

Возможности улучшения условий
эксплуатации при использовании
ГНСС, функциональных
дополнений и систем, основанных
на применении технологий
CNS/ATM,
Санкт-Петербург, 25-26 апреля 2007 г.

Корчагин В.А., начальник управления РТОиС
Федеральной аэронавигационной службы

Интенсивность полетов в аэропортах России

Аэропорт	Федерального значения	Международный	Сертификация по категории посадки ИКАО	ИВД
Москва (Шереметьево)	+	+	I, II и IIIА (с ограничен.)	77458
Москва (Домодедово)	+	+	I, II и IIIА	74787
Москва (Внуково)	+	+	I и II	49089
Санкт-Петербург (Пулково)	+	+	I, II и IIIА (с ограничен.)	35116
Екатеринбург (Кольцово)	+	+	I	13392
Новосибирск (Толмачево)	+	+	I	11437
Самара (Курумоч)	+	+	I	11016
Тюмень (Рощино)	+	+		9287
Сочи	+	+		9166
Краснодар (Пашковский)	+	+	I	8919
Хабаровск (Новый)	+	+	I	8006
Сургут	запасной	+	I	7412
Иркутск	+	+	I	7290
Уфа	+	+	I и II	7288
Красноярск (Емельяново)	+	+	I	7208
Якутск	+	+	I	6335
Калининград (Храброво)	+	+	I	6062
Ростов-на-Дону	+	+	I и II	5764

Интенсивность полетов в аэропортах России (продолжение)

Аэропорт	Федерального значения	Международный	Сертификация по категории посадки ИКАО	ИВД
Казань	+	+	I и II	5415
Нижневартовск	+	+	I	5019
Владивосток (Кневичи)	+	+		4953
Южно-Сахалинск	+	+		4758
Архангельск (Талаги)	+	+	I	4749
Минеральные Воды	+	+	I и II	4531
Ханты-Мансийск		+	I	4405
Пермь (Большое Савино)	+	+		3787
Анапа (Витязево)	+	+		3691
Нижний Новгород (Стригино)	+	+	I	3536
Сыктывкар	+	+		3235
Волгоград (Гумрак)	+	+		3194
Омск (Центральный)	+	+		3151
Челябинск (Баландино)	+	+	I	3103
Норильск	+			2548
Томск (Богашево)	+			2409
Мурманск	+	+	I	2284
Воронеж (Чертовицкое)	+	+		2192

Интенсивность полетов в аэропортах России (продолжение)

Аэропорт	Федерального значения	Международный	Сертификация по категории посадки ИКАО	ИВД
Оренбург (Центральный)	+	+	I	2138
Кемерово	+	+	I	2013
Нижекамск (Бегишево)		+		1766
Ноябрьск	+			1721
Барнаул	+	+		1610
Когалым		+	I	1592
Саратов	+	+		1582
Астрахань (Нариманово)	+	+	I	1578
Махачкала		+		1502
Магадан	+	+	I	1470
Ижевск			I	1410
Братск	+	+		1282
Чита (Кадала)	+	+		1243
Магнитогорск	+	+		1223
Улан-Удэ	+	+		1140
Владикавказ (Беслан)	+	+		1139
Анадырь	+	+		1133
Благовещенск	+	+		1129

Интенсивность полетов в аэропортах России (продолжение)

Аэропорт	Федерального значения	Международный	Сертификация по категории посадки ИКАО	ИВД
Нальчик	+	+		1122
Ставрополь (Шпаковское)	+	+		1083
Белгород		+		893
Ульяновск (Баратаевка)	+			864
Абакан	+	+		811
Пенза	+			719
Москва (Быково)	+			699
Ярославль (Туношна)		+	I	699
Новокузнецк	+			678
Орск		+		669
Петрозаводск (Бесовец)	+	+		649
Хатанга	+			532
Чебоксары		+		475
Нерюнгри (Чульман)		+		454
Петропавловск-Камчатский	+	+		389
Воркута	+			385
Курск		+		373
Псков (Кресты)		+		367
Раменское		+		360

Преимущества при переходе к спутниковой навигации и системам CNS/ATM

Сокращение летного времени и эксплуатационных расходов пользователей воздушного пространства России

Снижение эксплуатационных расходов системы ОрВД за счет внедрения современных технологий и отказа от эксплуатации ряда систем навигации и наблюдения наземного базирования

Гражданская авиация России может перейти к спутниковой навигации и системам ОрВД, основанных на технологиях CNS/ATM, без ущерба интересам национальной безопасности и обороноспособности. База – наличие собственной орбитальной группировки ГЛОНАСС

Основные задачи подпрограммы 3 ФЦП «Глобальная навигационная система» – внедрение и использование спутниковых навигационных систем в интересах гражданской авиации

Оснащение и переоснащение воздушных судов гражданской авиации бортовыми системами глобальной навигационной спутниковой системы и системами CNS/ATM, соответствующими стандартам ИКАО

Ввод в эксплуатацию центра по сбору и доведению до авиационных пользователей в воздушном пространстве России информации по мониторингу за состоянием орбитальных группировок ГЛОНАСС и GPS

Внедрение средств функциональных дополнений наземного базирования (GBAS) в аэропортах ГА

Внедрение средств региональных функциональных дополнений наземного базирования (GRAS)

Внедрение систем УВД, основанных на технологии ADS-A и цифровой ЛПД диспетчер-пилот (CPDLC)

Внедрение систем УВД, основанных на технологии ADS-B

Основные принципы концепции применения GNSS в гражданской авиации России

- применение стандартов и рекомендуемой практики ИКАО
- обеспечение совместимости, взаимодействия и интеграции с мировой аэронавигационной инфраструктурой при сохранении национального контроля и независимости отечественной системы навигации ВС
- обеспечение требуемых навигационных характеристик (RNP) на всех этапах полета ВС, как основы для поддержания и повышения уровня безопасности воздушного движения
- обеспечение эволюционного перехода от действующей системы навигации к перспективной системе, учитывая реальные экономические возможности страны и инерцию развития парка средств обеспечения навигации и посадки ВС
- выбор наиболее экономичных вариантов построения и поэтапный ввод перспективной системы навигации

Основные элементы концепции применения системы GNSS в гражданской авиации России

- совместное использование систем ГЛОНАСС и GPS, на основании Постановления Правительства Российской Федерации от 9.06.2005 № 365
- применение бортовой системы дополнения типа ABAS, использование комплексной обработки навигационной информации
- использование системы наземных дополнений GBAS для удовлетворения требований RNP в районе аэродрома
- создание на основе систем GBAS систем контроля и мониторинга

Использование GNSS

На воздушных трассах

При маневрировании в районе аэродрома

Для категорированной и некатегорированной
посадок

Таблица 1. Требования RNP по Doc.9613-AN/937, изд. второе, 1999 г.

Тип RNP	Типовая операция	Точность (горизонталь/ вертикаль) (95%)	Интервал Удержания (горизонталь / вертикаль)	Целостность и время до предупрежде ния	Непрерывно сть	Готовност ь
RNP 1	На маршруте	±1853 м				
RNP 0.5	Начальный заход, вылет	± 926 м	± 1853 м	1-10 ⁻⁵ /м	1 -10 ⁻⁴ /ч	0.95
RNP 0.3	Начальный или промежуточный заход, неточный заход, вылет	±556 м	+ 1112м	1 -10 ⁻⁵ /м	1-10 ⁻⁴ /ч	0.95
RNP 0.3/125	Неточный заход с вертикальным управлением (APV-I)	±556 м/ 38 м	± 1112м/76м	1-10 ⁻⁵ /ч	1-10 ⁻⁴ /ч	0.95
RNP 0.03/50	Неточный заход с вертикальным управлением (APV-II)	± 56м/ 15м	± 167м/ 46 м		1-10 ⁻⁵ любые 15 с	0.9975
RNP 0.02/40	Точный заход по категории I	± 37м/ 12м	±111 м/ 47 м	1-3.5x10 ⁻⁷ (на заход) 6с	1-10 ⁻⁵ любые 15 с	0.9975
RNP 0.01/15	Точный заход по категории II	± 19м/ 5 м	±56 м/ 14м	1-2.5x10 ⁻⁹ (на заход) 1 с	1-6.0x10 ⁻⁶ любые 15 с	0.9985
RNP 0.003	Точный заход по категории III	±6 м включая касание и пробег по ВПП	± 17м	1-2x10 ⁻⁹ (на заход) 1 с	1-6.0x10 ⁻⁶ любые 30 с	0.999

Методы обеспечения требований RNP

Параметры RNP	Воздушное пространство, где необходимо применение специальных методов или систем функциональных дополнений	Принципы обеспечения параметров	Связанные с принципами специальные методы или системы функциональных дополнений
Точность	Только аэродромное воздушное пространство при выполнении схем маневрирования и заходов на посадку	Дифференциальные методы	SBAS, GRAS, GBAS (в зависимости от конкретной операции)
		Дополнительные источники сигналов дальности на разных частотах	GLONASS L1/L3, GPS L1/L5, GALILEO L1/E5b
Целостность	Во всем воздушном пространстве и при всех обстоятельствах	Применение других бортовых источников навигационной информации, основанных на других физических принципах работы	ABAS (RAIM)
		Обнаружение отказа спутника на земле и передача сообщения на борт	SBAS, GRAS, GBAS
Непрерывность обслуживания	Во всем воздушном пространстве и при всех обстоятельствах	Применение более одной или всех доступных орбитальных группировок	GLONASS+GPS+GALILEO
		Дополнительные источники сигналов дальности	SBAS, псевдоспутники
		Комплексирование с другими бортовыми источниками навигационной информации, основанными на других физических принципах работы	Инерциальная навигационная система, VOR/DME, ИЛС и др.
Готовность	Во всем воздушном пространстве и при всех обстоятельствах	Применение больше одного или всех доступных орбитальных группировок	GLONASS+GPS+GALILEO
		Дополнительные источники сигнала дальности	SBAS, псевдоспутники

Применимость специальных методов и систем функциональных дополнений

Специальные методы или системы функциональных дополнений	Этап полета	Параметры RNP
Применение более одной или всех доступных орбитальных группировок (GLONASS+GPS+GALILEO)	Во всем воздушном пространстве	непрерывность, готовность
ABAS (RAIM)	Маршрут, район аэродрома до этапа захода на посадку	целостность
Дополнительные источники сигналов дальности на разных частотах (GLONASS L1/L3, GPS L1/L5, GALILEO L1/E5b)	Маршрут, район аэродрома, включая посадку с вертикальным наведением (возможно даже и точную посадку)	точность, целостность (в случае передачи информации о целостности непосредственно со спутников, как это предполагается в системе GALILEO)
Комплексирование с другими бортовыми источниками навигационной информации, основанными на других физических принципах работы (инерциальная навигационная система, VOR/DME, ИЛС и др.)	Маршрут, район аэродрома до этапа захода на посадку	непрерывность
SBAS	Маршрут, район аэродрома, включая посадку с вертикальным наведением	непрерывность, готовность, целостность, точность
GRAS	Маршрут вдоль основных трасс, район аэродрома, включая посадку с вертикальным наведением	целостность, точность
GBAS	Район аэродрома, включая точную посадку	целостность, точность
Псевдоспутники	Район аэродрома	непрерывность, готовность

Возможности выполнения требований RNP для различных операций при различных сочетаниях созвездий GNSS и применении функциональных дополнений

	одночастотный метод обслуживания				двухчастотный метод обслуживания		
	одно созвездие		несколько созвездий		одно созвездие	несколько созвездий	
	GL/L1, GPS/L1	GAL/L1, GAL/E5b	GL/L1+GPS/L1	GL/L1+GPS/L1+ GAL/L1	GL/L1+GL/ L3, GPS/L1+GPS/ L5	GL/L1+GL/ L3+GPS/L1 (or GPS/L5), GPS/L1+GPS/L5+G L/L1 (or GL/L3)	GL/L1+GL/ L3+GAL/E5b (or GAL/L1), GPS/L1+GPS/L5+GA L/E5b (or GAL/L1)
Маршрут, район аэродрома	удовлетворяет	удовлетворяет	удовлетворяет	удовлетворяет	удовлетворяет	удовлетворяет	удовлетворяет
Начальный заход, промежуточный заход, неточный заход на посадку	не удовлетворяет IN,CO,AV IN= AB, SB (I), GR, GB CO= AB, SB (N) AV= SB (N)	удовлетворяет	не удовлетворяет IN IN= AB, SB (I), GR, GB	удовлетворяет	не удовлетворяет IN,CO,AV IN= AB, SB (I), GR, GB CO= AB, SB (N) AV= SB (N)	не удовлетворяет IN IN= SB (I), GR, GB	удовлетворяет
APV-I	не удовлетворяет AC,IN,CO,AV AC= SB (A), GR, GB IN= SB (I), GR, GB CO= SB (N) AV= SB (N)	не удовлетворяет AC,CO,AV AC= SB (A), GR, GB CO= SB (N) AV= SB (N)	не удовлетворяет AC,IN AC= SB (A), GR, GB IN= SB (I), GR, GB	возможно (или иногда) удовлетворяет	не удовлетворяет IN,CO,AV IN= SB (I), GR, GB CO= SB (N) AV= SB (N)	не удовлетворяет IN IN= SB (I), GR, GB	возможно (или иногда) удовлетворяет

Возможности выполнения требований RNP для различных операций при различных сочетаниях созвездий GNSS и применении функциональных дополнений (продолжение)

	одночастотный метод обслуживания				двухчастотный метод обслуживания		
	одно созвездие		несколько созвездий		одно созвездие	несколько созвездий	
	GL/L1, GPS/L1	GAL/L1, GAL/E5b	GL/L1+GPS/L1	GL/L1+GPS/L1+ GAL/L1	GL/L1+GL/ L3, GPS/L1+GPS/L5	GL/L1+GL/ L3+GPS/L1 (or GPS/L5), GPS/L1+GPS/L5+GL/ L1 (or GL/L3)	GL/L1+GL/ L3+GAL/E5b (or GAL/L1), GPS/L1+GPS/L5+GAL/ E5b (or GAL/L1)
APV- II	не удовлетворяет AC,IN,CO,AV AC= GR, GB IN= SB (I), GR, GB CO= SB (N) AV= SB (N)	не удовлетворяет AC,CO,AV AC= SB (A), GR, GB CO= SB (N) AV= SB (N)	не удовлетворяет AC,IN AC= GR, GB IN= SB (I), GR, GB	не удовлетворяет AC,IN AC= SB (A), GR, GB IN= SB (I), GR, GB	не удовлетворяет AC,IN,CO,AV AC= SB (A), GR, GB IN= SB (I), GR, GB CO= SB (N) AV= SB (N)	не удовлетворяет IN IN= SB (I), GR, GB	возможно (или иногда) удовлетворяет
Катег ории I, II, III	не удовлетворяет AC,IN,CO,AV AC= GB IN= GB CO= SB (N) AV= SB (N)	не удовлетворяет AC,IN,CO,AV AC= GB IN= GB CO= SB (N) AV= SB (N)	не удовлетворяет AC,IN AC= GB IN= GB	не удовлетворяет AC,IN AC= GB IN= GB	не удовлетворяет AC,IN,CO,AV AC= GB IN= GB CO= SB (N) AV= SB (N)	не удовлетворяет AC,IN AC= GB IN= GB	не удовлетворяет AC,IN AC= GB IN= GB

Используемые обозначения:

GL/L1, GL/L3 – канал стандартной точности (CSA) системы ГЛОНАСС на частотах L1 и L3 соответственно;
 GPS/L1, GPS/L5 – сигнал стандартной точности системы GPS на частотах L1 и L5 соответственно; GAL/L1,
 GAL/E5b – канал стандартной точности системы GALILEO на частотах L1 и E5b соответственно; AB –
 функциональное дополнение ABAS; SB – обслуживание SBAS; GR – обслуживание GRAS; GB – обслуживание GBAS
 по категории I/ II/III; AC = ACCURACY; IN = INTEGRITY; CO = CONTINUITY; AV = AVAILABILITY;
 запятая («,») означает «или».

Применяемый тип приемника и созвездий спутников в зависимости от типа воздушного пространства при 100 % удовлетворении параметрам RNP и одночастотном методе обслуживания

Созвездие	Тип приемника	Тип воздушного пространства
ГЛОНАСС L1	Приемник L1 с RAIM	Океаническое воздушное пространство и континентальное с низкой ИВД
ГЛОНАСС L1	Приемник L1 с RAIM	Континентальное воздушное пространство
ГЛОНАСС L1 + GPS L1	Приемник SBAS L1	Воздушное пространство аэродрома (начальный заход на посадку)
ГЛОНАСС L1 + GPS L1	Приемник SBAS L1	Воздушное пространство аэродрома (неточный заход на посадку)
ГЛОНАСС L1 + GPS L1	Приемник SBAS L1	Воздушное пространство аэродрома (неточный заход на посадку с вертикальным наведением)
ГЛОНАСС L1+ GPS L1	Приемник GBAS L1	Воздушное пространство аэродрома (категорированный заход)

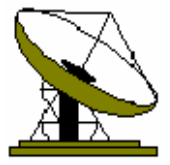
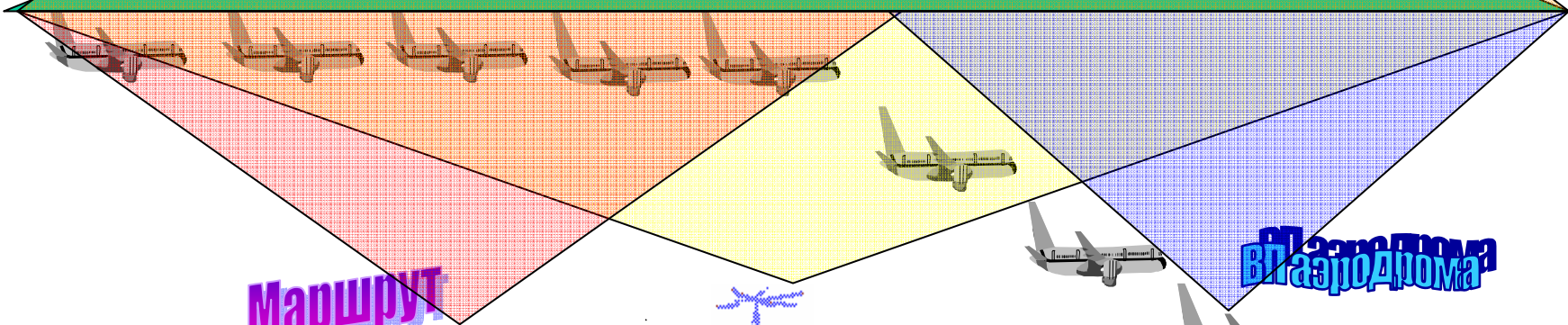
Применяемый тип приемника и созвездий спутников в зависимости от типа воздушного пространства при 100 % удовлетворении параметрам RNP и двухчастотном методе обслуживания

Созвездие	Тип приемника	Тип воздушного пространства
ГЛОНАСС L1/L3	Приемник L1/L3 с RAIM	Океаническое воздушное пространство и континентальное с низкой ИВД
ГЛОНАСС L1/L3	Приемник L1/L3 с RAIM	Континентальное воздушное пространство
ГЛОНАСС L1/L3	Приемник SBAS L1/L3	Воздушное пространство аэродрома (начальный заход на посадку)
ГЛОНАСС L1/L3	Приемник SBAS L1/L3	Воздушное пространство аэродрома (неточный заход на посадку)
ГЛОНАСС L1/L3	Приемник GBAS/SBAS L1/L3	Воздушное пространство аэродрома (неточный заход на посадку с вертикальным наведением)
ГЛОНАСС L1/L3	Приемник GBAS/SBAS L1/L3	Воздушное пространство аэродрома (категорированный заход)

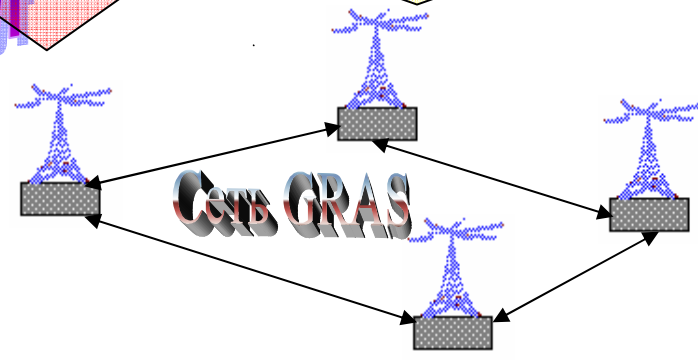


SBAS GEO

Спутники GNSS



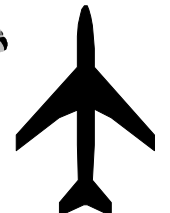
Станция закладки SBAS



ВПП аэродрома

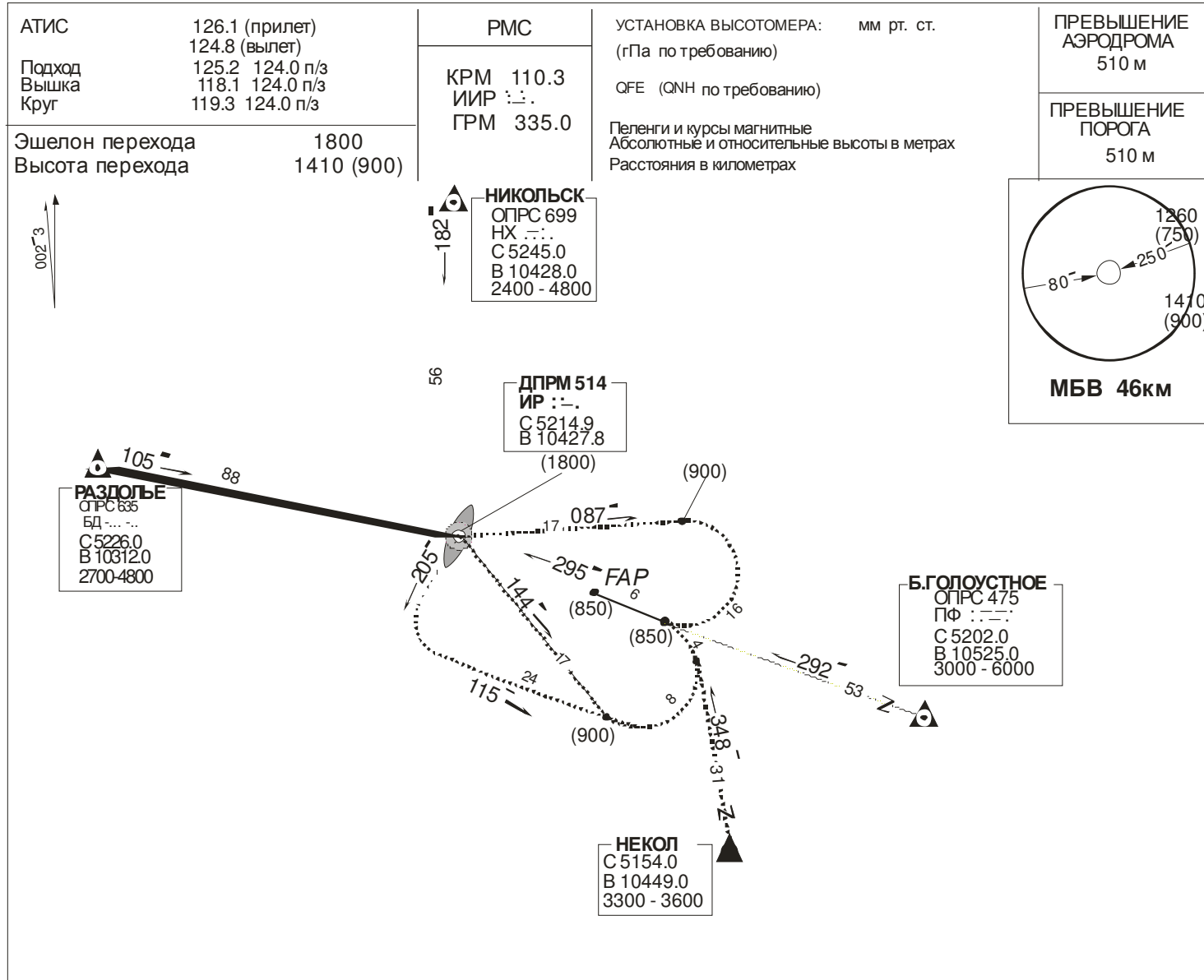


GBAS

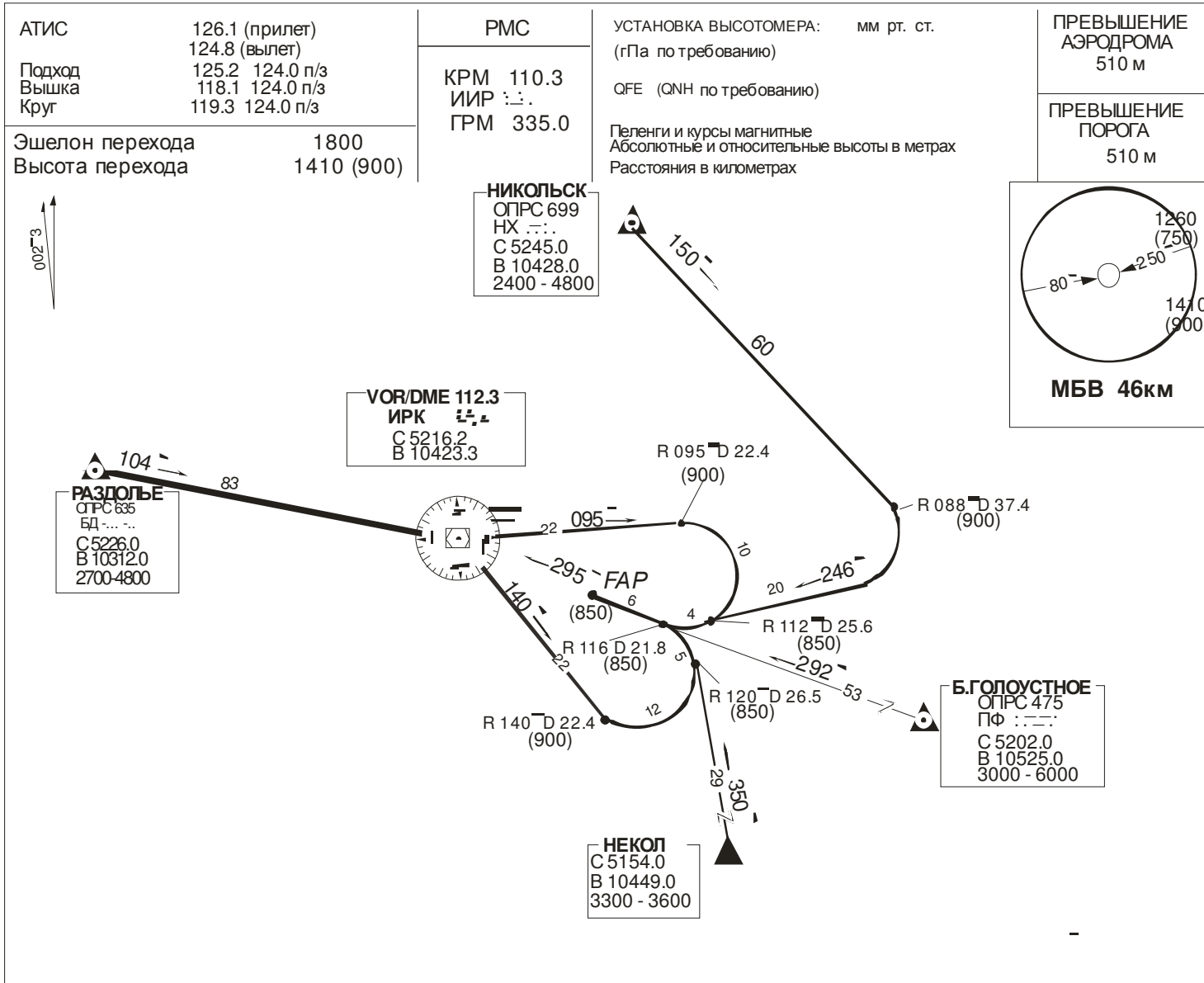


ВПП

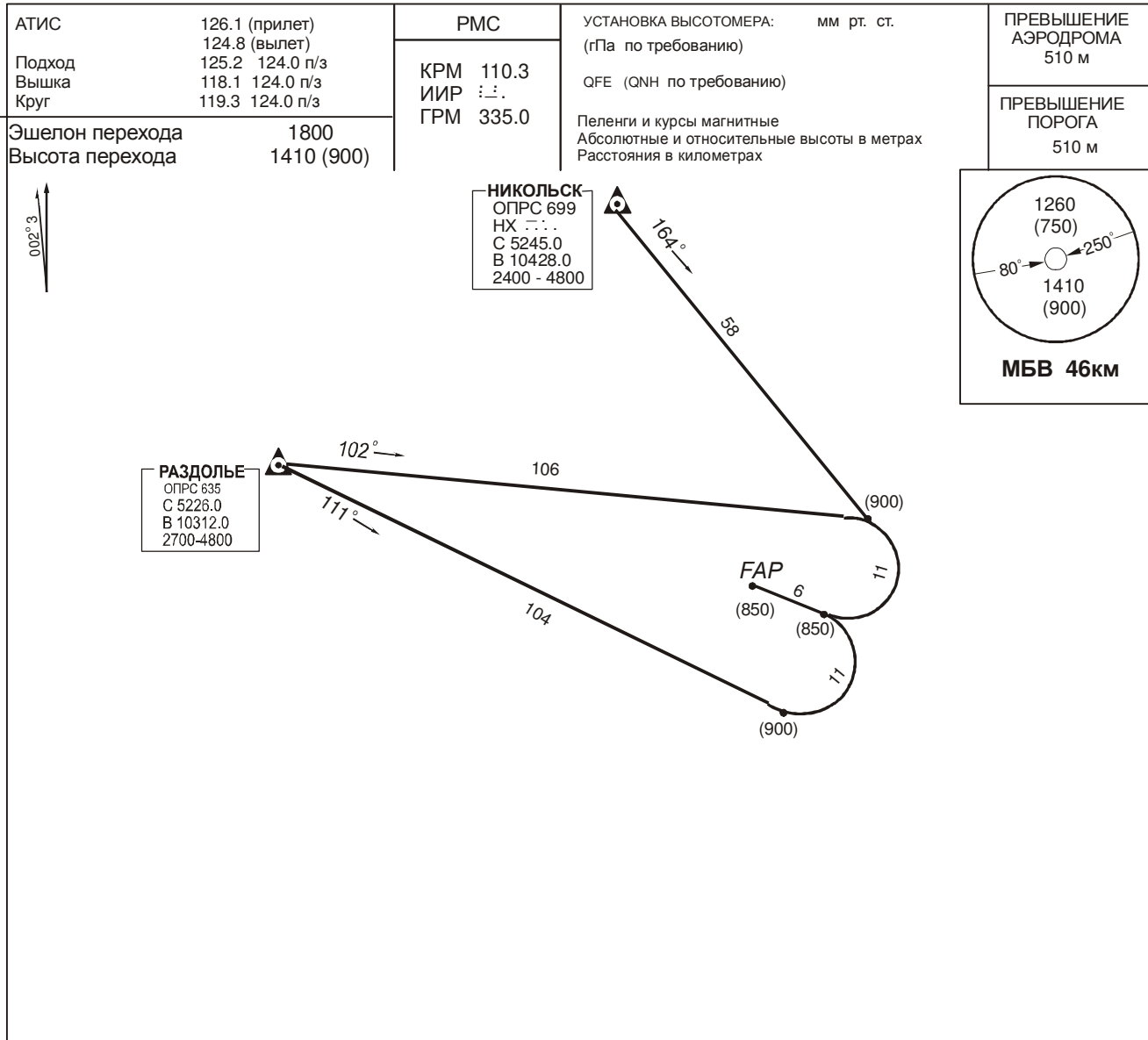
ДПРМ ВПП 30



ВОР/ДМЕ ВПП 30



По указанию органа УВД ВПП 30



АВИАЦИОННАЯ ЛОКАЛЬНАЯ КОНТРОЛЬНО-КОРРЕКТИРУЮЩАЯ СТАНЦИЯ ГЛОНАСС/GPS «ЛККС-А-2000»

СИСТЕМА ОБЕСПЕЧИВАЕТ

Заход на посадку по I категории ИКАО на все ВПП аэродрома и любыми направлениями посадки путем передачи дифференциальных поправок к псевдодальностям и блока посадочных данных (FAS) для формирования на борту ВС отклонения от курса и глиссады;

Маневрирование в районе аэродрома в системе зональной навигации по оптимальным траекториям полета;

Сокращение полетного времени при заходе на посадку и использовании SID и STAR;

Контроль целостности спутникового навигационного сигнала с оповещением потребителя о номерах спутников GPS/ГЛОНАСС, сигнал от которых искажен влиянием каких-либо внешних факторов;

Контроль качества спутникового навигационного сигнала (SQM) с оповещением потребителя о номерах спутников GPS/ГЛОНАСС, сигнал от которых искажен непосредственно на самих спутниках,

Контроль целостности информации, передаваемой пользователям по линии передачи данных.

СООТВЕТСТВИЕ ТЕХНИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

SARPs ИКАО на станции GBAS (приложение 10, том 1);

КТ-178 на разработку программного обеспечения;

по резервированию авиационной техники и защите от пропаданий электропитания.

ТРЕБОВАНИЯ ПО УСТАНОВКЕ

В любом помещении с категорированным электропитанием напряжением 220В (потребляемая мощность – 500 Вт);

ТРЕБОВАНИЯ К БОРТОВОМУ ОБОРУДОВАНИЮ

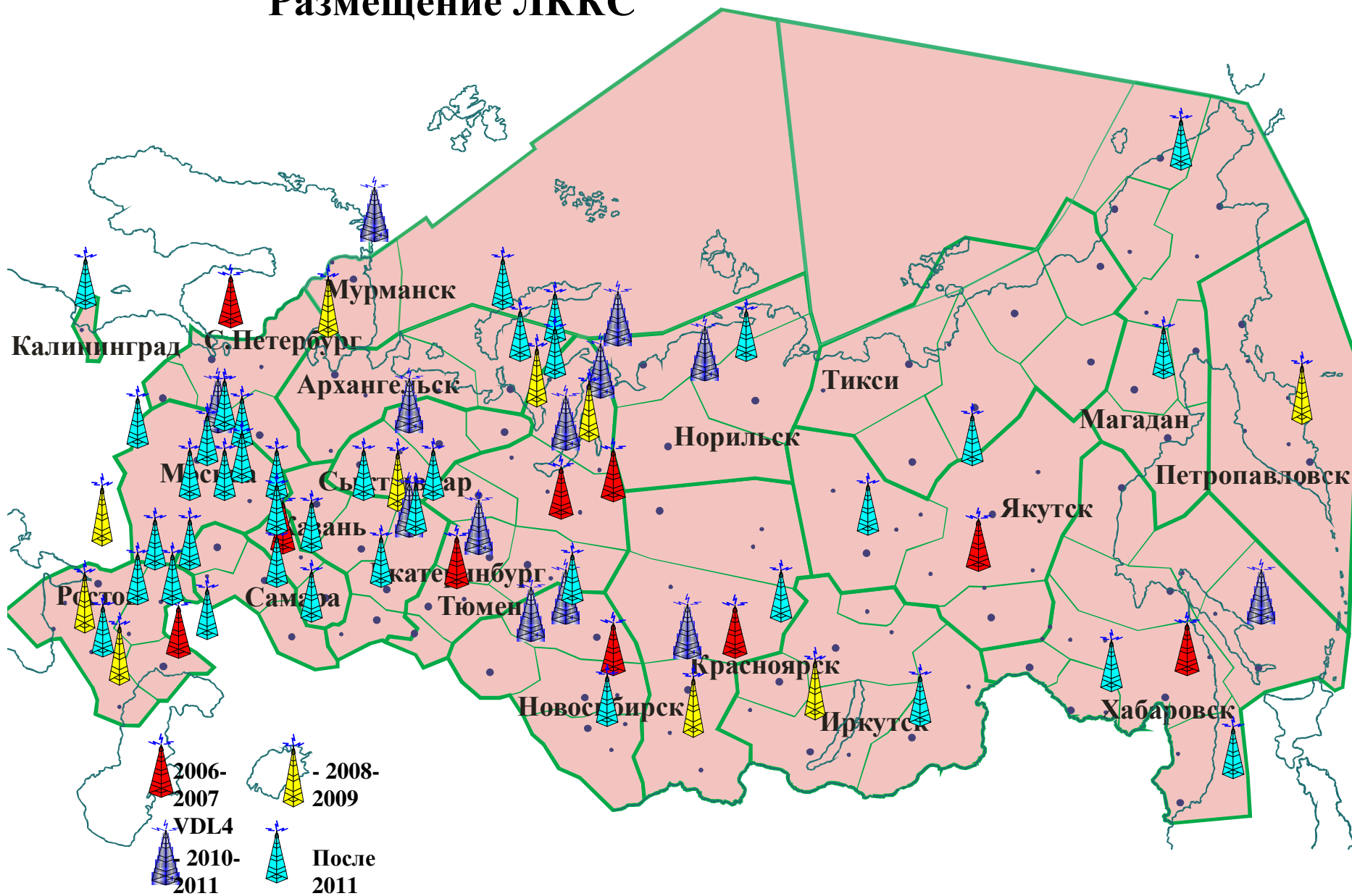
Приемник GBAS, соответствующий SARPS ИКАО

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ПРИМЕНЕНИЯ

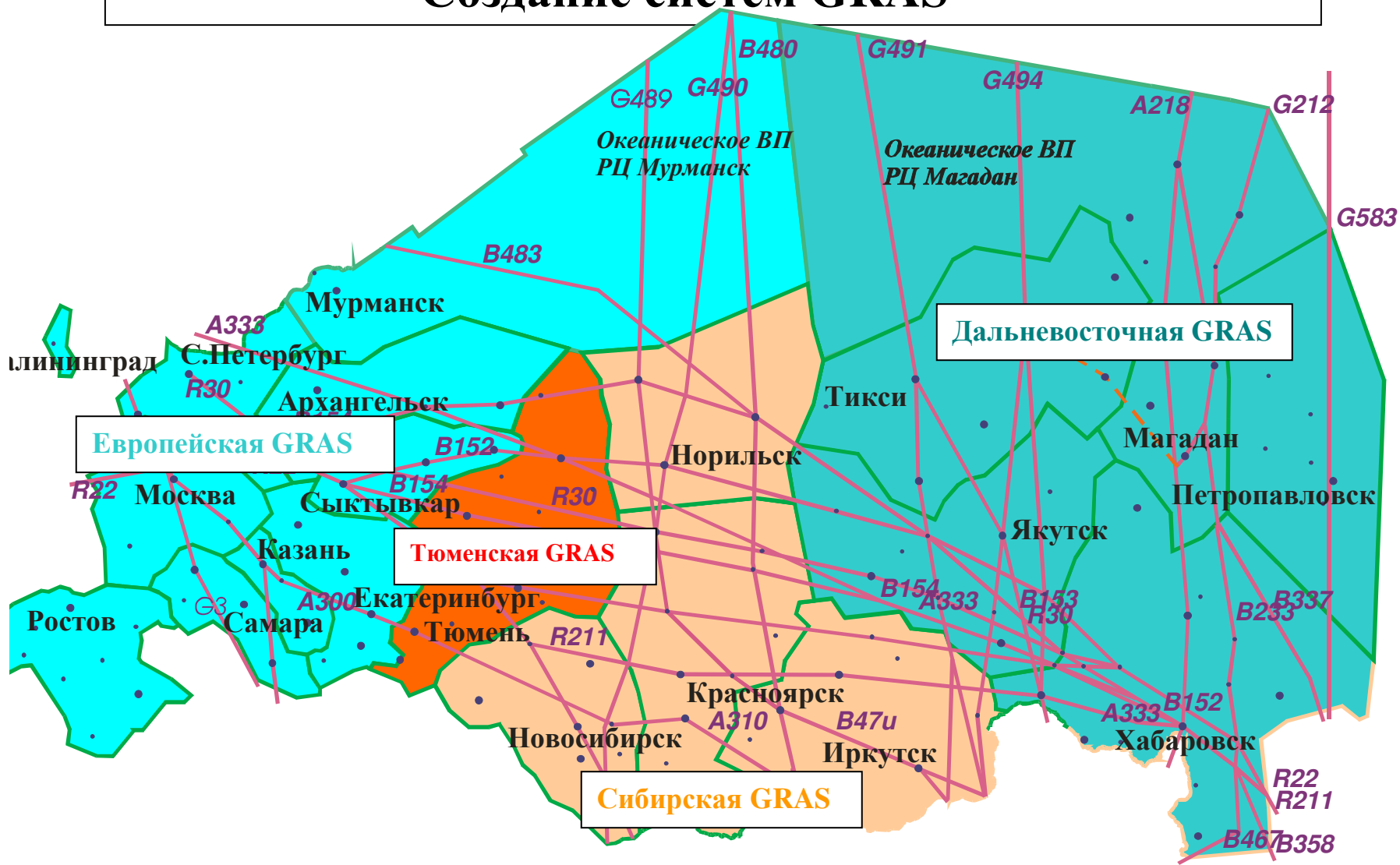
В составе станции АЗН-В для обеспечения точной навигационной информацией для наблюдения за движением ВС на трассе, в районе аэродрома, на поверхности ВПП;

Применения, связанные с точной привязкой местоположения самолета, например, при облете систем РТОП.

Размещение ЛККС



Создание систем GRAS



Выводы и заключение по использованию GNSS

1. Уже на данном этапе применения GNSS представляется целесообразным использование более одного созвездия спутников. При этом для удовлетворения требований RNP при выполнении всех операций возникает необходимость в использовании функциональных дополнений, таких, как SBAS, GRAS, GBAS в зависимости от необходимости и целесообразности осуществления той или иной операции.

2. При двухчастотном обслуживании применение более одного созвездия приведет к возможности осуществления всех операций без необходимости использования функциональных дополнений, за исключением категорированного захода на посадку, для осуществления которой потребуются только GBAS.

3. Целесообразно для каждого созвездия создавать систему контроля целостности. При этом вещание информации о целостности со спутников созвездия будет гарантировано поставщиком обслуживания.

4. При осуществлении авиационным пользователем операции в зоне обслуживания одного из действующих созвездий, которое предоставляет информацию о целостности, бортовая аппаратура спутниковой навигации должна присваивать ему статус основного рабочего созвездия. Спутники других созвездий, не предоставляющие достоверной информации о целостности, будут считаться дополнительными, повышающими непрерывность и доступность обслуживания. При этом бортовое оборудование спутниковой навигации должно учитывать статус основного созвездия и осуществлять мониторинг спутников других созвездий с помощью специального алгоритма RAIM, учитывающего априорно известную информацию о целостности.

Элементы будущей системы CNS/ATM

Связь

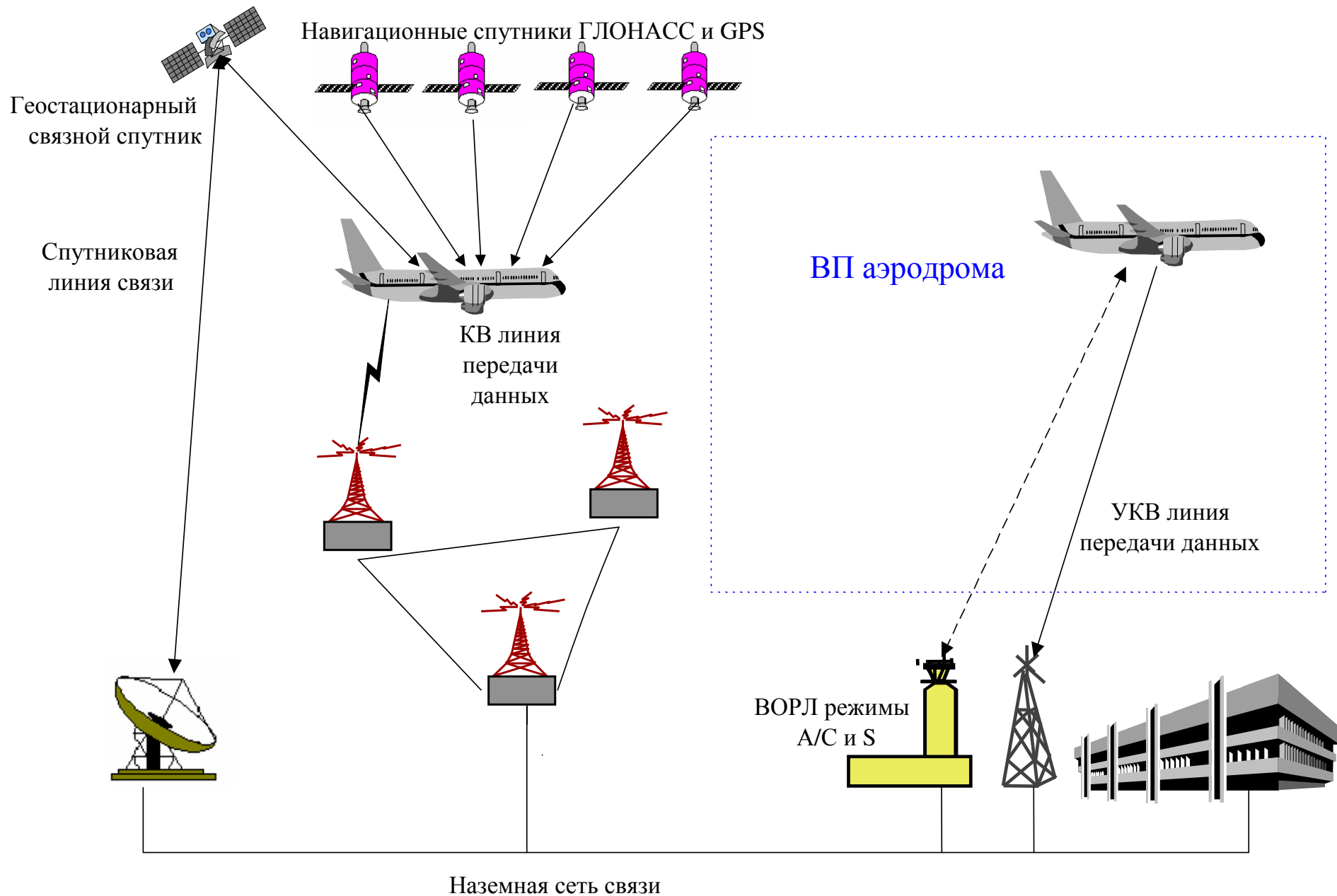
В основном цифровая по цифровым линиям передачи данных диспетчер-пилот (CPDLC). В нестандартных или чрезвычайных ситуациях возможно использование речевой связи.

Навигация

Навигация с помощью определения местоположения на борту самолета, используя сигналы глобальных навигационных спутниковых систем (ГЛОНАСС и GPS).

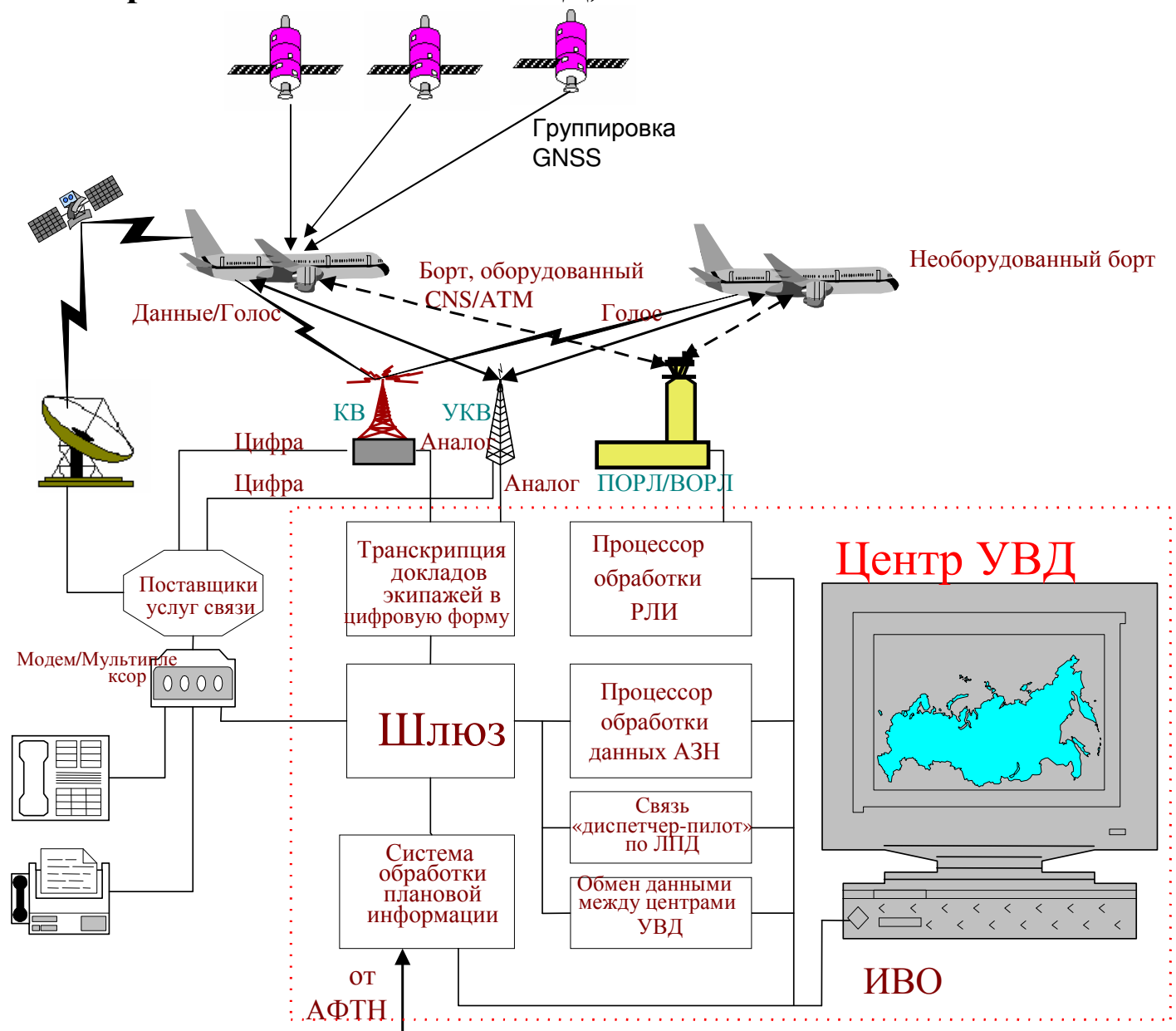
Наблюдение

Основа автоматическое зависимое наблюдение (передача с борта ВС на землю точных данных о местоположении ВС).

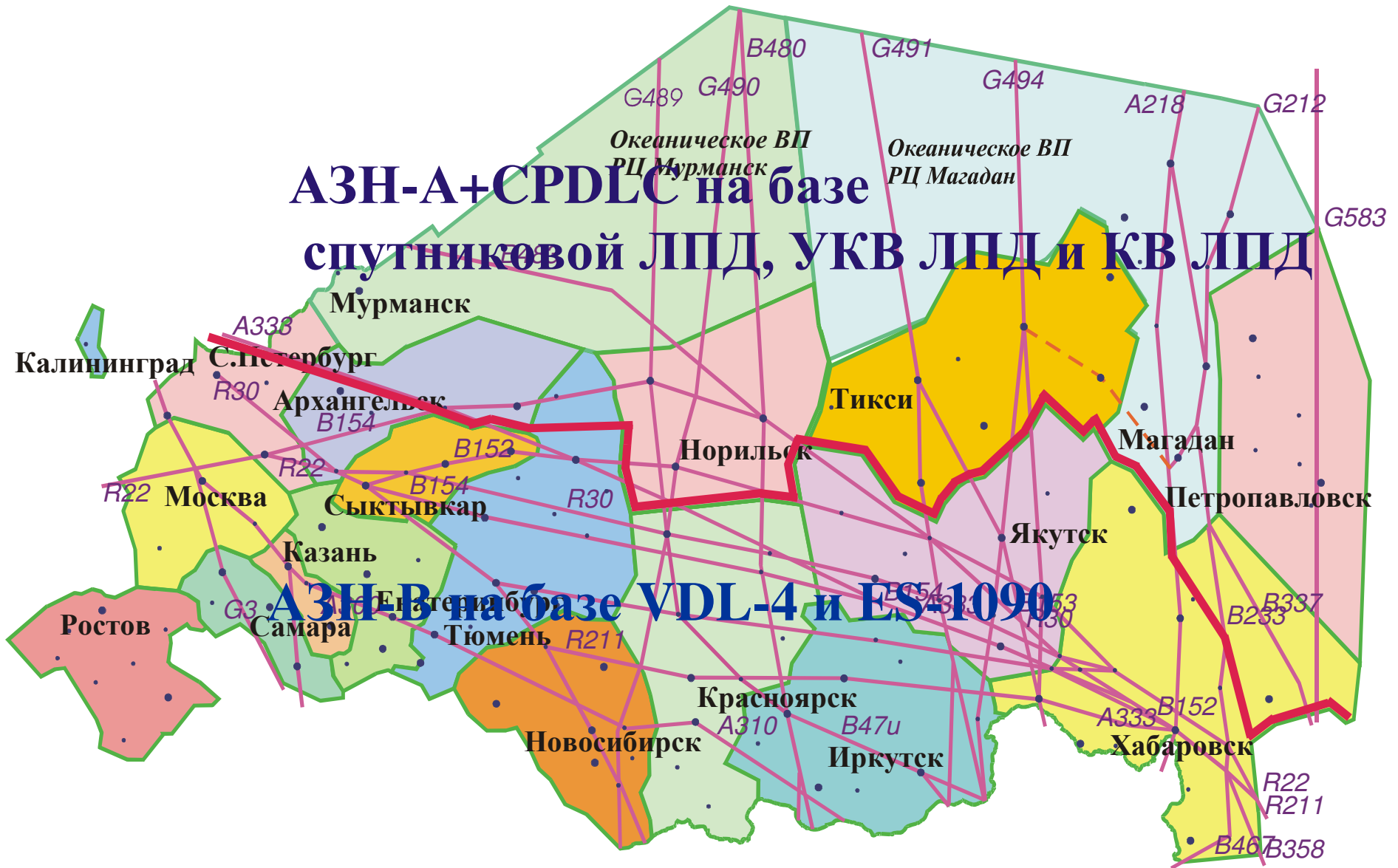


Концепция CNS/АТМ ИКАО

Схема перспективной системы УВД, основанной на технологиях CNS/ATM ИКАО



Автоматическое зависимое наблюдение



Совершенствование КВ связи "воздух-земля" (речь и данные) для решения задач АЗН-А

