

ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ РАБОТЫ В МЕЖДУНАРОДНОМ АЭРОПОРТУ «ШЕРЕМЕТЬЕВО»

Н.Н. Кузнецова (Международный аэропорт «Шереметьево»)

В 1982 г. окончила факультет строительства и эксплуатации аэродромов МАДИ. С 1982 г. — инженер аэродромной службы, с 1992 г. по настоящее время — ведущий инженер аэродромной службы аэропорта «Шереметьево».

В.Я. Лобазов (НИЦ «Геодинамика» МИИГАиК)

В 1980 г. окончил МИИГАиК по специальности «астрономо-геодезия». После окончания института до 1989 г. служил в 29-м НИИ МО РФ. В 1989–1990 гг. работал научным сотрудником ГИПРОЦВЕТМЕТ. С 1992 г. по настоящее время — руководитель НИЦ «Геодинамика» МИИГАиК.

А.М. Мещеряков (НИЦ «Геодинамика» МИИГАиК)

В 1990 г. окончил МИИГАиК по специальности «прикладная геодезия». В 1982–1990 гг. служил в 29-м НИИ МО РФ. С 1990 г. по настоящее время — ведущий специалист НИЦ «Геодинамика» МИИГАиК.

Разработанные ранее и действующие в настоящее время в России нормативные документы по геодезическому обеспечению аэродромов [1, 2] не учитывают новых требований, которые предъявляют внедряемые в гражданской авиации глобальные навигационные спутниковые системы ГЛОНАСС и GPS. Международной организацией гражданской авиации (ICAO) разработаны рекомендации по практической реализации Всемирной геодезической системы — 1984 (WGS-84) в качестве стандартной геодезической системы отсчета для целей аэронавигации [3, 4]. На основании этих документов в России в 2003 г. были выпущены методические рекомендации [5], в которых был установлен перечень и порядок проведения геодезических работ на территории аэродромов, а главное, установлена единая форма отчетной документации, соответствующая рекомендациям ICAO. Однако, документ [5], яв-

ляясь своевременным, не снял противоречий между международными и российскими требованиями к геодезическим съемкам аэронавигационных ориентиров (АНО) на аэродромах и воздушных трассах. Геодезические работы, выполненные в аэропортах России за последнее время, подтверждают это.

Международный аэропорт «Шереметьево» стал одним из первых аэропортов, на котором специалистами НИЦ «Геодинамика» была выполнена геодезическая съемка АНО по международным стандартам, получившая положительное экспертное заключение ГосНИИ «Аэронавигация».

Одной из проблем, с которой пришлось столкнуться при проведении работ, явилось многообразие систем координат, используемых в России на территориях аэродромов для представления данных об АНО. В соответствии с документами [1, 2 и 6] на территории аэродро-

ма действуют следующие системы координат:

— государственная система координат СК-95 [7], принятая взамен государственной системы координат СК-42 и предназначенная для картографирования ряда элементов аэродрома, а также Балтийская система высот 1977 г.;

— государственная система координат ПЗ-90, предназначенная для решения задач навигации;

— локальные (местные) прямоугольные и полярная системы координат аэродрома, предназначенные для координирования препятствий на аэродроме и приаэродромной территории, а также Балтийская система высот 1977 г.

В соответствии с документами [3–5] координаты АНО, включая препятствия на приаэродромной территории, должны быть представлены в системах координат WGS-84 и ПЗ-90, высоты в Балтийской системе и EGM-96. Если с пла-

новыми координатами вопрос может быть решен (параметры связи между системами координат WGS-84, ПЗ-90 и СК-42 опубликованы в [6, 8]), то с высотами ситуация гораздо сложнее. Спутниковые технологии позиционирования позволяют определять непосредственно только высоты относительно эллипсоида WGS-84, далее для перехода к ортометрическим высотам необходимо знать высоты геоида над эллипсоидом. Во многих программных продуктах обработки спутниковых наблюдений присутствует модель геоида EGM-96, в то время как возможность определения высот в Балтийской системе отсутствует. Поэтому необходимо:

- одновременно со спутниковыми наблюдениями для определения высот использовать материалы геометрического или тригонометрического нивелирования или;

- иметь модель геоида соответствующей точности для данного региона или;

- провести достаточно большой объем спутниковых наблюдений на пунктах высотной сети с последующим построением региональной модели геоида.

При проведении работ на аэродроме «Шереметьево» был

выбран последний вариант. Для построения модели геоида использовались материалы спутниковых измерений на 23 фундаментальных и грунтовых реперах нивелирной сети, расположенной на территории Москвы и Московской области. Погрешность определения разности высот составила 3 см, что удовлетворяет требованиям [5]. Насколько данный подход применим к другим регионам, можно определить только после оценки геодезического обеспечения региона.

Завершая рассмотрение вопроса о системах координат и высот на территории аэродрома приведем перечень систем координат и высот, в которых были представлены данные в Каталоге по аэропорту «Шереметьево».

Значения прямоугольных координат АНО, включая препятствия на приаэродромной территории, были представлены:

- во всемирной геодезической системе координат WGS-84;

- в государственной геодезической системе координат России ПЗ-90.

Координаты препятствий, дополнительно, были представлены в системах координат аэродрома.

Значения высот аэронавига-

ционных ориентиров и препятствий на приаэродромной территории были представлены:

- геодезическими высотами в WGS-84 и ПЗ-90;

- ортометрическими высотами в EGM-96 и Балтийской системе высот 1977 г.

Для высот препятствий, дополнительно, были даны привязки высот относительно контрольной точки аэродрома.

Работы на территории аэродрома «Шереметьево» были начаты с создания опорной сети аэродрома, для чего были заложены пять пунктов со взаимной видимостью между тремя одновременно. Один пункт был принят за основной и привязан к международной сети ITRF (IERS Terrestrial Reference Frame). Оставшиеся пункты были привязаны к основному. На данном этапе было выбрано спутниковое оборудование и программное обеспечение, а также определена продолжительность сеансов наблюдений. Для измерений использовались двухчастотные спутниковые геодезические приемники. Продолжительность сеансов наблюдений составляла не менее двух независимых серий по 12 ч. В качестве программного обеспечения использовалась программа BERNESSE (Leica Geosystems, Швейцария). Выбранное аппаратное и программное обеспечение, а также технология выполнения работ полностью соответствуют методическим рекомендациям [5].

На следующем этапе каждый аэронавигационный ориентир на приаэродромной территории и пункты съемочного обоснования (см. рисунок) привязывались к двум пунктам опорной сети. Далее проводилось координирование препятствий, не менее чем с двух пунктов съемочного обоснования.

Первый и второй этапы ра-



Привязка пункта съемочного обоснования

боты выполнялись исключительно с применением спутниковых приемников. Несмотря на то, что пересчет значений координат из СК-42 в системы координат СК-95 и WGS-84 регламентирован нормативными документами [6, 8], исходная точность координат АНО и препятствий, имеющаяся в документации по аэродрому, не соответствует требованиям [4, 5]. Следует отметить, что никакой пересчет координат из одной системы в другую не сможет повысить точность, возможно только непосредственное определение координат в системе СК-95 или WGS-84 с использованием приемников спутниковых систем позиционирования ГЛОНАСС или GPS, с последующим взаимным пересчетом.

При построении профиля взлетно-посадочной полосы (ВПП) следует учитывать, что традиционное геодезическое нивелирование и нивелирование с помощью спутниковой аппаратуры дают различные значения превышения между порогами ВПП. Разность превышений будет соответствовать разности высот геоида на порогах ВПП. Если разность высот геоида для района проведения работ не известна для получения значений высот на порогах ВПП, приводах и высот

радиотехнических средств, работу следует проводить не только с использованием спутниковых приемников, но и традиционными методами. При проведении работ на территории аэродрома «Шереметьево» использовалась карта высот геоида на территорию России.

Обобщая опыт проведения геодезической съемки АНО на территории аэродрома «Шереметьево» можно сделать следующий вывод. Данная работа по степени сложности и ответственности требует:

- высокого уровня профессиональной подготовки специалистов [9];
- наличия высокоточного оборудования для спутникового позиционирования;
- специализированного программного обеспечения;
- строгого соответствия методическим рекомендациям [5].

▼ Список литературы

1. Методики оценки соответствия нормам годности к эксплуатации в СССР гражданских аэродромов. — М.: «Воздушный транспорт», 1992.
2. Поправка № 6 к Методикам оценки соответствия нормам годности к эксплуатации в СССР гражданских аэродромов. — М.: «Межгосударственный авиационный комитет», 1995.
3. Поправка № 2 к тому 1 Приложения 14 «Проектирование и эксплуатация аэродромов». R07/97 —

1463. — ICAO, 1997.

4. Руководство по всемирной геодезической системе — 1984 (WGS-84). Doc 9674 — AN/946. — ICAO, 2002.

5. Методические рекомендации по проведению геодезической съемки АНО на гражданских аэродромах и воздушных трассах России. Приложение к распоряжению Минтранса России № КР-14-р от 4 апреля 2003 г.

6. Система геодезических параметров земли «Параметры земли 1990 года» (ПЗ-90). — М., 1998.

7. Постановление Правительства Российской Федерации № 568 от 28 июля 2000 г. «Об установлении государственных систем координат».

8. ГОСТ Р 51794-2001 «Системы координат. Методы преобразования координат определяемых точек». — М.: Госстандарт РФ, 2001.

9. Требования к организациям, рекомендуемым для выполнения геодезической съемки АНО на аэродромах и воздушных трассах России. Приложение к распоряжению Минтранса России № КР-14-р от 4 апреля 2003 г.

RESUME

Problems of the RF airports' geodetic support are considered with regard to the ICAO requirements. An experience of conducting geodetic works at the Sheremetyevo International Airport is described. These works have got positive expert certificate from the Federal State Unitary Enterprise State Research Institute «Aeronavigatsiya».



МИИГАиК **Геодинамика**

Геодезическое обеспечение аэродромов для сертификации по нормам ГЭ ГА и ИКАО. Топографическая и кадастровая съемки, съемка подземных коммуникаций при реконструкции и эксплуатации аэродрома.

Центр «Геодинамика», МИИГАиК: г. Москва, Гороховский пер, 4. (095) 514-7189, (095) 267-2709; E-mail: Office@geodinamika.ru