



ГОС НИИ АН

**Организационно-методическая база и
основные результаты геодезической съемки
аэронавигационных ориентиров и препятствий на
гражданских аэродромах и воздушных трассах России**

Белгородский С.Л., Галазин В.Ф., Корчагин В.А., Недзвецкая Н.И.



ГОС НИИ АН

Распоряжение ФАС России от 17.06.99г. № 106-р «О подготовке плана проведения работ по привязке аэронавигационных ориентиров»

Глобальные геодезические системы координат, предложения и методические рекомендации по привязке АНО аэродромов и ВТ, а также:

- * форма представления предложения территориальных управлений по аэродромам, на которых предлагается проводить съемку (таблица №1),
- * форма представления предложений по радионавигационным средствам на воздушных трассах, которые предлагается подвергнуть съемке (таблица №2).

Предложено территориальным органам ФАС России до 15.07.99г. направить эти предложения для обобщения.



ГОС НИИ АН

Радионавигационные средства на территории Татарского межрегионального территориального управления, подлежащие геодезической съемке

Местоположение РНС	Позывные радиосредств					
	ДПРМ	БПРМ	ОПРС	РСБН	VOR/DME	КРМ,ГРМ
На аэродроме						
Казань	АМ/БЛ	А/Б			АМ	ИАМ/ИБЛ
Бегишево	НА/НК	А/К				ИНК
Йошкар Ола	ПЗ/ЩЯ	П/Щ				ПЗ
На воздушных трассах						
Алатырь			БТ			
Базарные Матаки			РД			
Бугульма	ЛБ/МЦ					
Буинск			ЫК			
Мамадыш			ХЙ			
Шумерля			ЩМ			



ГОС НИИ АН

**Приказ ФСВТ России от 6.06.2000г. № 177
«О подготовке к внедрению в практику
гражданской авиации России
Всемирной геодезической системы – 1984
(WGS-84)»**

«1. Принять с 01.01.2001г. Всемирную геодезическую систему – 1984 (WGS-84) в качестве единой геодезической опорной системы для определения и публикации в документах аэронавигационной информации гражданской авиации географических координат воздушных трасс и аэродромов Российской Федерации с разрешенной точностью»



ГОС НИИ АН

ПОСТАНОВЛЕНИЕ ПРАВИТЕЛЬСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

от 28 июля 2000г. № 568

г.Москва

Об установлении единых государственных систем координат

В соответствии с Федеральным законом «О геодезии и картографии» Правительство Российской Федерации **п о с т а н о в л я е т**:

1. Установить следующие единые государственные системы координат:

- система геодезических координат 1995года (СК-95) – для использования при осуществлении геодезических и картографических работ, начиная с 1июля 2002г.;

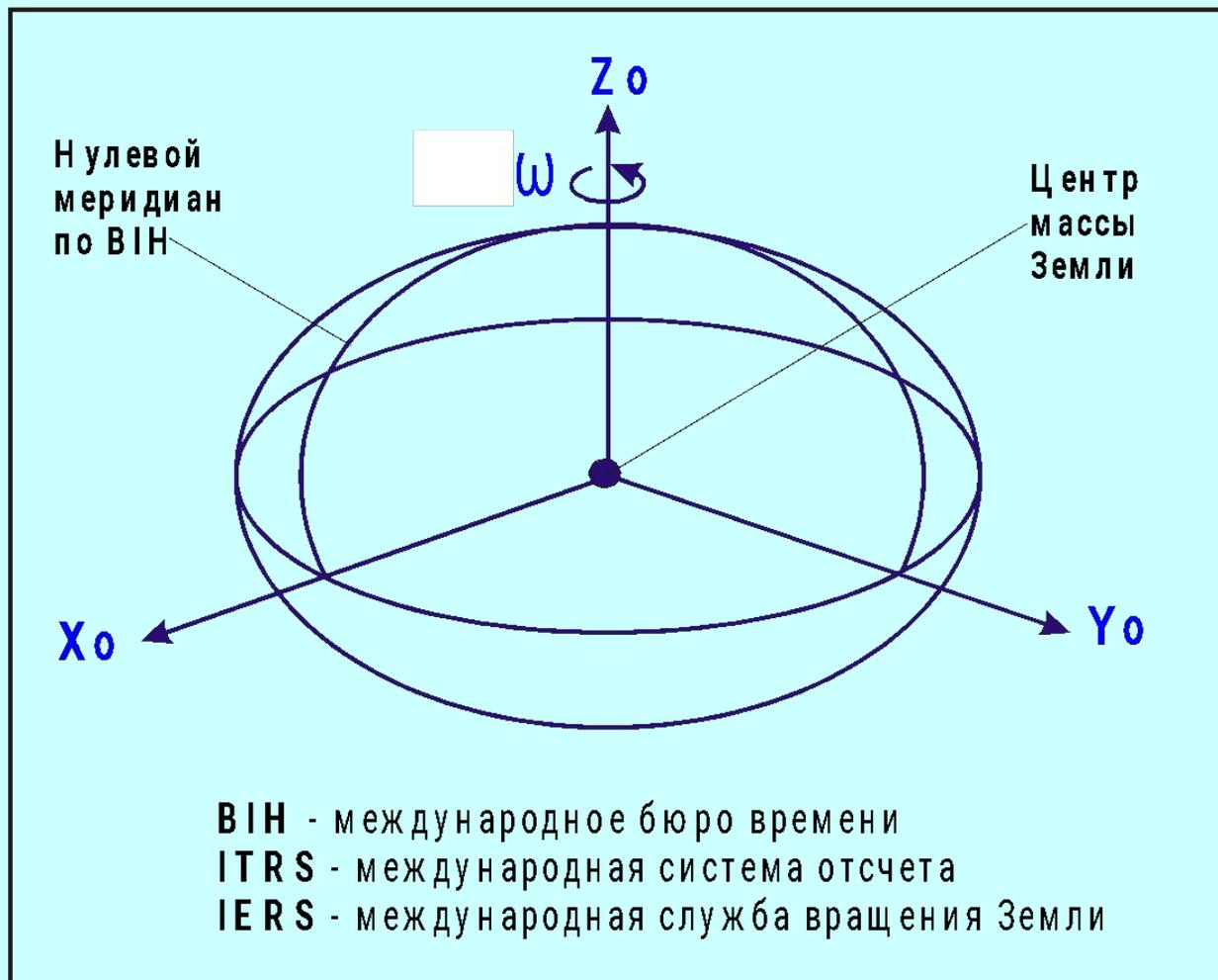
- геоцентрическая система координат «Параметры Земли 1990 года» (ПЗ-90) – для использования в целях геодезического обеспечения орбитальных полетов и решения навигационных задач.

М.Касьянов



ГОС НИИ АН

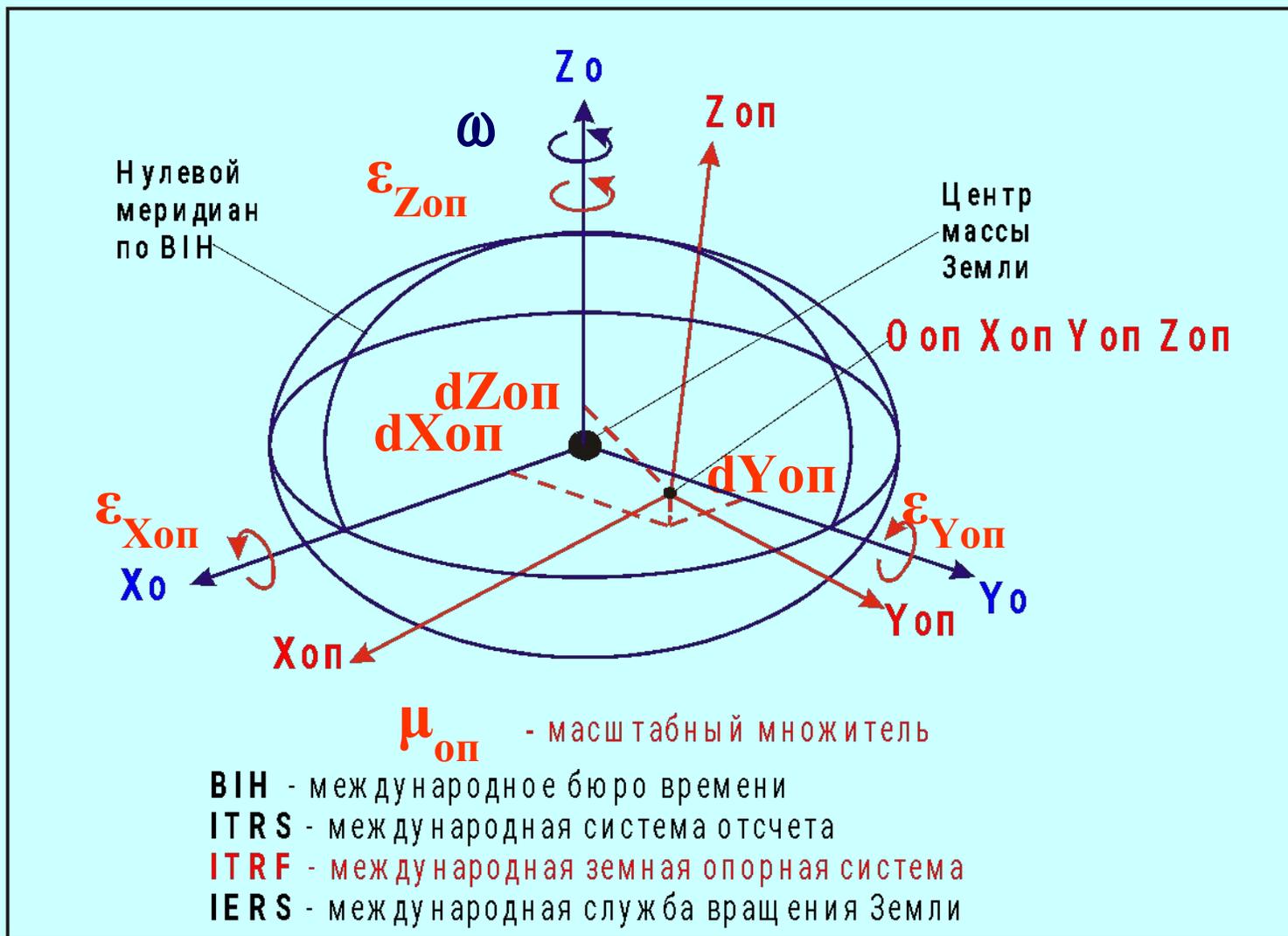
Геодезическая система отсчета $O_oX_oY_oZ_o$





ГОС НИИ АН

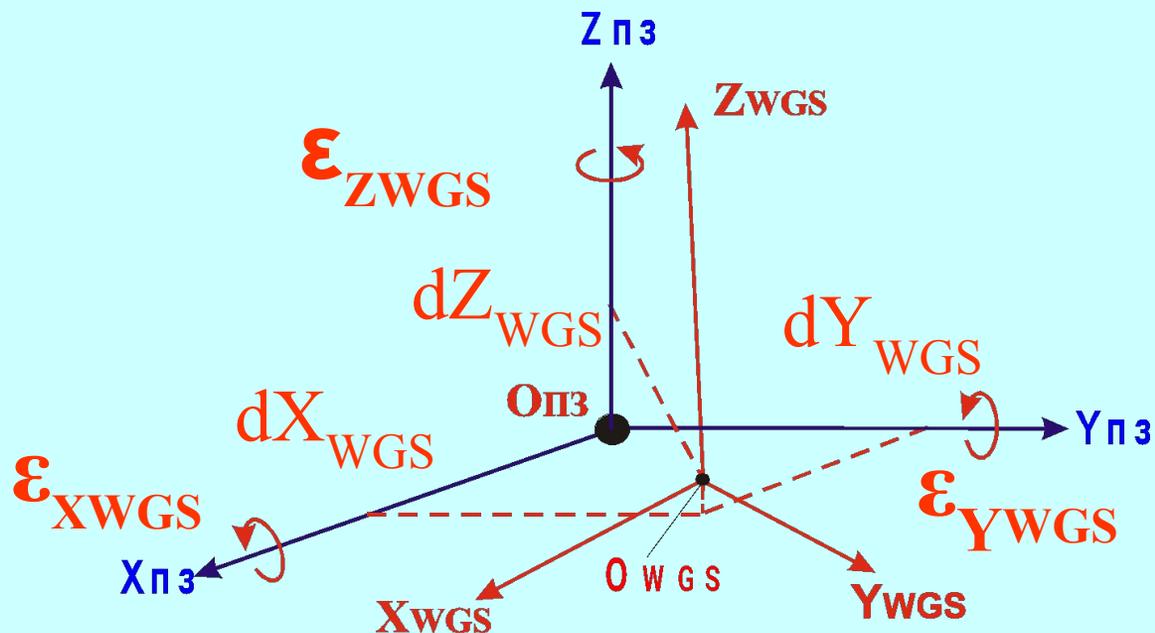
Геодезическая система отсчета $O_oX_oY_oZ_o$ Опорная система $O_{оп}X_{оп}Y_{оп}Z_{оп}$





ГОС НИИ АН

Параметры связи ПЗ-90 и WGS-84



ПЗ-90 → WGS-84

$dX_{WGS} = -1.08 \text{ м} \pm 0.2 \text{ м};$	$\epsilon_{WGS} = 0$
$dY_{WGS} = -0.27 \text{ м} \pm 0.2 \text{ м};$	$\epsilon_{WGS} = 0$
$dZ_{WGS} = -0.90 \text{ м} \pm 0.3 \text{ м};$	$\epsilon_{WGS} = -0.16'' \pm 0.01'';$
$dm_{WGS} = (-0.12 \pm 0.06) 10^{-8}$	



ГОС НИИ АН

**Вопросы
необходимости и целесообразности проведения
геодезической съемки и публикации ее результатов
в системе WGS-84**



ГОС НИИ АН

Не подвергая сомнению вопрос о необходимости перехода к геоцентрической общеземной системе координат, необходимо учитывать:

- факт существования в принятой ИКАО системе GNSS двух автономных систем GPS и ГЛОНАСС, при проектировании которых приняты опорные системы координат WGS-84 и ПЗ-90, которые считались наиболее близкими к геоцентрической общеземной системе отсчета;
- существует матрица перехода от системы ПЗ-90 к системе WGS-84 и все российские и некоторые зарубежные выпускаемые бортовые приемники могут работать со спутниками обеих созвездий;
- переход гражданской авиации на систему WGS-84 при сохранении у военных потребителей системы ПЗ-90 в ряде случаев связан с некоторыми дополнительными затруднениями.



ГОС НИИ АН

- В настоящее время единственной функционирующей в полном составе спутниковой системой является GPS (базирующаяся на системе WGS-84), которая используется при полетах значительной части парка российских воздушных судов, оборудованных приемниками GPS.
- Отечественная спутниковая система ГЛОНАСС (базирующаяся на ПЗ-90) будет развернута в полном составе в лучшем случае в 2007-2009г.г.
- На воздушных судах иностранного производства, все более широко эксплуатируемых гражданской авиацией России, установлены приемники GPS



ГОС НИИ АН

- Поправкой №33 к Приложению 15 Чикагской конвенции ИКАО определено: «Для целей международной аэронавигации в качестве системы отсчета (геодезической) в горизонтальной плоскости используется Всемирная геодезическая система -1984 (WGS-84). В этой связи опубликованные аэронавигационные географические координаты (обозначающие широту и долготу) выражаются относительно геодезической базы отсчета (WGS-84)».
- Россия поддержала решение ИКАО по разработке и внедрению перспективных систем CNS/ATM, в соответствии с концепцией которых используется система WGS-84.
- Необходимость гармонизации аэронавигационной системы России с зарубежными системами в региональном и глобальном масштабах.



ГОС НИИ АН

- С течением времени происходит уточнение параметров обеих систем WGS-84 и ПЗ-90 и, как показывает опыт, идет их сближение с системой ITRF, рекомендованной Международной службой вращения Земли IERS, параметры которой признаны наиболее точными.
- Система ITRF принята в качестве координатной основы системы EGNOS.
- Существует целесообразность рассмотреть вопрос о переходе гражданской авиации на систему ITRF
(*WGS-84 (G 1150) отличается от ITRF-2000 на 1-2см*)



ГОС НИИ АН

- Распоряжение Министерства транспорта Российской Федерации от 26.02.2001г. № НА-67-р «О выполнении требований к геодезической съемке аэронавигационных ориентиров гражданских аэродромов и воздушных трасс»
- «Требования на проведение геодезической съемки аэронавигационных ориентиров на аэродромах и воздушных трассах гражданской авиации России»
- «Требования к организациям, рекомендуемым для выполнения геодезической съемки АНО на аэродромах и воздушных трассах России»
- Указание организовать в апреле 2001г. методический семинар по разъяснению требований к геодезической съемке АНО с привлечением специалистов Государственной службы гражданской авиации Минтранса России и других заинтересованных ведомств и организаций.



ГОС НИИ АН

Приложение №1 к распоряжению
Министерства транспорта
Российской Федерации
от 26.02.01 № НА-67-р

**Требования на проведение геодезической съемки
аэронавигационных ориентиров на аэродромах и
воздушных трассах гражданской авиации России**



ГОС НИИ АН

- Аэронавигационные ориентиры, подлежащие геодезической съемке.
- Системы координат, в которых производится геодезическая съемка.
- Требования к точности геодезической съемки АНО на аэродромах.
- Требования к точности геодезической съемки АНО на воздушных трассах.
- Требования и методические указания по созданию опорной сети аэродрома.
- Методические указания по определению координат АНО и существенных препятствий на аэродромах и воздушных трассах.
- Требования к отчетной документации о результатах геодезической съемки АНО.
- Требования к режиму секретности при проведении работ.



ГОС НИИ АН

Приложения:

- Установка геодезических знаков.
- Требования к съемке координат навигационных элементов, связанных с аэродромом.
- Характеристики АНО, подлежащих геодезической съемке в системах ПЗ-90, WGS-84.
- Форматы представления результатов геодезической съемки АНО на аэродромах и воздушных трассах.
- Перечень радионавигационных средств на аэродромах и воздушных трассах, подлежащих геодезической съемке (на основе материалов ГУП ЦАИ ГА, ГЦ ШВД и предложений территориальных управлений). В него вошли АНО на международных аэродромах, аэродромах федерального значения и некоторых перспективных аэродромах, а также на международных и федеральных воздушных трассах по состоянию на 01.10.99г.

Всего 121 аэродром, 274 пункта воздушных трасс.



ГОС НИИ АН

**Приложение №2 к распоряжению
Министерства транспорта
Российской Федерации
от 26.02.01 № НА-67-р**

**Требования к организациям, рекомендуемым для
выполнения геодезической съемки АНО на аэродромах
и воздушных трассах гражданской авиации России**



ГОС НИИ АН

1. Организация должна иметь возможность самостоятельно или в составе кооперации (указать состав кооперации) выполнить полный комплекс работ по геодезической съемке АНО в соответствии с "Требованиями на проведение геодезической съемки аэронавигационных ориентиров на аэродромах и воздушных трассах гражданской авиации России", утвержденными ФСВТ России 07.06.2000г.



ГОС НИИ АН

2. Организация должна иметь и представить заказчику лицензии Роскартографии на проведение топографо - геодезических работ и лицензию органа ФСБ России по лицензированию и защите государственной тайны на проведение работ с использованием сведений, составляющих государственную тайну.

3. Организация должна иметь вычислительные средства (персональные ЭВМ, вычислительные рабочие станции), аттестованные для проведения работ с закрытыми материалами.



ГОС НИИ АН

4. Организация должна иметь:

- **технические средства:**

- нивелиры типа Н-3, Н-3К;
- тахеометры типа Geodimeter 510, 610, 620;
- двухчастотные геодезические GPS/ ГЛОНАСС приемники типа Z-12, Z-18 (фирма Аштек); 4000 SSE, 4000 SSI (фирма Trimble Navigation) или их аналоги;
- одночастотные геодезические GPS/ ГЛОНАСС приемники типа GG-24, 4000 SE или их аналоги,



ГОС НИИ АН

- **программно-математическое обеспечение:**

- пакеты программ: GAMIT, GIPSY, BERNESE или их аналоги, WindPRISM, Pinnacle и т.д.;

- комплексы программ для перевычисления координат из системы в систему и вычисления высот геоида, позволяющие выполнить в полном объеме требования к геодезической съемке.



ГОС НИИ АН

5. Организация должна иметь опыт проведения топографо-геодезических работ, обеспечивающих выполнение "Требований на проведение геодезической съемки аэронавигационных ориентиров на аэродромах и воздушных трассах гражданской авиации России".

Должны быть представлены материалы, подтверждающие наличие практического опыта проведения аналогичных работ.



ГОС НИИ АН

Распоряжение Министерства транспорта Российской Федерации от 20.05.2002г. № НА-165-р «О выполнении работ по геодезической съемке аэронавигационных ориентиров гражданских аэродромов и воздушных трасс России»

- рекомендовано с 1 июня 2002г. организовать геодезическую съемку на аэродромах и воздушных трассах в соответствии с требованиями распоряжения Минтранса России от 26 февраля 2001г. № НА-67-р;

- ГосНИИ «Аэронавигация» обеспечить оценку материалов геодезической съемки аэронавигационных ориентиров. Осуществлять обобщение проведенных работ.»



ГОС НИИ АН

Распоряжение Министерства транспорта Российской Федерации от 04.04.2003г. № КР-14-р «О внесении изменений в распоряжение Минтранса России от 26.02.2001г. № НА-67-р»

- **считать Приложение №1 к распоряжению № НА-67-р утратившим силу;**
- **при проведении геодезической съемки руководствоваться «Методическими рекомендациями по проведению геодезической съемки АНО на гражданских аэродромах и воздушных трассах России» (в связи с выходом 2-ой редакции Руководства по WGS-84).**



ГОС НИИ АН

**Формы представления результатов
геодезической съемки
аэронавигационных данных ориентиров
на аэродромах и воздушных трассах
для публикации их в ФГУП ЦАИ ГА
(разработаны ГосНИИ «Аэронавигация» и ЦАИ ГА)**

- по аэродрому;
- по взлетно-посадочной полосе;
- по навигационным средствам аэродрома;
- по осевым линиям РД и стоянкам ВС;
- по препятствиям в зонах захода на посадку и взлета, зоне визуального маневрирования и на аэродроме;
- по аэронавигационным ориентирам на воздушной трассе.



ГОС НИИ АН

**Проект «Технического задания на
выполнение геодезической съемки
в системах координат WGS-84 (ПЗ-90)
аэронавигационных ориентиров (АНО)
на аэродроме _____»:**

- Наименование и основание для проведения работы.
- Заказчик.
- Исполнители работ: головной исполнитель, соисполнители.
- Сроки выполнения.
- Цель работы.
- Требования к выполнению.
- Этапы работы.
- Организационные мероприятия.



ГОС НИИ АН

Информационно-методическое письмо №1 от 09.09.2002г.

- Разъяснение практических целей геодезической съемки
- Подробные рекомендации по организации проведения съемки:
 - Роль опорной сети;
 - Вопросы секретности;
 - Оценка материалов съемки;
 - Выбор геодезической организации на основе тендера;
 - Финансирование съемки.



ГОС НИИ АН

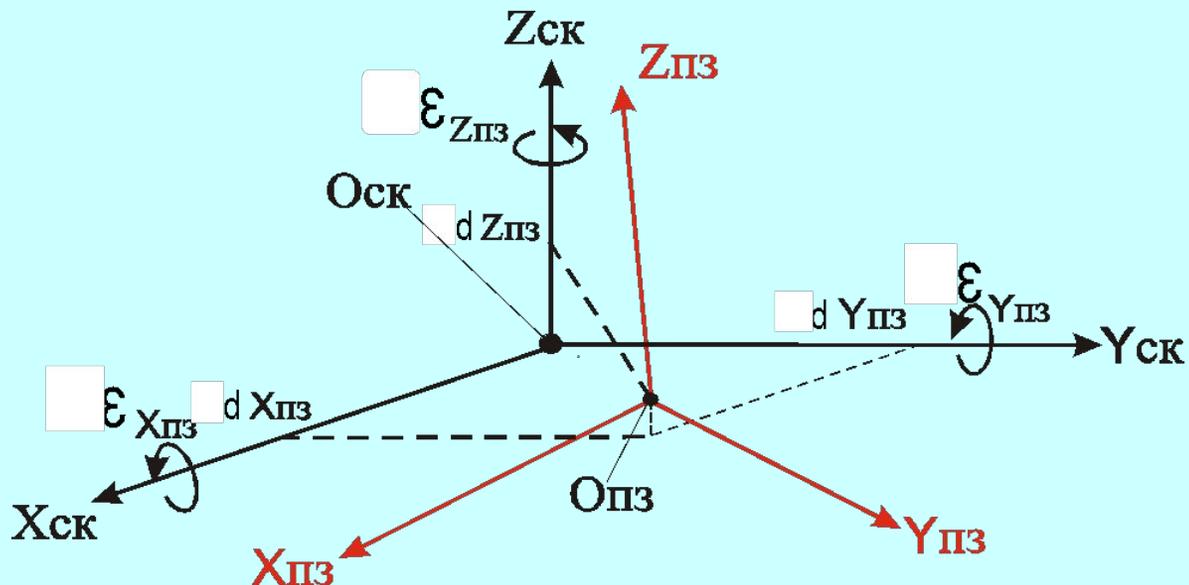
Информационно-методическое письмо №2 от 26.02.2003г.

- Анализ хода и результатов съемки.
- Характерные недостатки.
- «Уточненные требования и методические рекомендации по проведению геодезической съемки АНО на аэродромах и воздушных трассах России».
- Информация о порядке проведения оценки материалов геодезической съемки в ГосНИИ «Аэронавигация».



ГОС НИИ АН

Параметры связи СК-42 и ПЗ-90



СК-42 → ПЗ-90

$$d X_{ПЗ} = +25 \text{ м} \pm 2 \text{ м};$$

$$\epsilon_{X_{ПЗ}} = 0.00'' \pm 0.1'';$$

$$d Y_{ПЗ} = -141 \text{ м} \pm 2 \text{ м};$$

$$\epsilon_{Y_{ПЗ}} = -0.35'' \pm 0.1'';$$

$$d Z_{ПЗ} = -80 \text{ м} \pm 3 \text{ м};$$

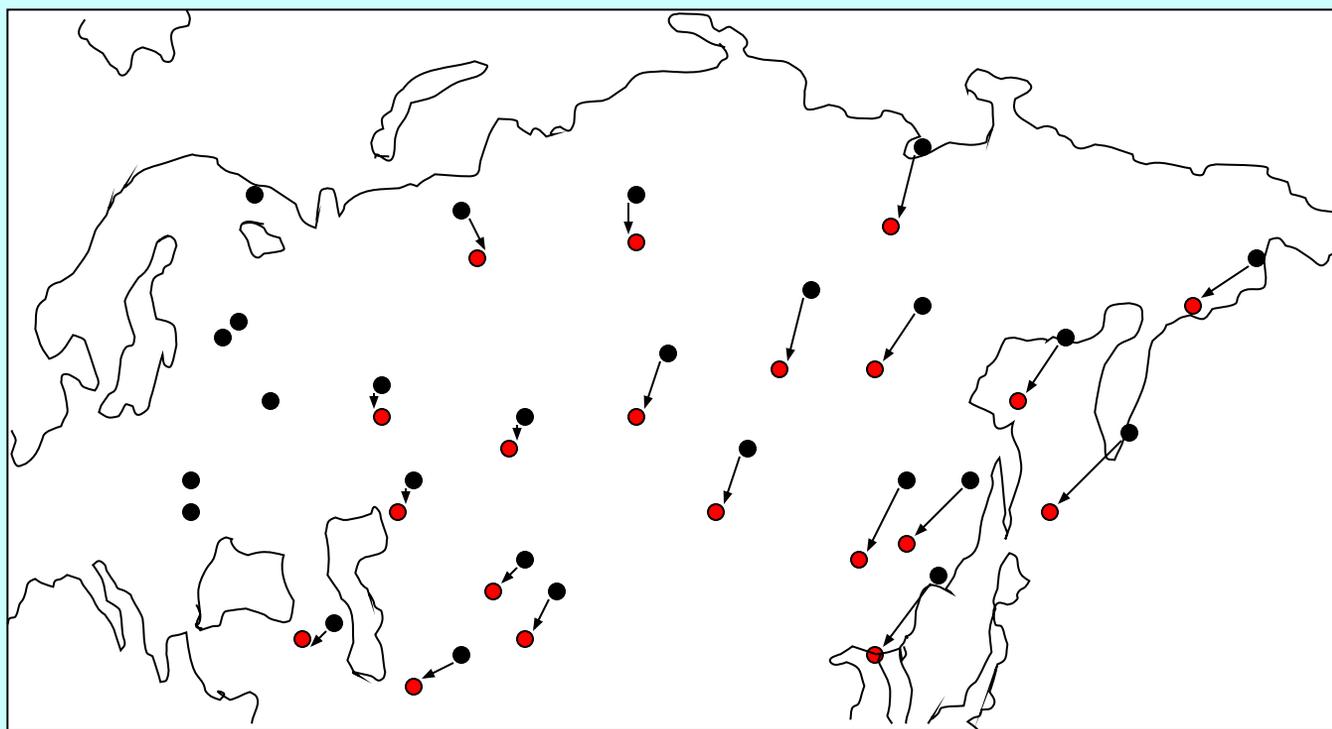
$$\epsilon_{Z_{ПЗ}} = -0.66'' \pm 0.1'';$$

$$d m_{ПЗ} = (0.00 \pm 0.25) 10^{-6}$$



ГОС НИИ АН

Схема расхождений координат ПЗ-90 и СК-42



● ПЗ-90

● СК-42

10 м



ГОС НИИ АН

Информационно-методическое письмо № 3 от 13.08.2003г.

- Информация о новой редакции «Руководства по Всемирной геодезической системе –1984 (WGS-84)».
- Анализ хода и результатов съемки.
- Характерные недостатки.
- Напоминание, что Распоряжением Минтранса России оценка результатов съемки возложена только на ГосНИИ «Аэронавигация».
- Сообщение о разработке «Требований к перечню и точности аэронавигационных данных и к оперативности сведений об их изменениях».



ГОС НИИ АН

Информационно-методическое письмо № 4 от 17.05.2004г.

- Анализ хода и результатов съемки.
- Характерные недостатки.
- Информация о типовых проектах технических заданий на выполнение геодезической съемки на аэродромах и воздушных трассах.
- Рекомендация о дополнительном требовании о пересчете координат из системы WGS-84 в полярные и прямоугольные системы координат в соответствии с Поправкой №6 к «Методике оценки».



ГОС НИИ АН

Факторы, влияющие на организацию и сроки проведения геодезической съемки на аэродромах и воздушных трассах гражданской авиации России

1. Рекомендательный характер документов ГС ГА по проведению геодезических съемок, связанный с отсутствием в Нормах годности эксплуатации аэродромов (НГЭА) требований к съемке во Всемирной геодезической системе координат WGS-84 с точностями, указанными в SARPS ИКАО.

2. Недостаточная заинтересованность руководителей аэропортов в проведении съемок из-за:

- значительных финансовых затрат на съемки;**
- ограничений на публикацию результатов съемки с точностями, требуемыми ИКАО;**
- отсутствие спроса авиакомпаний на информацию в системе WGS-84.**



ГОС НИИ АН

3. Недостаточная подготовленность ряда геодезических организаций.

4. Принадлежность РНС аэропортам и Госкорпорации по ОрВД, сложность согласования одновременности проведения съемки.

5. Нерешенности вопроса о принятой системе координат.

6. Большой объем съемок (121 аэродром, 274 пунктов ВТ).



ГОС НИИ АН

ВЫВОДЫ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ

1. В Российской Федерации создана эффективная система геодезической съемки, обеспечивающая выполнение SARPS ИКАО, и позволяющая в ограниченные сроки осуществить переход на международных аэродромах и воздушных трассах к Всемирной системе WGS-84 в соответствии с SARPS ИКАО.

2. В целях интенсификации геодезической съемки аэронавигационных ориентиров и препятствий на международных аэродромах и воздушных трассах гражданской авиации Российской Федерации в соответствии с SARPS ИКАО считать необходимым:



ГОС НИИ АН

рекомендовать Межгосударственному авиационному комитету внести дополнения в «Нормы годности эксплуатации аэродромов» и соответствующую «Методику оценки соответствия НГЭА», вытекающие из SARPS ИКАО, и при сертификации аэродромов проверять материалы геодезической съемки;

рекомендовать авиационным властям России:

- продолжить усилия по снятию ограничений на публикацию результатов геодезической съемки на воздушных трассах и аэродромах Российской Федерации в соответствии с SARPS ИКАО;**
- осуществить мероприятия по интенсификации съемки на международных аэродромах и трассах Российской Федерации.**



ГОС НИИ АН

Рекомендовать ИКАО выпустить дополнительные информационно-методические и учебные материалы материалы по геодезической съемке в части обоснования и реализации требований к точности, целостности и качеству геодезической съемки.