



**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
<b>На аэродроме</b>						
<b>Казань</b>	АМ/БЛ	А/Б			АМ	ИАМ/ИБЛ
<b>Бегишево</b>	НА/НК	А/К				ИНК
<b>Йошкар Ола</b>	ПЗ/ЩЯ	П/Щ				ПЗ
<b>На воздушных трассах</b>						
<b>Алатырь</b>			БТ			
<b>Базарные Матаки</b>			РД			
<b>Бугульма</b>	ЛБ/МЦ					
<b>Буинск</b>			ЫК			
<b>Мамадыш</b>			ХЙ			
<b>Шумерля</b>			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.;

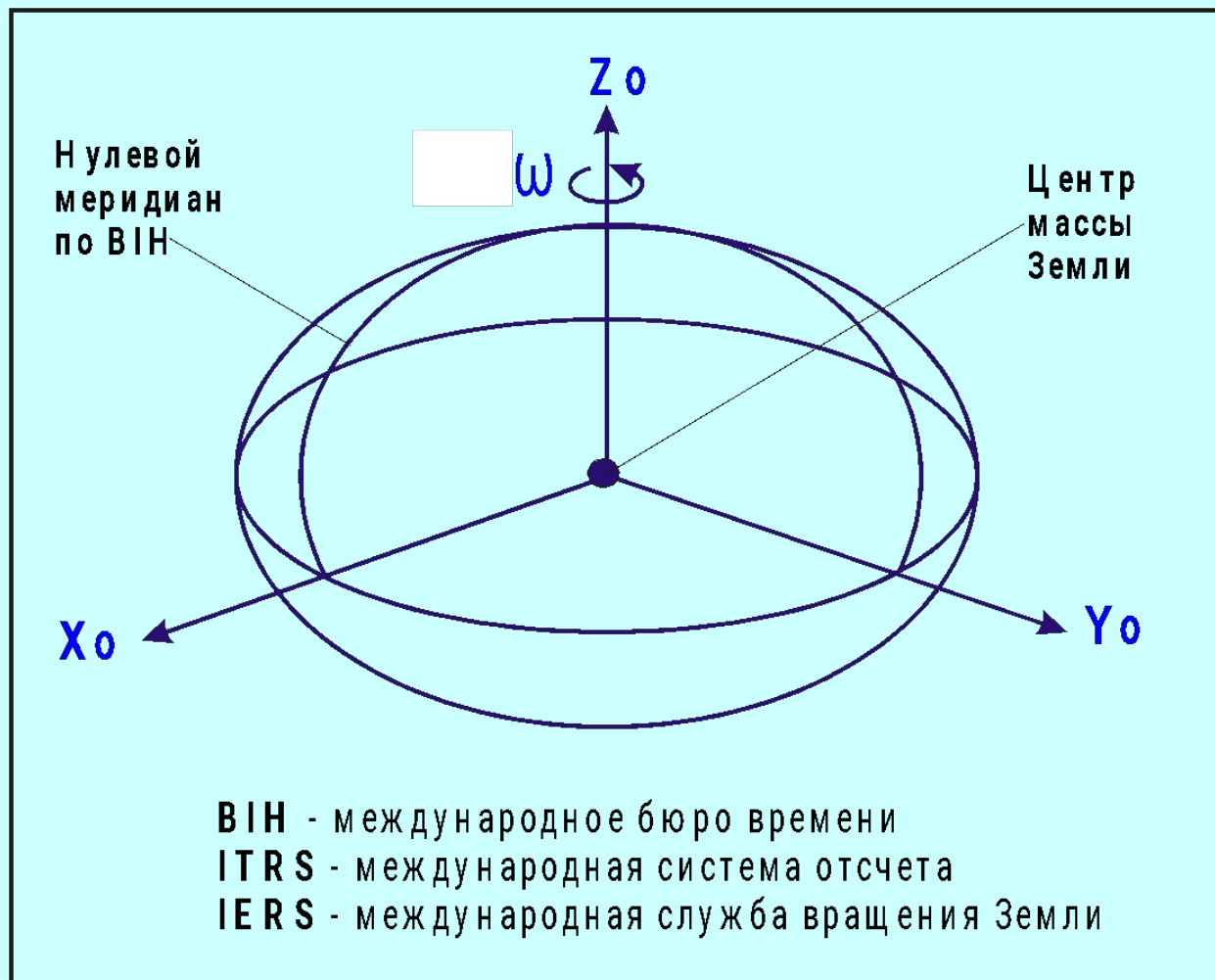
- геоцентрическая система координат «Параметры Земли 1990 года» (ПЗ-90) – для использования в целях геодезического обеспечения орбитальных полетов и решения навигационных задач.

**М.Касьянов**



ГОС НИИ АН

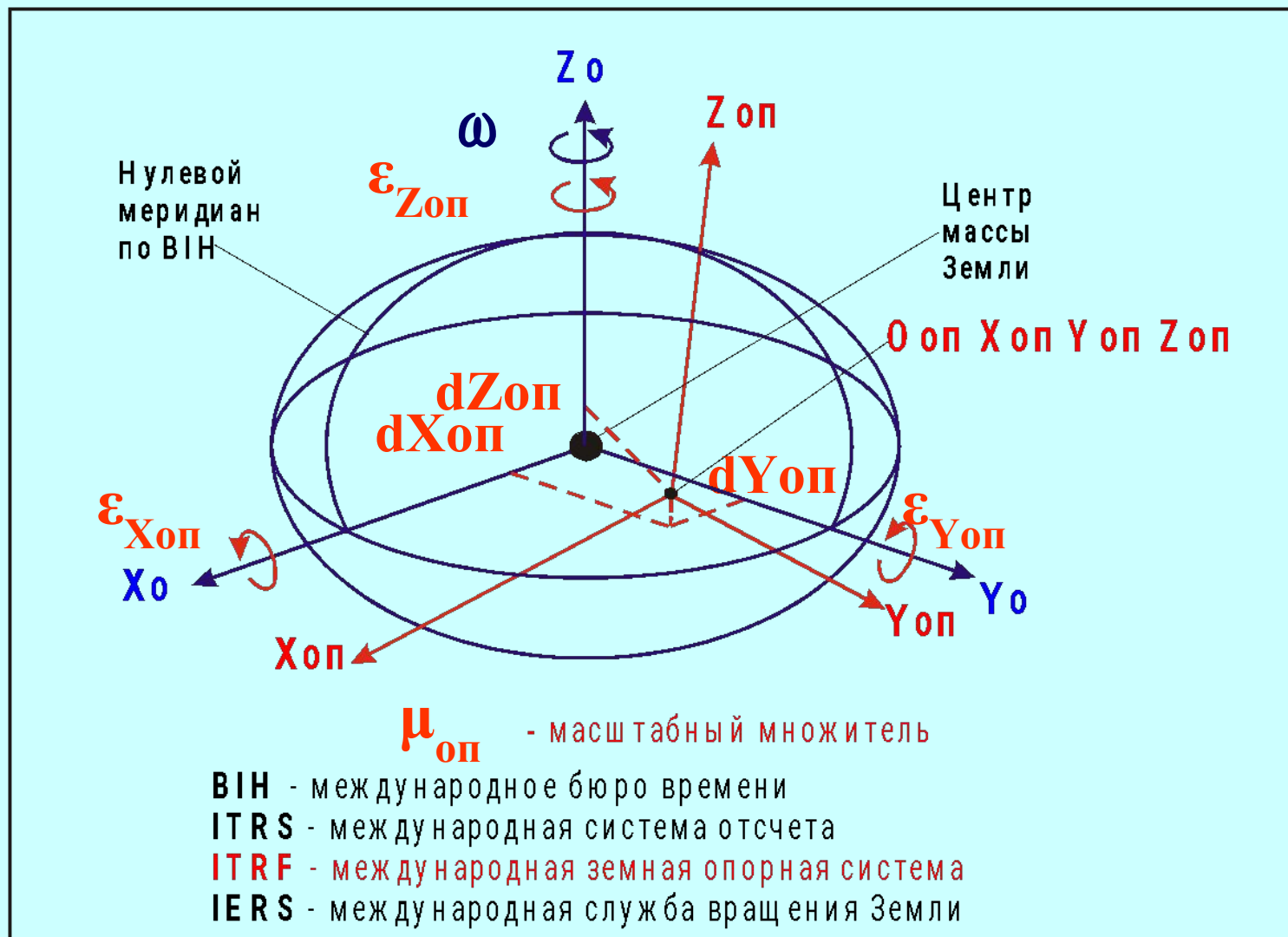
## Геодезическая система отсчета $O_oX_oY_oZ_o$





ГОС НИИ АН

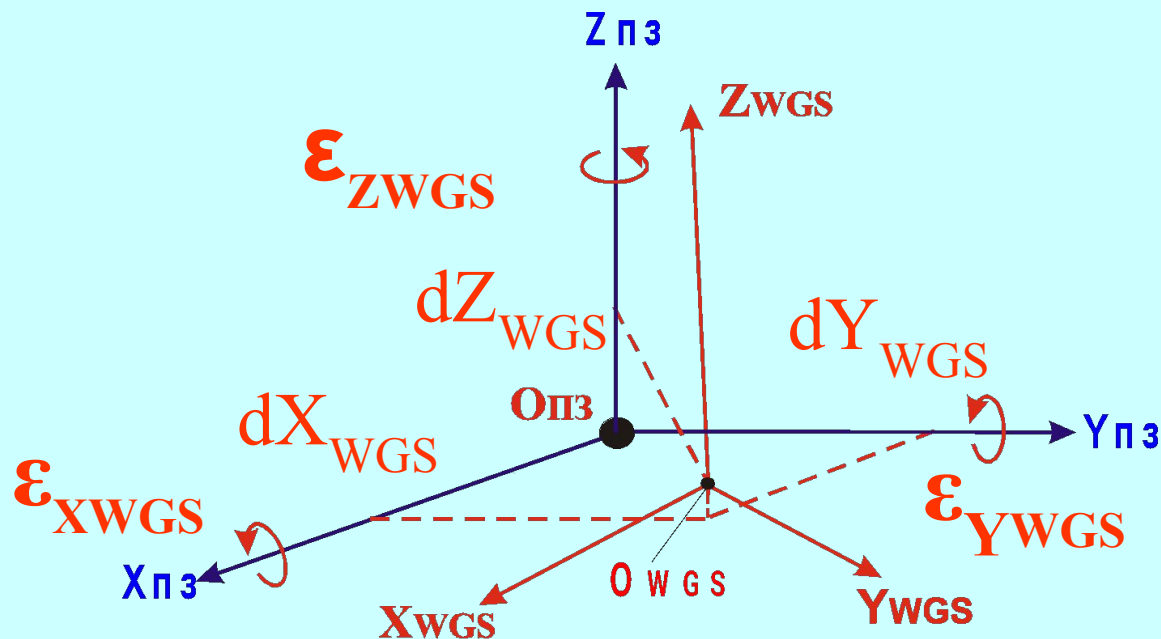
# Геодезическая система отсчета $O_oX_oY_oZ_o$ Опорная система $O_{оп}X_{оп}Y_{оп}Z_{оп}$





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

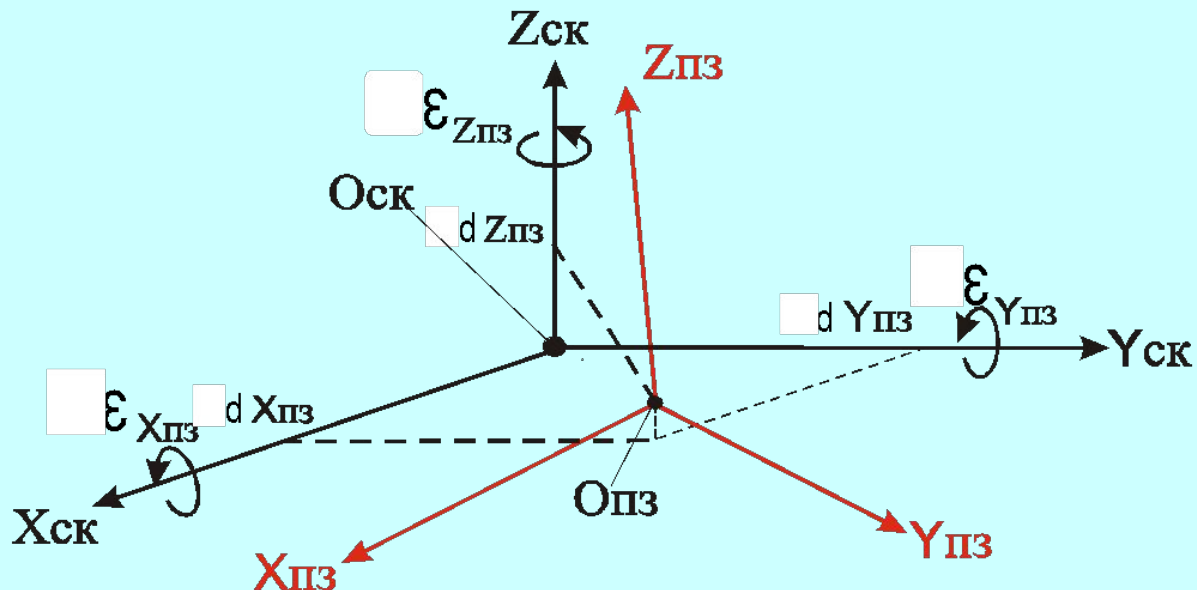
## Информационно-методическое письмо №2 от 26.02.2003г.

- 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

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

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

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

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

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

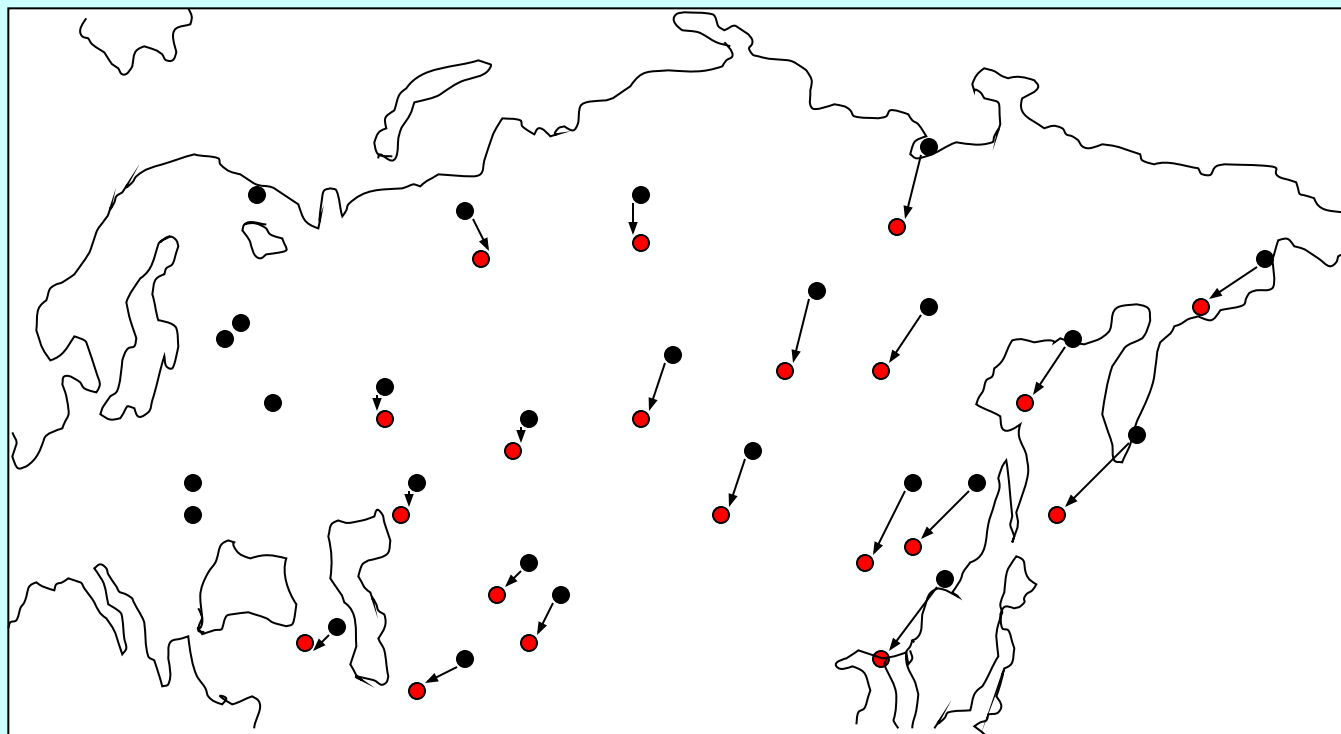
$$\epsilon_{Z_{ПЗ}} = -0.66'' \pm 0.1'';$$

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



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.**