

В. И. Сергунцов^{1✉}

Создание геодезической разбивочной основы при реконструкции аэропортов

¹ Сибирский государственный университет геосистем и технологий,
г. Новосибирск, Российская Федерация
e-mail: vladossergio@mail.ru

Аннотация. В статье рассматриваются принципы и нормативно техническая база создания геодезической разбивочной основы (ГРО) при реконструкции аэропортов. Аэропорты как особо опасные и технически сложные объекты отнесены к сооружениям класса КС-3 с I (повышенным) уровнем ответственности, что представляет собой особые технические требования к точности и надежности геодезического обеспечения строительства. На основе анализа нормативных документов и практического опыта выполнения геодезических работ на аэродромных объектах обосновываются основные принципы построения ГРО: единая система координат и высот, учет точности строительных процессов, обеспечение доверительной вероятности не менее 0,997. Рассматриваются современные технологии, включая спутниковые методы, лазерное сканирование и применение беспилотных авиационных систем, а также перспективы интеграции с BIM-технологиями.

Ключевые слова: геодезическая разбивочная основа, аэропорт, реконструкция, СП 126.13330.2017, СП 121.13330.2019

V. I. Serguncov^{1✉}

Establishing a Geodetic Layout Basis during Airport Reconstruction

¹ Siberian State University of Geosystems and Technologies, Novosibirsk, Russian Federation
e-mail: vladossergio@mail.ru

Abstract. The article examines the principles and regulatory – technical framework establishing a geodetic layout basis (GLB) during airport reconstruction. Airports, as particularly hazardous and technically complex facilities, are classified as KC-3 class structures with a Category I (elevated) level of responsibility. This imposes special technical requirements on the accuracy and reliability of geodetic support for construction. Based on an analysis of regulatory documents and practical experience in conducting geodetic works at airfield facilities, the main principles of GLB construction are substantiated. These include: a unified coordinate and height system, consideration of the accuracy requirements of construction processes, ensuring a confidence probability of at least 0,997. The paper also discusses modern technologies, including satellite-based methods, laser scanning, and the use of unmanned aircraft systems (UAS). Additionally, it explores prospects for integration with BIM technologies.

Keywords: geodetic layout basis, airport, reconstruction, SP 126.13330.2017, SP 121.13330.2019

Введение

Реконструкция аэропортов представляет собой один из наиболее ответственных видов строительной деятельности, поскольку аэродромы относятся к

особо опасным и технически сложным объектам. Согласно действующим нормативно-правовым актам, аэродром отнесен к сооружениям класса КС-3, для которых установлен повышенный уровень ответственности. Это означает, что все геодезические работы – от создания опорной сети до выноса осей сооружений и контрольных измерений – должны выполняться с точностью до 5мм в 95% случаев [1].

Ключевым элементом геодезического обеспечения любого строительства, включая реконструкцию аэропортов, является геодезическая разбивочная основа (ГРО). Одной из важнейших задач является обеспечение единой системы координат и высот объекта.

Цель статьи – на основе анализа нормативной базы и практического опыта определить принципы, требования и технологии создания геодезической разбивочной основы для реконструкции аэропортов.

Методы и материалы

Принципы создания ГРО для реконструкции аэропортов:

- привязка к государственной геодезической сети;
- учет существующей и проектируемой инфраструктуры;
- устойчивость и сохранность знаков на весь срок работ;
- оформление исполнительной документации и передача подрядчику по акту [2].

Формирование геодезической разбивочной основы при реконструкции аэропортов регламентируется комплексом нормативных документов, которые можно разделить на 3 группы:

- основополагающие строительные нормы;
- специализированные аэродромные нормы;
- авиационные стандарты координатного обеспечения [1].

СП 126.13330.2017 «Геодезические работы в строительстве» – это основной документ, регламентирующий выполнение геодезических работ. Он устанавливает требования к контролю точности геометрических параметров зданий и сооружений, также мониторингу их деформаций и смещений на всех стадиях строительства и реконструкции. Этот свод правил определяет общие стандарты точности, объем и способы проведения геодезических работ. В 2024 Росстандарт внес дополнения, о необходимости внедрения технологий информационного моделирования (ТИМ), а также использование дистанционного мониторинга с применением беспилотных авиационных систем (БАС) при строительстве.

МН/Т 4015-2013 – это китайский аналог международных стандартов, который устанавливает требования к точности координат аэронавигационных элементов [3].

СП 121.13330.2019 «Аэродромы» – это документ, регламентирующий точность строительства аэродромных покрытий. Этот свод правил устанавливает, что для искусственных покрытий допустимы отклонения от проектных значений: до ± 15 мм для не более 5% измерений, и до ± 5 мм для остальных (табл. 1).

Таблица 1 – Сравнение требований разных стандартов

Параметр	СП 126.13330.2017	СП 121.13330.2019	МН/Т 4015-2013	Комментарий
Основная точность измерений	+5мм	95% результатов: $\leq +5\text{мм}$, 5% допускается $\leq +15\text{мм}$	-	СП 121.13330.2019 допускает более высокие отклонения в сравнение с СП 126.13330.2017
Точность для ВПП	Соответствует общей точности ГРО: +5мм	Для слоев покрытий: +5мм	Координаты порога ВПП: горизонтальная - $\pm 100\text{мм}$, вертикальная $\pm 10\text{мм}$	Разный фокус стандартов
Точность для навигационных средств	Соответствует общей точности ГРО	Не регламентируется	Координаты: горизонтальная - $\pm 300\text{мм}$, вертикальная - $\pm 50\text{мм}$	Важна привязка к аэронавигационной системе
Требования к опорной сети	На основе пунктов гос. Геодезической сети	Не регламентируется отдельно	≥ 4 контрольных точек, расстояние $\leq 500\text{м}$, точность $\leq 100\text{мм}$	Обеспечивает резервирование данных
Система координат	Единая для объекта	Единая для аэродрома	WGS-84	Требует преобразование с погрешностью $\leq 100\text{мм}$

Геодезическая разбивочная основа для реконструкции аэропорта создается как иерархическая система, которая делится от общего к частному:

- опорная геодезическая сеть;
- разбивочная основа объекта;
- внутренние разбивочные сети [4].

При создании ГРО для аэропортов используются следующие системы координат: WGS-84, ПЗ-90.11, а также местные (условные) системы координат. При переходе от местных систем координат к WGS-84 требуется «ключи перехода», а также предоставляемые данные должны пройти проверку [5].

Создание ГРО осуществляется с использованием высокоточного оборудования: спутниковые методы (GNSS), электронные тахеометры, высокоточное нивелирование [6]. Практика показывает, что на сложных участках, таких как болота или густые леса, может потребоваться большее количество опорных точек, что в соответствии с обновленной редакцией СП 126.13330.2017, при создании ГРО и геодезическом сопровождении строительства аэропортов все шире применяются лазерное сканирование, а также системы БАС. Технология лазерного сканирования обеспечивает оперативное формирование высокоточных цифровых моделей рельефа и трехмерных представлений существующих объектов [7]. Данная возможность имеет особую ценность при проведении реконструкции в условиях ограниченного пространства.

Заключение

При реконструкции аэропортов геодезическая разбивочная основа (ГРО) формируется в соответствии с комплексом нормативных документов, главными из которых являются СП 126.13330.2017 и СП 121.13330.2019. Основные принципы построения ГРО включают: создание единой системы координат и высот для всех видов работ, учет высокого уровня ответственности аэропорта как особо опасного объекта, применение дифференцированных требований к точности геодезических работ (с доверительной вероятностью не менее 0,997) и привязку к мировой системе WGS-84 для аэронавигационного обеспечения. Современные технологии, включая спутниковые методы, лазерное сканирование и беспилотные авиационные системы, позволяют создавать высокоточное ГРО в сложных условиях реконструкции. Интеграция геодезического обеспечения с BIM-технологиями является приоритетным направлением развития, обеспечивающим переход к цифровому управлению жизненным циклом аэропортовых объектов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СП 121.13330.2019 «Аэродромы» (актуализированная редакция СНиП 32-03-96). — М.: Минстрой России, 2019.
2. СП 126.13330.2017 «Геодезические работы в строительстве» (актуализированная редакция СНиП 3.01.03-84). — М.: Минстрой России, 2017.
3. МН/Т 40152013 «Методические указания по созданию геодезической разбивочной основы для строительства аэродромов». — М.: Росавиация, 2013.
4. Середович В. А., Алтынцев М. А., Попов Р. А. Выбор методики уравнивания данных мобильного лазерного сканирования в зависимости от качества полученных данных и снимаемой территории // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2014. X Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия» : сб. материалов в 2 т. (Новосибирск, 8–18 апреля 2014 г.). — Новосибирск : СГГА, 2014. Т. 2. — С. 142–149.
5. Медведев В. И., Сарычев Д. С., Скворцов А. В. Предварительная обработка данных мобильного лазерного сканирования в системе IndorCloud // САПР и ГИС автомобильных дорог. — 2014. — № 2 (3). С. 67–74.
6. Батраков Ю.Г. Геодезическое обеспечение строительства аэропортов: учебное пособие. — М.:МИИГАиК 2020. — С. 245.
7. Нестеренко В. М. Геодезические работы при строительстве и эксплуатации аэродромов. — М.: Недра, 1990. — С. 184.

© В. И. Сергунцов, 2026