

ОЦЕНКА НЕРОВНОСТЕЙ ИСКУССТВЕННЫХ ПОКРЫТИЙ АЭРОПОРТОВ

Ю.Д. Роев (26-й ЦНИИ МО РФ)

В 1965 г. окончил геодезический факультет МИИГАиК по специальности «астрономогеодезия». После окончания института работал во ВНИИгеофизики. С 1968 г. служил в кадрах Вооруженных сил РФ. С 1991 г. — старший научный сотрудник 26-го ЦНИИ МО РФ.

Н.Е. Кузовихин (26-й ЦНИИ МО РФ)

В 2000 г. окончил Московский авиационно-технологический университет. После окончания института проходит службу в кадрах Вооруженных сил РФ.

Л.И. Глебова (26-й ЦНИИ МО РФ)

В 1979 г. окончила Оренбургский техникум организации и вычислительной техники. В настоящее время — инженер 26-го ЦНИИ МО РФ.

Безопасность полетов современных летательных аппаратов во многом зависит от фактического состояния аэропортов. Многие из показателей, по которым проводится оценка пригодности аэропортов к эксплуатации, определяются по результатам геодезических измерений [1]. Геодезические измерения с появлением современных электронных геодезических приборов трудностей не вызывают. Однако для специалистов, выполняющих геодезические измерения, важно знать, для каких целей и как используются полученные ими результаты.

Рассмотрим один из показателей, определяемый при сертификации аэропортов, — показатель ровности искусственных покрытий взлетно-посадочных полос (ВПП) [2]. В настоящее время состояние поверхности находящихся в эксплуатации аэродромных покрытий рекомендуется оценивать индексом ровности R , который вычисляется с помощью

коэффициентов c и k функции спектральной плотности неровностей [3]. Для индекса ровности R предусмотрены количественная (от 2,0 до 5,0 и выше) и качественная вербальная (от «неудовлетворительно» до «отлично») градации.

Разработанный авторами способ оценки геометрических параметров поверхности аэродромных покрытий, автомобильных дорог и других объектов линейного типа [4, 5] технологически совместим с любым методом съемки, легко реализуется на практике и не требует дополнительных преобразований исходных данных, приводящих к условности оценки. Этот способ называется «Способ средних среднеквадратических отклонений» (ССКО) и основан на традиционном для геодезии вычислении средних квадратических отклонений исследуемой поверхности от номинальной.

Исходными данными для ССКО являются результаты ге-

одезической съемки рельефа исследуемой поверхности, выполненной, например, методом геометрического нивелирования, по которым в полном объеме вычисляются параметры оценки, адекватно характеризующие ее эксплуатационные свойства. Получаемые с помощью ССКО значения оценок математически связаны с применяемыми в нормативных документах по проектированию и эксплуатации характеристиками рельефа по параметру ровности. Эти параметры могут эффективно использоваться для оценки состояния аэродромных покрытий в широком линейном диапазоне длин исследуемых неровностей (линейный диапазон практически не ограничен).

С целью автоматизации процесса оценки ровности по способу СКО была разработана прикладная программа Devi-RK-04 [6] на языке Pascal в среде Borland Delphi. Ввод исходных данных осуществля-

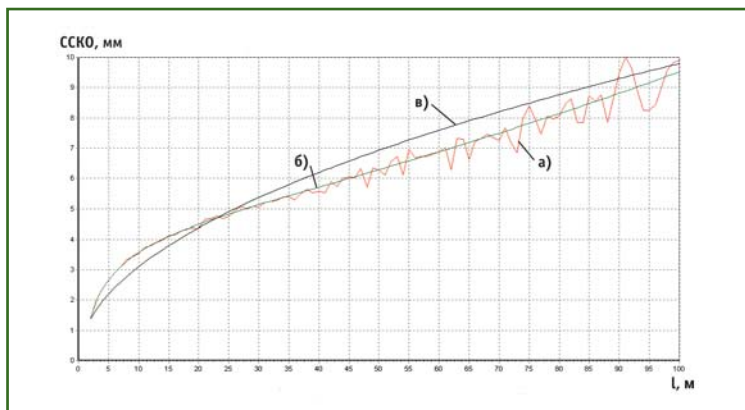


Рис. 1

Кривые зависимости ССКО от длины базы, вычисленные в режимах: а) «последовательно» и б) «со сдвигом» (сглаженная кривая); в) нормативная кривая ССКО

ется автоматически или с помощью оператора. Затем вызывается диалоговое окно, в котором задаются параметры обработки, и автоматически определяются параметры оценки в текстовом и графическом видах. Экспорт и сохранение текстовой информации предусмотрено в форматах Microsoft Word и Microsoft Excel, а графической — в форматах BMP и JPEG.

Критерием оценки неровностей в разработанном способе служит, в первом приближении, математическая зависимость (рис. 1):

$$\sigma(l)_{\text{ср}} = m l^n,$$

где $\sigma(l)_{\text{ср}}$ — среднее среднеквадратическое отклонение точек профиля от прямой, проведенной по методу наименьших квадратов для отрезка профиля протяженностью l ; m и n — коэффициенты.

Значения кривой $\sigma(l)_{\text{ср}}$, т. е. ССКО, достаточно полно характеризуют вертикальную и горизонтальную расчлененность рельефа.

В соответствии с теоремой о дисперсиях независимых случайных величин между ССКО и основными геометрическими характеристиками рельефа искусственных аэродромных покрытий, нормируемыми при

проектировании: уклоном, превышениями, разностями смежных уклонов и превышений, радиусами вертикальной кривизны и т. п., существуют математические зависимости, которые позволяют построить нормативную кривую и вычислить индекс ровности R .

Приведенная на рис. 1 нормативная кривая ССКО показывает, что значения ССКО, которые находятся ниже нормативной кривой, допустимы для данного линейного диапазона. Сведенные на одном графике кривые фактических (вычисленных) значений ССКО и нормативная (рис. 1), позволяют

провести сравнительный анализ неровностей и оценить их соответствие нормам.

Для обобщенной оценки неровностей поверхности аэродромного покрытия в исследуемом линейном диапазоне разработан интегральный показатель I_s , являющийся функцией коэффициентов m и n кривой ССКО [7]. Суть интегральной оценки неровностей способом ССКО заключается в определении площади, ограниченной сверху кривой ССКО, осью абсцисс снизу и ординатами начальной и конечной точек исследуемого линейного диапазона. Значение интегральной оценки может быть нормировано на длину исследуемого линейного диапазона или на площадь под нормативной кривой, что является наиболее оптимальным вариантом. В последнем случае покрытие пригодно для эксплуатации, если его интегральный показатель не превышает единицы.

На рис. 2 приведены результаты оценки эксплуатационного состояния аэродромного покрытия ВПП по параметрам ровности, полученные с помощью прикладной программы Devi-RK-04.

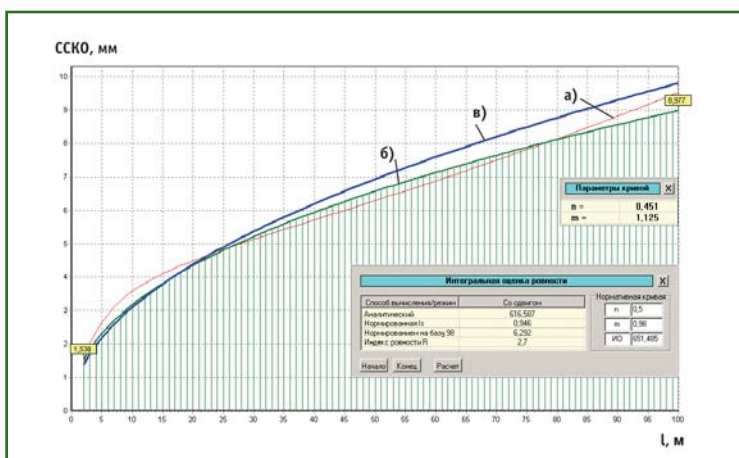


Рис. 2

Результаты оценки эксплуатационного состояния покрытия ВПП по параметрам ровности: а) фактическая кривая ССКО; б) аналитическая кривая ССКО; в) нормативная кривая ССКО

Полученные графические и аналитические результаты оценки эксплуатационного состояния покрытия ВПП показывают, что индекс ровности **R** равен 2,7, а интегральный показатель **I_s** — 0,946.

Практический опыт применения способа СКО и полученные результаты свидетельствуют об его универсальности, наглядности, эффективности и адекватности оценок в широком линейном диапазоне. Он может быть использован специалистами в области авиационной техники при исследовании динамики взаимодействия летательных аппаратов с поверхностью аэродромных покрытий и грунтовых летных полос.

▼ Список литературы

1. Кузнецов Н.Н., Лобазов В.Я., Мещеряков А.М. Геодезические работы в международном аэропорту «Шереметьево» // Геопрофи. — 2004. — № 3. — С. 6–8.
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.
4. Роев Ю.Д. Геодезическая оценка неровностей аэродромных покрытий // Геодезия и картография. — 1995. — № 12. — С. 16–17.
5. Способ оценки неровностей: пат. 2082091 Рос. Федерация от 20.07.97 / Роев Ю.Д.
6. Роев Ю.Д. Спектральный ана-

лиз рельефа аэродромных покрытий и оценка ровности по индексу **R** // Аэропорт-Сервис. — 1996. — № 4. — С. 31–33.

7. Роев Ю.Д., Кузовихин Н.Е. Оценка неровностей поверхности аэродромных покрытий способом средних среднеквадратических отклонений (ССКО) // Аэропорты. Прогрессивные технологии. — 2004. — № 1(22). — С. 10–15.

RESUME

A theory of the rms method is given to assess the operation condition for artificial covering at airports and of highways using the author-developed applied software. Surface evenness is the parameter assessed. The estimates are given for the surface evenness for the take-off runway considering its evenness index **R** and an integral index.



Аэрофотосъемка

Фотограмметрия

Лазерное сканирование

3D моделирование

ЦПГЕО
ЦЕНТР ГЕОДЕЗИИ И ГЕОМАТИКИ

www.cpgeo.ru тел.: 411-04-20, 411-03-50, факс: 744-49-17 office@cpgeo.ru