МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ГОСУДАРСТВЕННАЯ СЛУЖБА ДОРОЖНОГО ХОЗЯЙСТВА
(РОСАВТОДОР)

ОДН 218.017-2003

Утверждено
распоряжением Минтранса России
№ ОС-198-р от 26.03.2003 г.

Отраслевые дорожные нормы

РУКОВОДСТВО ПО ОЦЕНКЕ ТРАНСПОРТНО-ЭКСПЛУАТАЦИОННОГО СОСТОЯНИЯ МОСТОВЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Издание официальное

Москва 2004

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

Разработаны и внесены Государственным предприятием ГП «РосдорНИИ».

Приняты и введены в действие распоряжением Министерства транспорта Российской Федерации № ОС-198-р от 26.03.2003 г.

Введены в действие с 01.04.2003 г.

При разработке ОДН учтены требования ОСТ 218.002-98 [1].

Настоящие нормы не могут быть полностью или частично воспроизведены, тиражированы и распространены в качестве официального издания без разрешения Росавтодора.

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Отраслевые дорожные нормы (ОДН) разработаны как документ, определяющий одно из потребительских свойств мостового сооружения – его способность обеспечивать безопасный проезд автомобилей в процессе эксплуатации сооружения. Показателем транспортно-эксплуатационного состояния является безопасная скорость автомобиля при различном состоянии элементов сооружения.

ОДН дополняют существующие требования к другим потребительским свойствам (грузоподъемность, долговечность) требованиями по количественной оценке условий движения, что дает возможность определить обобщенный показатель состояния сооружения, используемый при планировании затрат на содержание и ремонт. Имевшая место в предыдущих нормативных документах качественная оценка условий движения не давала информации о влиянии состояния элементов сооружения на скорость движения и не позволяла, в связи с этим, своевременно принимать меры по устранению повреждений на проезжей части и предупреждению ДТП.

Кроме того, ОДН дают дополнительную информацию о возможном динамическом воздействии грузовых автомобилей на элементы конструкций (через динамический коэффициент), если не выдерживаются требования по безопасной скорости движения по неровной проезжей части. При этом значения динамических коэффициентов даны для оси грузового автомобиля.

Значения скоростей и перегрузок получены экспериментальным и расчетным путем. Они могут быть использованы для обоснования ремонта или реконструкции сооружений (включая прогноз изменения состояния), определения размера ограничения скоростей движения, дополнительной проверки прочности плит проезжей части, переходных плит и конструкций деформационных швов при воздействии нагрузки с увеличенным $(1+\mu)$.

Условия движения отнесены к пяти группам:

О – обеспечивается комфортный проезд;

А – обеспечивается плавный проезд (ограничения скорости не требуется);

Б – сохраняются условия безопасности проезда, хотя требования по плавности не соблюдены (вводятся незначительные ограничения скорости движения);

В – сохраняются условия безопасного проезда, но требуются ограничения не только скорости, но и массы грузовых автомобилей;

Г – движение автомобилей опасно (организация движения должна быть пересмотрена вплоть до закрытия движения по мосту или полосе).

Критериями для разделения условий движения на пять групп (пять категорий состояния) явились величины вертикальных ускорений, передаваемых на водителя и пассажиров. В частности, плавность движения считается обеспеченной, если вертикальные ускорения не превышают

$\ddot{a} = 0{,}25 \cdot g$ (g – ускорение свободного падения),

а безопасность нарушена, если вертикальные ускорения превышают

$\ddot{a} = 1{,}0 \cdot g$.

По таким критериям оценено состояние покрытия, сопряжения, деформационных швов и продольного профиля (Приложение А).

Оценка безопасности ограждения дана на основании сопоставления требуемой и фактической их удерживающей способности (энергоемкости). Требуемые значения энергоемкости изложены в Приложении Б (с учетом [2]).

Критерием оценки плавности и безопасности при изменении состояния системы водоотвода является изменение коэффициента сцепления колес легкового автомобиля с покрытием из-за наличия на проезжей части воды (медленный отвод воды с проезжей части). Граница безопасности при этом определена как скорость, превышение которой может вызвать аквапланирование, что соответствует такому очертанию продольного и поперечного профиля, когда вода может находиться в пределах всей ширины проезжей части.

Значения безопасных скоростей движения по мостовым сооружениям с заниженным габаритом определены на основании экспериментов, по которым устанавливалась фактическая скорость,

которую выбирает водитель с позиции безопасности в составе потока различной интенсивности.

Отраслевые дорожные нормы разработаны в дополнение и развитие отдельных положений, касающихся мостовых сооружений и изложенных в ОДН 218.0.006-2002[3], а также взамен требований к оценке безопасности движения сооружений, приведенной в ВСН 4-81/90 [4]. При разработке ОДН учтен опыт нормирования показателей безопасности движения по мостам на региональном уровне [5].

Нормы разработаны в ГП «РосдорНИИ» канд. техн. наук Шестериковым В.И. (руководитель работы) при участии канд. техн. наук Шейнцвита М.И., канд. техн. наук Мусатова С.А. и инж. Шестерикова А.В.

Замечания и предложения направлять по адресу:
125493, Москва, ул. Смольная, д. 2, ГП «РосдорНИИ».

1. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Настоящие ОДН распространяются на мостовые сооружения (далее МС), расположенные на общей сети автомобильных дорог Российской Федерации, и применяются службами государственного управления дорожным хозяйством, физическими и юридическими лицами, ведущими дорожную деятельность, а также проектными и научно-исследовательскими дорожными организациями. ОДН предназначены для использования в качестве руководства при выполнении диагностики, обследования или других видов осмотров МС, а также при принятии решения о видах и объемах ремонтных работ и работ при содержании в соответствии с [6].

Предметом нормирования настоящих ОДН являются:

- значения безопасных скоростей движения автомобилей при различном состоянии элементов мостового полотна и продольного профиля, а также различных габаритах МС;
- величины динамических перегрузок (динамические коэффициенты), которые возникают при движении грузовых автомобилей по поврежденной проезжей части МС;
- требования к транспортно-эксплуатационному состоянию (ТЭС) МС, исходя из условий движения;
- правила прогнозирования ТЭС;
- оценка ТЭС.

2. ОПРЕДЕЛЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

Мостовое сооружение (МС) – искусственные сооружения на автомобильных дорогах в виде мостов, путепроводов, эстакад, скотопрогонов, виадуков.

Потребительские свойства мостовых сооружений – совокупность эксплуатационных параметров, отражающих функциональные, технологические и социально-экономические свойства сооружения.

Функционально-потребительские свойства мостовых сооружений – совокупность эксплуатационных параметров, отражающих способность сооружения выполнять свою основную функцию: обеспечивать безопасное и комфортное движение автомобилей с расчетными скоростями в нерегулируемом режиме

в течение расчетного срока службы. К функциональным потребительским свойствам относятся грузоподъемность, пропускная способность, скорость, безопасность, долговечность сооружения.

Транспортно-эксплуатационное состояние (ТЭС) мостового сооружения – состояние, отражающее соответствие сооружения своему функциональному назначению по условиям движения (скорости, безопасности и пропускной способности).

Оценка транспортно-эксплуатационного состояния – определение степени соответствия нормативным требованиям фактических условий движения по сооружению.

Транспортно-эксплуатационные показатели (ТЭП) мостовых сооружений – показатели, отражающие влияние на условия движения фактических геометрических параметров сооружения и состояния элементов мостового полотна. К таким показателям относятся обеспечиваемая безопасная скорость и фактические создаваемые перегрузки в несущих конструкциях из-за изменившегося состояния элементов мостового полотна.

Износ – показатель состояния элемента, отражающий степень снижения его функциональных качеств.

3. НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

В настоящих нормах использованы ссылки на следующие нормативно-технические документы:

1. ОСТ 218.002-98. Порядок разработки, внесения изменений и переработки нормативных документов дорожного хозяйства. ФДС России. – М., 1998.

2. ОДН 218.012.-99. Общие технические требования к ограждающим устройствам на мостовых сооружениях, расположенных на магистральных автомобильных дорогах. Информавтодор. – М., 1999.

3. ОДН 218.0.006-2002. Правила диагностики и оценки состояния автомобильных дорог / Росавтодор Минтранса России. – М., 2002.

4. Инструкция по проведению осмотров моста и труб на автомобильных дорогах. ВСН 4-81(90) / Минавтодор РСФСР. – М., 1990.

5. РДН 218.05.14-2000. Определение и прогнозирование износа элементов мостовых сооружений на автомобильных дорогах Краснодарского края. Региональные дорожные нормы РДН 218.05.14-2000. – М.: Верстка, 2001.

6. Методические рекомендации по содержанию мостовых сооружений на автомобильных дорогах / Росавтодор Минтранса России. – М., 1999.

7. СНиП 2.05.02-85. Автомобильные дороги. Госстрой СССР. – М., 1986.

8. СНиП 2.05.03-84*. Мосты и трубы / Минстрой России. – М., 1996.

9. Концепция улучшения состояния мостовых сооружений на федеральной сети автомобильных дорог России (на период 2002-2010 гг.). Росавтодор Минтранса России. Утверждена распоряжением Минтранса России № ИС-1146-р от 25.12.2002 г. – М., 2003.

10. Классификация работ по ремонту и содержанию автомобильных дорог общего пользования. Распоряжение Росавтодора № ИС-5р от 03.01.02. – М., 2002.

4. ТРЕБОВАНИЯ ОТРАСЛЕВЫХ ДОРОЖНЫХ НОРМ

4.1. Транспортно-эксплуатационные показатели состояния конструктивных элементов мостового полотна

4.1.1. Транспортно-эксплуатационными показателями (ТЭП), нормируемыми настоящими ОДН, являются:

- безопасная скорость движения [V], км/ч;

- величина перегрузки элементов МС, представленная значениями динамического коэффициента (1+μ) к осевой нагрузке.

За безопасную скорость [V] принята максимальная скорость легкового автомобиля с 95%-ной обеспеченностью.

Величины [V] и (1+μ) зависят от величины износа элементов (см. Приложение А). При состоянии, не требующем снижения скорости движения, за безопасную скорость принимается расчетная скорость движения по дороге той или иной категории.

4.1.2. Значения безопасных скоростей и перегрузок приведены в таблицах №№ 1-5 для различных элементов мостового полотна.

Таблица 1

Покрытие

Износ, %	0-20	30	40	50	60	70	80	>80
[V],км/ч	≥150	120	100	80	60	40	20	10
1+μ	1,0÷1,1	>1,1; ≤1,25		>1,25; ≤1,6		>1,6; ≤2,0		>2,0

Таблица 2

Система водоотвода

Износ, %	0-40	50	60	70	100
[V], км/ч	V_p	70	60	40	20

Таблица 3

Сопряжение моста с подходом

Износ, %	10	20	40	50	60	70	80	>80
[V],км/ч	≥150	130	100	70	50	30	20	0÷10
1+μ	1,0-1,1		>1,1; ≤1,25		1,25-1,6	>1,6; ≤2,0		-

Таблица 4

Деформационные швы
(для пролетных строений различной длины L)

Износ, %		0-20	40	60	80	>80
[V], км/ч	L≤100м	V_p	100	80	60	40
	L до 200 м			60	40	30
	L>200м			50	30	10
1+μ		1,0÷1,1	>1,1; ≤1,25	>1,25-≤1,6	>1,6; <2,0	2,2

Таблица 5

Ограждения

Износ, %	0-20	50	100
[V], км/ч	V_p	$0,7V_p$	20

4.1.3. Значения [V] в промежутках между показателями износа, приведенными в табл. 1-5, принимают по интерполяции. Значения динамических коэффициентов даны к осевым нагрузкам эталонных автомобильных транспортных средств, используемых в расчетах на прочность элементов согласно условиям табл. 6.

Таблица 6

Использование значений динамических коэффициентов

Поврежденный элемент	(1+μ) учитывается в расчетах на прочность элементов
Покрытие (табл. 1)	Плита проезжей части (плита) Настил
Сопряжение (табл. 3)	Переходная плита Концевые участки плиты (настила)
Деформационные швы (табл. 4)	Деформационные швы Концевые участки плиты (настила)

4.2. Транспортно-эксплуатационные показатели состояния продольного профиля и габарита

4.2.1. Продольный профиль.

4.2.1.1. Влияние продольного профиля на условия движения проявляется в появлении вертикальных ускорений автомобилей и, как следствие, – дополнительных нагрузок на несущие конструкции. Перегрузки от нарушения плавности движения при наличии углов перелома над опорами воспринимаются плитой проезжей части и несущими конструкциями (балками, плитами) длиной до 45м. При этом с увеличением углов перелома возрастает динамический коэффициент при неизменной скорости или снижается допустимая (безопасная) скорость, при которой неизменной остается величина перегрузки.

4.2.1.2. Значения безопасных скоростей движения при различных углах перелома приведены в табл. 7, а взаимосвязь между условиями движения (критерий – вертикальные ускорения), скоростями и углами переломов представлена графически на рис. 1.

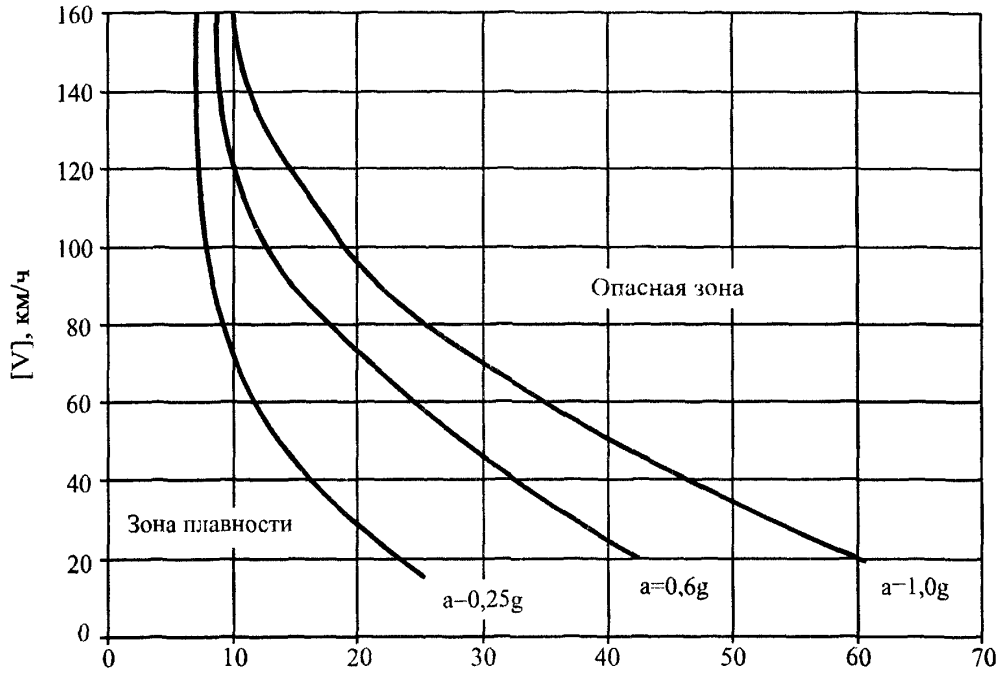


Рис. 1. Углы перелома профиля, ‰

Таблица 7

Ограничение скорости при различных углах переломов в профиле проезжей части

Условия движения	[V], км/ч, при углах перелома в ‰														
	7,0	7,5	8	9	10	11	12,5	17	20	25	30	35	40	45	50
Предел плавности (ä = 0,25g) (1+μ) = 1,25	≥150	120	100	80	75	70	60	40	30	20	10	-	-	-	-
a = 0,6g (1+μ)=1,6		-	>150	150	130	125	110	85	75	55	45	35	25	20	-
Предел безопасности (ä = 1,0g) (1+μ)=2,0		-	-	>150	150	135	-	105	95	80	70	60	50	40	30

Примечание. Углы перелома на эксплуатируемых мостах определяют с помощью реек-уровней на базе 1-2 м или нивелированием отметок на расстоянии 2 м в обе стороны от оси опоры.

Данные графиков рис. 1 дают возможность:

- ограничивать скорость движения по условиям плавности для дорог различных категорий (линия 1);

- ограничивать скорость по условиям плавности на временный период – до 2-х лет [8] для сооружений, в которых не прекратились длительные деформации, уменьшающие углы перелома (линия 2);

- закрывать сооружение или организовывать временное контролируемое движение транспортных средств на период до ремонта или реконструкции сооружения (линия 3).

4.2.2. Габарит

4.2.2.1. Безопасная скорость установлена по условиям движения на участке, длина которого равна сумме длин мостового сооружения и зоны влияния «узкого» моста.

Значения безопасных скоростей приведены в табл. 8-10 для различных фактических габаритов и часовой интенсивности движения автомобилей. При этом значения [V] даны для трех случаев, отличающихся длиной мостового сооружения, а именно:

- $150 \geq L_м \geq 50$ м
- $L_м > 150$ м
- $L_м < 50$ м

Таблица 8

Однополосные мосты

Часовая интенсивность, $N_ч$, авт./ч	Суточная интенсивность, $N_с$, авт./сут	Значения [V], км/ч, при фактических габаритах, м			
		4,5	6,0	6,5	7,0
10	100	60/55	70	75	80
20	200	55/50	60/55	70	75
50	500	45/40	50/45	60/50	70

Примечание. В знаменателе – для мостов длиной более 150 м.

Таблица 9

Двухполосные мосты

$N_ч$, авт./ч	Значения [V], км/ч, при фактических габаритах мостов длиной 50-150 м							
	Г-6	Г-7	Г-7,5	Г-8	Г-9	Г-9,5	Г-10	Г-11,5
20	70	80						
50	65	80						
100	60	75	80	90	100			
200	55	70	80	90	100			
300	50	70	75	85	100	120		
400	45	65	70	85	100	120		
500	45	60	65	80	95	115	120	
700	40	55	65	75	90	110	120	120
1000	30	45	55	70	85	100	110	115
1200	20	35	50	60	75	90	105	110

Примечание. Для мостовых сооружений длиной менее 50 м значения скоростей увеличиваются на 10%, а сооружений длиной свыше 150 м – уменьшаются на 15%.

Таблица 10

Многополосные мосты

Интенсивность часовая, $N_ч$, авт./ч	Значения [V] при различной ширине проезда в одном направлении, м, для мостов длиной 50-150 м						
	4,0	7,5	8,5	9,5	11,5	13,25	15,25
350	65	120					
500	60	110					
750	55	95	120				
1000	45	85	110	125	150		
1250	40	75	95	110	140	150	
1500	30	60	75	100	130	145	150
2000	10	40	55	70	105	125	150
Габарит мостов, м	Г-8*	Г-15	Г-17	Г-19	Г-23 (2х11,5)	Г-26 (2х13,25)**	Г-30,5 (2х15,25)**

Примечание. **Для мостовых сооружений длиной менее 50 м значения скоростей увеличиваются на 10%, а сооружений длиной свыше 150 м – уменьшаются на 15%.**

* Две полосы движения.

Шесть полос движения; **остальное – четыре полосы.

4.2.2.2. Значения безопасных скоростей движения по «узким» мостам используют для:

оценки состояния по критерию «безопасность»;

ограничения скоростей движения на МС;

выполнения технико-экономических обоснований ремонта (капитального ремонта) и реконструкции.

4.2.2.3. Безопасная скорость движения по мостовому сооружению

а) в зимнее время (по характеристике зимней скользкости),

б) находящемуся на уклоне свыше 50‰,

в) с отсутствующим освещением

устанавливается в случае, если в дорожной базе данных отсутствует подобная информация (то есть по просьбе Заказчика). При этом используют данные ОДН 218.06.006-2002 [3].

4.3. Требования к транспортно-эксплуатационному состоянию

4.3.1. В процессе эксплуатации должно поддерживаться состояние элементов, обеспечивающее плавный проезд автомобилей. При состоянии элементов, характеризующемся достижением предела безопасности, принимают меры к закрытию движения по мостовому сооружению, если предел безопасности достигнут элементами:

- покрытием – И>80%; на период до закрытия V = 10 км/ч;

- сопряжением – И>80 %; на период до закрытия V ≤ 10 км/ч;

- системой водоотвода – И>80%; на период до закрытия V=10 км/ч.

Время на восстановление движения устанавливается в зависимости от длины разрушенного участка или длины моста, а также условий финансирования и составляет от 1 месяца (длина до 100 м) до 3-х месяцев (длина 300 м). При иных длинах продолжительность времени на восстановление определяют решением специальной комиссии, определяемой владельцем сооружения.

4.3.2. При превышении предела безопасности (предельного износа) деформационными швами и ограждением принимаются меры к замене и устройству новых конструкций. На период до замены деформационных швов и

ограждений скорость движения ограничивают величиной 10-40 км/ч (см. табл. 4) и 20 км/ч (см. табл. 5) соответственно.

4.3.3. При определении грузоподъемности мостов, в соответствии со специальными нормативными документами, учитывают дополнительные динамические воздействия, приведенные в табл. 1-6. Оценки состояния сооружения по показателю грузоподъемности дают с учетом безопасных условий движения и перегрузки как при установлении класса грузоподъемности элемента, так и при определении предельной массы автомобилей или предельной нагрузки на ось автомобиля.

4.3.4. Продольный профиль проезжей части в соответствии с [8] должен отвечать требованиям, при которых обеспечивается плавность движения автомобилей с расчетной скоростью. В частности, при расчетных скоростях углы перелома в профиле над опорами мостового сооружения не должны превышать по условиям плавности значений, приведенных в табл. 11.

Таблица 11

Углы переломов

Категория дороги	Ia	I,б; II	III	IV	V
Расчетная скорость	150	120	100	80	60
Допустимые углы перелома по условию плавности (‰):					
- длительные деформации завершены	8	8	8	9	13
- длительные деформации не завершены	9	12	15	18	26

Если указанное требование не обеспечивается, ограничивают (снижают) скорость движения по сравнению с разрешенной и проводят обследование моста для выяснения причин чрезмерного ухудшения профиля. По результатам обследования принимается решение о мерах по ликвидации переломов. К таким мерам можно отнести:

- переделку или замену конструкций деформационных швов;
- выравнивание профиля за счет укладки дополнительного слоя покрытия;
- то же, за счет замены опорных частей;
- замену швов и выравнивание профиля одновременно;
- усиление пролетного строения с выправлением профиля.

В случае, если углы перелома оказались в опасной зоне, должен решаться вопрос о ремонте, капитальном ремонте или реконструкции мостового сооружения с ограничением скоростей движения в соответствии с графиком на рис. 1 или закрытием движения по мосту.

4.4. Оценка транспортно-эксплуатационного состояния мостового сооружения

4.4.1. Оценка ТЭС дается с целью:

- определить, к какой нормируемой группе состояния относится сооружение, исходя из условий безопасности движения;
- установить, какие меры следует предпринимать для улучшения ТЭС.

4.4.2. В соответствии с общим подходом к оценке состояния сооружений и планированию работ по содержанию и ремонту [9], ТЭС может быть отнесено к одной из пяти категорий состояния (табл. 12).

Таблица 12

Безопасная скорость для различной категории состояния моста

Категория дороги	Расчетные скорости, км/ч	Безопасные скорости [V], км/ч, при категориях состояния				
		О	А	Б	В	Г
Ia	150	>150	150-130	130>[V]≥110	110>[V]≥40	<40
Iб, II	120	>120	120-100	100>[V]≥80	80>[V]≥30	<30
III	100	>100	100-90	90>[V]≥70	70>[V]≥25	<25
IV	80	>80	80-70	70>[V]≥50	50>[V]≥20	<20
V	60	>60	60-55	55>[V]≥40	40>[V]≥10	<10
Оценка (по пятибалльной системе)		5	4	3	2	1

О – обеспечен комфортный проезд;

А – обеспечена плавность движения, при которой не требуется снижения скорости движения (характеризуется оценкой «хорошо»);

Б – не обеспечена плавность движения, из-за чего требуется снижение скорости движения до уровня, установленного экономическими соображениями (оценка «посредственно»);

В – не обеспечена плавность движения и не обеспечены скорости, установленные экономическими соображениями, в связи с чем условия движения характеризуются как «повышенной опасности» (оценка «неудовлетворительно» по пятибалльной системе);

Г – «аварийное» (оценка 1) транспортно-эксплуатационное состояние.

4.4.3. При состоянии, относящемся к категориям О и А, скорости движения не снижаются. На мосту выполняются нормативные работы по уходу.

При состоянии, относящемся к категории Б, незначительно ограничивают скорости движения до величин, указанных в табл. 12. На мосту выполняются профилактические работы, предусмотренные в документах [6] и [10].

При состоянии, относящемся к категории В, существенно ограничивают скорость движения. На мосту выполняются восстановительные работы в соответствии с [6] и [10] – ремонт элементов мостового полотна, что относится к содержанию мостового сооружения (планово-предупредительные работы).

При состоянии, относящемся к категории Г, пересматривают организацию движения или движение по МС должно быть закрыто. Требуется выполнение работ по замене элементов мостового полотна (их переустройству) либо ремонту пролетных строений.

4.4.4. Оценка состояния по всему сооружению в целом принимается по наихудшему состоянию одного из элементов, оказывающих влияние на условия движения по МС.

Оценка состояния МС по настоящему Руководству учитывается наряду с оценкой по другим критериям (грузоподъемности, долговечности) для определения и планирования работ по ремонту и реконструкции МС.

4.5. Прогноз изменения транспортно-эксплуатационного состояния

4.5.1. Прогноз ТЭС для элементов мостового полотна и изменения безопасной скорости движения по мосту осуществляют по прогнозируемым показателям износа, отражающим снижение функциональных качеств.

Для прогноза изменения износа элементов мостового полотна допускается использовать графики, приведенные в Приложении В.

4.5.2. Прогноз изменения влияния недостаточного габарита на безопасную скорость движения автомобилей осуществляют, имея прогнозные значения часовой и суточной интенсивностей. При отсутствии прогноза интенсивности можно ее определить расчетом, используя зафиксированные на текущий год показатели интенсивности и размера ее прироста по сравнению с прошлым годом. Если неизвестен фактический прирост интенсивности, в расчетах можно использовать проценты прироста, указанные в табл. 13. При этом в расчетах пользуются методом сложных процентов.

Таблица 13

Значения годового прироста интенсивности движения

Принадлежность дороги	Категория дороги	Процент годового прироста
Федеральная сеть	Ia	3,0
Федеральная сеть	Iб	1,5
	II-III	1,0
Местная сеть	I-III	1,0
	IV-V	0,5

4.5.3. Прогноз изменения углов перелома может быть установлен только в случае, если имеются результаты предыдущих измерений, а именно, первоначальный профиль проезжей части (в момент сдачи объекта в эксплуатацию) или хотя бы один из профилей в процессе эксплуатации.

Для прогнозирования изменения во времени после момента диагностики (обследования) углов перелома используют нормируемые значения темпов протекания длительных деформаций пролетных строений различных типов, представленные на рис. 2. Указанные нормируемые значения степени реализации предельных значений длительных деформаций построены по формуле

$$\Delta\alpha_i = 1 - 1/\ell^{kt},$$

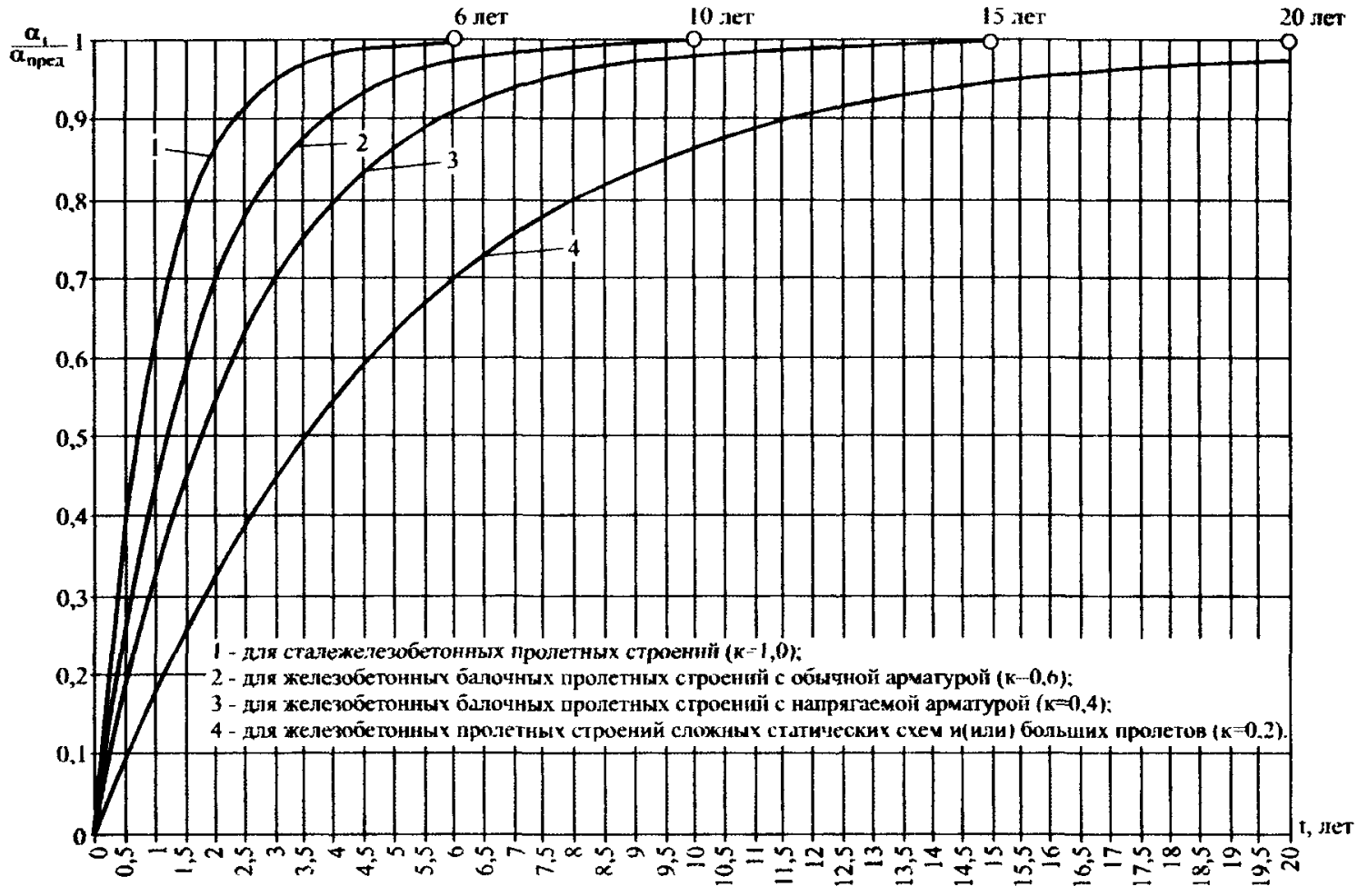


Рис. 2. Величины изменения во времени углов перелома (α_t) в единицах предельных значений ($\alpha_{пред}$)

где $\Delta\alpha_t$ – изменение во времени первоначальных углов перелома до достижения предельного значения;

$\ell = 2{,}718$ – основание натурального логарифма;

k – коэффициент, отражающий темп изменения длительных деформаций (см. рис. 2);

t – время (годы), прошедшие с момента строительства.

Для определения остаточной величины длительных деформаций совмещают фактически установленное приращение $\Delta\alpha$ с аналогичным приращением на графике рис. 2. По прогнозируемым значениям углов перелома на любой момент t_1 определяют и безопасные скорости к этому времени.

Приложение А
(обязательное)

ТАБЛИЦЫ ИЗНОСА ЭЛЕМЕНТОВ МОСТОВОГО ПОЛОТНА, ВЛИЯЮЩИХ НА УСЛОВИЯ ДВИЖЕНИЯ АВТОМОБИЛЕЙ

Таблица А1

Дефекты и износ покрытия

№ п/п	Повреждение	Износ, И, %	[V], км/ч	1+μ*	Обеспечиваемые условия движения
1	2	3	4	5	6
1	Одиночные (с шагом не менее 5 м) поперечные трещины Трещины в покрытии над деформационными швами или в зоне деформационных швов (раскрытие до 3 мм)	10	≥150		Комфортность
2	Одиночные неровности глубиной (высотой) до 1см – просвет под 3-метровой рейкой	20		1,0-1,1	И≤20%
	Продольные и поперечные трещины с раскрытием до 10 мм, без образования бугров и выбоин Волны на части длины покрытия (не более 20%) высотой до 10 мм				$\ddot{Z} \le 0{,}1 \cdot g$**
3	Поперечные и продольные трещины с разрушением асфальтобетона по кромкам и частичным выносом оторванных кусков; сетка трещин до 50% площади покрытия		120		
	Одиночные выбоины на толщину одного слоя покрытия	30			Плавность
	Неровности (бугры или ямы) глубиной или высотой 30 мм, образованные деформационными швами			>1,1 ≤1,25	20<И≤40% $\ddot{Z} \le 0{,}25 \cdot g$

Продолжение табл. А1

1	2	3	4	5	6
4	Повсеместные трещины с раскрытием свыше 10 мм, с отрывом кусков асфальта. Колейность покрытия, наплывы высотой 50 мм у бордюра (тротуара) на длине до 50% моста Неровности (бугры или ямы) высотой 50 мм, образованные деформационными швами или рядом со швами	40	100		
5	Частое выпучивание асфальтобетона, неровности глубиной 50 мм на площади свыше 50%, колейность с наплывами свыше 50 мм вдоль бордюра (на части длины)	50	80	>1,25	Безопасность
	Отдельные (одиночные свыше 0,5 м^2) выбоины в покрытии до защитного слоя				
6	Сплошные неровности высотой 50 мм на площади свыше 50% Колейность с наплывами высотой 100 мм на длине 50%.	60	60	≤1,6	
	Повторяющиеся (но не чаще чем через 5 м) крупные по площади (до 1 м^2) выбоины с повреждением защитного слоя и обнажением арматуры				
7	Одиночные крупные по площади (до 1 м^2) выбоины с повреждением защитного слоя или отдельные выбоины до 0,5 м^2 с шагом более 5 м (глубина выбоин 100 мм) Волны в зоне деформационных швов 100 мм	70	40	>1,6	40<И≤80% .. Z ≤ 1,0·g
	Колейность и наплывы более 10 см вдоль бордюра на длине не свыше 50%				

Окончание табл. А1

1	2	3	4	5	6
8	Повторяющиеся (чаще чем через 5 м) крупные по площади (более 1 м^2) выбоины с повреждением защитного слоя и обнажением арматуры (глубина более 100 мм)	80	20	≤2,0	
9	Другие более обширные и серьезные разрушения	>80	10	>2,0	Опасные условия .. $Z > 1,0 \cdot g$

*Приводятся возможные значения динамического коэффициента для оси грузового автомобиля в случае нерегулируемого движения по проезжей части с имеющимися неровностями.

**Приводятся значения вертикальных ускорений в центре масс грузового автомобиля (g – ускорение свободного падения).

Таблица А2

Дефекты и износ системы водоотвода

№ п/п	Повреждение	Износ, И, %	[V], км/ч	Обеспечиваемые условия движения
1	2	3	4	5
1.	Образование локальных (не сплошных) луж на проезжей части у тротуаров между водоотводными трубками. Лужи не выходят за ось водоотводных трубок Образование одиночных коротких (до 1м) луж на тротуарах (общая длина до 25% от длины пролета) Загрязнение водоотводных трубок, снижающее скорость сброса воды с проезжей части	10*		Комфортность
2.	Два из трех (или наличие всех) перечисленных в п.1. недостатков	20	V_p	
3.	Состояние в промежутке между п.2 и п.4	30		Плавность
4.	Образование сплошных стоячих луж у тротуаров в пределах полос безопасности из-за отсутствия трубок (или неработоспособности) или недостаточного поперечного и продольного уклонов	40	V_p	
5.	Образование сплошных стоячих луж у тротуаров с выходом на проезжую часть до 2 м (до середины полосы движения)	50*		Безопасность
	Вымывание грунта из-под переходных плит, ригелей устоев, грязь на концевых участках опор		70	

Окончание табл. А2

1	2	3	4	5
6.	Одновременное наличие дефектов из перечисленных в п.5	60	60	
7.	Образование сплошных луж на всей проезжей части (до осевой линии) из-за отсутствия продольных и поперечных уклонов (на длине моста до 50% осевая линия закрыта водой) Существенное вымывание грунта конусов, промоины глубиной до 1м с двух сторон и у средней части устоев	70*	40	
8.	Более значительные повреждения из-за неорганизованного водоотвода	>70		Опасные условия
9.	Продольный и поперечный уклоны отсутствуют ** Водоотводные трубки не функционируют. Расстояние между тротуарами полностью покрыто водой на большей (>50%) длине моста Значительные повреждения (промоины) конусов, обочин, откосов, отсутствуют водосбросные лотки на подходах	100	20	

* При одном из указанных повреждений.

** Уклон считается отсутствующим, если i = 0±2‰.

Таблица А3

Дефект и износ сопряжения

№	Повреждения	Износ, И, %	[V], км/ч	1+μ*	Обеспечиваемые условия движения**
1	2	3	4	5	6
1	Волны и просадки в проезжей части на подходе глубиной до 1см в пределах переходных плит	10	≥150	1,0-1,1	Комфортность .. $Z \leq 0,1 \cdot g$
2	То же, глубиной 3 см	20	130		
3	То же, глубиной 5 см или частичное вымывание грунта из-под переходной плиты, стимулирующее ее просадку (начальная стадия)	40	100	>1,1 ≤ 1,25	Плавность .. $Z \leq 0,25 \cdot g$
4	Просадки плиты в проезжей части глубиной до 10 см в пределах переходной плиты. Повреждение переходных плит - смещение в поперечном направлении - сползание с первоначального места опирания	50	70		
5	Вымывание грунта из-под переходной плиты на длине до 25% длины плиты (просвет высотой до 10 см)				

Окончание табл. А3

1	2	3	4	5	6
6	Значительное вымывание грунта из-под переходных плит и ригелей на длине до 50% длины плиты при глубине до 0,5м	60	50		Безопасность .. $Z \leq 1,0 \cdot g$
	Просадки в сопряжении 15см			>1,25	
	Разрушение отдельных плит, сползание отдельных плит с опорной площадки			<1,6	
7	Просадка 20 см Обрушение переходных плит или их разрушение, граничащее с обрушением свода одежды	70	30	>1,6	
8	Вымывание полностью грунта за устоем с образованием глубоких ниш Просадки 25 см	80	10	≤2,0	
9	Более серьезные повреждения (обрушение свода одежды – износ 100%)	>80	0-10	-	Опасные условия

*Приводятся возможные значения динамического коэффициента для оси грузового автомобиля в случае нерегулируемого движения по проезжей части с имеющимися неровностями.

**Приводятся значения вертикальных ускорений в центре масс грузового автомобиля (g – ускорение свободного падения).

Таблица А4

Дефекты и износ деформационных швов по критерию «условия движения»

№	Повреждения	Износ, И, %	[V], км/ч, при L***			1+μ*	Обеспечиваемые условия движения**
			до 100 м	до 200 м	>200 м		
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Появление трещин в покрытии над деформационными швами или рядом с окаймлением по всей длине шва, с разрушением кромок. Неровность до 5 мм в пределах зоны шва	20	V_p			1,0-1,1	Комфортность .. $Z \le 0,1 \cdot g$
2	Разрушение покрытия на отдельных участках (общей длиной 50%) над швом или у окаймления. Неровности в пределах 20 мм. Стук металлических элементов.	40	100			>1,1 ≤1,25	Плавность .. $Z \le 0,25 \cdot g$
3	Бугры из-за деформации слоев одежды в зоне швов высотой 50 мм. Разрушение прикрытия у шва на большей части длины. Разрушение заполнения на отдельных участках Нарушение крепления скользящих швов (болты, пружины)	60	80	60	50	>1,25 ≤1,6	Безопасность .. $Z \le 1,0 \cdot g$

Окончание табл. А4

1	2	3	4	5	6	7	8
4	Значительные бугры из-за деформации слоев одежды в зоне шва высотой 100 мм	80	60	40	30	>1,6	
	Разрушение покрытия у швов по всей длине. Расстройство окаймления, отрыв листов					≤2,0	
5	Более сильные разрушения швов	>80	40	30	10	2,2	Опасные условия

*Приводятся возможные значения динамического коэффициента для оси грузового автомобиля в случае нерегулируемого движения по проезжей части с имеющимися неровностями.

**Приводятся значения вертикальных ускорений в центре масс грузового автомобиля (g – ускорение свободного падения).

***L – наибольшая длина пролётного строения моста.

Приложение Б
(обязательное)

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИЗНОСА ОГРАЖДАЮЩИХ УСТРОЙСТВ НА МОСТОВЫХ СООРУЖЕНИЯХ

Методика определения износа ограждений на мостах основана на оценке изменения энергоемкости конструкций, которая зависит от размеров и состояния конструкций.

Касается трех видов конструкций:

- бордюрных ограждений (бордюры, элементы тротуаров);
- парапетных ограждений (железобетонные стенки с вертикальной, наклонной или криволинейной лицевой поверхностью);
- барьерных ограждений (продольная металлическая балка на стойках).

Износ определяется по соотношению фактической ($Е_ф$) и требуемой ($Е_{тр}$) энергоемкостей. Фактическая энергоемкость устанавливается с помощью табл. Б1, в которой приведены значения Е для наиболее распространенных конструкций, и показателя дефектности, отражающего влияние на энергоемкость изменения состояния конструкций.

$$И_{огр} = \left(1 - \frac{Е_ф}{Е_{тр}}\right) \cdot 100 = \left(1 - \frac{Д \cdot Е}{Е_{тр}}\right) \cdot 100, \qquad (1)$$

где $Е_ф$ – значения энергоемкости для наиболее распространенных отечественных конструкций ограждений по табл. Б1;

$Е_{тр}$ – требуемые значения энергоемкости, принимаемые по табл. Б2 для мостов на дорогах различной категории;

Д – показатель дефектности конструкций, зависящий от высоты и состояния.

$$Д = \frac{h_ф}{h_{тр}} \cdot n_c, \qquad (2)$$

где $h_ф$, $h_{тр}$ – фактическая и требуемая высоты различных конструкций ограждений (из табл. Б1 и Б2 соответственно);

n_c – коэффициент состояния.

Коэффициент состояния конструкций ограждений принимается в интервале от $n_c = 0$ до $n_c = 1{,}0$ в зависимости от степени повреждения.

1. n_c – для барьерных ограждений:

n_c=0,90 – повреждения окраски металлических конструкций;

0,8 – отсутствуют амортизаторы на всех стойках (между стойками и направляющей балкой), если они необходимы;

0,6 – направляющая балка слабо закреплена на всех стойках (например, только прихваткой сваркой или недостаточным количеством болтов);

0,4 – стойки деформированы (погнуты, отклонены, имеются трещины в сварных швах);

0,2 – направляющие балки деформированы;

0 – балки и стойки обрушены или деформированы.

Значения n_c определяют для каждой нитки ограждения. Значения n_c приведены для случая, если указанное повреждение имеет распространенность на ≥ 50% длины моста. При меньшей длине n_c принимать по интерполяции между 1,0 и указанными значениями.

2. n_c – для парапетных ограждений:

n_c=0,8 – шелушение поверхности бетона в пределах толщины защитного слоя на всей длине;

0,6 – вертикальные трещины в блоках (от ударов), сколы углов;

0,4 – частичное разрушение (смещение) парапетов.

Значения n_c определяют для каждой нитки ограждений. Значения n_c даны для случая, когда повреждения распространены на длине не менее половины длины моста. При меньшем количестве парапетных блоков с повреждениями n_c принимается по интерполяции между 1,0 и указанными значениями.

3. n_c – для бордюрных ограждений (бордюров):

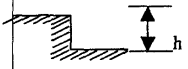
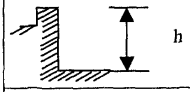
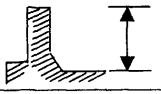
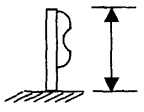
n_c=0,9 – шелушение камней по всей длине на толщину защитного слоя;

0,8 – трещины по периметру камней, нарушающие их закрепление;

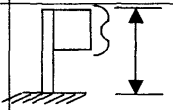
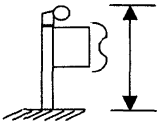
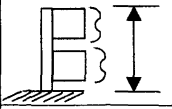
0,7 – разрушение камней в различной степени (от частичного до 100% разрушения бордюрного камня) на всей длине моста.

Таблица Б1

Удерживающая способность ограждений

№ п/п	Вид ограждения	Схема	Основные размеры, м		Удерживающая способность (энергоемкость), кДж
			высота h	шаг стоек a	
1	2	3	4	5	6
1	Бордюр		0,4 0,5	-	100 125
2	Парапет		0,6 0,75	-	200 300
3			0,80	-	400 500
			1,00	-	100 75
4	Барьер		0,5	2,0 3,0	100 75
			0,6	2,0 3,0	110 80
			0,75	2,0 3,0	120 100

Окончание табл. Б1

1	2	3	4	5	6
5			0,75	1,0 1,5 2,0 3,0	210 (250) 180 (200) 150 (175) 110 (150)
6			1,10	1,0 1,5 2,0 3,0	325 (350) 300 (330) 275 (300) 225 (250)
7			1,00	1,0 1,5 2,0 3,0	300 **280** **250** **200**
8	Комбинированные конструкции	N5 на цоколе 0,25 м	1,0	1,33 2,0 3,0	230 **200** **160**
9		N7 на цоколе 0,25 м	1,25	1,33 2,0 3,0	330 **300** **250**

Примечание. Значения энергоёмкости могут быть приняты по результатам натурных испытаний, указанных в сертификате на конструкцию.

Таблица Б2

Требуемые минимальные значения энергоемкости и высоты ограждающих устройств

Категория дороги (число полос)	$E_{тр}$ (кДж) при наличии или отсутствии тротуаров и различных условиях движения по дороге					
	тротуары имеются			тротуары отсутствуют		
	В	Б	А	В	Б	А
Ia (≥6полос)	350/0,9	400/0,9	500/1,1	400/1,3	450/1,5	550/1,5
Ia и Iб (4)	300/0,75	350/0,9	450/1,1	350/1,3	400/1,3	500/1,5
II (2-3)	250/0,75	300/0,75	350/0,9	300/1,1	350/1,3	400/1,3
III (2)	190/0,6	250/0,75	300/0,75	250/1,1	300/1,1	350/1,3
IV (2) V	130/0,6	190/0,6	250/0,75	190/1,1	250/1,1	300/1,1

Примечания: 1. В знаменателе – высота ограждения в м.

2. А, Б, В – условия движения на дороге – по табл. Б3.

Таблица Б3

Значения параметров R и i для отнесения условий движения к группам А, Б, В

Категория автомобильной дороги (количество полос движения)	Величины радиусов кривых в плане (R) и продольных уклонов (i) для мостовых сооружений с условиями движения		
	В	Б	А
	R, м i, ‰	R, м i, ‰	R, м i, ‰
I (6 и более)	R>3000; i<20	1500-3000 i=20-30	R<1500; i>30
I (4)	R>2500; i<20	1000-2500 i=20-30	R<1000; i>30
II (2-3)	R>2000; i<30	800-2000 i=30-40	R<800; i>40
III (2)	R>1500; i<40	600-1500 i=40-50	R<600; i>50
IV (2) V (1)	R>1000; i<50	500-1000 i=50-60	R<500; i>60

Примечания: 1. На мостовом сооружении и примыкающих к нему участках подходов протяжённостью до 100 м выбирают наименьшее значение радиуса кривой R и наибольшее значение продольного уклона i.

2. Если значения радиуса и уклона окажутся в разных группах дорожных условий, принимают группу с более сложными условиями движения.

Приложение В
Информационное
(справочное)

Примерная динамика изменения показателей износа во времени для элементов, влияющих на скорость движения по мостам:

* Покрытие	– рис. В1-В6.
* Деформационные швы	– рис. В7-В12.
* Другие элементы мостового полотна	– рис. В13-В15.

Функция износа элемента

$$И_1\,(\%) = \left[e^{\lambda(t-T_o)-1}\right] \cdot 100,$$

где e – натуральное число;
t – время (годы);
T_o – период приработки (годы).

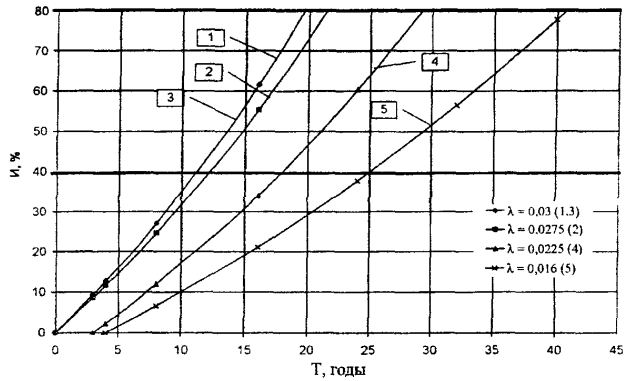


Рис. В1. Нормативные графики долговечности элементов одежды ездового полотна для условий Центра Европейской части РФ, Дальнего Востока и Юга Сибири. Мосты на дорогах I и II категорий: покрытие: 1 – асфальтобетон толщиной 50 мм; 2 – асфальтобетон толщиной 70 мм; 3 – цементобетон; гидроизоляция: 4 – имеется в пределах габарита; 5 – имеется на всей ширине моста

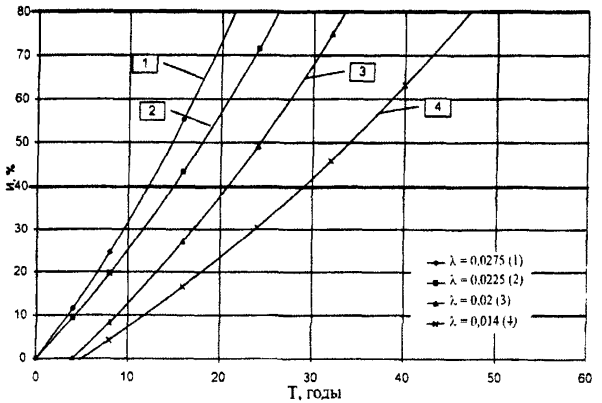


Рис. В2. Нормативные графики долговечности элементов одежды ездового полотна для условий Центра Европейской части РФ, Дальнего Востока и Юга Сибири.
Мосты на дорогах III-IV категорий:
покрытие: 1 – асфальтобетон толщиной 50 мм;
2 – асфальтобетон толщиной 70 мм;
гидроизоляция: 3 – имеется только в пределах проезжей части; 4 – имеется на всей ширине моста

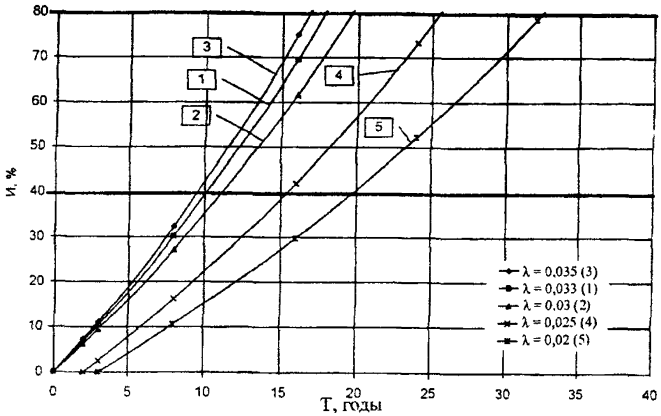


Рис. В3. Нормативные графики долговечности элементов одежды ездового полотна для условий Севера Европейской части РФ, Урала,Сибири.

Мосты на дорогах I и II категорий:

покрытие: 1 – асфальтобетон толщиной 50 мм; 2 – асфальтобетон толщиной 70 мм; 3 – цементобетон; гидроизоляция: 4 – имеется в пределах габарита; 5 – имеется на всей ширине моста

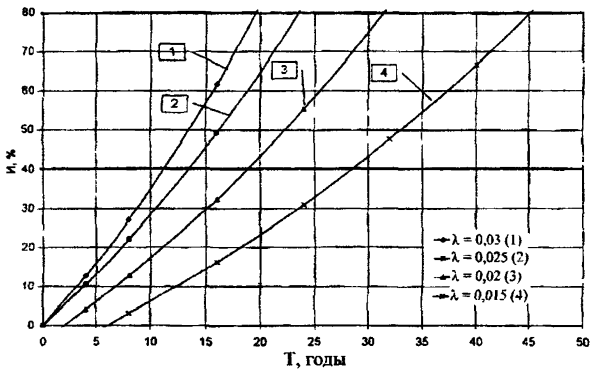


Рис. В4. Нормативные графики долговечности элементов одежды ездового полотна для условий Севера Европейской части РФ, Урала,Сибири.

Мосты на дорогах III и IV категорий:

покрытие: 1 – асфальтобетон толщиной 50 мм; 2 – асфальтобетон толщиной 70 мм; гидроизоляция: 3 – имеется в пределах габарита; 4 – имеется на всей ширине моста

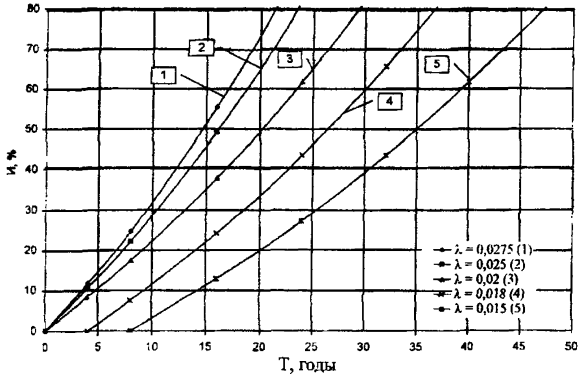


Рис. В5. Нормативные графики долговечности элементов одежды ездового полотна для условий Юга Европейской части РФ. Мосты на дорогах I и II категорий: покрытие: 1 – асфальтобетон толщиной 50 мм; 2 – асфальтобетон толщиной 70 мм; 3 – цементобетон; гидроизоляция: 4 – имеется в пределах габарита; 5 – имеется на всей ширине моста

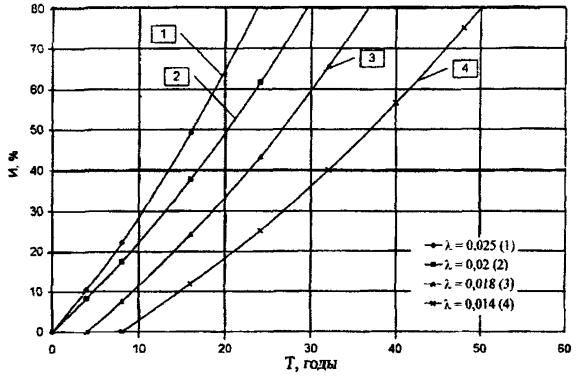


Рис. В6. Нормативные графики долговечности элементов одежды ездового полотна для условий Юга Европейской части РФ. Мосты на дорогах III и IV категорий: покрытие: 1 – асфальтобетон толщиной 50 мм; 2 – асфальтобетон толщиной 70 мм; гидроизоляция: 3 – имеется в пределах габарита; 4 – имеется на всей ширине моста

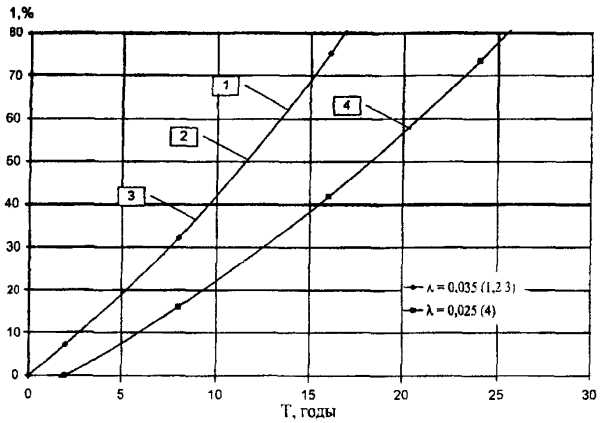


Рис. В7. Нормативные графики долговечности деформационных швов для условий Центра Европейской части РФ, Дальнего Востока и Юга Сибири.
Мосты на дорогах I и II категорий:
1 – закрытого типа; 2 – с заполнением мастикой;
3 – со скользящим листом; 4 – с резиновым компенсатором

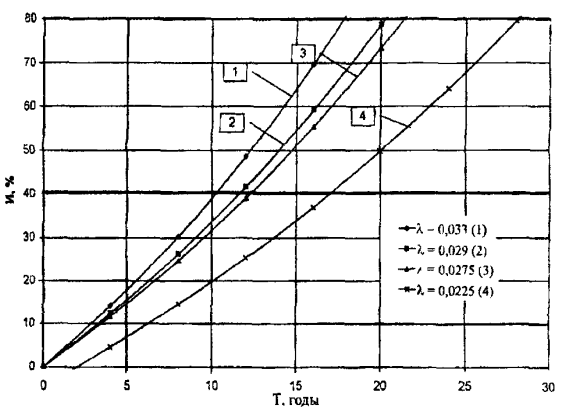


Рис. В8. Нормативные графики долговечности деформационных швов для условий Центра Европейской части РФ, Дальнего Востока и Юга Сибири.
Мосты на дорогах III и IV категорий:
1 – закрытого типа; 2 – с заполнением мастикой;
3 – со скользящим листом; 4 – с резиновым компенсатором

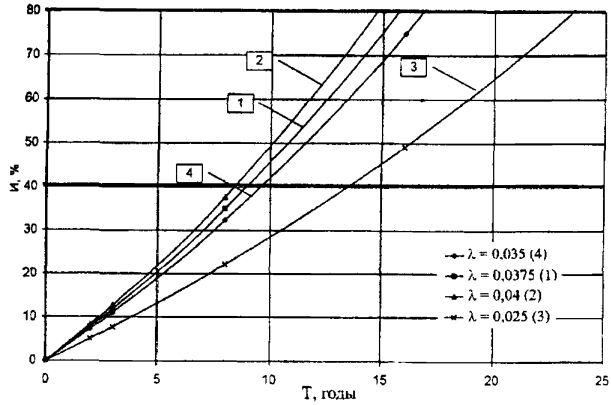


Рис. В9. Нормативные графики долговечности деформационных швов для условий Севера Европейской части РФ, Урала и Сибири. Мосты на дорогах I и II категорий:
1 – закрытого типа; 2 – с заполнением мастикой; 3 – с резиновым компенсатором; 4 – со скользящим листом (гребенкой)

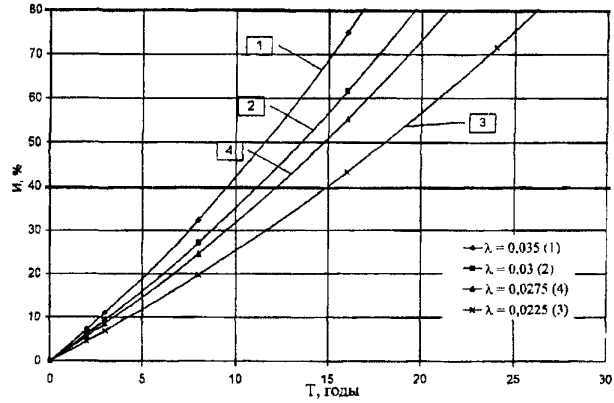


Рис. В10. Нормативные графики долговечности деформационных швов для условий Севера Европейской части РФ, Урала и Сибири. Мосты на дорогах III и IV категорий:
1 – закрытого типа; 2 – с заполнением мастикой; 3 – с резиновым компенсатором; 4 – со скользящим листом (гребенкой)

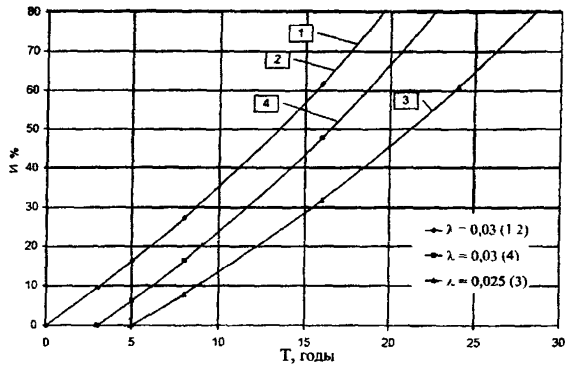


Рис. В11. Нормативные графики долговечности деформационных швов для условий Юга Европейской части РФ. Мосты на дорогах I и II категорий: 1 – закрытого типа; 2 – с мастичным заполнением; 3 – с резиновым компенсатором; 4 – со скользящими листами (гребенкой)

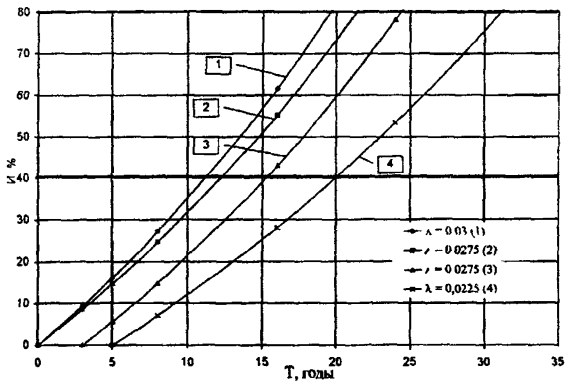


Рис. В12. Нормативные графики долговечности деформационных швов для условий Юга Европейской части РФ. Мосты на дорогах III и IV категорий: 1 – закрытого типа; 2 – с мастичным заполнением; 3 – со скользящими листами (гребенкой); 4 – с резиновым компенсатором

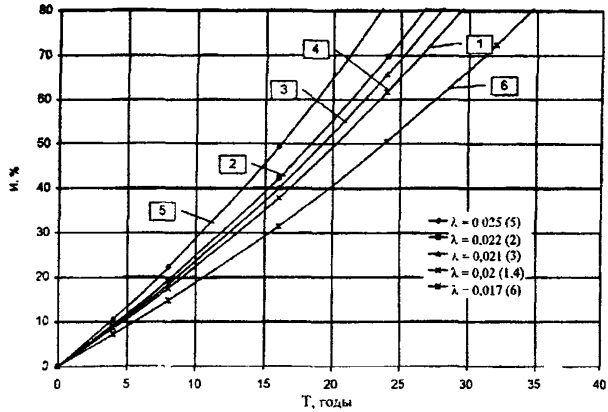


Рис. В13. Нормативные графики долговечности элементов мостового полотна для условий Центра Европейской части РФ, Дальнего Востока и Юга Сибири:
1 – система водоотвода; 2 – бордюрное ограждение; 3 – парапетное ограждение; 4 – барьерное ограждение; 5 – узел сопряжения с насыпью без переходной плиты; 6 – узел сопряжения с насыпью с переходной плитой

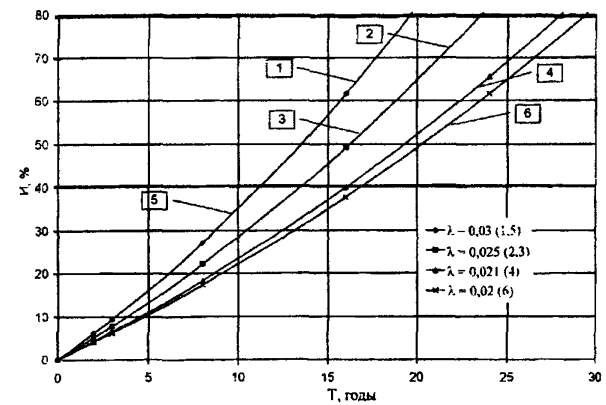


Рис. В14. Нормативные графики долговечности элементов ездового полотна для условий Севера Европейской части РФ, Урала и Сибири:
1 – система водоотвода; 2 – бордюрное ограждение; 3 – парапетное ограждение; 4 – барьерное ограждение; 5 – узел сопряжения с насыпью без переходной плиты; 6 – узел сопряжения с насыпью с переходной плитой

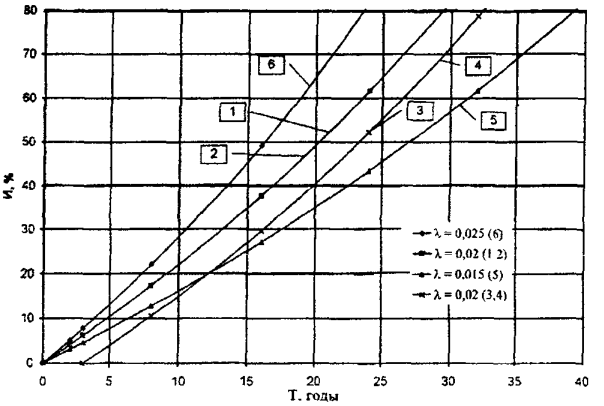


Рис. В15. Нормативные графики долговечности элементов мостового полотна для условий Юга Европейской части РФ: 1 – система водоотвода; 2 – бордюрное ограждение; 3 – парапетно ограждение; 4 – барьерное ограждение; 5 – узел сопряжения с насыпью с переходной плитой; 6 – узел сопряжения с насыпью без переходной плиты

gost.e-ecolog.ru