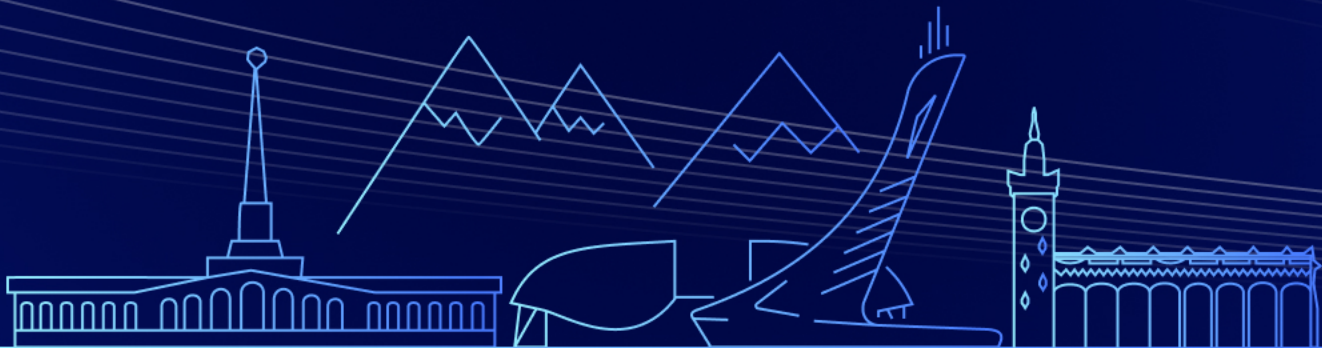


Тематика НИОКР по мостовым сооружениям ООО «Автодор-Инжиниринг»

Анисимов Александр Владимирович

Заместитель начальника управления диагностики ООО «Автодор-Инжиниринг»

Доцент МАДИ, кандидат технических наук



Применение сверхпрочного сталефибробетона В150, В200 и более при усилении мостов накладными плитами

1

Исполнитель **Н.А. Коваленко**

Научный консультант **А.В. Анисимов**



СПОСОБЫ УСИЛЕНИЯ



Наклейка швеллеров



Наклейка углепластиковых ламелей



СПОСОБЫ УСИЛЕНИЯ



Внешние напрягаемые канаты



Накладная плита



ПРЕИМУЩЕСТВА УСИЛЕНИЯ НАКЛАДНОЙ ПЛИТОЙ

ОБЫЧНЫЙ БЕТОН

- не требуется устройство промежуточных опор и подмостей, в т.ч. в руслах рек и на дорогах под усиливаемыми путепроводами
- перераспределение усилий между балками (важно при их неравномерном износе)
- увеличение поперечной жёсткости пролётного строения
- возможность увеличить консолями накладной плиты габарит проезжей части и тротуаров

СВЕРХПРОЧНЫЙ СТАЛЕФИБРОБЕТОН В150, В200 и выше

гипотеза

- Снижение собственного веса плиты
- Возможность эксплуатации без гидроизоляции и покрытия



- Увеличение эффективности усиления
- Сокращение сроков ремонта
- Уменьшение затрат на ремонт



ПРОБЛЕМЫ И РЕШЕНИЯ

Собственный вес накладной плиты **снижает** эффективность усиления

Применим сверхпрочный сталефибробетон - уменьшим толщину и вес плиты

Уменьшение толщины плиты **приведёт к уменьшению** эффективности усиления

Введем в плиту пустотообразователи и при том же объёме бетона получим большую жёсткость конструкции

Принятая в нормах методика расчёта **не учитывает** стадийность устройства и включения в работу накладной плиты

Учёт стадийности при расчёте предельного изгибающего момента
Ю.М. Егорушкин, ЦНИИС

$$M_{ult} = M1_{ult} + (M2_{ult} - M1_{ult}) * (M1_{ult} - M0) / M1_{ult}$$

M_{ult} - предельный изгибающий момент

$M1_{ult}$ - предельный изгибающий момент исходной балки

$M2_{ult}$ - предельный изгибающий момент балки с увеличенной плитой

$M0$ - момент от собственного веса сборно-монолитной балки



Влияние учёта стадийности на расчётный класс усиленной балки

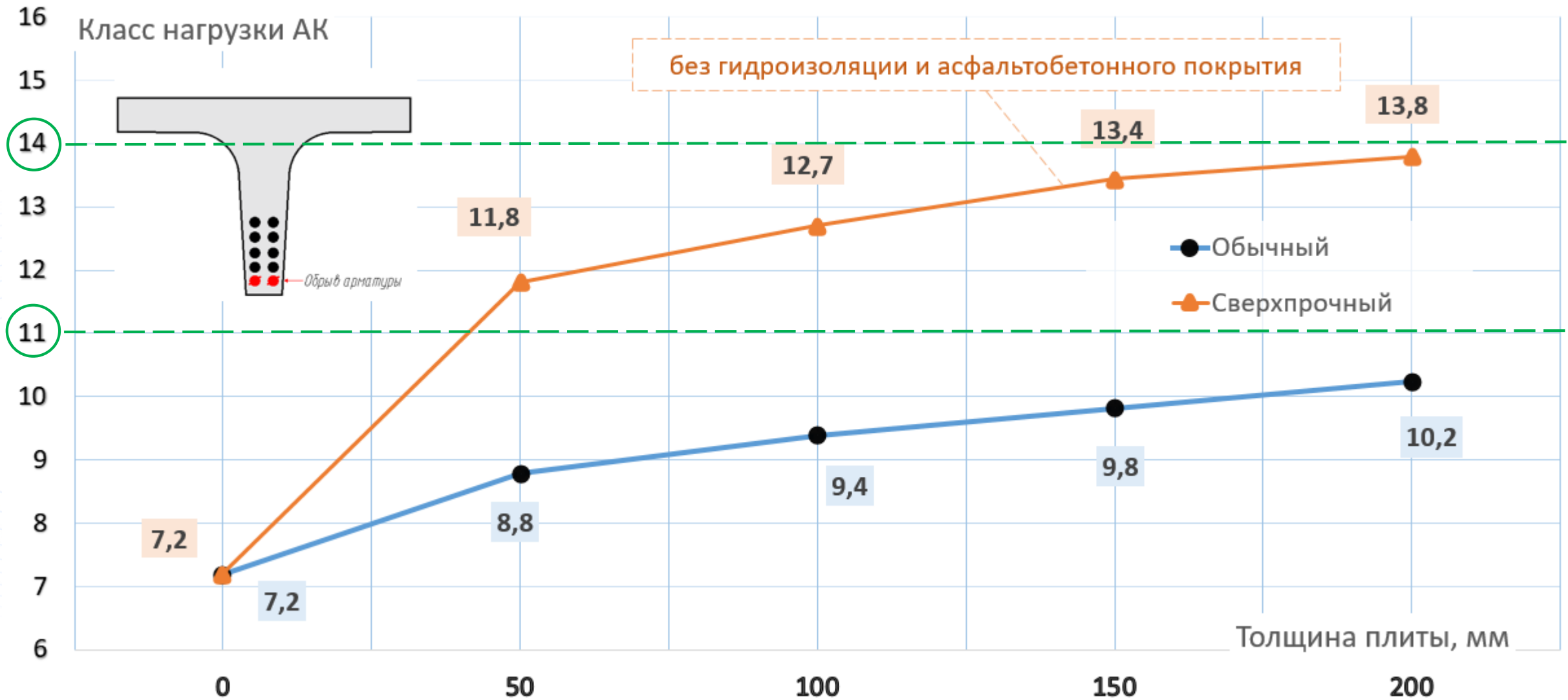
повреждённая балка по типовому проекту серии №3.503.1-73 (Союздорпроект)

Описание вариантов				Учёт стадийности	M T*M	M ult T*M	AK
№	Прочность бетона	Толщина накладной плиты, см	Толщина покрытия, см				
1	B25	15	9	Нет	117,6	123,9	12,1 *
				Да		112,6	9,8
2	B150 *	5	0	Нет	104,0	114,4	12,8 *
				Да		109,1	11,8

* класс грузоподъёмности ошибочно завышен, это риск по грузоподъёмности

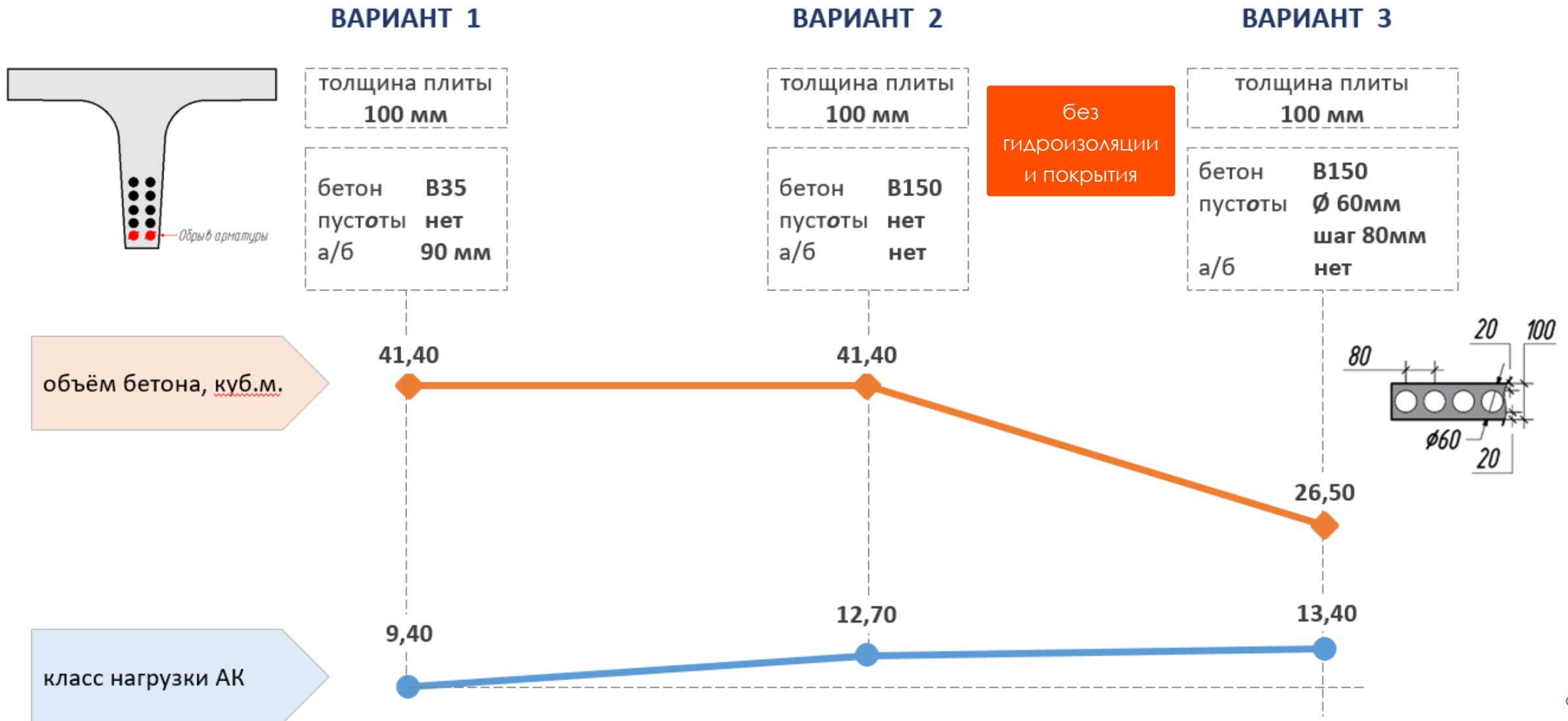
Изменение класса грузоподъёмности в зависимости от толщины плиты

повреждённая балка по типовому проекту серии №3.503.1-73 (Союздорпроект)



Соотношение объёма бетона плиты и класса грузоподъёмности

повреждённая балка по типовому проекту серии №3.503.1-73 (Союздорпроект)



Применение сверхпрочного сталефибробетона В150, В200 и более в сталежелезобетонных мостах

2

Исполнитель **А.В. Гурчев**

Научный консультант **А.В. Анисимов**



предварительный расчёт сталежелезобетонной балки пролётом 63 метра:

с плитой из армированного бетона В35

с плитой из СВФБ В150

$M = 380 \text{ тм}$

момент от собственного веса

$M = 125 \text{ тм}$

момент от собственного веса

покрытие **110 мм**
плита **200 мм**

плита **100 мм**

стальная
балка **2700 мм**

стальная
балка **1100 мм**

13 000 мм

Возможно
применение
сборных плит
проезжей части



Неразрушающий контроль конструкций из сверхпрочного сталефибробетона В150, В200 и более

3

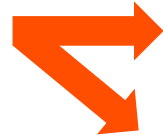
Исполнитель **определяется**

Научный консультант **А.В. Анисимов**



НЕРАЗРУШАЮЩИЕ МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ БЕТОНА

ПРОЧНОСТЬ



- Метод упругого отскока
- Метод ударного импульса
- Метод отрыва со скалыванием

СПЛОШНОСТЬ



- Ультразвук

НАЛИЧИЕ И РАСПОЛОЖЕНИЕ
СТАЛЬНОЙ АРМАТУРЫ



- Электромагнитная индукция

ВОДОНЕПРОНИЦАЕМОСТЬ



- Водонепроницаемость по воздухопроницаемости

Высокое содержание стальной фибры и высокая плотность **ПРЕПЯТСТВУЮТ** проведению измерений

РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗМЕРЕНИЙ НА ОБРАЗЦАХ

Параметры / оборудование	прочность МПа		скорость ультразвука М/С		водонепроницаемость W		толщина защитного слоя, ММ	
	Б	СВФБ	Б	СВФБ	Б	СВФБ	Б	СВФБ
ПРОЕКТНЫЕ ДАННЫЕ	45	120	4350	?	20	Более 20	35	70
Ультразвуковой тестер УК1401 max 60 МПа	49	55	4353	4700	-	-	-	-
Молоток Шмидта SilverSchmidt max 60 МПа	81	95	-	-	-	-	-	-
Измеритель водонепроницаемости ВИП-1.3 max W 20	-	-	-	-	-	18	-	-
Сканер арматуры Profometer 650 AI -	-	-	-	-	-	-	33	44

Показатели СВФБ, полученные стандартными методами неразрушающего контроля, НЕКОРРЕКТНЫ (занижены)

Оценка безопасности и ровности проезда по мостовым сооружениям

4

Исполнитель **А.В. Рубежанский**

Научный консультант **А.В. Анисимов**



«ВЫБРОСЫ» IRI НА УЧАСТКАХ С МОСТАМИ



IRI - отношение величин суммарного перемещения недрессоренной массы (колеса) относительно поддрессоренной (кузова автомобиля) к длине участка дороги - как правило, 100 метров

ГОСТ 33101-2014

ДЕФЕКТЫ И ПОВРЕЖДЕНИЯ, ВЛИЯЮЩИЕ НА IRI

ПОКРЫТИЕ ДОРОГ И МОСТОВЫХ СООРУЖЕНИЙ

- выбоины
- волны
- просадки земляного полотна (в том числе на подходах к мостовым сооружениям)
- трещины с разломанными кромками

ТОЛЬКО НА МОСТОВЫХ СООРУЖЕНИЯХ

- превышение отметок деформационных швов или пришовных зон над отметками примыкающих участков покрытия
- “ступенька” в местах сопряжения покрытия и пришовной зоны (или деформационного шва) при наличии колеи

В нормативных документах НЕ СОДЕРЖАТСЯ УКАЗАНИЯ на уменьшение IRI на участках с мостами на величину, формируемую «мостовыми неровностями», находящимися в пределах допусков

Есть 1000 метров участка идеальной новой дороги **без мостов**

и

Есть 1000 метров участка идеальной новой дороги **с мостами**

**ВОПРОС,
на который в нормативных документах нет ответа:**

Будет ли показатель ровности **IRI** на обоих участках одинаковым ?



МОСТОВЫЕ И ДОРОЖНЫЕ НОРМЫ

ОДМ 218.3.042-2014

Мосты.
Каталог дефектов

ОДН 218.017-2003

Мосты.
Оценка ТЭС

ГОСТ Р 59618-2021

Мосты.
Правила
обследования

МОСТЫ

ДОРОГИ

ГОСТ 33101-2014

Дороги.
Методика IRI

Оценка состояния мостового сооружения **Коб**Показатель безопасности **КБ**Показатель грузоподъёмности **Кг**Показатель долговечности **Кд**

Коэффициент снижения
расчётной скорости

$$K_v = [V] / V_p$$

Параметр дефектности по
безопасности **ВБ**

Качественные условия соответствия
сооружения по безопасности

Дефекты и повреждения

Дефекты габарита проезжей части

Дефекты по углам перелома
измерения с выходом на проезжую часть

Другие дефекты с
оценками Б1...Б4

Амплитудно-частотные характеристики
пролётного строения

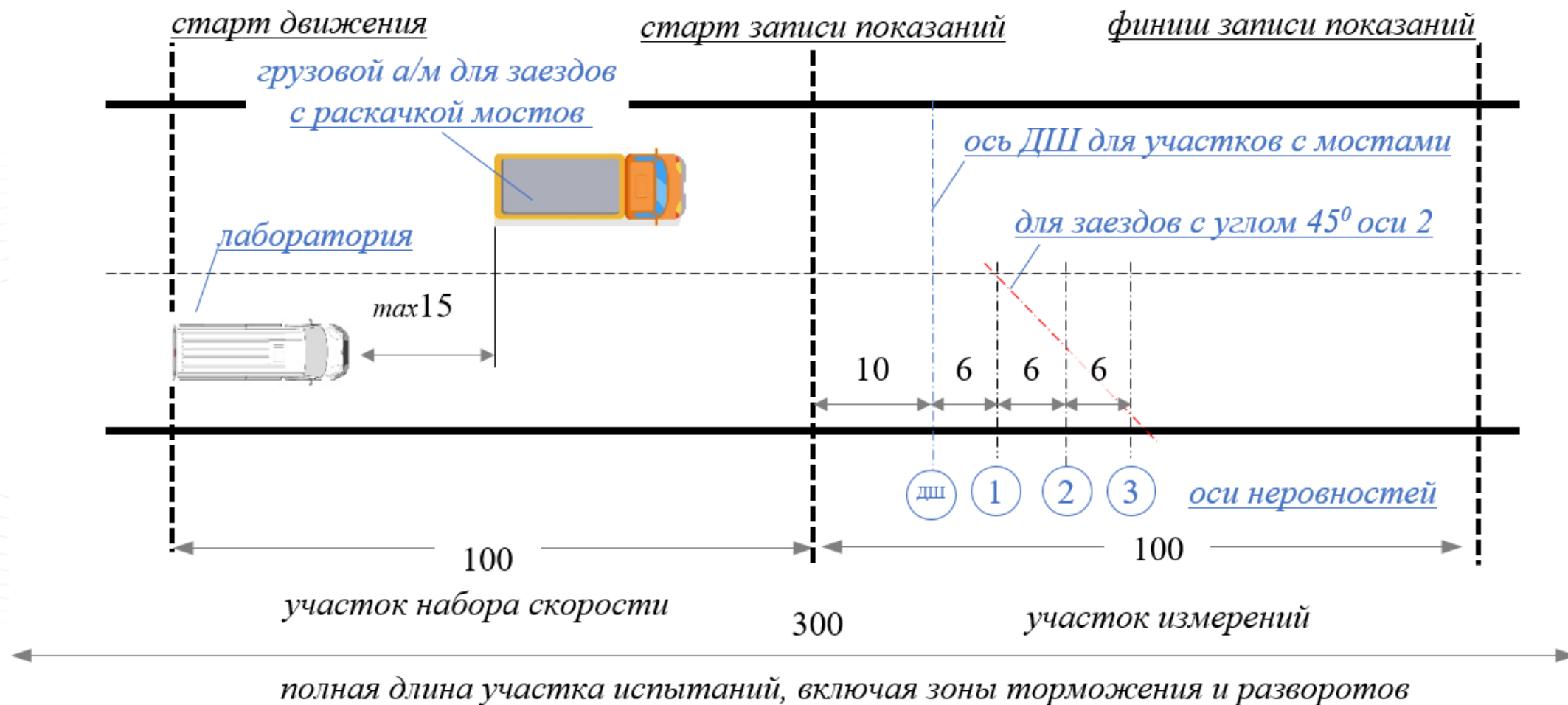
Жёсткость пролётного
строения

Неровности покрытия проезжей части
измерения БЕЗ выхода на проезжую часть

Оценка ровности на мостовом сооружении **IRI**

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

На участок дороги **без** мостов и на участки дороги **с мостами** разных конструкций укладывают **одинаковые** искусственные неровности по нескольким одинаковым схемам – лаборатория проезжает и измеряет IRI



ОЖИДАЕМЫЙ РЕЗУЛЬТАТ

1. Нормирование корректировки показателя **IRI** на мостовых сооружениях
2. Расчётная модель зависимости показателя безопасности проезда по мостам **К6** от показателя **IRI**
3. Следствие из п.2: отсутствие необходимости измерения углов перелома продольного профиля **с выходом на проезжую часть** в случаях, когда **IRI** менее некоего критического* значения для мостов

* определяется по результатам данного исследования



БЛАГОДАРЮ ЗА ВНИМАНИЕ!

Анисимов Александр Владимирович

Заместитель начальника управления диагностики ООО «Автодор-Инжиниринг»

Доцент МАДИ, кандидат технических наук

