крабик-БМ" закончена в 2002 году.

В комплексе реализованы четыре режима работы: разностно-дальномерный, дальномерный, комбинированный и активный дистанционный (с использованием буйковых радиомаяков-ретрансляторов).

Морские радиомаяки.

Морские радиомаяки представляют собой радиостанции с круговым излучением сигналов в диапазоне частот 285-315 кГц, обеспечивающие определение направления на них при использовании на судах радиопеленгаторов с погрешностью не больше 3° (с вероятностью 95 %). На побережье морей России установлено несколько десятков радиомаяков типа КРМ и АЛМАЗ.

В связи с одобрением ИМО применения глобальных навигационных спутниковых систем и исключением из состава обязательного судового оборудования радиопеленгаторов часть морских радиомаяков предполагается использовать в качестве радиостанций для передачи дифференциальных поправок при создании функциональных дополнений КНС.

Остальные радиомаяки планируется вывести из эксплуатации к 2010 году.

3.2.3. Системы посадки

Системы посадки предназначены для получения на борту самолета, выдачи экипажу и в систему автоматического управления информации о значении и знаке отклонения от установленной траектории снижения, а также для определения моментов пролета характерных точек при заходе на посадку и выполнении посадки.

Находятся в эксплуатации и используются воздушными потребителями системы посадки:

- метрового диапазона СП-75, - 80, -90, -200;
- дециметрового диапазона ПРМГ-5 (-76У).

Системы СП-75, - 80, -90, -200 - стационарные; ПРМГ-5 (-76У)- стационарные и мобильные.

В гражданской авиации в настоящее время используются только системы СП-75, - 80, -90, -200.

Системы СП-75, - 80, -90, -200

Метровые системы посадки СП-75, - 80, -90, -200 формируют траекторию посадки самолета и обеспечивают его посадку в сложных метеоусловиях.

Системы СП-75, - 80, -90, -200 удовлетворяют требованиям ИКАО в части обеспечения посадки по I, II и III-й категориям (в зависимости от модификации) и являются аналогом международной системы ИЛС.

Для работы по системам метрового диапазона используется бортовая аппаратура "Курс-МП" (-2; -70), ИЛС-85, "Ось-1", ВИМ-95.

Система ПРМГ-5 (76У)

Назначение дециметровой системы посадки ПРМГ-5 (76У) аналогично назначению системы СП-75 (-80,-90, -200).

В связи с тем, что часть используемого диапазона (таблица 3.5) выделена для систем связи, работа ПРМГ обеспечивается только в разрешенной части диапазона.

ПРМГ-5 (76У) обеспечивают заход на посадку военных воздушных потребителей в условиях I-й (ПРМГ-5) и I-II-й (ПРМГ-76У) категорий.

Для работы по системе ПРМГ-5 (76У) используется бортовая аппаратура РСБН.

На гражданских воздушных судах аппаратура РСБН может быть задействована в режиме работы по сигналам ПРМГ для обеспечения инструментальной посадки на аэродромы совместного базирования и, при необходимости, - на военные аэродромы.

Однако гражданская авиация в перспективе использование этого режима не планирует.

Система "Плацдарм-1Н"

"Плацдарм-1Н"- система посадки сантиметрового диапазона волн. Диапазон волн (5030...5090) МГц, инструментальная погрешность системы (СКП) - 0,02°. Характеристики по доступности и целостности соответствуют требованиям стандартов ИКАО. Число каналов - 200. Обеспечивает выполнение криволинейных схем захода на посадку.

В связи с принятым ИКАО решением о продлении срока эксплуатации системы посадки ИЛС и развитием спутниковых технологий посадки использование наземной системы "Плацдарм-1Н" на территории России гражданской авиацией не планируется. Однако в соответствии с рекомендациями ИКАО гражданская авиация России планирует использовать многорежимный бортовой приемник MMR (ИЛС\МЛС\СНС), в том числе для обеспечения международных полетов

Аналогом системы "Плацдарм-1Н" является международная микроволновая система посадки МЛС.

Основные характеристики существующих и разрабатываемых систем посадки приведены в таблице 3.5.

АЛДПС посадки

Разработана система функционального дополнения ГНСС для авиации (авиационная локальная дифференциальная подсистема, АЛДПС), включающая контрольно-корректирующую станцию ЛККС А-2000 и бортовое оборудование ГНСС/ЛККС (приемник ГНСС и АПДД), соответствующая требованиям ИКАО к системам наземного базирования GBAS и обеспечивающая заход на посадку воздушных судов по нормам I категории ИКАО. ЛККС А-2000 прошла сертификацию, бортовое оборудование ГНСС/ЛККС проходит сертификацию.

3.3. Аппаратура потребителей радионавигационных систем

Навигационная аппаратура потребителей является составной частью радионавигационных систем. Для работы по различным видам радионавигационных систем с учетом специфики решаемых задач разрабатываются и различные типы приемоиндикаторной аппаратуры воздушных, морских, речных и наземных потребителей.

Практически все потребители в перспективе ориентированы на использование бортовой интегрированной аппаратуры с комплексной обработкой данных РНС комического и наземного базирования.

Назначение системы	Наименование системы	Общая характеристика	Тип станций	Состав системных устройств	Диапазон рабочих частот, МГц	Дальность действия (км)	Категория посадки	Дискретность измерения	Пропускная способность	Доступность	Целостность
--------------------	----------------------	----------------------	-------------	----------------------------	------------------------------	-------------------------	-------------------	------------------------	------------------------	-------------	-------------

Таблица 3.5. Основные характеристики систем посадки

Назначение системы	Наименование системы	Общая характеристика	Тип станций	Состав системных устройств	Диапазон рабочих частот, МГц	Дальность действия (км)	Категория посадки	Дискретность измерения	Пропускная способность	Доступность	Целостность	
Существующие	СП - 75 СП - 80 СП - 90 СП-200	Стационарная, метровая	3	Курс-МП1, 2, 70, Ось-1, ИЛС-85, VIM-95	---	108 - 112 329 -335 75 (маркер0	46 км (канал курса) 18.5 км (канал глиссады)	III	Непрерывно	Неограниченная	0.986	Не определена
	ПРМГ-5 (-76У)	Мобильная, стационарная	3	РСБН-2С, 5С, 6С, 7С, 85, 85В, 2000, А-312, 317, 321, 331	---	772 – 1000,5 (Сокращен)*	45 км (канал курса) 29 км (канал глиссады)	I - II	Непрерывно	Неограниченная	0.95	Не определена

* Уточняется по мере освобождения диапазона для систем сотовой связи.

3.3.1. Аппаратура потребителей космических радионавигационных систем

К настоящему времени разработано большое количество отечественной аппаратуры КНС ГЛОНАСС/GPS (приложение №1 к настоящему плану), рассчитанной на применение авиационными (А-737, СН-3301, СН-3700, СНС-2, СНС-3, МРК-11,-18 и др.), морскими (СН-3101, СН-3102, Бриз-КД, К-161, К-242, К-201, и др.), ракетно-космическими ("Терминатор", Репер-ТП-01 и др.), наземными (К-161, К-242, Котлин-НТ-101 и др.), геодезическими (Репер-ТП-01, Землемер-Л1, СН-3601 и др.) потребителями.

Разработаны первые образцы приемников, рассчитанные на прием сигналов ШДПС (К-161, К-242, Котлин МТ-102, Котлин МТ-201 с приемником ДП, СН-3107 и др.).

С 2001 года начато производство приемников дифференциальных сообщений морских ЛДПС СН-3920 и ПКИ-2, предназначенных для приема сигналов контроля целостности и дифференциальных поправок в формате RTCM SC-104.

В интересах потребителей Министерства обороны Российской Федерации разработано третье поколение НАП. Парк создаваемой аппаратуры по своему назначению разделен на унифицированные ряды НАП серий «Бриз», «Грот», «Поправка» и «Контроль-2».

Для работы по низкоорбитальным КНС "Цикада-М" и "Цикада" разработана и выпускалась корабельная приемоиндикаторная аппаратура "Шхуна", АДК-3,4 "Челн-1" (СЧ-1), "Челн-2" (СЧ-2) и навигационно-геодезическая аппаратура "Челн-3" (СЧ-3).

Дальнейшее использование этой аппаратуры гражданскими потребителями при введении в эксплуатацию системы ГЛОНАСС не планируется.

3.3.2. Аппаратура потребителей наземных радионавигационных систем

В настоящее время различными ведомствами эксплуатируется значительное число типов (около 36) различной бортовой аппаратуры потребителей наземных радионавигационных систем, из которых более половины разработано на устаревшей элементной базе, имеет большие массогабаритные характеристики, низкую надежность, морально устарело и снято с производства.

Многие образцы серийно выпускаемой аппаратуры не отвечают международным требованиям и не конкурентноспособно на мировом рынке. Заданы и ведутся разработки новых образцов приемоиндикаторов. Типы используемой и вновь создаваемой аппаратуры указаны в разделах, относящихся к системам.

3.3.3. Системы координат и шкалы времени

В соответствии с постановлением Правительства Российской Федерации от 28 июля 2000 г. № 568:

1. В целях геодезического обеспечения орбитальных полетов и решения навигационных задач используется государственная геоцентрическая система координат «Параметры Земли 1990 года (уточненная версия ПЗ-90.02, распоряжение Правительства Российской Федерации от 20 июня 2007 г. № 797-р).

За отсчетную поверхность в государственной геоцентрической системе координат ПЗ-90.02 принят общий земной эллипсоид.

Начало координат расположено в центре масс Земли;

Ось Z направлена на Условный полюс Земли, как определено в рекомендации Международной службы вращения Земли (IERS);

Ось X направлена в точку пересечения плоскости экватора и нулевого меридиана, определенного Международным бюро времени (BIH);

Ось Y дополняет геоцентрическую прямоугольную систему координат до правой.

Геодезические координаты точки в системе координат ПЗ-90.2 относятся к эллипсоиду, значения большой полуоси и полярного сжатия которого даны в таблице 3.6.

Геодезическая широта B точки M определяется как угол между нормалью к поверхности эллипсоида и плоскостью экватора.

Геодезическая долгота L точки M определяется как угол между плоскостью нулевого меридиана и плоскостью меридиана, проходящего через точку M . Положительное направление счета долгот - от нулевого меридиана к востоку.

Геодезическая высота H определяется как расстояние по нормали от поверхности эллипсоида до точки M .

Фундаментальные геодезические константы и основные параметры общеземного эллипсоида, принятые в системе координат ПЗ-90.02 приведены в таблице 3.6.

Таблица 3.6. Геодезические константы и параметры общеземного эллипсоида ПЗ 90.02

Параметры	Величина
Угловая скорость вращения Земли (ω)	$7,292115 \times 10^{-5}$ радиан/с
Геоцентрическая константа гравитационного поля Земли с учетом атмосферы (fM)	$398\,600,4418 \times 10^9$ м ³ /с ²
Геоцентрическая константа гравитационного поля атмосферы Земли (fM_a)	$0,35 \times 10^9$ м ³ /с ²
Скорость света (c)	299792458 м/с
Большая полуось эллипсоида (a)	6 378136,0 м
Коэффициент сжатия эллипсоида (α)	1/298,25784
Гравитационное ускорение на экваторе Земли (γ_a)	978032,84 мГал
Поправка к гравитационному ускорению на уровне моря, обусловленная влиянием атмосферы Земли ($\delta\gamma_a$)	0,87 мГал
Вторая зональная гармоника геопотенциала (J_2^0)	$1082625,75 \times 10^{-9}$
Четвертая зональная гармоника геопотенциала (J_4^0)	$(- 2370,89 \times 10^{-9})$
Нормальный потенциал на поверхности общеземного эллипсоида (U_0)	$62636861,4$ м ² /с ²

2. При осуществлении геодезических и картографических работ используется система геодезических координат 1995 года (СК-95).

До полного перехода на систему координат СК-95 используется единая система геодезических координат 1942 года (СК-42), введенная постановлением Совета Министров СССР от 7 апреля 1946 года № 760

Система координат 1995 года установлена так, что ее оси параллельны осям геоцентрической системы координат. Положение начала СК-95 задано таким образом, что значения координат пункта Государственной геодезической сети (ГГС) Пулково в системах СК-95 и СК-42 совпадают.

Переход от геоцентрической системы координат к СК-95 выполняется по формулам:

$$X_{СК-95} = X_{ПЗ-90} - DX_0$$

$$Y_{СК-95} = Y_{ПЗ-90} - DY_0$$

$$Z_{СК-95} = Z_{ПЗ-90} - DZ_0$$

где DX_0 , DY_0 , DZ_0 - линейные элементы ориентирования, задающие координаты начала системы координат 1995 года относительно геоцентрической системы координат ПЗ-90, составляют: $DX_0 = +25,90$ м, $DY_0 = -130,94$ м, $DZ_0 = -81,76$ м.

За отсчетную поверхность в СК-95 принят эллипсоид Красовского с параметрами:

- большая полуось 6378245 м;
- сжатие 1: 298,3.

Малая полуось эллипсоида совпадает с осью Z , остальные оси системы координат СК-95 лежат в его экваториальной плоскости, при этом плоскость начального (нулевого) меридиана совпадает с плоскостью XZ этой системы.

Положение пунктов ГГС в принятых системах задается следующими координатами:

- пространственными прямоугольными координатами X, Y, Z ;
- геодезическими (эллипсоидальными) координатами B, L, H ;
- плоскими прямоугольными координатами x и y , вычисляемыми в проекции Гаусса-Крюгера.

При решении специальных задач могут применяться и другие проекции эллипсоида на плоскость.

Геодезические высоты пунктов ГГС определяют как сумму нормальной высоты и высоты квазигеоида над отсчетным эллипсоидом или непосредственно методами космической геодезии, или путем привязки к пунктам с известными геоцентрическими координатами.

Нормальные высоты пунктов ГГС определяются в Балтийской системе высот 1977 года, исходным началом которой является нуль Кронштадтского футштока.

Между единой государственной системой координат СК-95 и единой государственной геоцентрической системой координат ПЗ-90 установлена связь, определяемая параметрами взаимного перехода (элементами ориентирования).

При использовании зарубежных КНС и обеспечения движения иностранных транспортных средств может в качестве вспомогательной применяться система WGS-84. Матрица перехода между ПЗ-90 и WGS-84 дается ГОСТ Р 51794-2001.

Временное обеспечение строится на основе шкалы времени UTC (SU), поддерживаемой Российской Федерацией. При использовании зарубежных КНС (GPS) может также в качестве вспомогательной использоваться шкала времени UTC (US), поддерживаемая Военно-морской обсерваторией США.

3.4. Степень удовлетворения требований потребителей существующими РНС

Исходя из задач повышения безопасности и эффективности транспортных перевозок, учитывая внедрение в мировую практику перспективных стандартов по точности выдерживания навигационных характеристик, возросли требования основных групп потребителей к радионавигационным системам.

Так, например, для большинства подвижных транспортных средств требуется точность навигационных определений (СКП) в среднем от 1 м. до 100 м. Такие требования как доступность и целостность потребителями автомобильного, речного транспорта и рыболовного флота ранее не выставлялись, а сейчас показатели по этим параметрам соответственно должны быть 0,95...0,999 и 0,9...0,99.

Практически все транспортные потребители считают необходимым обеспечение требуемых навигационных характеристик как на территории Российской Федерации, так и при движении по международным маршрутам, т.е. требуется глобальное радионавигационное поле.

В настоящее время на территории Российской Федерации эксплуатируется 17 типов радионавигационных систем, включая одну зарубежную - GPS. Для работы по сиг-

налам этих систем используется более 60 типов навигационной аппаратуры потребителей. Ни одно отдельно взятое эксплуатируемое радионавигационное средство не может удовлетворить основные требования большинства потребителей. Так, например, радионавигационные системы ближней навигации типа “БРАС”, имея хорошие характеристики по точности, имеют ограниченную дальность действия. Радионавигационные системы дальней навигации, имея хорошие показатели по дальности действия (размер рабочей зоны), не удовлетворяют потребителей по точностным характеристикам.

Космическая, низкоорбитальная, радионавигационная система “Цикада”, имея хорошие показатели по точности и рабочей зоне, имеет длительный период времени между обсервациями. Принятая в эксплуатацию в 1995 году глобальная навигационная спутниковая система “ГЛОНАСС” вместе с функциональными дополнениями имеет хорошие показатели по точности, доступности и глобальной зоне действия. Система ГЛОНАСС будет полностью обеспечивать все группы потребителей и в части целостности с учетом возможностей функциональных дополнений. Характеристики разработанных в Российской Федерации приемоиндикаторов систем ГЛОНАСС и GPS приведены в таблице А.1.

Использование потребителями существующих РНС показано в таблице 3.7.

Анализ использования существующих и разрабатываемых радионавигационных средств показывает, что военные и гражданские потребители в качестве основных радионавигационных систем планируют использовать системы ГЛОНАСС и GPS с функциональными дополнениями. В качестве дополнительных радионавигационных систем ряд потребителей планирует использовать наземные РНС.

Следует отметить, что в настоящее время ведутся работы по сопряжению отечественных цепей системы Чайка с аналогичными зарубежными системами Лоран-С, которые определены соответствующими Межправительственными соглашениями.

Государственная политика также направлена на поддержку использования РНС ГЛОНАСС и GPS (как вспомогательной) с их функциональными дополнениями и РНС “Тропик-2” (Чайка). Эта система сопрягается с аналогичной зарубежной системой Лоран-С.

4. ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СИСТЕМ РАДИОНАВИГАЦИИ

Результаты анализа удовлетворения требований различных групп потребителей существующими средствами радионавигационного обеспечения определяют направления решения основных проблем:

- повышение устойчивости работы, особенно в условиях помех;
- повышение точности определения места объекта;
- повышение доступности радионавигационных систем;
- повышение целостности радионавигационных систем;
- повышение непрерывности обслуживания (функционирования).

Эти проблемы решаются:

- применением космических навигационных систем ГЛОНАСС, GPS, а затем и Галилео;
- применением дифференциальных подсистем (режимов) и средств контроля целостности;
- интегрированным использованием различных радионавигационных систем;
- улучшением технических характеристик радионавигационных систем и приемоиндикаторной аппаратуры потребителей;
- созданием развитой инфокоммуникационной инфраструктуры, предназначенной для оказания услуг, формируемых на основе ресурсов координатно-временной и навигационной информации.

4.1. Космическая навигационная система ГЛОНАСС

Общие направления модернизации КНС ГЛОНАСС определены в виде таких мер, как:

- повышение доступности и точности навигационных определений, улучшение сервиса, предоставляемого пользователям;
- повышение надежности и срока службы бортовой аппаратуры спутников и улучшение целостности системы;
- улучшение совместимости с другими радиотехническими системами;
- развитие дифференциальных подсистем.

Вновь запускаемые НКА «ГЛОНАСС-М» и «ГЛОНАСС-К» по сравнению со спутниками первой модификации (табл. 4.1) будут иметь следующие основные преимущества:

- более стабильный бортовой АСЧ, имеющий среднеквадратическое относительное отклонение среднесуточных значений частоты не хуже $1 \cdot 10^{-13}$; погрешность (СКО) ЧВП составит 5 нс при прогнозе на 12 ч и 7 нс при прогнозе на 24 ч;
- меньше уровень неучитываемых возмущений орбиты НКА, что позволит повысить точность определения и прогноза ЭИ;
- двухкомпонентный навигационный радиосигнал (узкополосный и широкополосный) в обоих диапазонах частот L1 1600 МГц и L2 1250 МГц;
- двухкомпонентный радиосигнал в диапазоне L3 1200 МГц.

Рассматриваются также возможности использования кодового разделения и передачи навигационных сигналов в диапазонах L1 1600 МГц, L2 1250 МГц и L5 1176 МГц.

В связи с передачей дальномерного кода в диапазоне L2 (L3) в навигационном сообщении будет передаваться дополнительный параметр, характеризующий разницу аппаратных задержек дальномерных кодов в диапазонах L1 и L2 (L3). Кроме того, будет введен признак модификации НКА, а также признак ожидаемой секундной коррекции шкалы времени UTC (SU).

В таблице 4.2 приведены также планируемые точностные характеристики радионавигационного поля ГЛОНАСС вплоть до 2011 г. с учетом указанных изменений.

Таблица 4.1. Сравнительные характеристики КА системы ГЛОНАСС

Наименование КА	ГЛОНАСС	ГЛОНАСС-М	ГЛОНАСС-К
Годы использования	1995-2006	2003-2018	2010...
Срок активного существования, лет	3	7	10-12
Масса, кг	1400	1400	750
Количество КА в групповом запуске:			
на РН Протон	3	3	6
на РН Союз	-	1	2
Энерговооруженность, Вт	1000	1000	1000
Количество гражданских сигналов	1	2	3
Суточная нестабильность АСЧ, 10^{-13}	5	1	1
Дополнительные задачи	-	-	Система поиска и спасания

Таблица 4.2. Точностные характеристики радионавигационного поля ГЛОНАСС

Год	2007	2008	2009	2010	2011
Точность (СКО) определения координат в плане, м	3	3	3	2,0	1,5
по вертикали, м	7	5	5	4,0	2,0

Таким образом, замена НКА первой модификации на НКА «ГЛОНАСС-М» и «ГЛОНАСС-К» наряду с восстановлением группировки повысит точность и надежность глобальной навигации приземных и космических подвижных объектов.

4.2. Дифференциальные подсистемы космических радионавигационных систем

Повышение точности навигационных определений при использовании космических и наземных радионавигационных систем может быть достигнуто применением режима дифференциальных поправок, определяемых в точках, координаты которых известны с высокой точностью.

Дифференциальная подсистема должна состоять:

- из контрольно-корректирующих станций, осуществляющих контроль качества сигналов, определение дифференциальных поправок и их формирование для передачи;
- из аппаратуры передачи дифференциальных поправок;
- из приемной аппаратуры потребителей, обеспечивающей прием и учет дифференциальных поправок.

Частным случаем дифференциального режима является способ относительной навигации, который позволяет улучшить точностные характеристики штатных режимов РНС наземного или космического базирования. Наибольшее применение этот способ находит при решении задач взаимного координирования объектов, работающих по сигналам одной радионавигационной системы, когда не требуется знание точных абсолютных координат. При взаимном координировании группы объектов (кораблей, самолетов и др.) один из них определяется в качестве опорного, текущие абсолютные координаты которого принимаются за начало системы относительных координат и передаются по связному каналу на другие объекты, где определяются координаты относительно опорного объекта.

В относительных координатах доля систематической погрешности будет существенно сокращаться при уменьшении расстояния до опорного объекта и времени между наблюдениями. В предельном случае погрешности относительного местоопределения ограничиваются инструментальными погрешностями приемоиндикаторной аппаратуры потребителей.

Разработка дифференциальных подсистем (функциональных дополнений) КНС ГЛОНАСС и GPS осуществляется в соответствии с ФЦП «Глобальная навигационная система», в рамках которой предусматривалось создание трехуровневой дифференциальной системы, включающей:

- широкозонную дифференциальную подсистему (ШДПС - ДПС-1);
- специализированные региональные дифференциальные подсистемы (ДПС-2);
- специализированные локальные дифференциальные подсистемы (ДПС-3).

Выделение в структуре ЕДС трех иерархических уровней связано с необходимостью удовлетворения требований различных типов потребителей и с особенностями организации соответствующих средств функциональных дополнений. При этом структура и состав ДПС разных уровней существенно различаются, также как и используемые в них способы и средства получения и доставки потребителям корректирующей информации.

Работы по созданию отечественной ШДПС космического базирования (Российской системы дифференциальной коррекции и мониторинга, (СДКМ) проводятся ФГУП «РНИИ КП» в рамках тем «Метрика-2015» и «СМ-ГЛОНАСС» ФЦП «Глобальная навигационная система». Предполагается, что в состав СДКМ входят центр управления СДКМ, сеть опорных измерительных станций (ОИС), подсистема доведения корректирующей информации до потребителей в рабочей зоне СДКМ, наземные закладочные станции и подсистема информационного обмена. Предполагается, что эта система будет предназначена для широкого круга потребителей.

Проводятся работы по созданию региональных ДПС (РДПС) двух типов: авиационных РДПС типа GRAS при использовании УКВ станций для передачи дифференциальных поправок и информации контроля целостности,

РДПС типа Еврофикс с использованием для этой цели передающих станций ИФРНС Чайка; эти РДПС могут использоваться всеми потребителями.

Применительно к локальным дифференциальным подсистемам наиболее проработаны вопросы построения морской ДПС (МДПС) для локальных прибрежных районов на базе существующих радиомаяков, работающих в диапазоне средних волн. По ним проводятся ОКР и мероприятия по их развертыванию на побережье России и вдоль внутренних водных путей.

Вопросы создания авиационных локальных ДПС (АЛДПС), в отличие от МДПС, до настоящего времени находятся в стадии проектирования, испытаний и размещения на отдельных аэродромах.

4.2.1. Морские ДПС

Морские ДПС (МДПС) имеют максимальные дальности действия от контрольно-корректирующих станций (ККС) 250-300 км. МДПС включают одну ККС, аппаратуру удаленного управления и контроля, а также средство передачи данных. Морская ДПС использует в качестве средств линий передачи данных круговые средневолновые радиомаяки (РМ), работающие в диапазоне от 283,5 до 315,0 кГц. При этом функция РМ по обеспечению определения радионаправления отменяется. Применяется манипуляция с минимальным фазовым сдвигом (MSK). Скорость передачи корректирующей информации устанавливается в зависимости от объема данных, требуемого времени их обновления и может составлять от 25 до 200 бит/с. В условиях функционирования GPS без селективного доступа Международная Ассоциация маячных служб (МАМС) рекомендует прибрежным странам Европейской морской зоны ограничить дальность действия передающих станций МДПС 200-ми км и установить скорость передачи корректирующей информации 100 бит/с для исключения возможности взаимных помех.

Для помехоустойчивого кодирования используются корректирующие коды Рида-Соломона.

Корректирующая информация МДПС передается в соответствии с общепринятым стандартом RTCM SC-104, разработанным первоначально для GPS специальным комитетом 104 (Special Committee 104) Радиотехнической комиссии по мореплаванию (Radio Technical Commission for Maritime) США и поддержанным МАМС. Чтобы учесть использование дифференциального режима ГЛОНАСС, разработана версия 2.2 стандарта. На его основе подготовлен и в 2001 году введен в действие Государственной службой морского флота Минтранса России Стандарт отрасли «Формат передачи дифференциальных поправок по системам ГЛОНАСС/ GPS », ОСТ 31.6.60-01. В настоящее время в Ростехрегулировании готовится к принятию национальный стандарт с тем же названием.

Прием поправок на кораблях и судах осуществляется с помощью приемников корректирующей информации, имеющих соответствующий интерфейс для сопряжения с навигационной аппаратурой потребителей (НАП) ГНСС, либо исполненных в едином конструктиве с НАП.

Точность (с вероятностью 0,68) определения координат на краю рабочей зоны МДПС при совместном использовании ГЛОНАСС и GPS составит от 2 до 4,5 м. Надежность обслуживания и доступность составят соответственно более 0,9997 и 0,998 при времени предупреждения об отказе лучше 10 с.

В настоящее время в Российской Федерации разработаны и серийно выпускаются:

контрольно-корректирующие станции для МДПС - изделия СН-3510 и 14Ц840;
передающие устройства - радиомаяки «Янтарь-2М-200» и «Янтарь-2М-400»;
приемники корректирующей информации МДПС изделия 14Ц815 и ПКИ-2.

Контрольно-корректирующие станции (ККС) изготавливают такие предприятия как ФГУП «РНИИ КП», ФГУП «НИИ КП», ЗАО «КБ «НАВИС» и другие.

Предполагается, что к 2011 году сеть станций МДПС, работающих по системам ГЛОНАСС и GPS, будет охватывать все побережье Российской Федерации и акватории прилегающих морей.

По состоянию на январь 2007 года в составе МДПС России развернуты и находятся в различной степени готовности к штатной эксплуатации: МДПС Финского залива (Шепелевский) - в опытной эксплуатации, МДПС Азово-Черноморская (Дооб, Террюк, Туапсе), МДПС Белого моря (Мудьюгский), МДПС Северокаспийская (Оля) и МДПС Западного сектора Арктики (Олений, Енисей, Тонкий и Стерлигова) - в готовности к опытной эксплуатации. Завершаются монтажные и пуско-наладочные работы

на объектах: МДПС Балтийского моря (Балтийск), МДПС Баренцева моря (Цыпнаволоцкий), МДПС Каспийского моря (Махачкала) и МДПС Японского моря (Поворотный). Параллельно с развертыванием станций создаются региональные центры управления МДПС на базе гидрографических служб флотов и центральный орган управления МДПС России при УНиО.

Для организации оперативного обеспечения поисково-спасательных операций и других специальных работ, выполняемых вне зоны действия стационарных станций МДПС, создаются мобильные дифференциальные станции ГНСС с дальностью обслуживания потребителей до 100 км и сохранением всех установленных для МДПС характеристик.

Наряду с морской ДПС для обеспечения навигационной безопасности плавания по внутренним водным путям (ВВП) в настоящее время создается речная ДПС. Она будет иметь идентичные с «морской» технические характеристики. По состоянию на январь 2006 года на Волго-Балтийском водном пути (п. Шексна) развернута и находится в готовности к опытной эксплуатации первая речная ДПС. В соответствии с ФЦП «Глобальная навигационная система» на ВВП России планируется развернуть 25 ККС этой ДПС.

Основными направлениями работ по дальнейшему созданию МДПС являются следующие:

- проведение и завершение испытаний ККС, разработанных КБ "НАВИС" и ФГУП «НИИ КП»;
- организация серийного производства;
- доработка аппаратно-программных средств пункта контроля и управления, предназначенного для контроля текущего состояния и управления ККС и радиомаяком;
- создание центра управления МДПС и центров управления сетями морских локальных ДПС;
- работы по оснащению морских радиомаяков серийными ККС.

4.2.2. Авиационные локальные ДПС

К настоящему времени в мире разработано несколько типов авиационных ЛДПС (АЛДПС) посадки (спутниковых систем посадки) типа GBAS. Эти системы отличаются несколькими достоинствами:

- сравнительно небольшой состав оборудования позволяет снизить издержки при улучшенных операциях в сложных метеоусловиях;
- позволяют в условиях I-й и потенциально более сложных категорий обеспечить возможность работы для начальных участков всех ВПП со стороны захода на посадку (с обоих направлений ВПП), располагающихся в радиусе 55 км, что делает эту систему экономически более эффективной, чем другие средства, которые предназначаются для одной ВПП;
- позволяют оборудовать местные авиалинии;
- отличаются гибкостью, позволяющей реализовать траектории захода с переменной геометрией, минимизирующие время полета и обеспечивающие борьбу с шумом;
- в системах реализуются современные принципы проектирования, обеспечивающие контроль состояния аппаратуры и ускорение ремонтных работ.

В состав наземного оборудования АЛДПС посадки в общем случае входят: антенная система приемников сигналов ГЛОНАСС/GPS и анализаторов электромагнитной обстановки, опорная станция с приемниками ГЛОНАСС/GPS; станция анализа электромагнитной обстановки, станция внешнего мониторинга целостности, станция (модуль) контроля и управления, радиопередающая станция линии передачи данных с дифференциальными поправками и другой информацией, средства сопряжения с аэродромной метеостанцией, система бесперебойного энергоснабжения, устройства для

обеспечения сопряжения с каналами передачи данных и взаимодействия между элементами АДПС и др.

Состав оборудования и основные характеристики определяются SARPs ИКАО для системы функционального дополнения ГНСС с наземными станциями (GBAS), рассчитанной на посадку воздушного судна в условиях категории I (см. табл. 2.1, 2.3, 2.5). В качестве линии передачи данных GBAS принят радиоканал УКВ диапазона частот 108-118 МГц (VDB).

В 2002 г. в соответствии с этими требованиями сертифицирована первая отечественная ЛККС А-2000 (без канала передачи данных), соответствующая требованиям ИКАО к системам наземного базирования GBAS и обеспечивающая заход на посадку ВС по нормам I категории, которая может быть основой АДПС посадки для программы оснащения локальными средствами российских аэродромов. Создание средств канала передачи данных и бортового оборудования выполняется по отдельным работам в рамках темы "Авиа" предприятием ВНИИРА-НАВИГАТОР. В настоящее время АДПС ЛККС А-2000 совместно с бортовым оборудованием проходит всестороннюю оценку на аэродромах России и Европы в полном составе, а также планируется ее размещение в ряде аэропортов Российской Федерации.

Начаты аналогичные работы для ВВС в ОКР «Поправка» ФГУП «НИИ КП».

Основными направлениями НИОКР по дальнейшему созданию и внедрению АДПС являются следующие:

- завершение ведущихся ОКР, испытания и оценка АДПС;
- подготовка требований, разработка и испытания единой для всех авиационных ведомств АДПС категории I;
- организация серийного производства;
- работы по оснащению аэропортов и аэродромов серийными АДПС категории I;
- проведение работ в интересах обеспечения посадки по категории II.

Предполагается, что в дальнейшем по мере проведения НИОКР могут быть разработаны стандарты SARPs на GBAS категорий II и III.

4.2.3. Авиационные региональные ДПС типа GRAS

Региональные РДПС типа GRAS (региональные системы функционального дополнения наземного базирования) отличаются от ШДПС тем, что для передачи дифференциальных сообщений используются вместо геостационарных КА наземные УКВ станции с каналом передачи данных в стандарте GBAS. Отсюда следуют и сокращенные размеры рабочей зоны подсистемы (по сравнению с ШДПС): например, радиус зоны австралийской GRAS составляет ~2000 км. Они также должны удовлетворять требованиям захода на посадку по категории I. Следует отметить, что многие вопросы здесь остаются непроработанными.

Начаты работы по созданию отечественной РДПС типа GRAS в рамках ФЦП "Глобальная навигационная система". Их результаты могут использоваться для обеспечения захода на посадку и автоматического зависимого наблюдения (АЗН-В).

4.2.4. Региональные многоцелевые ДПС на основе ИФРНС

Одним из возможных направлений создания РДПС ГЛОНАСС/GPS является использование импульсно-фазовых радионавигационных систем (ИФРНС) "Чайка" для передачи дифференциальных поправок (ДП) и служебной информации и создание соответствующих региональных ДПС (РДПС). К настоящему времени развернуты и эксплуатируются три стационарные ИФРНС и шесть мобильных систем.

Это направление предполагает, в частности, использование технических решений проекта Eurofix (Еврофикс) создания региональных спутниковых ДПС ГЛОНАСС/GPS на основе использования передающих станций ИФРНС (радиотехнических систем дальней радионавигации, РСДН) Лоран-С в качестве средств передачи дифференциальных поправок и информации контроля целостности. При этом предполагается, что контрольно-корректирующая станция КНС ГЛОНАСС/GPS расположена в районе наземной передающей станции ИФРНС.

Отмечается ряд преимуществ такого решения перед другими вариантами создания РДПС:

- реализация на основе уже существующей структуры;
- охват большой площади при сравнительно невысоких затратах;
- обеспечение улучшенной работоспособности и доступности канала передачи данных в городских и горных районах;
- обеспечение резервирования при отказе работы систем Лоран-С/Чайка или ГЛОНАСС/GPS.

Сверхточные определения места по КНС могут использоваться для калибровки показаний РСДН и компенсации погрешностей, обусловленных особенностями распространения радиоволн. В свою очередь, данные Лоран-С/Чайка могут использоваться для контроля целостности СРНС.

Станции ИФРНС Чайка работают в длинноволновом диапазоне радиоволн на частоте 100 кГц. Радиус действия системы с одной стационарной станцией порядка 600...2200 км. Если РДПС создается с помощью нескольких станций ИФРНС одной цепи, то общая рабочая зона является результатом суперпозиции частных зон с учетом возможных наложений одной частной зоны на другую. Это в основном и определяет возможности рабочей зоны РДПС.

Предварительные оценки показали, что линии передачи данных (ЛПД) на основе станций ИФРНС могут обеспечить эффективную скорость передачи данных от 15 до 30 бит/с. Применяется асинхронный DGPS/ДГЛОНАСС формат данных.

Последние проработки основаны на том, что дифференциальные поправки и сигналы контроля целостности формируются на контрольно-корректирующей станции в виде сообщения RTCM типа 9. Они затем кодируются и модулируют сигнал передатчика ИФРНС. Используется трехпозиционная модуляция временного положения импульса (на +1 мкс, 0 мкс, -1 мкс). Модулируются только 6 последних импульсов группы (из 8 импульсов).

Эффективная скорость передачи данных 15...30 бит/с позволяет передать корректирующее сообщение для одного НКА за 2...4 с, а все корректирующее сообщение на 10 НКА примерно за 20...40 с. Проведенная модернизация позволила осуществлять передачу сообщения на один НКА за время 1,2...3 с, а на 10 НКА - за время 12...30 с. Приведенные данные позволяют считать, что сообщение о нарушении целостности может быть выдано с задержкой на уровне 6 с.

Показано, что точность (95%) определения координат такой РДПС может быть не хуже 5 м. Проведены исследования использования технологии Eurofix применительно к европейской сети ИФРНС "Чайка". ККС была создана специалистами Нидерландов и России, установлена и сопряжена с аппаратурой ведущей станции (г. Брянск). Исследования проводились в районе г. Минска в период с 13 по 16 апреля 1999 г. и в районе г. Симферополь - в период с 19 по 21 апреля 1999 г. Отмечается, что измерения проводились в сложной помеховой обстановке, когда в Минске имели место промышленные сетевые и синхронные импульсные помехи, а в Симферополе - сетевые и периодические помехи со сложным спектром. Полученные результаты подтвердили ожидаемые погрешности, свойственные технологии Eurofix; при этом СКО местоопределения составили:

по долготе 1,39 м и по широте 3,37 м на удалениях порядка 1000 км (Симферополь);

по долготе 1,23 м и по широте 2,19 м на удалениях порядка 500 км от ККС (Минск).

При всех последующих рассмотрении целесообразно иметь в виду следующие провозглашаемые суммарные характеристики РДПС на основе Eurofix (табл. 4.3):

Таблица 4.3. Заявленные характеристики РДПС на основе Eurofix

Параметр	Значение
Доступность (готовность) сигнала в пространстве %:	
одна станция	99,8
две станции	99,9996
три станции	99,999999
Точность (95%), м:	
по горизонтали	1,5
по вертикали	3
Целостность:	
задержка сигнала тревоги, с	6 (соответствует требованиям ЛДПС для посадки по категории I)
Непрерывность (вероятность появления ошибки)	$1 \cdot 10^{-4}$ за 150 с

Эти высокие характеристики нуждаются в подтверждениях применительно к конкретным РДПС при их использовании в транспортном комплексе Российской Федерации.

4.4. Интегрирование радионавигационных систем

До настоящего времени наиболее широко используемыми радионавигационными системами (основными и дополнительными) оставались наземные РНС. Это не позволяет удовлетворить возрастающие требования к навигационному обеспечению основных групп потребителей по точности, доступности и целостности.

С внедрением космических радионавигационных систем нового поколения ГЛОНАСС (Россия) и GPS (США) появилась возможность удовлетворения требований большинства потребителей по точности навигационного обеспечения. Однако и в этом случае могут быть не удовлетворены требования потребителей по доступности и целостности в сложных условиях, особенно при наличии непреднамеренных и преднамеренных помех.

Для улучшения таких характеристик навигационного обеспечения как доступность и целостность целесообразно интегрированное использование РНС. Улучшение доступности и целостности интегрированных РНС достигается за счет дублирования радионавигационного покрытия.

4.4.1. Интегрирование космических и инерциальных навигационных систем

Хотя КНС ГЛОНАСС и GPS являются практически самыми точными средствами навигации глобального действия, они нуждаются в поддержке в интересах повышения помехозащищенности каналов слежения приемников и обеспечения непрерывности навигационных определений при перерывах в использовании КНС, вызванных различными причинами: помехами, маневрированием судна, затенением сигналов и т.д.

Такая поддержка обеспечивается системами автономного счисления координат: курсо-воздушного (курсовая система + система воздушных сигналов), на основе данных курсовой системы и лага морских судов, одометрического (курсовая система + одометр), курсо-доплеровского (курсовая система + доплеровский измеритель скорости и сноса), инерциального (инерциальная навигационная систем), инерциально-доплеровского (инерциальная и доплеровская системы).

При перерывах в работе аппаратуры КНС навигационные определения осуществляются на основе данных этих систем счисления с учетом повышения их точности за счет оценки источников погрешностей автономных систем, осуществляемой в ходе комплексной обработки информации (КОИ) их данных и данных КНС на этапах работоспособности спутниковой аппаратуры.

Наиболее перспективной автономной системой следует признать инерциальную навигационную систему (ИНС), которая при потенциально высокой точности лишена известных недостатков счисления по воздушной скорости, данным лага и доплеровского измерителя (зависимость от ветра, течений, маневрирования, подстилающей поверхности и др.).

Существуют и разрабатываются ИНС на механических, электростатических, кольцевых лазерных, волоконно-оптических, волновых и микромеханических гироскопах. Наиболее массовыми ИНС (для наземного и морского транспорта, авиации общего назначения) следует в перспективе признать ИНС на микромеханических гироскопах, точность которых может достичь 2...10 км/ч. С такими показателями погрешность (СКП) инерциально-спутниковой системы может составить в автономном режиме ~60 м через 5 мин после "отказа" КНС.

По степени использования инерциальных данных в аппаратуре КНС различаются следующие основные схемы интегрирования КНС и ИНС: разомкнутая и слабосвязанная, сильно связанная и глубоко интегрированная. В разомкнутой и слабосвязанной схеме, получившей пока наибольшее распространение, инерциальные данные в приемнике КНС используются в минимальной степени: в лучшем случае для ускорения поиска сигналов. В сильно связанной схеме интегрирования данные ИНС используются также для улучшения качества работы каналов слежения приемника КНС. В глубоко интегрированной схеме будущего работа каналов КНС и ИНС должна осуществляться практически совместно.

Первичная комплексная обработка информации в сильно связанных и глубоко интегрированных инерциально-спутниковых системах позволяет повысить помехозащищенность каналов приема и измерения КНС на 15...20 дБ.

Использование информации ИНС позволяет также существенно улучшить характеристики алгоритмов контроля целостности сигналов КНС (RAIM) и повысить надежность навигационных определений.

4.4.2. Интегрирование космических радионавигационных систем

Под интегрированием космических радионавигационных систем понимается создание совместного радионавигационного поля, обеспечиваемого этими КНС, при самостоятельном управлении каждой системой.

Одним из наиболее перспективных направлений интегрирования космических радионавигационных систем для отечественных потребителей является интегрирование КНС ГЛОНАСС и GPS (США).

Интегрирование космических радионавигационных систем предполагает создание и использование приемоиндикаторной аппаратуры потребителей, способной принимать сигналы двух и более систем и за счет этого повышаются точностные и надежностные характеристики местоопределения.

Для совместного использования навигационных параметров (псевдодальностей и псевдоскоростей) необходимо согласование используемых систем координат и шкал времени систем ГЛОНАСС, GPS.

Интегрирование космических систем ГЛОНАСС и GPS позволит создать основную глобальную радионавигационную систему, удовлетворяющую существующим и

перспективным требованиям воздушных, морских, наземных и космических потребителей.

4.4.3. Интегрирование наземных и космических радионавигационных систем

Интегрирование наземных и космических радионавигационных систем позволит в отдельных зонах создать интегрированную радионавигационную систему, превосходящую по своим техническим характеристикам каждую из входящих в нее систем.

Как и при интегрировании космических радионавигационных систем, создание интегрированных наземных и космических систем предполагает интеграцию на уровне приемоиндикаторной аппаратуры потребителей и требует согласования имеющихся расхождений в используемых системах координат, шкалах времени и структуры передаваемых радиосигналов.

Одним из путей интегрирования отечественных наземных и космических радионавигационных систем является интегрирование систем типа "Чайка" и ГЛОНАСС.

Интегрирование указанных систем позволит улучшить доступность и целостность в географических районах, определяемых пределами покрытия, которое создается цепочками станций наземных РНС. При доступности и целостности наземной и космической систем каждой в пределах 0,997-0,998 эти характеристики интегрированных РНС будут близки к 1,0.

Интегрированные радионавигационные системы типа "Чайка"/ГЛОНАСС смогут в дальнейшем использоваться в качестве основных систем для маршрутных этапов навигации.

4.4.4. Интегрирование наземных радионавигационных систем

В условиях, когда применение перспективной космической радионавигационной системы ГЛОНАСС ограничено в связи с неполным составом орбитальной группировки, остается актуальным дальнейшее использование наземных РНС "Чайка" и "Лоран-С".

Высокие технические характеристики РНС "Чайка" и "Лоран-С", большое количество воздушных и морских потребителей, имеющих приемоиндикаторную аппаратуру, относительно небольшие эксплуатационные расходы предопределили и их эффективное применение в ближайшем будущем.

В перспективе системы "Чайка" и "Лоран-С" планируется использовать в направлениях:

- дальнейшего автономного использования;
- сопряжения РНС "Чайка"/"Лоран-С" при создании объединенных международных цепей;
- интегрирования РНС "Чайка"/"Лоран-С".

Продолжение автономного использования РНС "Чайка" и "Лоран-С" объясняется возможностями увеличения рабочих зон и повышения точности местоопределения за счет применения дальномерного и относительного режимов, усовершенствованных поправок на распространение радиоволн, а также использования приемоиндикаторов, работающих по двум различным цепям.

Направление сопряжения при создании объединенных международных цепей РНС "Чайка"/"Лоран-С" реализуется на практике. Так, в соответствии с Соглашением между Правительством Союза Советских Социалистических Республик и Правительством Соединенных Штатов Америки о создании объединенной радионавигационной системы "Чайка" и "Лоран-С" от 31 мая 1988 г. создана Российско-американская цепь "Чайка"/"Лоран-С" в составе двух отечественных станций Александровск-Сахалинский, Петропавловск-Камчатский и одной американской станции на о. Атту. Это направление

перспективно, так как позволяет при сравнительно небольших затратах и в короткие сроки получить значительные приращения рабочей зоны.

Создание подобных объединенных радионавигационных систем (цепей) предусматривается соответствующими межгосударственными Соглашениями:

- Соглашением по Международной программе создания в Дальневосточных водах объединенной радионавигационной службы с использованием станций "Чайка" и "Лоран-С" от 7 сентября 1992 г.; к этому Соглашению планируется присоединение Индии и Индонезии.
- Соглашением между Правительством России и Правительством Норвегии по созданию объединенной радионавигационной службы в Баренцовом море с использованием станций "Чайка" и "Лоран-С" от 8 марта 1995 г.

В плане реализации первого соглашения ведутся работы по созданию Российско-Корейской и Российско-Японской ОРНС и их координация в рамках FERNS.

Для интегрирования РНС "Чайка"/"Лоран-С" необходимо осуществить:

- выбор единой шкалы времени для точной привязки излучений станции РНС;
- создание интегрированной аппаратуры потребителей с использованием дополнительных нештатных режимов работы.

4.5. Информационные системы для радионавигации

Информационные системы для радионавигации (ИСП) должны быть предназначены для информирования потребителей о состоянии и основных характеристиках КНС и их функциональных дополнений (МДПС, АЛДПС и др.). Такая информация необходима потребителям для планирования навигационного обеспечения на маршруте, в терминальных зонах (зоны аэропортов), при судовождении в проливных зонах и узкостях и т.д. ИСП должны получать информацию о состоянии ГЛОНАСС от ЦУС и средств мониторинга ГЛОНАСС, а также информацию о состоянии зарубежных КНС и их дополнений от зарубежных ИСП и собственных средств мониторинга. Подробную информацию о состоянии и реальных точностных характеристиках ГНС ГЛОНАСС и GPS можно получить на WEB-сайте Информационно-аналитического центра координатно-временного и навигационного обеспечения (ИАЦ КВНО) ЦУП ЦНИИМАШ (<http://www.glonass-ianc.rsa.ru/>).

Информирование потребителей ГА предполагается обеспечивать посредством использования Центра аэронавигационной информации и создания Аэронавигационной информационной системы.

4.6. Перспективы развития аппаратуры потребителей радионавигационных систем

Дальнейшее развитие НАП в части специализации связывается с расширением областей ее применения. Первоначальными задачами, решаемыми с помощью КНС и РНС наземного базирования, являлись традиционные задачи навигации подвижных объектов. Достигнутый уровень технических и эксплуатационных характеристик резко раздвинул границы применения аппаратуры КНС и наземных РНС и позволил охватить:

- транспортные средства (как военного, так и гражданского назначения);
- системы управления и идентификации (военного и гражданского назначения);
- проведение топогеодезических и картографических работ;
- синхронизацию систем связи автоматических идентификационных систем (АИС);
- землеустроительные и другие «кадастровые» работы, мониторинг состояния земной коры;
- сотовые телефоны и часы;

- геологоразведочные работы и функционирование топливно-энергетического комплекса;
- строительство и контроль протяженных и высотных сооружений;
- работы в протяженных и глубоких карьерах и в других горнодобывающих предприятиях;
- стабилизацию частоты электроэнергетических систем;
- обеспечение точной агротехники, например, при возделывании и обработке угодий, а также при обработке посевов ядохимикатами;
- сопряжение с аппаратурой всемирной системы спасения терпящих бедствие объектов (ГМССБ);
- информационно-навигационные системы и комплексы;
- ГИС-технологии.

Основные направления развития НАП среднеорбитальных КНС приведены в табл. 4.4.

На основании анализа тенденций развития НАП КНС и РНС наземного базирования можно выделить следующие общие направления ее развития:

1. Совершенствование характеристик аппаратуры:
 - повышение точностных характеристик;
 - повышение надежности, помехоустойчивости и электромагнитной совместимости;
 - обеспечение автономных методов контроля целостности системы;
 - расширение перечня сервисных задач;
 - уменьшение массогабаритных характеристик;
 - уменьшение стоимости аппаратуры для массового потребителя и ее доступности.
2. Расширение функциональных возможностей:
 - выработка углов пространственной ориентации, поправок системы курсоуказания, меток времени;
 - обеспечение возможности комплексирования аппаратуры с автономными навигационными системами объекта;
 - обеспечение возможности взаимодействия аппаратуры с автоматизированными информационными системами и системами управления движением.
3. Специализация аппаратуры по следующим типам:
 - военная (высокий уровень ТТХ, выполнение военных стандартов в полном объеме, надежность, помехозащищенность);
 - общего назначения (уровень ТТХ может снижаться за счет снижения стоимости);
 - специальная (уровень ТТХ, необходимый для выполнения специальных задач).
4. Создание унифицированного ряда функциональных элементов, узлов, блоков.

Таблица 4.4. Основные направления развития НАП среднеорбитальных КНС

Существующая аппаратура	Перспективная аппаратура
Работа по системе ГЛОНАСС (GPS)	Работа по КНС ГЛОНАСС и GPS, Галилео
Слежение за кодом и частотой	Слежение за кодом, частотой и фазой (с разрешением многозначительности и устранением «перескоков фазы»)
Определение координат и скорости фазового центра антенны	Определение координат и скорости заданной точки и углов ориентации корабля
Работа в диапазонах частот L1 ГЛОНАСС и GPS	Работа в диапазонах частот L1, L2, L3 ГЛОНАСС и L1, L2, L5 GPS, Галилео
Работа по сигналу кода стандартной точности ГЛОНАСС	Работа по сигналам кода стандартной и высокой точности ГЛОНАСС
Возможность работы в дифференциальном режиме	Работа в дифференциальном режиме в зоне действия МДПС, АДПС, РДПС и широкозонных дифференциальных подсистем
Работа по всем видимым КА КНС	Работа по всем видимым КА КНС, автономный контроль целостности КНС
	Обнаружение помех и управление ДН для исключения их влияния.
	Автономный контроль целостности навигационных определений.
Используемые системы координат: WGS-84, ПЗ-90, Гаусса-Крюгера и СК-42	Используемые системы координат: WGS-84, ПЗ-90.02, Гаусса-Крюгера и СК-42 и СК-95, квазикоординаты
Выдача данных внешним потребителям в форматах NMEA-0183.	Выдача данных внешним потребителям в форматах NMEA-0183, ГОСТ 2676565.52-87 и др.

Данная аппаратура должна быть разработана в ближайшей перспективе, но в среднесрочной потребуются ее дальнейшее совершенствование или разработка новой аппаратуры с учетом перспектив развития КНС и их функциональных дополнений.

5. СНИЖЕНИЕ УЯЗВИМОСТИ РАДИОНАВИГАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Уязвимость РНС определяется следующими факторами: влиянием непреднамеренных и преднамеренных помех, возникновением системных отказов, возможностью физического поражения элементов систем (КА, наземных средств, линий связи).

Предварительная оценка показывает, что для наземных РНС 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 КНС наибольшую угрозу представляют преднамеренные и непреднамеренные помехи навигационной аппаратуре потребителей, поскольку мощность принимаемых сигналов очень мала и находится на уровне -160 дБВт ... -161 дБВт. Воздействия помех могут быть по каналам ГЛОНАСС, GPS, ГАЛИЛЕО, EGNOS, MSAS и локальных ДПС типа GBAS.

Целесообразно использовать комбинацию методов, способов и путей снижения уязвимости.

В качестве одного из важнейших методов защиты от помех КНС ГЛОНАСС следует рассматривать расширение состава частот сигналов. Такие усилия предприняты, в частности, применительно к GPS и ГАЛИЛЕО, посредством ввода сигналов в диапазонах L2 и L3 ГЛОНАСС, L1C и L5 GPS.

При этом необходима интеграция КНС ГЛОНАСС и GPS, а также наземных систем на уровне НАП.

Второй метод также предполагает реализацию средств защиты от помех в бортовой спутниковой аппаратуре. Это обусловлено тем, что наземные средства могут быть недостаточно надежными и оперативными. Он связан с существенным изменением взглядов на спутниковую аппаратуру как на нечто абсолютно надежное и «неподвижное» и предполагает:

- создание блока анализа электромагнитной обстановки и использование внутренних обнаружителей помех;

- создание специальных схем и алгоритмов подавления помех (фильтров, развязок, и т.д.);

- использование алгоритмов сглаживания кодовых измерений с привлечением измерений фазы несущей;

- использование управляемой пространственной избирательности синтезируемых антенных систем, в том числе с «нулями» в направлении на помеху.

Важным способом придания устойчивости навигационному обеспечению является резервирование, комплексирование и интегрирование навигационных систем различных принципов действия и различного базирования. Основным системным методом снижения уязвимости является интегрирование с бортовыми автономными системами, предполагающее:

- использование информации автономных и других систем на борту подвижных средств для сужения полосы пропускания следящих трактов приемников КНС;

- определение навигационных параметров по данным автономных средств и КНС в навигационном комплексе и использование этих данных при решении всех задач.

6. ПОЛИТИКА В ОБЛАСТИ РАДИОНАВИГАЦИОННЫХ СИСТЕМ И ОПЕРАТИВНЫЕ ПЛАНЫ ИХ РАЗВИТИЯ

6.1. Основные подходы к развитию средств радионавигации

1. После 2008 г. основу радионавигационного обеспечения российских потребителей должна составлять национальная глобальная космическая система ГЛОНАСС и американская GPS (как вспомогательная).

КНС ГЛОНАСС будет использоваться практически всеми потребителями. В частности, номинальный режим ГЛОНАСС должен обеспечивать навигацию морских судов в открытом море. Навигационное обеспечение морских и речных судов в прибрежных и проливных зонах, узкостях, гаванях и в портах, на внутренних водных путях будет осуществляться с помощью функциональных дополнений – МДПС.

Номинальный режим ГЛОНАСС и GPS будет использоваться авиацией при полетах по маршруту, в терминальной зоне и при неточном заходе на посадку. В рассматриваемый период должно завершиться создание и начаться внедрение авиационных локальных ДПС для некатегорированной посадки и посадки по I категории.

В ближайшей перспективе совместно со спутниковыми навигационными системами предусматривается использование традиционных систем радионавигации на базе наземных средств РМА-90, РМД-90, DVOR-2000, DME -2000, РМД-200, которые позволяют обеспечить требуемый уровень целостности и непрерывности обслуживания полетов воздушных судов.

Для обеспечения посадки по категориям I, II и III будут использоваться системы точного захода на посадку типа СП-75, - 80, -90, -200 и ПРМГ, а также авиационные локальные ДПС типа GBAS.

Обеспечение прецизионных измерений в интересах гидрографии и специальных задач будут использоваться РНС типа ГРАС (ГРАС-2), "Крабик-Б", "Крабик-БМ". За другими системами (типа РСБН, «Чайка», «Маршрут» и др.) оставляются функции резервирования и/или функциональных дополнений.

Автотранспорт в предстоящий период будет использовать информацию ГЛОНАСС в номинальном и дифференциальном режиме, опорные станции которого будут входить в состав соответствующих центров управления и опорных пунктов.

Специалистами железнодорожного транспорта планируется определить концептуальные положения по использованию навигационной информации других ведомств в своих интересах и сформулировать требования к перспективным глобальным системам спутниковой навигации в части возможности их использования на железнодорожном транспорте, а также провести определение перспектив использования ДПС глобальных систем спутниковой навигации в сравнении с альтернативными способами определения местоположения подвижных объектов. Однако по данным темы "Выбор" общая потребность в ДПС до 2011 г. может составить до 300 единиц.

В интересах геодезии и картографии планируется широкое использование информации КНС ГЛОНАСС и GPS в основном в относительном и дифференциальном режимах с привлечением фазовых измерений при определении навигационных параметров.

2. В интересах повышения точности и надежности навигационного обеспечения целесообразно продолжить интегрированное использование ГЛОНАСС и GPS и их дополнений.

3. Развитие и эксплуатация системы ГЛОНАСС следует осуществлять таким образом, чтобы она давала потребительский и экономический эффект, соответствующий потенциальным возможностям ее состава в конкретном периоде. Реализация этого

принципа обеспечивается сбалансированным развитием всех элементов системы ГЛОНАСС в рамках выделенных ассигнований с использованием механизма частного-государственного партнерства.

4. Дальнейшее развитие системы. ГЛОНАСС планируется осуществлять как системы двойного назначения в рамках федеральной целевой программы «Глобальная навигационная система», что должно обеспечить ускорение создания перспективных космических средств, увязку по срокам, возможностям и ресурсам деятельности предприятий космической отрасли России, а также формирование рынка услуг на основе ресурсов координационно-временной и навигационной информации.

При этом должна быть обеспечена безопасность использования КНС ГЛОНАСС, в том числе, и при сотрудничестве с иностранными государствами.

В целях ускорения развития всех элементов радионавигационных систем необходимо создание конкурентной среды, а также привлечение профессиональных участников рынка, включая операторов связи, поставщиков информационных услуг и системных интеграторов.

5. В системе ГЛОНАСС планируется сохранить каналы высокой и стандартной точности, что позволит разрешить противоречие, свойственное системам двойного назначения, - обеспечение решение военных задач и, одновременно, выполнение международных обязательств по предоставлению навигационных услуг гражданским потребителям.

6. Система должна совершенствоваться в соответствии с перспективными требованиями потребителей в следующих направлениях:

- повышение точности и надежности навигационного обеспечения;
- расширение номенклатуры решаемых задач;
- снижение затрат на эксплуатацию и поддержание орбитальной группировки и т.д.

7. Основная доля финансирования НИОКР и серийных поставок по развитию системы ГЛОНАСС должна быть государственной, поскольку в условиях бесплатного предоставления навигационной информации система является высокочрезвычайно затратной и поэтому рассчитывать на серьезные внебюджетные инвестиции возможно только в исключительных случаях.

9. Должна быть проработана реализация режима возможного обеспечения дополнительных услуг. Доход от этого должен быть направлен на компенсацию эксплуатационных затрат.

10. При проведении работ по развитию и эксплуатации РНС необходимо реализовать комплекс мероприятий по метрологическому обеспечению их разработки, производства и эксплуатации, направленных на достижение требуемой точности измерения координат и определения времени посредством совершенствования характеристик аппаратуры и передачи размеров единиц от государственных эталонов к средствам измерения.

6.2. КНС ГЛОНАСС

Планируемое состояние орбитальной группировки КА на предстоящий период в соответствии с Постановлением Правительства Российской Федерации от 14 июля 2006 г. №423 об утверждении изменений, которые вносятся в Федеральную целевую программу "Глобальная навигационная система", представлено в следующей таблице:

Год	2007	2008	2009	2010	2011
Число КА	16	18	24	24	24

В период до 2008 г. (включительно) осуществлено и осуществляется (табл. 6.1):

Поддержание орбитальной группировки на уровне, превышающем 50% (15-16 КА «ГЛОНАСС», «ГЛОНАСС-М») и доведение ее численности до превышающей 18 КА в 2008 г.

Введение нового гражданского навигационного сигнала в диапазоне L2.

Расширение функциональных возможностей НАП (обеспечение измерения пространственной ориентации объекта, взаимодействие с разными типами автономных навигационных средств, обеспечение высокоточных относительных определений в реальном масштабе времени и т. д.).

Насыщение потребителей современными навигационными приемниками.

Начало перевода потребителей наземных навигационных систем, КНС «Цикада-М» и «Цикада» на обслуживание КНС ГЛОНАСС.

В период до 2011 г. (включительно) в соответствии с ФЦП «Глобальная навигационная система» планируется (табл. 6.1):

Доведение численности КА в ОГ до 24 и более.

Повышение основных ТТХ КНС ГЛОНАСС за счет использования межспутниковых измерений (МСИ).

Расширение номенклатуры решаемых задач (обеспечение обнаружения терпящих бедствие объектов).

Увеличение точности навигационных определений в 2...2,5 раза.

Расширение использования межспутниковой радиолинии для обеспечения целостности, передачи информации о терпящих бедствие объектах, оперативного управления и контроля КА и др.

Перевод потребителей наземных навигационных систем на обслуживание системой ГЛОНАСС.

Развертывание новых средств глобального мониторинга целостности КНС ГЛОНАСС; дальнейшая модернизация средств наземного комплекса управления и средств решения фундаментальных задач в интересах системы ГЛОНАСС, достижение характеристик системы ГЛОНАСС, сопоставимых с зарубежными аналогами.

Создание космического аппарата нового поколения "ГЛОНАСС-К", обеспечивающего решение задач на качественно новом уровне, сопоставимом с уровнем космических аппаратов систем GPS и Галилео.

Формирование основы для внедрения услуг на базе системы ГЛОНАСС путем создания и организации серийного производства конкурентоспособных образцов отечественной навигационной аппаратуры потребителей, работающей по сигналам ГЛОНАСС, GPS и Галилео, создания открытых цифровых навигационных карт, реализации пилотных проектов в различных отраслях экономики Российской Федерации, создания необходимой нормативной правовой базы; проводятся мероприятия, направленные на использование системы ГЛОНАСС в глобальном масштабе.

Поддержание и даже увеличение штатной орбитальной группировки путем запуска космических аппаратов "ГЛОНАСС-К".

Обеспечение достижения характеристик системы ГЛОНАСС до уровня конкурентоспособности, сопоставимого с зарубежными аналогами.

Завершение мероприятий ФЦП "Глобальная навигационная система" по созданию навигационной аппаратуры потребителей, внедрению технологий спутниковой навигации в различных отраслях экономики.

Создание условий для внедрения навигационных услуг с использованием системы ГЛОНАСС.

Завершение работы по комплексированию радиотехнических систем дальней навигации с системой ГЛОНАСС.

Обеспечение использования системы ГЛОНАСС в глобальном масштабе в соответствии с международными стандартами, регламентирующими применение глобальных навигационных спутниковых систем.

Основные приоритеты в период до 2011 гг. включительно:

Развитие орбитальной группировки (ОГ) и потребительского сегмента следует осуществлять сбалансировано. Важнейшими мероприятиями в этой области являются:

- завершение проведения ЛИ и развертывание серийного производства КА "ГЛОНАСС-М".
- наращивание ОГ КНС ГЛОНАСС с использованием КА "ГЛОНАСС-М".
- развертывание массового производства НАП, конкурентоспособной с лучшими зарубежными образцами, в том числе и по стоимостным показателям.

В настоящее время средства КНС ГЛОНАСС достаточно активно внедряются в различные транспортные системы. Как показал анализ имеющегося опыта в переводе морских потребителей с обслуживания КНС «Цикада» и «Цикада-М» на обслуживание системой ГЛОНАСС, потребовалась не только замена НАП, но и проработка вопросов, связанных с увязкой с информационными контурами потребителей, штурманским обслуживанием, со сроками ремонта кораблей и решением проблем ЭМС. Это вызвало необходимость серьезной научной проработки указанных проблем, а также дополнительных организационных усилий и финансовых затрат.

В то же время наблюдается тенденция по оснащению отечественных объектов НАП зарубежного производства. В связи с этим целесообразно:

- использовать положительный опыт Федерального агентства геодезии и картографии, которая разработала Федеральную целевую программу перевода геодезического обеспечения на спутниковые технологии, и разработать программы перехода на спутниковые технологии всем другим заинтересованным ведомствам;
- государственные объекты и транспортные средства, действующие в системах безопасности движения, оснащать только совмещенными приемниками ГЛОНАСС/GPS в соответствии с постановлениями Правительства Российской Федерации от 3 августа 1999 г. №896 и от 9 июня 2005 г. №365;
- оснащение потребителей осуществлять совмещенными приемниками преимущественно российского производства, что обеспечит поддержку отечественных предприятий; изготавливать современную НАП с ТТХ, не уступающими зарубежным аналогам, что в состоянии делать многие предприятия России (табл. А.1).

В области разработки перспективных средств КНС ГЛОНАСС основной задачей является завершение ОКР по созданию КА "ГЛОНАСС-К" с улучшенными ТТХ и проведение его летных испытаний с 2010 г. Основные качественные отличия КА "ГЛОНАСС-К" от КА "ГЛОНАСС-М" состоят в повышенном сроке активного существования (до 10 лет), наличии МСИ в полном объеме и аппаратуры, позволяющей решать задачу обнаружения терпящих бедствие объектов в реальном масштабе времени с точностью определения места аварии от 100 м.

6.3. Морские ДПС КНС

МДПС рассматриваются в качестве наиболее перспективных средств навигационного обеспечения мореплавания в прибрежных и проливных зонах, портах и узкостях, обеспечения водного транспорта на внутренних водных путях. МДПС имеют также возможности повышения точности местоопределения для решения таких задач, как выполнение гидрографических работ, прокладка подводных трубопроводов и автомати-

ческая постановка в док при использова- нии фазовых методов определения навига- ционных параметров.

На побережье России, должно быть развернуто более 35 контрольно-корректирующих станций, в частности, на основе морских маяков. Кроме того, предусмотрено размещение 25 дифференциальных станций на внутренних водных путях России (табл. 6.1).

В целях недопущения взаимных помех смежных станций МДПС и радиомаяков (отечественных и сопредельных стран) под эгидой МАМС выполнена координация частотных присвоений в полосе Радионавигации 283,5-315,0 кГц для Европейской морской зоны. 18 сентября 2001 года соответствующий Частотный план был введен в действие. По решению 14 сессии FERNS создана рабочая группа из представителей стран-участниц Совета для разработки соответствующего Частотного плана по Дальнево-сточной морской зоне. В связи с тем, что Минтранс России приступил к развертыванию дифференциальных станций на внутренних водных путях страны, соответствующим службам этого министерства необходимо выполнить предусмотренные регламентирующими документами мероприятия по национальному и международному согласованию Частотного плана для этих функциональных дополнений ГНСС.

МДПС России предоставляется отечественным и зарубежным потребителям в бесплатное и доступное пользование, при объявлении о вводе каждой из МДПС в штатную эксплуатацию Российская Федерация гарантирует соответствие ее характеристик международным нормам и несет ответственность за качество функционирования данного средства навигационного оборудования.

6.4. Авиационные ЛДПС типа GBAS и РДПС типа GRAS

Авиационные ЛДПС типа GBAS и РДПС типа GRAS рассматриваются в качестве перспективных средств навигационного обеспечения полетов ВС в аэроузловых зонах, в зонах аэропортов в ходе предпосадочного маневрирования, неточного захода на посадку и посадки по категории I. В предстоящее пятилетие планируются продолжение их разработки, испытания и начало внедрения (табл. 6.1).

Предусматривается (по данным НИР "Выбор" с учетом состояния вопроса и положений ФЦП "Глобальная навигационная система") до 2012 г. создание и размещение на аэродромах от 80 до 150 АЛДПС:

В соответствии с положениями ФЦП "Глобальная навигационная система" предполагается также до 2012 г. создание 3-4-х РДПС типа GRAS.

6.5. Региональные ДПС на основе ИФРНС

Предусматривается создание региональной (для Европейской территории РФ) дифференциальной подсистемы на базе передающих станций ИФРНС "Тропик-2Е" ("Чайка") в городах Петрозаводск, Сызрань, Карачев в соответствии с ОКР "Чайка-СНС" ФЦП "Глобальная навигационная система", а также ОКР «Пустырник». Создание аналогичных ДПС на основе мобильных ИФРНС "Тропик-2П" должно проводиться в ходе ОКР «Скорпион» (табл. 6.1).

Предполагается создание РДПС на основе РНС «Тропик-2В» - ОКР «СНС-Восток», «Тропик-2С» - ОКР «СНС-Север», Северо-Кавказской РНС «Тропик-2П» - ОКР «СНС-Юг» в рамках ФЦП "Глобальная навигационная система".

6.6. Центры управления и диспетчерские пункты наземного транспорта

Предусматривается (по данным НИР "Выбор") создание и использование до 2012 г. ~110 центров управления и диспетчерских пунктов автомобильного и городского электрического транспорта с дифференциальными опорными станциями.

6.7. Геодезические ДПС

Если в соответствии с ФЦП "Глобальная навигационная система" предусмотрено создание сети спутниковых дифференциальных геодезических станций (СДГС) на базе наблюдений спутниковой навигационной системы ГЛОНАСС, то по данным НИР «Выбор» для оснащения служб геодезии, картографии и землеустройства до 2012 г. существует потребность в 435 дифференциальных станций.

6.8. Производство и внедрение потребительской аппаратуры КНС

В соответствии с ФЦП "Глобальная навигационная система" были разработаны с 2002 по 2007 год 24 типа навигационно-временной аппаратуры гражданского и специального назначения, сравнимых по техническим характеристикам с зарубежными аналогами, включая разработку и освоение производства образцов приемоизмерительных модулей навигационных приемников, работающих по сигналам систем ГЛОНАСС и GPS, а до конца 2011 года – должны быть созданы не менее 50 образцов навигационно-временной аппаратуры гражданского и специального назначения, в том числе не менее 5 базовых модулей нового поколения мультисистемных (ГЛОНАСС, GPS, ГАЛИЛЕО) навигационных приемников и 20 образцов навигационно-временной аппаратуры гражданского назначения и систем на ее основе.

Требуемый объем НАП для госсектора составит до 2012 г. включительно около 300000 комплектов. Объем сектора массовых потребителей в несколько раз превосходит потребности потребителей госсектора.

6.9. Радиотехнические системы дальней навигации

Радиотехнические системы дальней навигации "Маршрут", "Тропик-2" ("Чайка"), "Тропик-2П", "Марс-75" остаются (табл. 6.1) в качестве важных средств коррекции автономного счисления ЛА военного назначения и морских судов. По мере внедрения КНС за ними будут оставаться функции резервных систем и функциональных дополнений (системы "Тропик-2", "Тропик-2П").

Эксплуатация системы "Маршрут" ("Альфа") в составе 4-х станций будет продолжаться до 2020 года, после чего будет решаться вопрос о целесообразности ее дальнейшего использования.

Системы "Тропик-2" ("Чайка") и "Тропик-2П" модернизируются в ходе ОКР «Пустырник» и «Скорпион» соответственно и продолжают работать вплоть до 2020 года.

Эксплуатация действующих цепей РНС "Марс-75" планируется до выработки технического ресурса. Предполагается их заменена разрабатываемой в настоящее время системой «Скорпион», которая будет работать по крайней мере до 2020 года.

6.10. Радиотехнические системы ближней навигации

РСБН

Система РСБН-4Н (-8Н) будет продолжать работать в разрешенном диапазоне частот в качестве основного средства ближней навигации военных самолетов и вертолетов по крайней мере до 2012 года (табл. 6.1) и затем в качестве резервного средства. При этом должны проводиться необходимые мероприятия, связанные с корректировкой диапазона частот, и по поддержанию маяков в работоспособном состоянии.

Комплекс РМА-90, РМД-90, DVOR-2000, DME -2000, РМД-200 (muna ВОР/ДМЕ)

Комплекс совместим с зарубежной аппаратурой типа ВОР/ДМЕ и обеспечивает самолетовождение по воздушным трассам России зарубежных воздушных судов. Он будет ограниченно развиваться и использоваться, пока это будет экономически целесообразно (табл. 6.1).

Комплекс ПРС-АРК

Комплекс ПРС-АРК будет продолжать использоваться в качестве радионавигационного средства обеспечения воздушных судов вплоть до 2010 года, а затем - в качестве резервного и аварийного навигационного средства с постепенным снижением числа систем (табл. 6.1).

РНС БРАС-3 и РС-10

Разностно-дальномерные радионавигационные системы БРАС-3 и РС-10 предназначены для обеспечения судовождения в прибрежной зоне плавания и при подходе к портам. Эксплуатация действующих цепей РНС планируется до выработки технического ресурса. Будет заменена разрабатываемой в настоящее время системой «Спрут» и МДПС (табл. 6.1).

Системы ГРАС (ГРАС-2), "Крабик-Б", "Крабик-БМ"

Дальномерные радионавигационные системы ГРАС (ГРАС-2), "Крабик-Б" по-прежнему будут обеспечивать решение задач высокоточной геодезической привязки подвижных и стационарных надводных объектов в прибрежной зоне, специальных задач и задач гидрографии, требующих ультравысокой точности определения местоположения.

По мере выработки технического ресурса они будут сниматься с эксплуатации и заменяться разработанным в настоящее время радиогеодезическим комплексом "Крабик-БМ" (табл. 6.1).

6.11. Системы посадки

Системы СП-75 (-80, -90, -200)

Будучи стандартным средством обеспечения посадки ВС международной гражданской авиации (аналогом ИЛС), системы СП-70 (-80, -90, 200) будут эксплуатироваться, пока это будет экономически целесообразно (решение ИКАО). Возможна замена систем I категории на АЛДПС (табл. 6.1).

Системы ПРМГ-5 (76У)

Являясь основными инструментальными средствами посадки военной авиации, системы ПРМГ будут продолжать эксплуатироваться вплоть до 2015 года. При этом должны быть проведены доработки и модернизации систем для работы в разрешенной части диапазона частот. Предполагается замена устаревших систем на АЛДПС (табл. 6.1).

6.12. Информационные системы для радионавигации

В ФЦП "Глобальная навигационная система" предусмотрено создание прикладного потребительского центра и системы информационного обеспечения (ОКР "Центр-П"), в результате чего должен быть развит распределенный прикладной потребительский центр на базе ИАЦ КВНО ЦУП ЦНИИМАШ и МНИЦ РНИИ КП как система информационного обеспечения широкого круга потребителей о состоянии и возможностях применения системы ГЛОНАСС.

В дополнение к работам, осуществляемым Центром аэронавигационной информации ГА по выпуску НОТАМ, в ФЦП "Глобальная навигационная система" намечены

работы по созданию комплексной автоматизированной системы сбора и доведения до авиационных пользователей в воздушном пространстве России информации о состоянии орбитальных группировок глобальной навигационной спутниковой системы и средств функциональных дополнений (ОКР "Центр-Авиа" и НИР "Доведение"), по созданию базы данных аэронавигационной информации (АНИ) и ее реализации на электронных носителях (ОКР "АНИ" и НИР "НТ-АНИ"), а также предусмотрено проведение комплекса работ по организации и научно-техническому обеспечению геодезической съемки аэронавигационных ориентиров (АНО) гражданских аэродромов и воздушных трасс России для использования спутниковой навигации (НИР "Ориентир").

В ФЦП "Глобальная навигационная система" предусмотрена разработка предложений по созданию службы оповещения потребителей водного транспорта о функционировании глобальных навигационных систем с учетом внедрения дифференциальных подсистем. (НИР "НАВИГАЦИЯ"), разработка предложений по созданию службы оповещения речных пользователей о работе глобальных навигационных спутниковых систем и их функциональных дополнений» (НИР "Оповещение-Река"), создание баз данных для картографического обеспечения внутренних водных путей с использованием глобальных навигационных спутниковых систем и их функциональных дополнений (ОКР "Карта-Река"), а также оснащение электронными навигационными картами (ЭНК) внутренних водных путей ("ЭНК на ВВП").

Предусмотрена также разработка средств мониторинга электромагнитной обстановки в диапазонах сигналов КНС.

Таблица 6.1. Планы развития радионавигационных систем

Годы Система	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
ОГ КНС ГЛОНАСС Все потребители	15-16КА 18КА 24 КА 24КА 24 КА 24-28 КА											
МДПС Морской и речной флот, ВМФ	20 39 60											
АЛДПС GBAS. РДПС GRAS ГА, МО	10 80 3-4 РДПС Эксплуатация и развитие											
РДПС на основе ИФРНС. МО, морской флот,	ОКР «ЧАЙКА-СНС» «СНС-Восток» «СНС-Север» Эксплуатация и развитие											
Центры управления и диспетчерские пункты наземного транспорта	30 110 Эксплуатация и развитие											
Геодезические ДПС	35 435 Эксплуатация и развитие											
Парк НАП КНС	8000 70000 НАП Эксплуатация и развитие											
Альфа "Маршрут", МО	4 станции Решение вопроса о дальнейшем использовании											
Чайка, "Тропик-2П", МО	Модернизация по ОКР «Пустырник» и «Скорпион» Продолжение эксплуатации											
Марс-75, ВМФ	Эксплуатация и замена по мере выработки ресурса разрабатываемой РНС «Скорпион»											
РСБН, МО	Перевод в разрешенную часть диапазона частот Эксплуатация в качестве основного средства БН Резервное средство											
РМА-90, РМД-90 ВОР/ДМЕ, DVOR-2000, ДМЕ -2000, РМД-200, ГА, МО	Ограниченное развитие и использование пока это будет экономически Для обеспечения маршрутных полетов и неточных заходов											
Комплекс ПРС-АРК, ГА, МО	Основное средство до 2010 года. Резервное и аварийное средство Постепенное снижение числа систем.											
РНС БРАС-3, и РС-10, ВМФ	Эксплуатация РНС до выработки ресурса - заменена на «Спрут» и МДПС											
ГРАС (ГРАС-2), "Крабик-Б (БМ)", ВМФ	ГРАС (ГРАС-2), "Крабик-Б" по мере выработки ресурса заменяются на "Крабик-БМ"											
СП-75 (-80, 90, 200), ГА, МО	Эксплуатация пока это будет экономически целесообразно. Возможна замена систем I категории на АЛДПС											
Системы ПРМГ-5 (76У), МО	Доработки и модернизации систем для работы в разрешенной части диапазона частот Замена части систем на АЛДПС Продолжение эксплуатации до 2015 г.											

7. ЭФФЕКТИВНОСТЬ РЕАЛИЗАЦИИ РАДИОНАВИГАЦИОННОГО ПЛАНА

Анализ материалов, представленных в плане показывает, что абсолютное большинство потребителей планируют к использованию в качестве основной радионавигационной системы глобальную навигационную спутниковую систему ГЛОНАСС и вспомогательной - GPS.

Ниже приведены виды эффекта, получаемые в Российской Федерации за счет использования ГНСС.

Учитывая, что существует переходный период, когда наряду с системой ГЛОНАСС одновременно будут использоваться традиционные радионавигационные средства, делать прогноз по абсолютному экономическому эффекту в народном хозяйстве страны от использования системы ГЛОНАСС чрезвычайно трудно. Это связано с медленным насыщением парка навигационной аппаратуры потребителей системы ГЛОНАСС, длительным периодом использования традиционных радионавигационных средств и связанными с этим другими факторами. В связи с этим рассмотрены только виды сравнительного эффекта при использовании системы ГЛОНАСС вместо традиционных радионавигационных средств.

Социально-экономический эффект - снижение себестоимости перевозок за счет:

- экономии топлива на 5% в результате сокращения времени нахождения транспортных средств в пути;
- сокращения эксплуатационных расходов на 10%;
- экономии капитальных вложений за счет исключения установки новых наземных радионавигационных средств, сокращения номенклатуры навигационной аппаратуры потребителей;
- экономии электроэнергии за счет сокращения количества эксплуатируемых наземных радионавигационных средств.

Социальный эффект:

- прогнозируемое уменьшение количества чрезвычайных происшествий за счет повышения уровня безопасности на всех видах транспорта;
- повышение качества обслуживания пассажиров за счет повышения регулярности движения транспорта;
- повышение производительности труда за счет увеличения объемов перевозок в часы “пик” и, как следствие, снижение фактора “транспортной усталости”;
- увеличение числа рабочих мест за счет расширения производства спутниковой навигационной аппаратуры потребителей.

Научно-технический эффект:

- создание глобального навигационного поля;
- повышение точности местоопределения транспортных и других объектов в 20 - 50 раз;
- повышение степени достоверности получения навигационной информации;
- освоение самых современных микроэлектронных и информационных технологий.

Политический эффект:

- обеспечение суверенитета в области радионавигационного обеспечения;
- признание отечественной системы ГЛОНАСС в качестве международной;

- использование отечественными и зарубежными пользователями отечественных дифференциальных систем на территории Российской Федерации;
- создание рынка сбыта отечественной комбинированной аппаратуры потребителей ГЛОНАСС\GPS в России и за рубежом.

Экологический эффект:

- исключение радиоизлучения наземных радионавигационных систем, снимаемых с эксплуатации;
- улучшение экологической обстановки за счет прекращения эксплуатации дизельных установок на наземных радионавигационных объектах.

8. МЕЖДУНАРОДНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО В ОБЛАСТИ РАДИОНАВИГАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Главными целями сотрудничества являются:

- создание и обеспечение условий для комбинированного использования отечественными потребителями КНС ГЛОНАСС, GPS и Галилео;
- взаимовыгодный информационный обмен в интересах совершенствования и развития навигационных средств и систем;
- создание объединенных (международных) РНС «Чайка» - «Лоран-С».

Основные задачи сотрудничества:

1. Обеспечение выполнения международных договоров и заявлений России в области радионавигации.
2. Создание условий для расширения экспорта российских технических средств КНС ГЛОНАСС на зарубежные рынки.
3. Использование иностранных технологий, а при необходимости с учетом интересов безопасности Российской Федерации - и элементной базы для совершенствования российских компонентов КНС ГЛОНАСС.

Основные направления сотрудничества:

1. Создание и обеспечение условий для комбинированного использования КНС ГЛОНАСС и GPS, а в перспективе - комбинированного использования ГЛОНАСС, GPS и ГАЛИЛЕО.
2. Продажа НАП и средств функциональных дополнений КНС ГЛОНАСС, работающих по сигналам стандартной точности и оказание помощи в их внедрении в информационные контуры объектами гражданских отраслей, обслуживании, ремонте и эксплуатации.
3. Проведение совместных НИОКР по разработке и созданию отдельных элементов национальных космических навигационных систем на основе КНС ГЛОНАСС и новых навигационных технологий, если это не ведет к передаче технологий, обеспечивающих интересы национальной безопасности Российской Федерации.
4. Оказание коммерческих услуг по проведению натуральных экспериментов при выполнении работ по созданию функциональных дополнений КНС ГЛОНАСС.
5. Проведение маркетинговых исследований для определения потребностей иностранных потребителей в навигационных средствах и услугах КНС ГЛОНАСС.
6. Совместная разработка навигационных технологий в интересах создания космических средств навигации III поколения, если это не противоречит интересам национальной безопасности Российской Федерации.

7. Создание объединенной системы дальней радионавигации «Чайка» и «Лоран-С» в Дальневосточном регионе и Баренцевом море.

8. Участие российских представителей в работе международных организаций: ИКАО, ИМО, МАМС, FERNs, RTCA, RTCM, МАИИ, EUGIN и др.; сотрудничество с национальными институтами навигации.

9. Согласование и уточнение Частотных планов МДПС регулирующими администрациями сопредельных стран в рабочих группах МАМС и FERNs.

ПРИЛОЖЕНИЕ № 1

К Радионавигационному плану Российской Федерации

Характеристики отечественной аппаратуры потребителей КНС

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Модель	Дата начала производства	Число каналов/число КА	Принимаемые сигналы	Потребитель	Масса, кг	Точность (СКО) определения координат, м; скорости V; Точность измерения S (м), VS (см/с)	Время вхождения в работу, холодный старт /горячий старт /после перерывов < 0,3 мин	Температура, °С, рабочая/ хранения	Влажность, %	Связи	Среднее время наработки на отказ, ч/ срок службы, лет/ресурс, ч/ гарантия, мес
МКБ «Компас»											
А-737	1998	12/12	L1 CT L1 C/A GPS	ГЛ А	2,8	15/-/ ГЛ	4...6/0,5...2,0/ 0,08...0,5	-40...+50/ -60...+70 (предельная)	-	ГОСТ 18977-79, РТМ 1495-75, измене- ния 2, 3; RS232	20000/-/-/
ПСН-2001	2004	12/12	L1 CT L1 C/A GPS	ГЛ А	1,0	15/-/ ГЛ	2/0,5/-	-60...+60	-	ГОСТ 18977-79, РТМ 1495-75, измене- ния 2, 3; RS232	-
Терминатор	1998	12/12	L1 CT L1 C/A GPS	ГЛ А	3,5	15...17/-/ ГЛ	2,5/-/0,08...0,5	-40...+50/ -60...+50 (предельная)	98 35° С	RS232	-
Плата ПРО	2005	24	L1 CT L1 C/A GPS	ГЛ Все типы	0,15	≤15/-/		-60...+60	-	RS232	-
Плата ПРО-М	2005	24	L1 CT, BT L1 C/A GPS	ГЛ Все типы в сложных помеховых условиях	0,1	≤15/-/		-60...+60	-	RS232	-
КБ «Навис», ГПФ Оризон-Навигация											
СН-3001	1999	14/14	L1 CT L1 C/A GPS	ГЛ З (полевые условия)	1,0	10...15/1...3/- 25...40/-/ GPS	ГЛ 3/1/0,1	-10...+55/ -40...+55		RS232 (422), NMEA- 0183, BINR	-
СН-3002	1999	14/14	L1 CT L1 C/A GPS	ГЛ З (полевые условия)	0,8	10...15/1...3/- 25...40/-/ GPS	ГЛ 3/1,5/0,1	-10...+55/ -40...+55		RS232 (422), NMEA- 0183, BINR	-
СН-3003	1999	14/14	L1 CT L1 C/A GPS	ГЛ З (полевые условия)	1,0	10...15/1...3/- 25...40/-/ GPS	ГЛ 3/1,5/0,1	-10...+55/ -60...+85		RS232 (422), NMEA- 0183, BINR	-

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
CH-3101	1999	14/14	L1 CT L1 C/A GPS	ГЛ М	3	10...15/1...3/- 25...40/-/ GPS	ГЛ 3/1,5/0,1	-10...+55 -40...55 (антенна)/ -60...+70	98 (40°C) 100 (антенна)	RS232, NMEA-0183, BINR	-
CH-3102	1999	14/14	L1 CT L1 C/A GPS	ГЛ М, Р	2,6	10...15/1...3/- 25...40/-/ GPS	ГЛ 3/0,8/0,1	0...40 -60...70 (антенна)/-		RS232(422), NMEA-0183, BINR	-
CH-3301	1999	14/14	L1 CT L1 C/A GPS	ГЛ А	3,8	10...15/1...3/- 25...40/-/ GPS	ГЛ 3/1,5/0,1	-10...+55 -55...+65 (антенна)/-	98 (40° C) 100 (антенна)	ARINC429, RS232, NMEA-0183, BINR, RTCM SC-104	-
CH-3302	1999	14/14	L1 CT L1 C/A GPS	ГЛ А, связь с НК	2,3	20/-/	3/1,5/-	-40...+55 -55...+65 (антенна) -60...+85 (предел)/-	98 (40° C) 100 (антенна)	ARINC429 ГОСТ 18977-79 PTM 1495 изменение 3, RS232E, NMEA-0183, BINR, RTCM SC-104	-
CH-3601	1999	14/14	L1 CT L1 C/A GPS	ГЛ 3, Г	4,5	12/1...2/0,02...0,03	3/1,5/-	-20...+55 -55...65 (антенна)/-		RS232E, NMEA-0183, BINR, RTCM SC-104 RINEX	-
CH-3700	1999	14/14	L1 CT L1 C/A GPS	ГЛ А, М, 3 (Тр)	1,2	10...15/1...3/- 25...40/-/ GPS	ГЛ 3/1,5/0,1	-40...+55 -60...+85 (антенна)/ -60...+85	70 (40° C) 100 (антенна)	RS232E, NMEA-0183, BINR, RTCM SC-104 RINEX	-
CH-3704 плата НАВИО Р-14	1999	14/14	L1 CT L1 C/A GPS	ГЛ А, М, 3 (Тр)	0,12	10...15/1...3/- 25...40/-/ GPS	ГЛ 3/1,5/0,1	-40...+55 -60...+85 (антенна)/ -60...+85	70 (40° C) 100 (антенна)	RS232E, NMEA-0183, BINR, RTCM SC-104 RINEX	-
CH-3706 плата	1999	14/14	L1 CT L1 C/A GPS	ГЛ А, М, 3 (Тр)	0,18	8...15/1...3/- 25...40/-/ GPS	ГЛ 3/0,8/0,1	-40...+70/ -60...85	98 (25° C)	RS232 (422), NMEA- 0183, BINR, RTCM SC-104	-
CH-3706 L2 мо- дуль приема плата	1999	7/7	L2 BT ГЛ	дополнение к CH-3706	-	-		-40...+70/ -60...+85	98 25° C	-	-
CH-99	2001	14/14	L1 CT BT L1 C/A GPS	ГЛ А, М, 3, Н	1,2	10/1-2/-	3/0,25/0,1	-50...+55/-	70	RS232, RS422 RTCM SC-104	-

СН-3702	2001	14/14	L1 CT ГЛ L1 C/A GPS	А, М, З, Н	1,2	10/1-2/-	3/1,5/0,22	-40...+55/-	70	RS232, RTCM SC-104	RS422	-
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		12
РИРВ- Котлин												
К-161	2000	16/16	L1 CT ГЛ L1 C/A GPS, WAAS, EGNOS	З, М, Р, Вр, ручная, ж/д	0,1	15/1,2/-	3/0,33/-	-30...+75/-	85	RS232, NMEA, RTCM SC-104		-
К-242	2000	24/-	L1 CT BT ГЛ L1 C/A GPS, WAAS, EGNOS	З, М, Р, Вр, ручная, ж/д	0,2	10/-/- ГЛ <15/-/- GPS	1,5/0,33/--	-30...+75/-	98	RS232, RTCM SC-104		-
Котлин МТ-102	2000	16/-	L1 CT ГЛ L1 C/A GPS, WAAS, EGNOS	М, Р	3,5	12/1,5/-	3/0,33/-	-15...+55/-	98	RS232, RTCM SC-104		-
Котлин МТ-201 с при- емником ДП	2000	16/-	L1 CT ГЛ L1 C/A GPS, WAAS, EGNOS	М, Р	1,5	12/1,5/-	3/0,33/-	-15...+55/-	98	RS232, RTCM SC-104		-
Котлин НТ-101	2000	16/-	L1 CT ГЛ L1 C/A GPS, WAAS, EGNOS	авто	0,85	12/1,5/-	3/0,33/-	-30...+60/-	98	RS232, RTCM SC-104		-
Земле- мер-ЛП	1998	6/-	L1 C/A GPS	Г	10	10-15 (без СД) 0,005....0,01/-	-/-/-	-20...+50/ -	100	RS232C		-
АВИАПРИБОР												
СНС-2	2001	12 ГЛ+12 GPS	L1 CT ГЛ L1 C/A GPS	А	3,4	18/-/-	-	-	-	ГОСТ 18977-79 ARINC429		-
СНС-3	2001	12 ГЛ+12 GPS	L1 CT ГЛ L1 C/A GPS	А	4	18/-/-	-	-	-	ГОСТ 18977-79 ARINC429		-
ФГУП «РНИИ КР» - ЗАО «НПО КР»												

Репер-М	2001	18	L1 CT ГЛ L1 C/A GPS	3, Тр	0,4	$\leq 20/2,5/-$ $VS \leq$	3/0,33/	-40...+50/-	100	RS232	-
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Репер-ВТ	2001	40	L1 CT, L2 бкп ГЛ L1 C/A L2 бкп GPS	3, Г, Тр	1,65-2,1	$\leq 25/1/ 0,02+1$ ppm	-/-/-	-30...+70/-	98	RS232	-
Репер 01	2001	24	L1 CT L2 бкп ГЛ L1 C/A L2 бкп GPS	3, Тр	5	$\leq 20/-/-$ $S \leq 1, VS \leq 0,1$	-/-/-	-10...+60/-	100	RS232	-
ГСА-2	2001	40	L1 CT L2 бкп ГЛ L1 C/A L2 бкп GPS	Г, 3	4	$\leq 3/-/\leq 0,003$ $+1$ ppm	3/-/-	0...+50	98	USB RS232	
Репер 21	2002	40+20	L1 CT L2 бкп ГЛ L1 C/A L2 бкп GPS	3	8	Форм. Диф. По- правок с точн. 0,1 м по коду, 0,5 мм по фазе		-40... +50	98	RS232	
АСН-Ф	2003	12	L1 CT ГЛ L1 C/A GPS	К	3	$\leq 20/-/-$ $V \leq 3,3$ см/с/-/-	2/-/-	0...+40	98	Токовая петля	
АСН-К	2003	12	L1 CT ГЛ L1 C/A GPS	К	3,5	$S \leq 3$ $VS \leq 1,5$	-/0,17/-	-20...+50	98	МКО	
БИС 1	2003	40	L1 CT L2 бкп ГЛ L1 C/A L2 бкп GPS	3	9,5	-/0,1 по коду 0,0005 по фазе/- $S \leq 1$ $VS \leq 0,1$		0...+55	98 $t=35^\circ$	при RS232	
БИС 2	2003	40	L1 CT L2 бкп ГЛ L1 C/A L2 бкп GPS	3	1,1	$\leq 15/-/-$ $S \leq 1$ $VS \leq 0,1$		0...+40	98 $t=35^\circ$	при RS422	
АСН-С	2004	20	L1 CT ГЛ L1 C/A GPS	К	3,2	$S \leq 15$ $VS \leq 10$	-/0,5/-	-40...+50	98	RS232	

АСН-Г	2004	40	L1 CT ГЛ L1 C/A GPS	К	1,6	$\leq 20/-/$ $S \leq 3,4$ $V \leq 2,7$	-/1/-	-50...+55	98	RS232 Токовая петля МКО	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
НАП-С	2004	2×40	L1 CT L2 бкп ГЛ L1 C/A L2 бкп GPS	3, Тр	1,5	$\leq 20/-/$ $V \leq 5$ см/с/-/- Ориент. ≤ 10 угл. мин на базе 1 м		-40...+50	98	RS232	
АСН-Г	2004	12	L1 CT ГЛ L1 C/A GPS	К	0,5	$\leq 20/-/$ $V \leq 3,3$ см/с/-/-	2/-/-	-30...+60	98	RS232	
АСН-Я	2005	12	L1 CT ГЛ L1 C/A GPS	К	3,	$\leq 18/2/-$ $V \leq 3$ см/с/-/-		-20...+50	98	МКО	
БИС 3	2005	48	L1 CT BT L2 CT BT ГЛ L1 C/A GPS	3	2 евро- стойки	$S \leq 0,5$		0...+50	98	Специал.	
НАП-О	2005	4×40	L1 CT L2 бкп ГЛ L1 C/A L2 бкп GPS	А, К	5	$\leq 10/-/$ $V \leq 1$ см/с/-/- Ориент. $\leq 4,5$ угл. мин на базе 1 м	1,5/ 0,17/ -	-40...+55	98	RS232	
ГСА-2П	2006	40	L1 CT L2 бкп ГЛ L1 C/A L2 бкп GPS	Г, Тр	3,5	$\leq 20/-/ \leq 0,02$ +1ppm		-40...+50	100	USB	
КГТУ, НИИ радиотехники, ГУ НПП «Радиосвязь» г. Красноярск											
МРК-11	1999		L1 CT BT до- работка ГЛ L1 C/A GPS	А, М, 3, Тр, ж/д, ориен- тация	6,2	30/-/-2-10, ориентация	-	-40...+60/-		RS232 (422)	-
МРК-18А	1999		L1 ПТ ГЛ L1 C/A GPS	А	2,5 3,3 пуль- том	30/-/-	-	-40...+60/-		RS232 (422)	-

Примечание: А – авиация, В – военные объекты, Вр – временное обеспечение, Г – геодезия, ж/д- железнодорожные потребители, З – наземные потребители, К – космические объекты, М – морской флот, Н – навигационное обеспечение, Р – речной флот, Тр – транспорт, ГЛ – ГЛОНАСС, НР – номинальный режим, ДР – дифференциальный режим, ПДР – пост-дифференциальный режим, предполагающий обработку после проведения измерений, $ppm = 10^{-6}L$, где L – длина определяемой базы в геодезических применениях. МКО – мультиплексный канал обмена, S – псевдодалность, VS – радиальная псевдоскорость, бкп – бескодовый прием.

** интегрированная аппаратура; *** с датчиками курса и скорости.

ПРИЛОЖЕНИЕ № 2

К Радионавигационному плану Российской Федерации

Распределение частотного спектра для радионавигационных средств

№ п/п			Наименование РНС	Диапазон частот, МГц	
1	Космические	Общего назначения	ГЛОНАСС	1592-1621; 1241-1262	
2			ЦИКАДА, ЦИКАДА-М	399,76-401,04; 149,91-150,39	
3			ГЛОНАСС-М	1592-1621; 1237-1262	
4			ГЛОНАСС-К	1592-1621; 1237-1262; 1197-1213	
5		Геодезия	ГЕО-ИК	150; 400	
6			ГЕО-ИК2	400; 2000	
7	Наземные	Авиационные	«Маршрут» («Альфа»)	$10-17 \cdot 10^{-3}$	
8			«Тропик -2» («Чайка»), «Тропик -2П»	$83- 117 \cdot 10^{-3}$	
9			ПРС - АРК	0,150- 1,750	
10			РМА – 90; АДПС	108 - 118	
11			СП – 70; СП – 80; СП - 90	108 – 112; 329 -335; 75 (маркер)	
12			РМД-90Н	950-1215	
13			РСБН-4Н (-8Н)	772 - 1000,5; 873,6 - 935,2*)	
14			ПРМГ-5 (-76У)	772 – 1000,5*)	
15			Морские	«Марс-75»	$64-92 \cdot 10^{-3}$
16				РМ типа КРМ и АЛМАЗ; МДПС	0,285-0,315
17				«Спрут»	1,6-2,2
18				«Поиск»	1-2,4
19				БРАС - 3	1,6-2,2
20				РС - 10	3,6-12
21		ГРАС (ГРАС-2)		4100 - 4300 (ГРАС); 3902-4198 (ГРАС-2)	
22	«Крабик-Б»	321-331			
23	«Крабик-БМ»	230 - 332			

*) Уточняется по мере освобождения диапазона для систем сотовой связи.