

# Лекция 13.

## Оценка ровности поверхности ВПП по методике ИКАО

Методика оценки ровности поверхности аэродромных покрытий приведена в разделе ДОПОЛНЕНИЕ А Приложения 14 к Конвенции о международной гражданской авиации.

ДОПОЛНЕНИЕ А. Дополнительный инструктивный материал к тому I Приложения 14..... ДОП А-1

### 5. Ровность поверхности ВПП

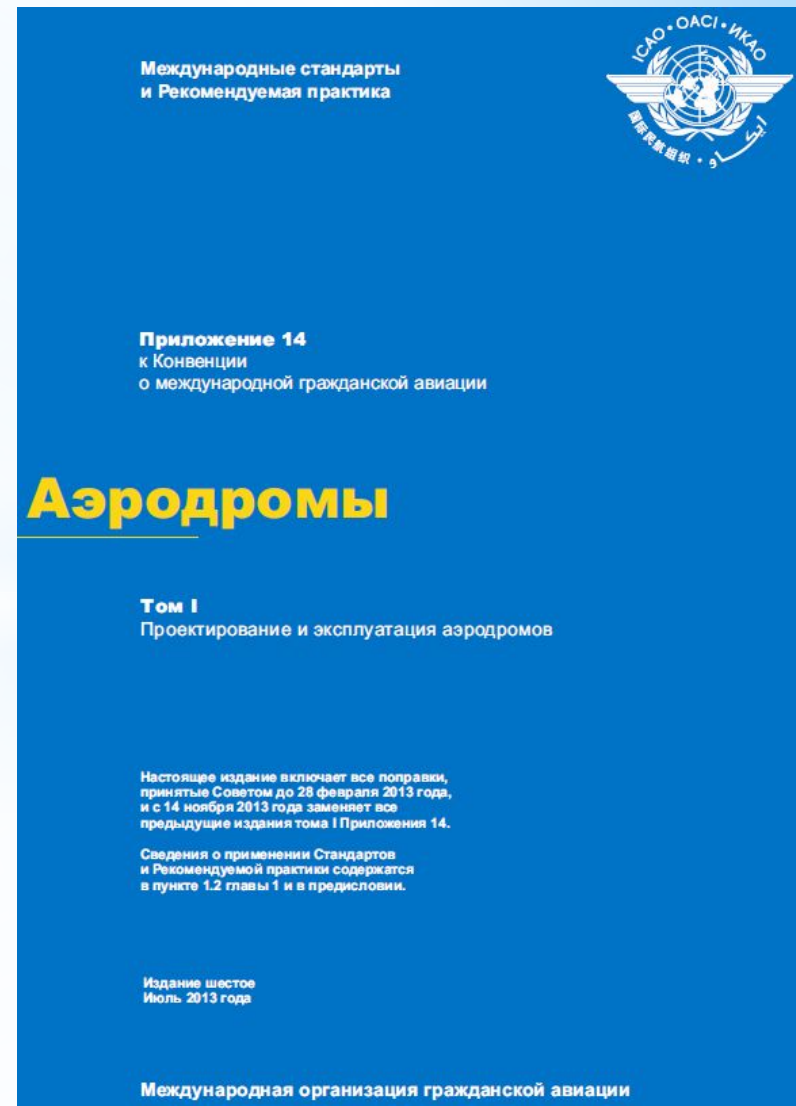
5.1 При установлении допусков на неровность поверхности ВПП для небольших расстояний порядка 3 м можно применять следующий строительный стандарт, который является обычной инженерной практикой.

Ровность поверхности покрытия ВПП, кроме вершины двускатного уклона и дренажных лотков, должна быть такой, чтобы при прикладывании рейки длиной 3 м в любом месте и в любом направлении зазор между основанием рейки и поверхностью покрытия не превышал 3 мм по всей длине рейки.

5.2 При установке на ВПП посадочных огней углубленного типа и решеток водоотводов следует следить за соблюдением надлежащей ровности поверхности покрытия.

ДОП А-5

14/11/13



# Ровность поверхности ВПП

Рассмотрим требования ИКАО из этого дополнения.

1. При установлении допусков на неровность

поверхности ВПП для небольших расстояний порядка 3 м можно применять следующий строительный стандарт.

Ровность поверхности покрытия ВПП, кроме вершины двускатного уклона и дренажных лотков, должна

быть такой, чтобы при прикладывании рейки длиной 3 м в любом месте и в любом направлении зазор между

2. При установке на ВПП посадочных огней углубленного типа и решеток водоотводов следует следить за соблюдением надлежащей ровности поверхности покрытия.

3. Эксплуатация воздушных судов и различная степень осадки основания покрытия в конечном итоге приводят к увеличению неровностей поверхности. Небольшие отклонения от указанных выше допусков не оказывают серьезного влияния на эксплуатацию воздушных судов. В целом отдельные неровности порядка 2,5-3 см на расстоянии 45 м являются допустимыми. Хотя максимально допустимые в эксплуатации отклонения меняются в зависимости от типа и скорости воздушного судна, размеры

В приведенной ниже таблице указаны временно допустимые и предельные размеры. Если временно допустимые размеры превышаются, необходимо своевременно предпринять корректирующие действия для улучшения качества поверхности. Если превышаются предельные размеры, то на участках с ВПП с такими шероховатостями следует немедленно провести профилактические работы для обеспечения бесперебойного производства полетов воздушных судов.

Неровность поверхности	Минимальная допустимая длина неровности (м)								
	3	6	9	12	15	20	30	45	60
Максимальная высота (или глубина) неровности поверхности (см)	3	3,5	4	5	5,5	6	6,5	8	10
Временно допустимая высота (или глубина) неровности поверхности (см)	3,5	5,5	6,5	7,5	8	9	11	13	15

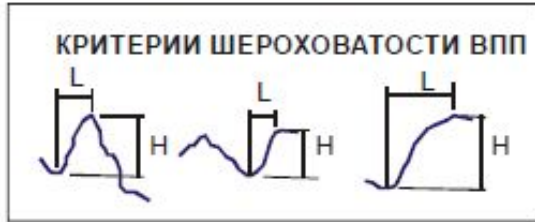
Следует иметь в виду, что в данном случае под "неровностью поверхности" понимаются изолированные отклонения превышения поверхности, которые не лежат на линии равномерного уклона любого рассматриваемого участка ВПП. Применительно к данной проблеме под "участком ВПП" понимается сегмент ВПП, на всем протяжении которого преобладают постоянный общий уклон вверх, вниз или горизонтальная поверхность. Как правило, длина этого участка составляет 30-60 м и может быть в

4. На рисунке проиллюстрировано сопоставление критериев шероховатости поверхности с критериями, разработанными Федеральным авиационным управлением Соединенных Штатов Америки.



Относительная высота  
неровности H, см

25



20

Недопустимые

15

Предельные

10

Временно допустимые

5

Технический стандарт  
ИКАО (3 мм на 1,5 м)

Допустимые

0

Новые технические  
критерии ровности  
ФАУ (6,4 мм на 5 м)

Допустимый предел  
ИКАО (30 мм на  
22,5 м)

Предел изменения  
уклона ИКАО (1,5 %  
между последователь-  
ными уклонами)

0

10

20

30

40

50

60

Длина неровности L, метры

5. В результате деформации ВПП постепенно возрастает также возможность образования луж на поверхности. Лужи со слоем воды приблизительно 3 мм. особенно если они образовались в местах, которые приземляющиеся самолеты проходят на большой скорости, могут вызвать глиссирование, которое может затем продолжаться на мокрой поверхности ВПП при значительно более тонком слое

Предметом дальнейшего изучения является вопрос совершенствования инструктивных указаний в отношении явления глиссирования при значительной длине и глубине луж на поверхности. Разумеется, особенно необходимо предотвращать образование луж тогда, когда существует возможность их замерзания.

# Методика оценки высоты неровностей по таблице ИКАО

Высота неровности определяется по формуле

$$\delta h_j = \left| |h_j - h_{j+1}| - |h_{r_j} - h_{r_{j+1}}| \right|, \quad (1)$$

где  $h_j$  - отметка текущей точки;

$h_{j+1}$  - отметка точки, расположенной на расстоянии, приведенном в таблице (3, 6, ..., 60 м);

$h_{r_j}, h_{r_{j+1}}$  - соответствующие отметки точек, расположенных на прямой линии равномерного уклона участка длиной 100 м с началом в текущей точке.

Уклон вычисляется по формуле

$$i_{pr} = \frac{|h_{i+1} - h_{i+200}|}{100} \quad (2)$$

$$\Delta x = 0,5 \text{ м.}$$

Отметки  $h_{r_j}$ ,  $h_{r_{j+1}}$  вычисляются по формуле

$$h_{r_j} = h_j; h_{r_{j+1}} = h_j + i_{пр} \cdot (x_j + L) \quad (3)$$

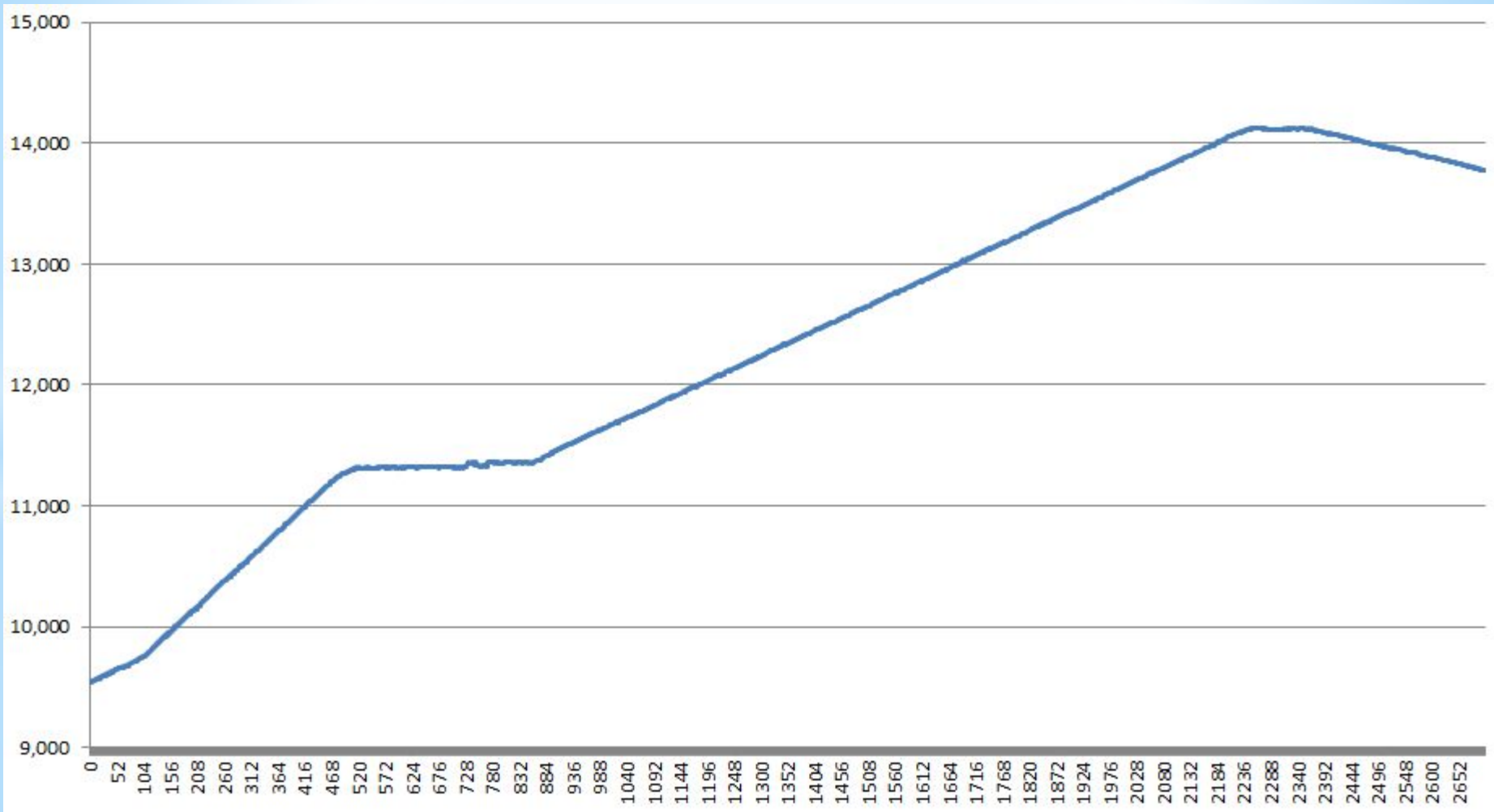
где  $L$  — длина неровности из таблицы ИКАО.

# Пример оценки ровности

Исходные данные: координата  $x$  и отметки  $h$  профиля ВПП

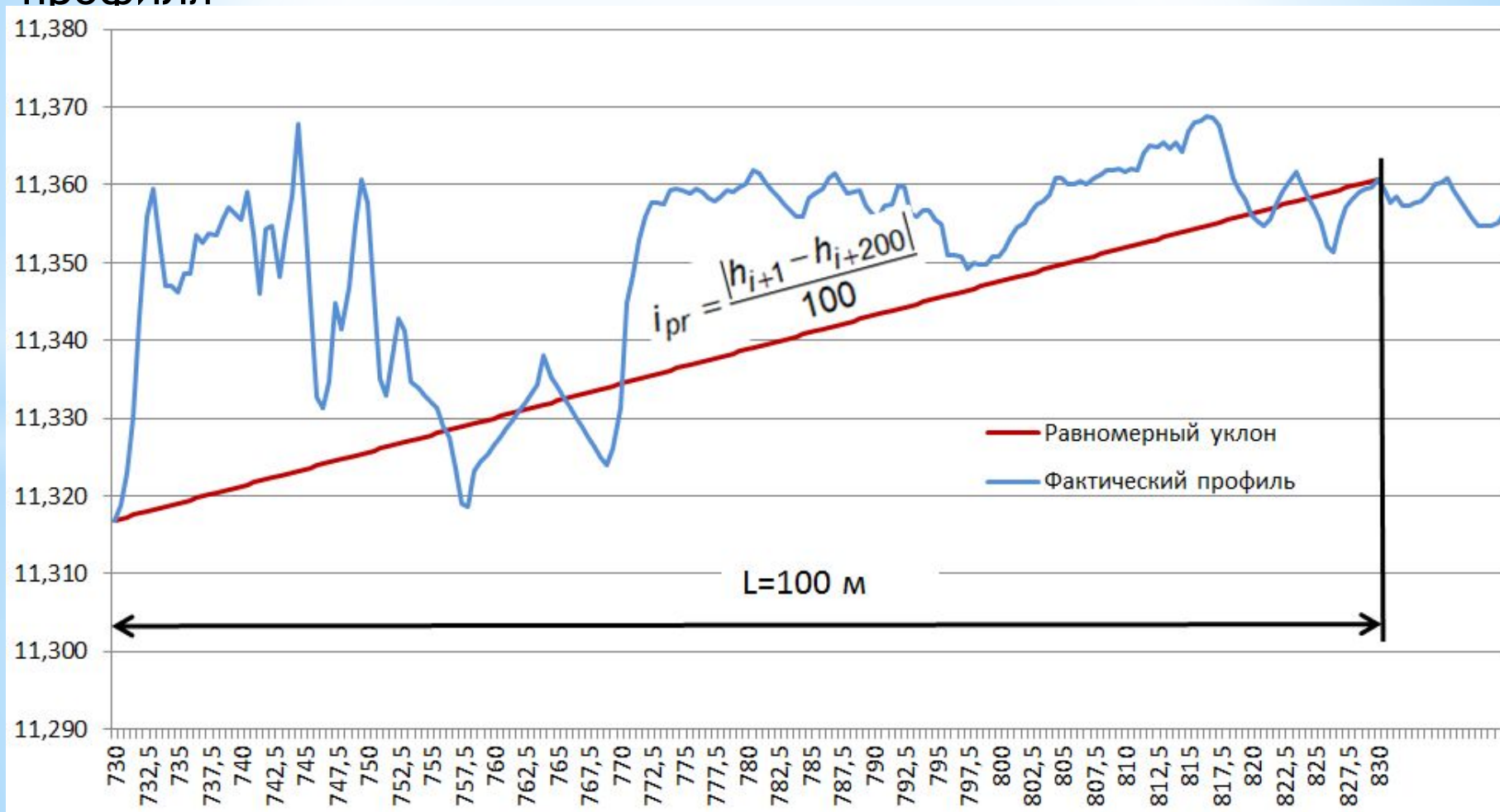
Расстояние, м	Отметка, м
0	9,541
0,5	9,542
1	9,544
1,5	9,542
2	9,544
2,5	9,544
3	9,541
3,5	9,543
4	9,547
4,5	9,545
5	9,549
5,5	9,553
6	9,552
6,5	9,552
7	9,556
7,5	9,555
...	...

# График профиля





# Определение линии равномерного уклона для текущей точки профиля



Определение высот неровностей для каждой точки профиля при значениях длины из таблицы ИКАО по формуле (1).

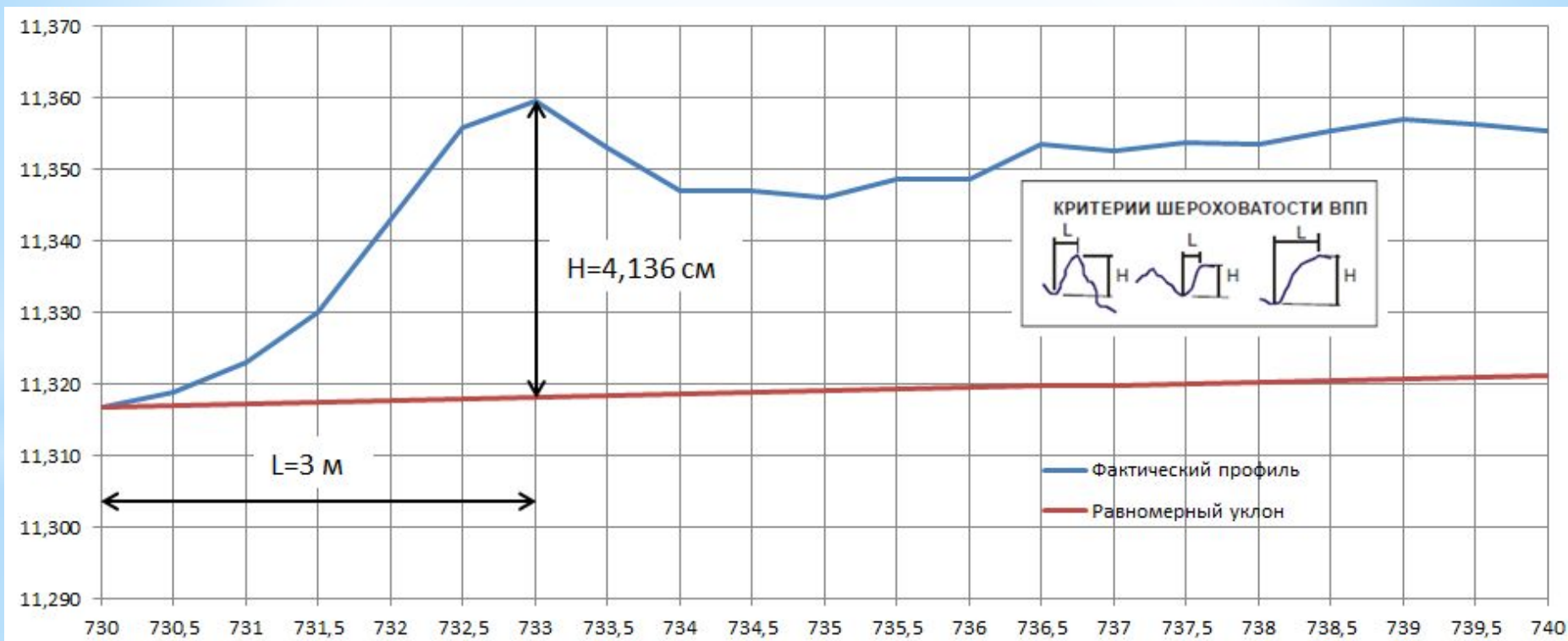
Красным цветом выделены максимальные значения для

Расстояние, м	Отметка, м	Амплитуды длины неровности, м									Уклон
		3	6	9	12	15	20	30	45	60	
Максимальная величина неровности на амплитуде, см		4,1360	3,4972	3,8668	3,9012	4,3825	5,0557	6,2588	7,3462	7,1729	
Максимально допустимая по ИКАО		3	3,5	4	5	5,5	6	6,5	8	10	
0	9,541	0,5871	0,0753	0,2995	0,0904	0,3617	0,5162	0,1532	0,7197	0,0253	0,002039
0,5	9,542	0,5236	0,2594	0,6926	0,0958	0,4749	0,9664	0,0863	0,8857	0,1406	0,002041
1	9,544	0,2183	0,0738	0,5264	0,0084	0,5043	1,1002	0,6188	0,6048	0,1730	0,002014
1,5	9,542	0,2930	0,0912	0,0364	0,2505	0,4882	0,8947	0,9018	0,3835	0,4223	0,002066
2	9,544	0,0569	0,2442	0,1122	0,6346	0,2671	0,8517	1,1297	0,3402	0,4954	0,002057
2,5	9,544	0,2823	0,2113	0,3277	0,5175	0,1031	0,3090	0,9169	0,1473	0,3918	0,00206
3	9,541	0,4871	0,2382	0,6033	0,1265	0,3650	0,0929	0,8417	0,1021	0,3755	0,002121
3,5	9,543	0,2485	0,2004	0,3808	0,0140	0,7752	0,2553	0,5475	0,3299	0,5049	0,002094
4	9,547	0,2789	0,3343	0,1706	0,3384	0,1569	0,3527	0,7034	0,3691	0,5651	0,002058
4,5	9,545	0,3767	0,3144	0,0201	0,2251	0,2750	0,4286	0,5269	0,2256	0,2946	0,002091
5	9,549	0,1854	0,1729	0,5721	0,2026	0,3715	0,1237	0,3027	0,0795	0,5897	0,00205

Как видно из сравнения фактических максимальных величин неровностей с нормативными, при длине неровности 3 м фактическое значение превышает нормативное

Максимальная величина неровности на амплитуде, см	4,1360
Максимально допустимая по ИКАО	3

Характер неровности можно видеть на графике.



# Оборудование для измерения ровности

При измерении ровности поверхности аэродромных покрытий используются рейки, автомобильные установки, дорожные профилометры, нивелиры и другое оборудование.

Для обследования небольших участков с локальными неровностями могут использоваться рейки с клиновыми промерниками.

# Рейки дорожные и клиновой промерник

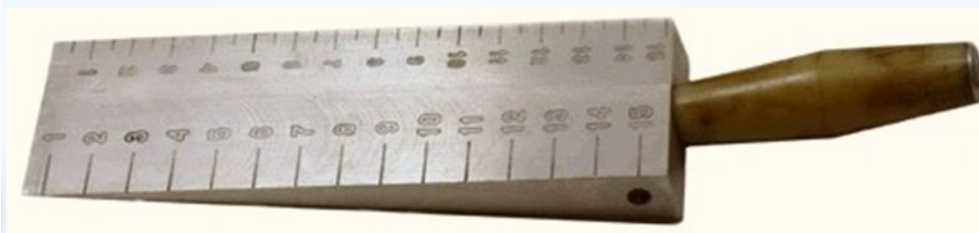
Универсальная дорожная  
рейка РДУ-КОНДОР-Н



Рейка РДУ-КОНДОР



Промерник



Требования к рейке и клиновому промернику приведены в ГОСТ 56925-2016 «Дороги автомобильные и аэродромы. Методы измерения неровностей оснований и покрытий».

- Длина рейки должна быть  $3000 \pm 2$  мм.
- Прогиб рейки от собственного веса в середине пролета длиной 2900мм не должен превышать 0,4 мм.
- Ширина опорной грани рейки должна быть  $50 \pm 2$  мм.

- Отклонение опорной грани рейки от плоскостности не должно превышать 0,2 мм; допускается вместо отклонения от плоскостности измерять отклонение от прямолинейности продольного профиля поверхности опорной грани рейки, которое не должно превышать 0,2 мм.
- Отклонение боковой грани рейки от прямолинейности не должно превышать 10 мм на всей длине рейки.
- На боковых гранях рейки должно быть пять меток, указывающих места измерений просветов под рейкой; шаг меток  $500 \pm 2$  мм;



- Клиновой промерник должен иметь две плоские грани шириной  $50 \pm 0,5$  мм; угол между поверхностями граней должен быть в пределах  $5^\circ 45' \pm 5'$ .
- Одна из граней клинового промерника должна иметь поперечные риски; шаг рисок  $10 \pm 0,1$  мм; риски должны иметь цифровые обозначения от 1 до 15.
- Рейка и клиновой промерник должны быть аттестованы в соответствии с требованиями ГОСТ 24555.

Автомобильная установка ПКРС-2 состоит из автомобиля, прицепного одноколесного прибора, оборудованного датчиком ровности, и установленного в автомобиле пульта управления. Измеряемая величина (показатель ровности) - интенсивность (уровень) вертикальных колебаний прицепного прибора относительно подрессоренного кузова, выражаемая в виде суммарного сжатия подвески на 1 км дороги (см/км).



Профилометр представляет собой автомобиль, на котором размещены необходимые датчики и компьютер, обеспечивающие измерение и регистрацию высотных отметок поверхности движения в полосе длин волн неровностей 0,5 - 60 м для автомобильных дорог и 0,5 - 100 м для аэродромов.

Для профилометров, использующих инерционную базу отсчета, ось датчика, измеряющего расстояние между датчиком ускорения и поверхностью покрытия, должна быть перпендикулярна к поверхности покрытия и находиться на одной линии с чувствительной осью акселерометра.

