

Лекция 14 Осадки на поверхности аэродромов. Определение коэффициента сцепления

Вопрос 1 Классификация осадков на поверхности аэродромов

Оценка состояния элементов летного поля производится по значениям величины, получаемых в процессе измерений параметров оценки.

К параметрам оценки состояния покрытий относятся:

1). фрикционные свойства покрытий (вопрос №2 лекции)

2). вид осадков; 3). толщина слоя осадков;

4). доля площади, покрытая загрязнениями.

2). Вид осадков оценивается кодовыми цифрами от 1 до 9 с соответствующей каждому числу описательной характеристикой осадков.



NIL – чисто и сухо



1 – влажно

**Понятие "влажно"
соответствует
состоянию, когда
поверхность
изменяет цвет
вследствие
наличия влаги.**



2 – мокро или отдельные участки стоячей воды

**"Мокро" -
поверхность
пропитана водой, но
стоячая вода
отсутствует.**

**"Участки воды" -
видны участки
стоячей воды.**



3 – иней или изморозь

"Иней или изморозь" - снеговидные кристаллические льдообразования на поверхности покрытия, образующиеся, как правило, в утренние часы и связанные с охлаждением поверхности.



4 – сухой снег

"Сухой снег" - снег, который будучи в рыхлом состоянии может сдуться ветром или рассыпаться; плотность - до, но не включая 0,35.



5 – мокрый снег

"Мокрый снег" - снег, который не рассыпается и образует или имеет тенденцию образовывать снежный ком; плотность - от 0,35 и до, но не включая 0,5.



6 – слякоть

"Слякоть" - пропитанный водой снег, который при ударе разбрызгивается в стороны; плотность от 0,5 до 0,8.



7 – лед

"Лед" - вода в замерзшем состоянии, на аэродромных покрытиях проявляется в виде гололеда или гололедицы, как результат замерзания переохлажденного дождя или имевшейся на покрытии воды; плотность - до 0,9.



8 – уплотненный или укатанный снег

"Уплотненный или укатанный снег" - снег, спрессованный в твердую массу, который при отрыве от земли не рассыпается или же ломается на куски; плотность - 0,5 и выше. Образуется в результате многократного механического воздействия пешеходов или колес транспортных средств.



9 – мерзлый снег с неровной поверхностью (борозды, рытвины)

"Мерзлый снег" - длительно лежавший на неэксплуатируемом покрытии и пропитанный замерзшей водой снег, имеет шероховатую поверхность; удельный вес около 0,8. На аэродромах может образовываться в результате замерзания неубранного снежно-ледяного наката или льда.



Осадки в виде сплошного слоя воды, распределенные на поверхности песка, пыли, грунта и т. п., представляются в информации открытым текстом понятиями: "залитая водой", "песок" и т. п.

3). Толщина слоя осадков оценивается числом, соответствующим толщине слоя в миллиметрах.

При оценке состояния покрытия необходимо давать сведения о толщине слоя каждого вида осадков. По значениям толщин слоя осадков в конкретных точках вычисляются среднеарифметические величины для каждого участка.

Толщина слоя жидких осадков (воды) измеряется переносными устройствами типа ОЛ-1.

Оптическая линейка ОЛ-1 (рис) представляет собой пластину из оргстекла размерами 125 ´ 35 ´ 10 мм, на рабочей поверхности которой выфрезерованы продольные

и поперечные борозды шириной 5 мм и глубиной 5 мм и ромбовидные выступы. С одной стороны пластины установлен опорный винт, головка которого выступает на 11,7 мм над плоскостью рабочей поверхности.

При установке линейки головкой винта на горизонтальную поверхность покрытия плоскость рабочей поверхности устанавливается наклонно таким образом, что выступы линейки располагаются на заданном расстоянии от покрытия последовательно в диапазоне 0...10 мм с шагом 0,25 мм. При наличии на покрытии слоя воды толщиной до 10 мм часть выступов, находящихся на расстоянии от поверхности, равно толщине слоя воды, касается воды и смачивается, что изменяет оптическую прозрачность пластины, которая визуальным образом определяется при осмотре линейки. По последнему смоченному ромбу определяется толщина слоя воды (1 ромб – это 1 мм воды)..

Погрешность измерения ОЛ-1 не превышает $\pm 0,25$ мм.

Толщина слоя снега, слякоти на ВПП измеряется с помощью переносной металлической линейки длиной 250 мм по ГОСТ 427-75. Погрешность не более ± 1 мм.

4). Доля площади, покрытая осадками, оценивается в процентах:

10 % при осадках на площади менее 10 % ВПП;

25 % при осадках на площади 11...25 % ВПП;

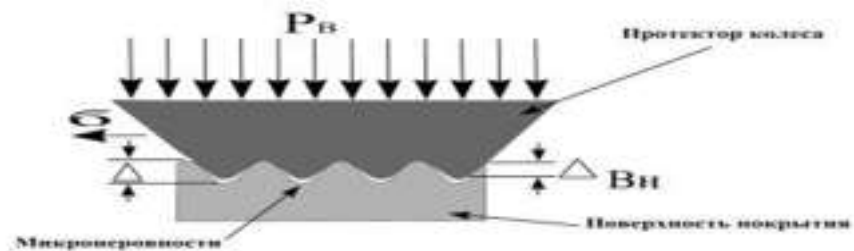
50 % при осадках на площади 26...50 % ВПП;

100 % при осадках на площади 51...100 % ВПП.

Информация о степени наличия осадков на ВПП в процентах записывается в "Журнал учета состояния летного поля". Наличие осадков оценивается визуально при осмотре ВПП.

Вопрос 2 Коэффициент сцепления, способы и методы измерения

Управление ВС при движении по земле функционально связано с воздействием сил сцепления. Наличие на поверхности покрытия слоя осадков существенно влияет на движение ВС. Сцепление колеса с покрытием осуществляется в момент проскальзывания резины протектора относительно опорной поверхности.



Сцепление достигается за счёт:

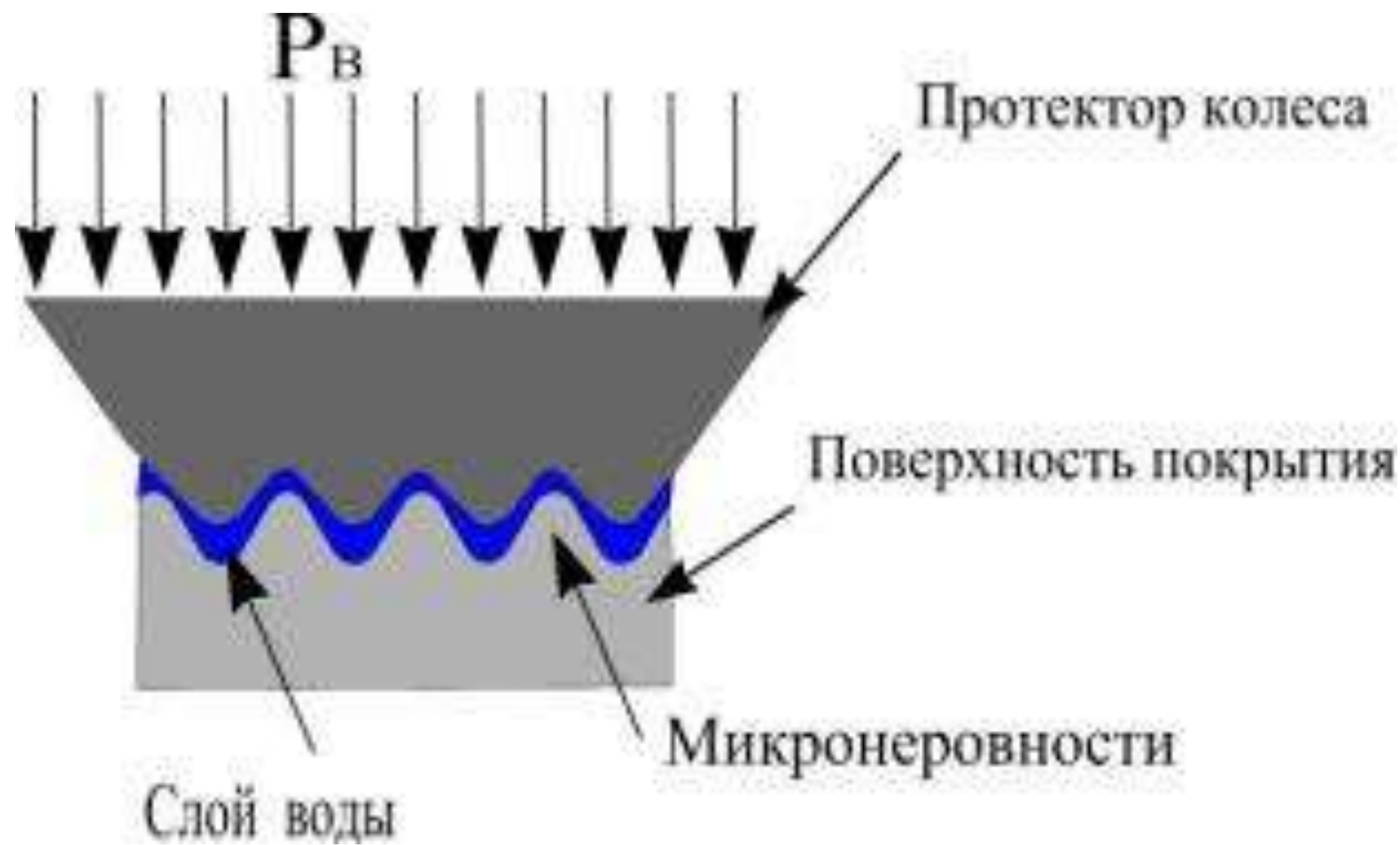
- упругой деформации элементов резины, внедрившейся в углубления шероховатости;**
- срезания части внедрившихся элементов резины (последнее явление характерно для явления юза колёс);**
- разрушения выступов шероховатости.**

Фрикционные (тормозные) свойства, покрытий оцениваются величиной коэффициента сцепления. В результате экспериментов было установлено, что максимальное значение коэффициента сцепления достигается при условии, когда скорость движения точки поверхности шины колеса, находящейся в плоскости контакта с покрытием составляет 10–15% от скорости движения ВС. Величина коэффициента сцепления при заблокированном колесе равна коэффициенту скольжения, и составляет 40–90% предельного коэффициента сцепления.

Для сокращения дистанции пробега самолёта после посадки колёса основных опор шасси оснащаются тормозной системой. При работе автомата торможения коэффициент сцепления, реализуемый самолётом, по величине может составлять от 65 до 15% его предельного значения, и зависит как от скорости движения самолёта, так и от состояния покрытия. При увеличении скорости движения самолёта коэффициент сцепления снижается.

Снижение коэффициента сцепления из-за наличия слоя осадков на покрытии аэродрома обусловлено тем, что заполняются углубления микронеровностей, что уменьшает глубину внедрения резины протектора.





Если поверхность влажная (жидкости немного), во впадинах образуются гидродинамические микроклинья. Коэффициент сцепления влажной поверхности ниже по сравнению с сухой (примерно на 40%). На мокрой поверхности слой жидкости полностью закрывает выступы микронеровностей, и коэффициент сцепления становится ещё меньше. На значительных скоростях колесо движется по тонкому слою воды или слякоти, не касаясь поверхности покрытия. Возникает режим глиссирования, при котором режим колесного торможения исчезает.

Безопасная эксплуатация ВС возможна лишь при значениях коэффициента сцепления, имеющего допустимые значения, как основного параметра, характеризующего состояние поверхности ВПП. Состояние покрытия ВПП определяет и максимальную боковую составляющую ветра. Снижение коэффициента сцепления от 0,65 до 0,3 приводит к уменьшению максимально допустимой боковой составляющей ветра в три раза.

Для каждого типа ВС Руководством по лётной эксплуатации устанавливаются требования к состоянию поверхности, при котором разрешается его эксплуатация, а именно:

- минимальное значение коэффициента сцепления
- максимально допустимая толщина слоя выпавшего снега
- значение максимально допустимой боковой составляющей ветра для значений коэффициента сцепления.

Способы и методы измерения коэффициента сцепления

1. С помощью деселерометра

Принцип работы деселерометров основан на фиксации максимального отклонения маятника при торможении транспортного средства.

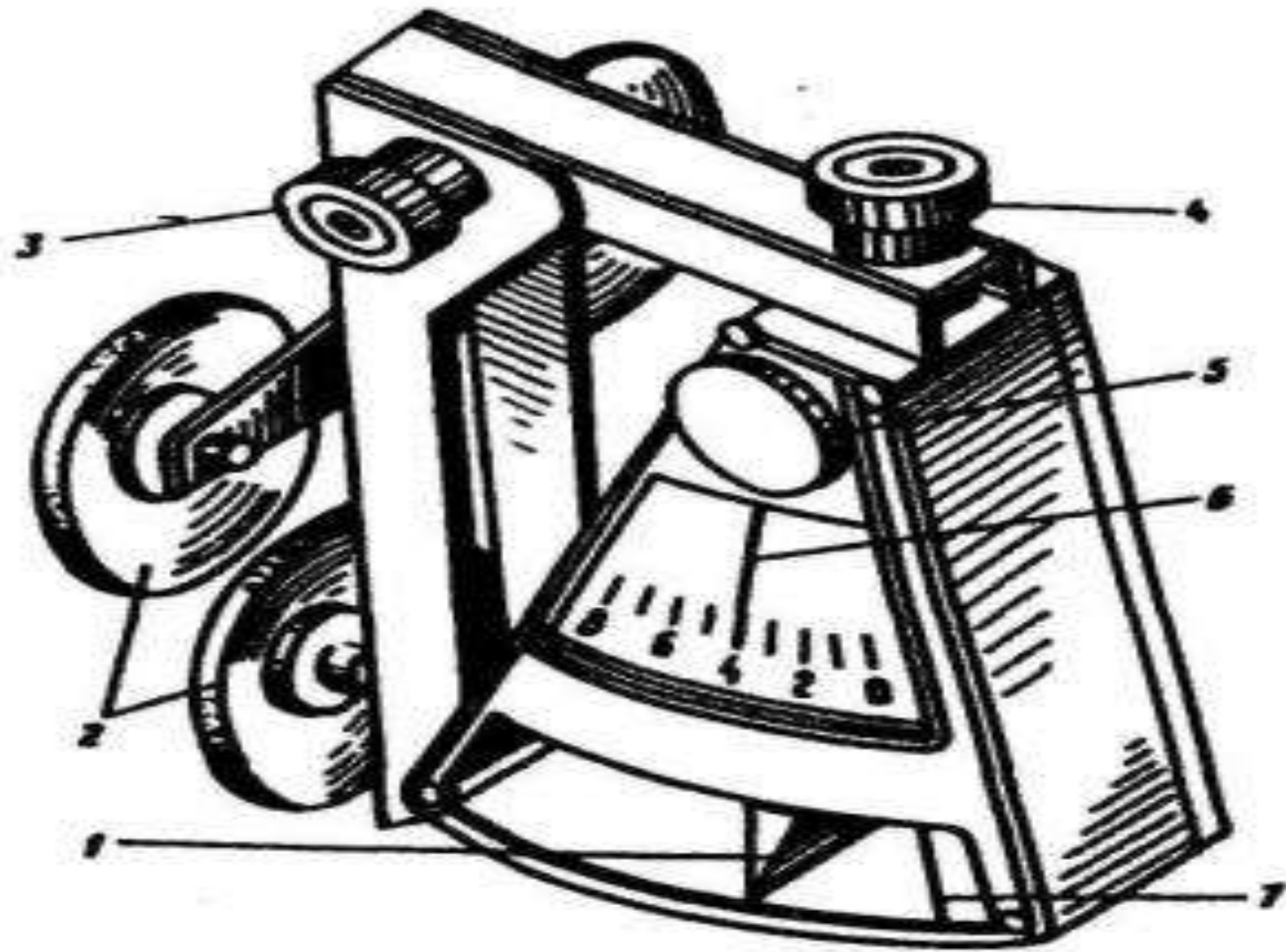


Рис. Деселерометр: 1 - ось маятника; 2 - присосы; 3 - винт фиксации стоек; 4 - винт фиксации корпуса; 5 - ручка возврата; 6 - фиксирующая стрелка; 7 - контрольная риска

Применяемый на отечественных аэродромах деселерометр 1155 М представляет собой переносной малогабаритный прибор, закрепляемый с помощью присосов 2 на лобовое стекло автомашины. С помощью винтов фиксации 3 и 4 деселерометр устанавливается в положение, при котором вертикальная осевая плоскость маятника проходит через контрольную риску 7, нанесенную на прозрачную часть стенки корпуса. Шкала деселерометра отградуирована в единицах ускорения от 0 до 8 м/с² с шагом в 1 м/с², поэтому для определения коэффициента сцепления необходимо значения, показанные по шкале, умножить на коэффициент 0,1, т. е. при показаниях 5,5 м/с² нормативный коэффициент сцепления будет 0,55.

Для оценки условий торможения деселерометр 1155 М устанавливается на лобовое стекло легкового автомобиля.

Для измерения коэффициента торможения автомобиль разгоняется до скорости 11,1 м/с (40 км/ч), водитель быстро, но не резко нажимает на педаль ножного тормоза до упора на 1...2 с. Маятник деселерометра вместе с фиксирующей стрелкой отклоняется в направлении движения. Считается величина отрицательного ускорения. После снятия показаний фиксирующая стрелка б с помощью головки устанавливается на отметку "0". Прибор готов к новым измерениям.

2. Обработкой результатов измерений расстояния или времени торможения до остановки грузового или легкового автомобиля, двигающегося с заданной скоростью при торможении, обеспечивающем полный юз колес.

При измерении дистанции торможения эффективность торможения определяется по формуле

$$\mu_s = \frac{V^2}{2gS},$$

где V - скорость в момент включения тормозов, м/с; S - дистанция торможения, м;

g - ускорение силы тяжести, м/с².

При измерении времени торможения эффективность торможения определяется по формуле

$$\mu_\tau = \frac{V}{\tau \cdot g},$$

где τ - время до остановки, с.

Получаемая величина эффективности торможения характеризует фрикционные свойства при движении колес со 100 %-ным скольжением. Для приведения результатов к торможению с проскальзыванием, соответствующим максимальной величине коэффициента торможения, следует полученные величины μ_s и μ_t умножить на 1,2 для значений в диапазоне 0...0.3 ед.к.с. и на 1,3 для значений в диапазоне 0,31... 1,0 ед.к.с.

Пример. При торможении автомобиля ЗИЛ-130, двигавшегося со скоростью 11.1 м/с (40 км/ч) дистанция торможения составила 25 м, время торможения 5 с. Эффективность торможения определяется как

$$\mu_s = 0,25 ; \mu_t = 0,22 ; \mu_{\text{э}} = (\mu_s + \mu_t)/2 = 0,24;$$

нормативное значение коэффициента сцепления составит

$$\mu = 1,2 \cdot \mu_{\text{э}}; \mu = 1,2 \cdot 0,24 = 0,29 \text{ ед.к.с.}$$

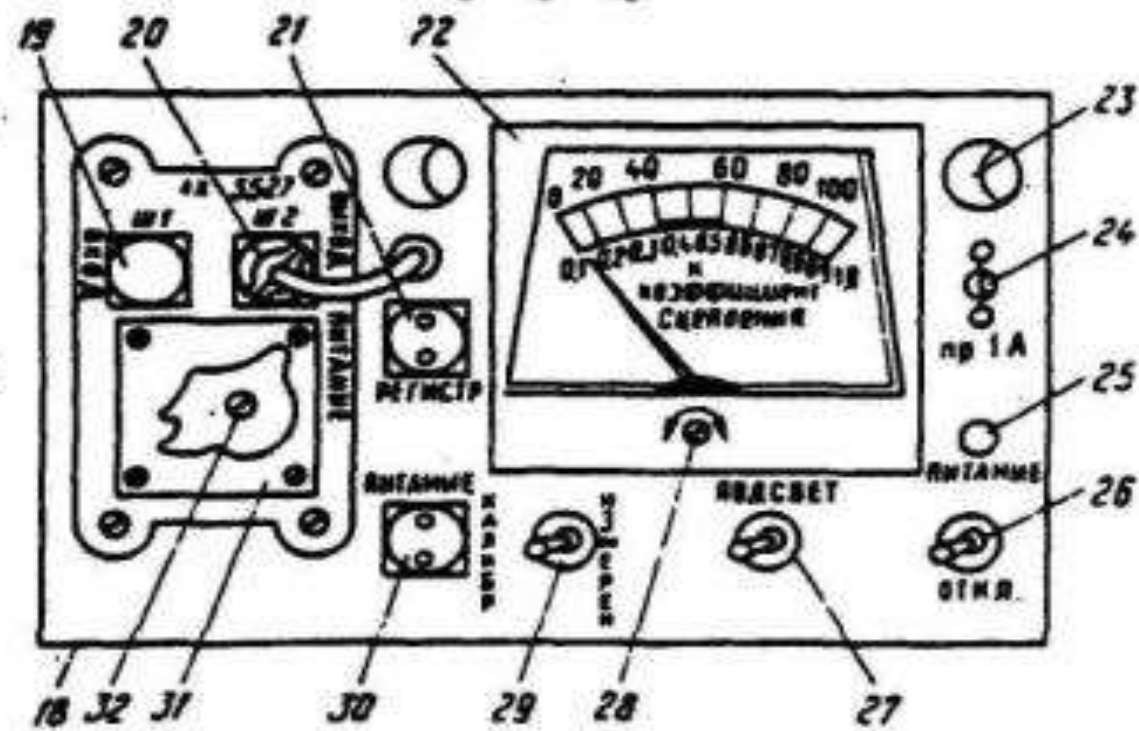
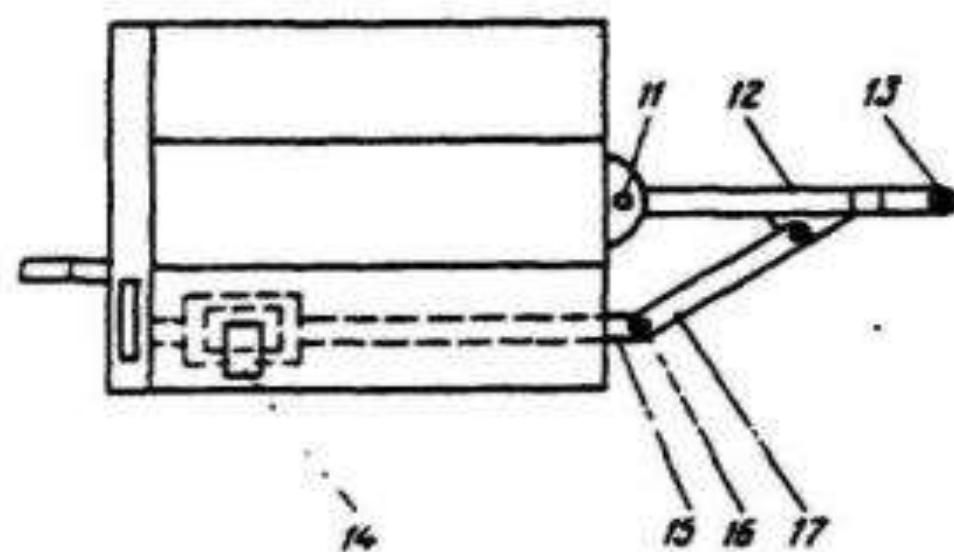
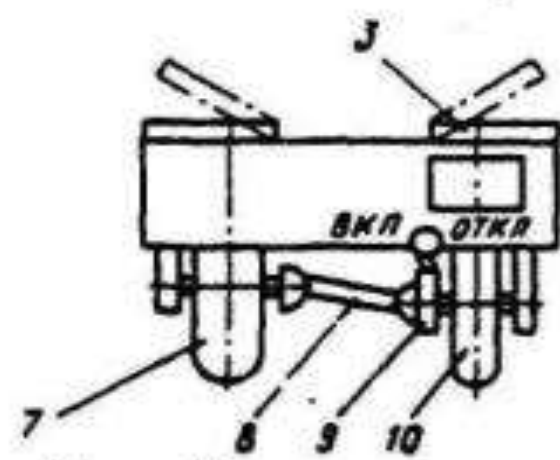
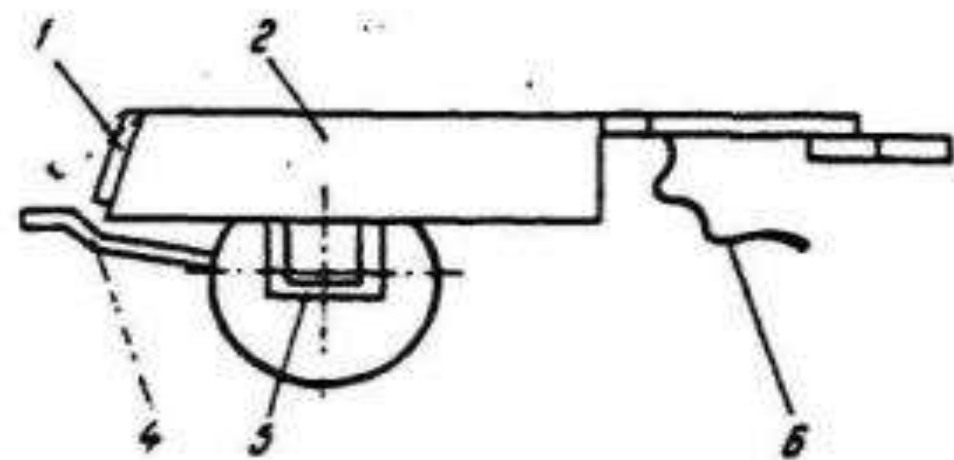
а при $\mu_{\text{э}} \geq 0,3$; $\mu = 1,3 \cdot \mu_{\text{э}}$. т. е. если $\mu_{\text{э}} = 0,35$, то $\mu = 1,3 \cdot 0,35 = 0.45 \text{ ед.к.с.}$

На каждом оцениваемом участке ВПП выполняется не менее четырех измерений по правой и четырех измерений по левой линиям движения, отстоящим на 5...10 м от продольной оси ВПП. По результатам восьми измерений вычисляется среднеарифметическое значение нормативного коэффициента сцепления для участка, которое в качестве информативного значения записывается в "Журнал учета состояния летного поля".

3. С помощью измерительной тележки АТТ-2

АТТ-2 представляет собой комплект, состоящий из измерительной тележки и выносного блока аппаратуры визуальной регистрации.

Измерительная тележка представляет собой одноосный двухколесный прицеп, включающий: раму 5, установленную жестко на измерительное 10 и ведущее 7 колеса; центральную 12 и боковую 16 тяги дышла; карданный вал 8; блокировочную муфту 9; направляющую тягу 14 с измерительным параллелограммом.







Направляющая тяга установлена в подшипниках скольжения и через измерительный параллелограмм соединяет раму тележки с боковой тягой дышла. Измерительный параллелограмм оборудован параллельно соединенными разгрузочной планкой и измерительным датчиком. Воздействующая на датчик нагрузка изменяет питающее датчик напряжение, которое через гибкий электрический кабель подается в блок регистрации, устанавливаемый в кабине автомобиля-буксировщика.

Принцип действия: имеем 2 колеса разного диаметра: побольше - ведущее, поменьше - измерительное. Колеса жестко соединены между собой через кардан. Т.к. диаметр колес разный, то и угловые скорости при движении тележки будут тоже разные. Таким образом "маленькое" измерительное колесо при прокатывании тележки будет буксовать, создавая внутреннее напряжение на кардане.

Это напряжение регистрируется тензометрическим (переводящим деформацию в электрический сигнал) датчиком. На сухом бетоне колесу проскальзывать тяжелее - напряжение на датчике будет побольше, при влажной поверхности – меньше.

Порядок измерения коэффициента сцепления:

прицепить АТТ-2 к легковому автомобилю. Соединить страховочный трос; кабель от датчика подсоединить к гнезду 19; кабель питания подсоединить к гнезду 30; вилку кабеля питания подсоединить к розетке автомобиля;

Измерение КС

Включить тумблер "Питание", прогреть блок в течение 8... 10 мин. Включить блокировку муфты; начать движение по искомому участку со скоростью 11,1...12,5 м/с (40...45 км/ч) по линии, отстоящей на 5...10 м от продольной оси ВПП справа. В процессе движения оператор должен следить за показаниями стрелки по шкале микроамперметра.

Показание шкалы в единицах коэффициента сцепления с шагом 50...100 м (5...10 с движения) оператор заносит в блокнот, при этом обязательно фиксируются минимальные значения коэффициента сцепления; по окончании ВПП, машина с АТТ-2 разворачивается и начинает движение по ВПП в обратном направлении по линии, расположенной на 5...10 м от оси ВПП справа (слева относительно посадочного курса). В процессе движения также ведется фиксация показаний шкалы прибора. По результатам показаний, занесенных в блокнот вычисляется среднеарифметическая величина коэффициента сцепления для данного участка. Вычисленная для участка величина коэффициента сцепления с помощью корреляционного графика (рис. 3) или по табл. 1 приводится к значению нормативного коэффициента сцепления, величина которого записывается в "Журнал учета состояния летного поля".

Недостатки: погрешность измерения КСц доходит до 12-15% и не соответствует требованиям ИКАО (не более 5%).

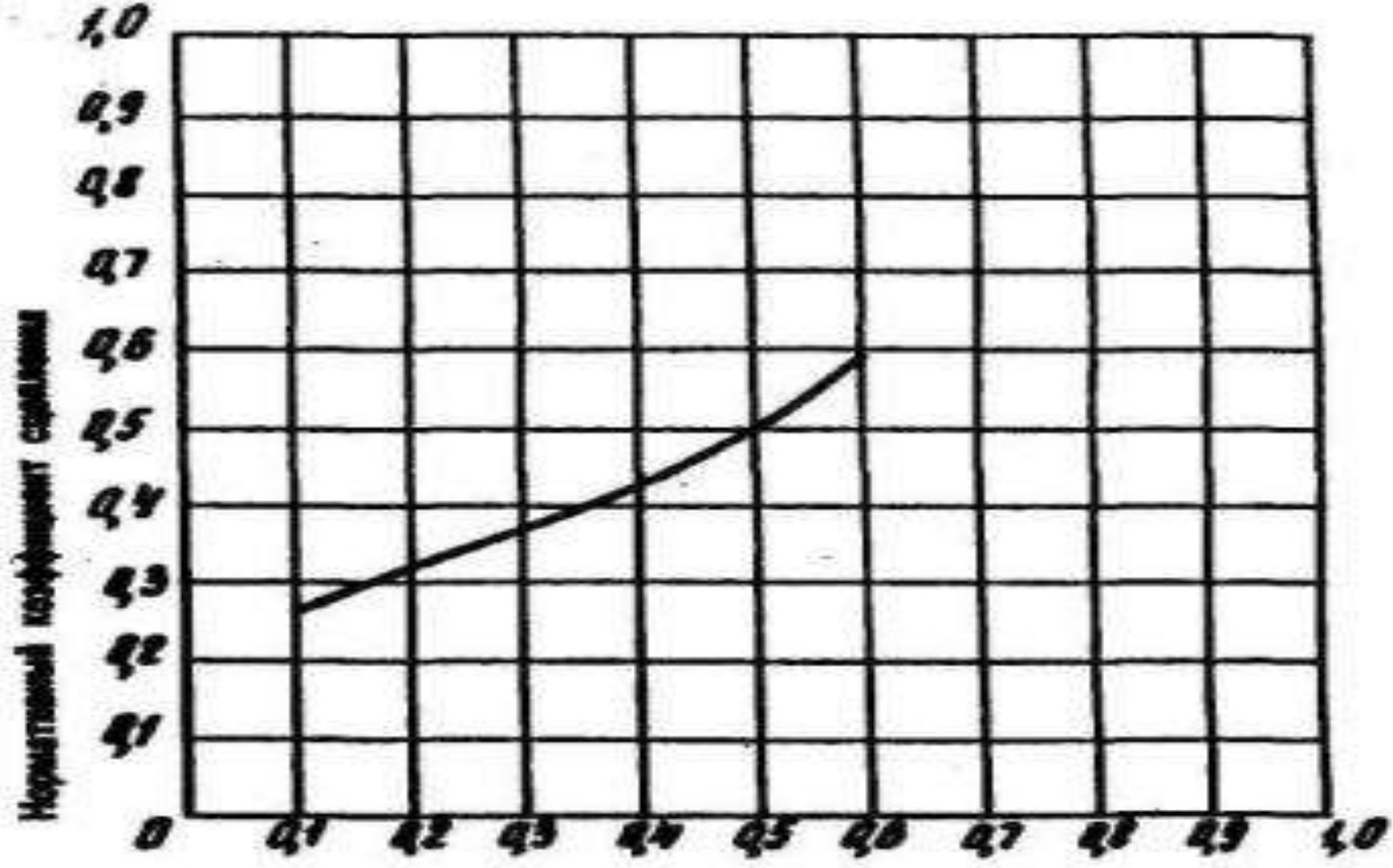


Рис. Корреляционный график

Корреляционная таблица приведения значений коэффициента сцепления, полученных по АТТ-2, к значениям нормативного коэффициента сцепления

Коэффициент сцепления по АТТ-2	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3	0,35	0,4	0,45	0,5	0,55	0,6
Нормативный коэффициент сцепления	0,26	0,29	0,32	0,34	0,37	0,39	0,42	0,45	0,49	0,54	0,57

При неоднородном состоянии покрытия измерения должны выполняться на участках с минимальными фрикционными свойствами.

1. При отсутствии в аэропорту инструментальных средств оценки фрикционных свойств информация о фрикционных свойствах покрытия дается согласно приведенной в табл.

4. С помощью тележки аэродромной электромеханической

Конструктивно АТ-ЭМ состоит из прицепного устройства в виде 2-х колесного шасси – измерителя фрикционных свойств (ИФС), блока измерения и обработки КС (БИО-ВПП) и рабочего места оператора (РМ-ВПП).

Оценка фрикционных свойств аэродромных покрытий по величине КС с привязкой результатов измерения к конкретному месту на ИВПП аэродрома и доведения результатов измерения по радиоканалу до руководителя полетов и/или аэродромной службы в масштабе реального времени (МРВ) с документированием и архивированием результатов измерения.

Принцип измерения КС - прямой, как отношение силы сопротивления движению измерительных колес (ИК) к силе нормальной нагрузки ИК на поверхность (принудительное подтормаживание ИК магнитными муфтами и замер усилий на оси колеса).

Погрешность измерения значений КС – 2% и не зависит от подстилающей поверхности ИВПП (снег, вода, лёд, загрязнения). 2 ИК (2 канала измерения) увеличивают надежность канала измерения изделия в два раза.







Измерительные и опорные колеса

Формуляр состояния ИВПП

Аэропорт ПУЛКОВО
 Дата: 01 февраля 2009 г.
 Время: 09:40:23
 Порог начала: 28R
 АТ-ЭМ №: 02
 Измерение провел: _____ Кротов В.А.

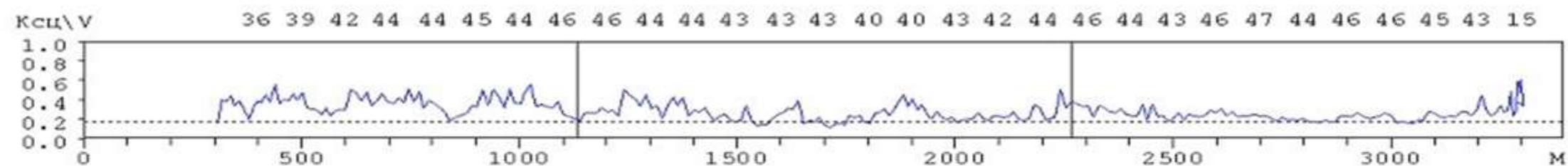
Ксц по третям:	0	1	2
туда:	0.36	0.26	0.26
обратно:	0.38	0.29	0.24
средний:	0.37	0.28	0.25
Ксц min:	0.24		
Ксц(%) < 0.17:			
прямо:	1	12	4
обратно:	0	8	0



28R

Прямое направление

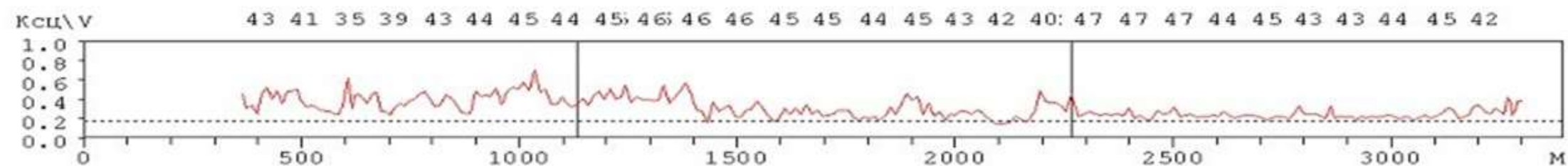
10L



28R

Обратное направление

10L





РМ-ВПП

радиоканал



ИФС



Формуляр состояния летного



Протокол состояния летного



БИО-ВПП

5. С помощью таблицы оценки состояния покрытия

Кодовое обозначение характеристики состояния покрытия

Код	Расчетная эффективность торможения	Коэффициент сцепления	Эксплуатационное значение
5	Хорошая	0,4 и выше	Можно предполагать, что ВС произведет посадку без особых трудностей
4	Средняя - хорошая	0,39-0,36	Тоже
3	Средняя	0,35-0,30	Возможно ухудшение путевого управления
2	Средняя - плохая	0,29-0,26	Тоже
1	Плохая	0,25-0,18	Путевое управление плохое
9	Ненадежная	0,17 и ниже	Путевое управление не контролируется

Кодовая оценка составляется на основании субъективного опыта лица, выполняющего оценку.

Для составления кодовой оценки справочно может использоваться таблица соответствия нормативного коэффициента сцепления описательной характеристике состояния покрытия.

Описательная характеристика состояния поверхности	Нормативный коэффициент сцепления
Сухое цементобетонное или асфальтобетонное покрытие	0,6 и выше
Влажное цементобетонное или асфальтобетонное покрытие	0,4...0,6
Мокрый асфальтобетон	0,3...0,6
Асфальтобетон, местами лужи	0,28...0,40
Уплотненный снег при температуре ниже - 15 °С	0,3...0,5
Уплотненный снег при температуре выше -14 °С	0,2...0,25
Лед при температуре выше -10 °С	0,1...0,2
Лед тающий	0,05...0,1