

ТЕХНОЛОГИЯ СЪЕМКИ ПРОДОЛЬНОГО ПРОФИЛЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МИКРОНИВЕЛИРА DIPSTICK-2000

И.В. Грошев («НПО Прогрестех»)

В 1998 г. окончил геодезический факультет Московского государственного университета геодезии и картографии (МИИГАиК) по специальности «прикладная геодезия». С 1997 г. работает в «НПО Прогрестех». В настоящее время — директор по сертификации.

За рубежом, а в последнее время в России и странах СНГ, уделяют серьезное внимание оценке ровности поверхности аэродромных покрытий искусственных взлетно-посадочных полос (ИВПП) — одному из основных показателей, определяющих безопасность полетов современных летательных аппаратов. С этой целью в аэропортах с высокой интенсивностью полетов осуществляют мониторинг состояния ровности ИВПП. При сборе первичных данных наряду с традиционными геодезическими методами и оборудованием [1] применяют специальные автоматизированные устройства измерения высотных отметок [2]. Одним из таких устройств является электронный микронивелир Dipstick-2000 (Face Construction Technologies, США), который с 2002 г. широко используется испытательной лабораторией аэродромов «НПО Прогрестех» при определении показателя ровности поверхности аэродромных покрытий — индекса «R» [3].

Микронивелир Dipstick-2000 (рис. 1) состоит из измерительного блока DS 2000, компьютера Palmtop HP200LX для регистрации и хранения съемочной информации и рукоятки с кронштейном. Элементы питания компьютера расположены внутри рукоятки, к верхней части ко-

торой на кронштейне крепится компьютер. Рукоятка жестко зафиксирована с измерительным блоком, который с помощью двух опор устанавливается на поверхность обследуемого покрытия. В комплект Dipstick-2000 входят две пары опор. Одна пара шарнирных опор применяется при измерениях на покрытиях, имеющих высокий уровень шероховатости (асфальтобетонные, цементобетонные и т. п.). Другая пара «игольчатых» опор используется для проведения измерений на «гладких» поверхностях (металлических, кафельных и т. п.). Расстояние между опорами может меняться, что позволяет регулировать шаг съемки высотного профиля. Для установки расстояния между опорами равного 0,5 м применя-

ется специальный адаптер. Измерительный блок DS 2000 оснащен двумя жидкокристаллическими экранами, тумблером питания, кнопкой фиксации результатов процесса «обнуления» и штекерным разъемом для соединения с компьютером. Кронштейн также оснащен штекерными разъемами для соединения измерительного блока с компьютером и акустическим динамиком для подачи звуковых сигналов после фиксации результатов измерений.

В измерительном блоке используется прецизионный электронный акселерометр (измеритель ускорения), воспринимающий любое ускорение, в том числе и гравитационное. Благодаря этому фиксация данных измеряемого превышения выполняется только после того, как Dipstick-2000 займет стационарное положение. Акселерометр определяет угол наклона чувствительного элемента относительно горизонтального положения. Затем полученная количественная характеристика передается в процессор измерительного блока, где постоянно хранится информация о расстоянии между опорами. Используя эти данные — угол наклона и расстояние между опорами, вычисляется превышение на базе стандартной опоры и передается в компьютер. При помощи программного обеспечения вы-



Рис. 1
Микронивелир Dipstick-2000

полняется пересчет измеренного превышения на опору, длина которой указывается в настройках перед началом измерений, и преобразованная величина заносится в запоминающее устройство.

В настоящее время микроинвелир оснащен обновленной версией программного продукта RoadFace Data Collection Program 3.1, обеспечивающего более стабильную работу в процессе сбора данных измерительной системы в целом. Используя внутреннюю память и съемную карту формата PCMCIA, можно сохранять данные по нескольким объектам без их передачи в память стационарного компьютера. Улучшенные возможности измерительной системы позволяют проводить в сжатые сроки инициализацию перед началом сбора данных, а также приостановку и возобновление процесса измерений, например, в случае экстренного освобождения ИВПП.

При проведении съемки продольного профиля с помощью Dipstick-2000 первоначально осуществляется разметка направления профиля вдоль оси ИВПП, по которому выполняется съемка высотных отметок поверхности покрытия. При этом необходимо выдерживать прямолинейность разбиваемой линии.

Следует иметь в виду, что эффективное применение автоматизированных средств измерений гарантировано лишь в случае строгой организации технологии полевых измерений. Для этого необходимо обеспечить связь между файлом сохраненных результатов измерений и данными о принадлежности к объекту (аэродром, профиль), местоположении серии измерений (привязка к пикетажу ИВПП) и времени выполнения измерений (календарная дата). Выполнить это условие позволяет система хранения данных, поддерживаемая программным обеспечением RoadFace Data Collection Program 3.1, благодаря которой каждому сохраненному файлу измерений прис-

ваивается уникальное имя, что ускоряет и значительно упрощает процесс обработки данных в камеральных условиях.

Измерения на новом объекте необходимо начинать с определения инструментальной поправки, которая в зависимости от географического положения и климатических условий для каждого аэродрома будет различной. При дальнейшей работе с результатами измерений данная поправка будет учитываться при вычислении отметок продольного профиля.

Перед началом прохода необходимо проинициализировать измерительную систему, т. е. указать директорию и базу данных, в которой будут накапливаться результаты измерений, установить настройки сбора данных, ввести высотную отметку начальной точки профиля и провести «обнуление» — процедуру, которая активизирует датчик, регистрирующий угол наклона прибора. Процесс инициализации занимает не более 3–5 мин. После этого можно приступить к сбору данных по профилю. Исполнителю работ необходимо перемещать Dipstick-2000 по заранее размеченной линии исследуемого профиля таким образом, чтобы одна из двух опор оставалась неподвижной, а вторая описывала траекторию полукруга с центром в точке стояния первой опоры. После прекращения перемещения прибора, о чем свидетельствует встроенная динамическая система, происходит фиксация результата измерения превышения и автоматическая регистрация в запоминающем устройстве портативного компьютера. После звукового сигнала исполнитель может перемещать Dipstick-2000 на следующую точку профиля.

Если возникает необходимость покинуть ИВПП, нужно сохранить последнее измеренное превышение, отмаркировать пару точек, превышение между которыми было определено пос-

ледним, и выключить компьютер. Для возобновления измерений достаточно выполнить «обнуление», а при необходимости — проконтролировать ввод высотной отметки точки начала прохода (подтвердить последнюю сохраненную или ввести новую) и продолжать перемещение вдоль линии профиля.

На экране портативного компьютера в любой момент измерений можно просмотреть измеренные данные по профилю в произвольном диапазоне значений как в цифровом формате — в виде массива пар чисел «пикет — отметка», так и в графическом (рис. 2). Это позволяет контролировать процесс сбора данных и использовать результаты измерений в работах, выполняемых параллельно. После окончания измерений необходимо повторить процедуру определения инструментальной поправки для учета ее изменения в процессе работы на объекте.

При проведении измерений по изложенной выше схеме на съемку двух продольных профилей ИВПП длиной 2500 м с шагом съемки 0,5 м затрачивается 12–15 ч непрерывной работы. При этом появляется возможность работы в темное время суток, т. е. в период наименьшей интенсивности полетов, которая практически отсутствует при использовании традиционных геодезических методов.

Таким образом, в результате полевых работ получается совокупность инструментальных файлов. В камеральных услови-



Рис. 2
Графическое представление профиля

ях при помощи программного обеспечения RoadFace 2.0. выполняется передача измеренных данных из запоминающего устройства портативного компьютера в память стационарного компьютера. Передачу данных можно осуществлять как при помощи специального кабеля через последовательный COM-порт персонального компьютера непосредственно из постоянного запоминающего устройства HP200LX, так и со съемной карты памяти формата PCMCIA. После этого выполняется обработка результатов измерений с учетом величин инструментальной поправки, определяемых до и после выполнения измерений на объекте. Последовательные инструментальные файлы, содержащие информацию по одноименному профилю, «сшиваются» в единый профиль, данные по которому экспортируются в формате ASCII-файла. В дальнейшем эти файлы могут быть использованы как для графической визуализации результатов съемки, так и для числовой обработки в любом пакете, поддерживающем импорт формата ASCII-файлов.

В соответствии с планом работ за период сезона 2002 г. специалисты испытательной лаборатории обследовали четыре аэропорта с целью оценки ровности покрытий ИВПП. На каждой взлетно-посадочной полосе для определения индекса «R» в соответствии с требованиями

нормативных документов [3] был выполнен комплекс работ по съемке высотных отметок по двум продольным профилям с шагом 0,5 м с использованием микронивелира Dipstick-2000, результаты измерений которого контролировались традиционными геодезическими методами.

Для оценки точности определения высотных отметок продольные профили на каждой ИВПП «закольцовывались» в замкнутый ход. Кроме того, через каждые 100 метров вдоль оси покрытия маркировались опорные высотные точки, отметки которых определялись с помощью оптического нивелира Н-05 по методике высокоточного нивелирования и микронивелира Dipstick-2000 — в ходе съемки продольных профилей. Затем значения высотных отметок одноименных точек, полученные первым и вторым способами, сравнивались. По результатам сравнительного анализа было установлено, что погрешность определения разности высот точек, удаленных на расстояние до 1 км, при съемке с шагом 0,5 м составляет не более 2,0 мм.

Специалисты «НПО Прогрестех» и ФГУП «Ростест-Москва» в 2003 г. провели испытания микронивелира Dipstick-2000 для утверждения типа средства измерений и внесения его в Государственный реестр средств измерений. Кроме того, была разработана методика метроло-

гической поверки. В настоящее время заканчивается подготовка документации для проведения сертификации Dipstick-2000 в Госстандарте России.

Полученные результаты подтвердили не только высокую производительность, но и достаточную для оценки ровности аэродромных покрытий точность результатов измерений высотных отметок искусственных покрытий с помощью микронивелира Dipstick-2000. Апробированная технология высотной съемки может найти широкое применение при оценке ровности покрытий не только ИВПП, но и автомобильных дорог, а также при обследовании и контроле строительства или реконструкции других искусственных поверхностей, к геометрии которых предъявляются высокие требования.

▼ Список литературы

1. Канунников О.В., Грошев И.В., Люляев М.Ю. Определение высотных отметок продольного профиля ИВПП для вычисления индекса ровности R // «Аэропорты. Прогрессивные технологии». — 2001. — № 4(13). — С. 22–24.
2. Грошев И.В. Применение электронного микронивелира Dipstick-2000 при оценке ровности искусственных покрытий // Аэропорты. Прогрессивные технологии. — 2001. — № 4(17). — С. 21–23.
3. Методика оценки соответствия нормам годности к эксплуатации аэродромов гражданской авиации (МОС НГЭА — 92). — М.: Воздушный транспорт, 1992.

«Аэропорты. Прогрессивные технологии» — журнал для специалистов о новейших достижениях в области аэродромостроения



Основные разделы журнала освещают следующие направления:

- нормативная база в области строительства и эксплуатации аэропортов;
- проектирование и строительство аэродромов;
- новые материалы, оборудование, технологии для ремонта и эксплуатации аэродромных покрытий;
- сертификация аэропортов;
- выставки, конференции, семинары и презентации.

Журнал учрежден «НПО Прогрестех» в 1997 г. Периодичность издания — 4 номера в год. Подписаться на журнал можно через редакцию.

Адрес редакции: 105179, Москва, Е-179, мкр-н им. Ю.А. Гагарина, корп. 124

Тел/факс: (095) 937-01-78, 937-01-80, 742-68-74

E-mail: mail@progresstesh.ru, Интернет: www.progresstesh.ru