



ФЕДЕРАЛЬНОЕ АВТОНОМНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
РОСДОРНИИ

Техническое нормирование и методы контроля качества полимерных сопряжений деформационных швов мостовых сооружений.

Мартинсон В.Л. (ФАУ «РОСДОРНИИ»),



ПРИШОВНАЯ ЗОНА – ЗОНА ОТВЕТСТВЕННОСТИ





Содержание

- 1 Область применения.
- 2 Термины и определения.
- 3 Общие положения.
- 4 Порядок проведения промежуточной приемки.
- 5 Оформление результатов промежуточной приемки.
- 6 Контроль за проведением промежуточной приемки.

Приложение А (справочное) Перечень работ, подлежащих освидетельствованию с составлением акта скрытых работ.

Приложение Б (справочное) Перечень работ, подлежащих освидетельствованию с составлением акта ответственных работ.

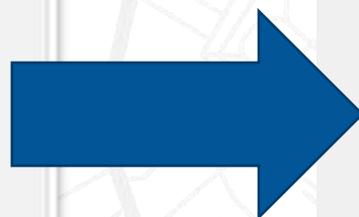
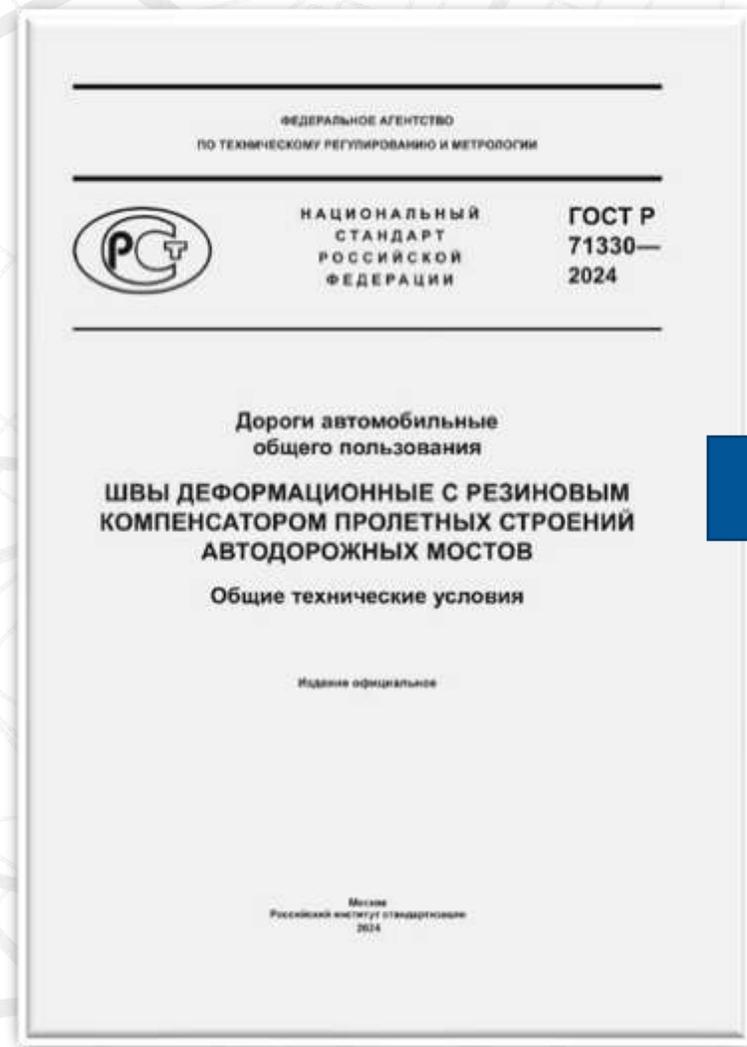
Приложение В (справочное) Перечень основной исполнительной документации.

Приложение Г (обязательное) Основные формы производственно-технической исполнительной документации.

Приложение Д (обязательное) Формы актов приемки.

Приложение Е (обязательное) Форма извещения на приемку выполненных работ

Библиография.



ГОСТ Р 71330—2024

Содержание

1 Область применения	1
2 Нормативные ссылки	1
3 Термины, определения, обозначения и сокращения	3
4 Классификация деформационных швов с резиновым компенсатором	5
5 Технические требования к деформационным швам	7
5.1 Общие положения	7
5.2 Основные показатели и/или характеристики (свойства) деформационных швов	8
5.3 Требования к материалам и покупным изделиям	10
5.4 Антикоррозионная защита	12
5.5 Комплектность	12
5.6 Маркировка	13
6 Правила приемки	13
7 Методы контроля	14
8 Транспортирование и хранение	15
8.1 Общие требования	15
8.2 Хранение деформационных швов	15
8.3 Транспортирование деформационных швов	16
9 Указания по эксплуатации	16
9.1 Входной контроль	16
9.2 Подготовка к монтажу деформационных швов	16
9.3 Требования к монтажу деформационных швов	17
9.4 Приемка деформационных швов в составе мостового сооружения	17
9.5 Визуальный контроль	18
9.6 Требования к эксплуатации	18
9.7 Инструментальный контроль	19
9.8 Осмотры и обследования деформационных швов	19
10 Гарантии изготовителя	19
Приложение А (рекомендуемое) Срок службы элементов деформационных швов	21
Приложение Б (рекомендуемое) Рекомендации для выбора деформационных швов при проектировании мостовых сооружений	22
Приложение В (справочное) Примеры фасонных профилей для изготовления конструкций деформационных швов	23
Приложение Г (рекомендуемое) Материалы для изготовления конструкций деформационных швов	25
Приложение Д (справочное) Описание процессов проведения квалификационных испытаний деформационных швов	28
Приложение Е (рекомендуемое) Требования к порядку проведения испытания на герметичность смонтированных конструкций деформационных швов с компенсаторами	32
Приложение Ж (рекомендуемое) Статические и динамические испытания деформационных швов	33
Библиография	34

III



ПОЛИМЕРБЕТОННОЕ ПОКРЫТИЕ ПРИШОВНОЙ ЗОНЫ ДЕФОРМАЦИОННОГО ШВА



Методы испытаний асфальтобетона

ГОСТ Р 58401.11 «Дороги автомобильные общего пользования. Смеси асфальтобетонные дорожные и асфальтобетон. Метод определения усталостной прочности при многократном изгибе»

ГОСТ Р 58401.18 «Дороги автомобильные общего пользования. Смеси асфальтобетонные дорожные и асфальтобетон. Метод определения водостойкости и адгезионных свойств»

ГОСТ Р 58406.3 «Дороги автомобильные общего пользования. Смеси асфальтобетонные дорожные и асфальтобетон. Метод определения стойкости к колееобразованию прокатыванием нагруженного колеса»

ГОСТ Р 58406.5 «Дороги автомобильные общего пользования. Смеси асфальтобетонные дорожные и асфальтобетон. Метод определения истираемости»

ГОСТ 12801 п.13 «Материалы на основе органических вяжущих для дорожного и аэродромного строительства. Методы испытаний (водонасыщение)



Методы испытаний цементобетона

ГОСТ 70363 п.7 «Бетоны для устройства слоев оснований и покрытий. Методы испытаний» (предел прочности на сжатие)

ГОСТ 70363 п.7 «Бетоны для устройства слоев оснований и покрытий. Методы испытаний» (предел прочности на растяжение при изгибе)

ГОСТ 70363 п.9 «Бетоны для устройства слоев оснований и покрытий. Методы испытаний» (водонепроницаемость)

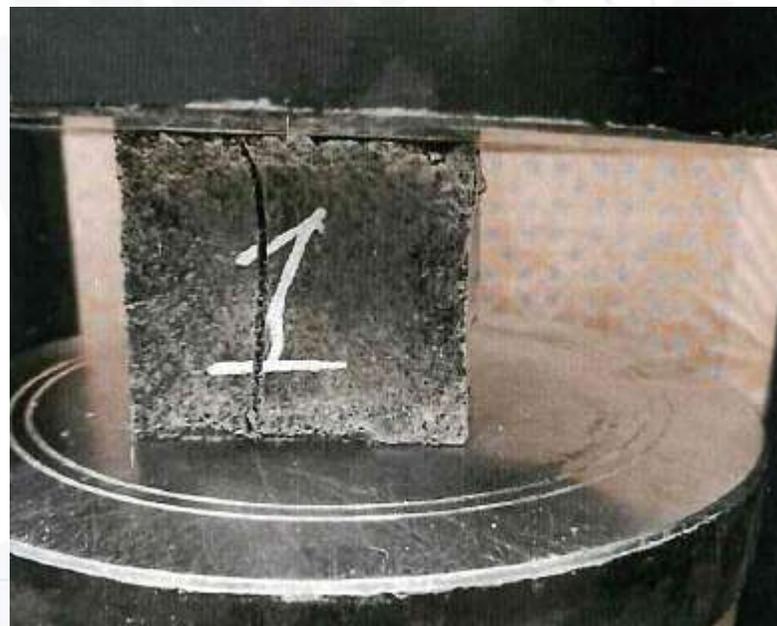
ГОСТ Р 70363 п.10 «Бетоны для устройства слоев оснований и покрытий. Методы испытаний» (истираемость G_{pt})

ГОСТ Р 58277 п.9 «Смеси сухие строительные на цементном вяжущем. Методы испытаний» (адгезия)

Результаты испытаний по определению прочности полимербетонов

Условное обозначение	Средняя плотность образцов, кг/м ³	Средняя прочность на сжатие, МПа	Средняя прочность на растяжение при изгибе, МПа
Полимербетон Т	2017	18,0	8,75
Полимербетон М	2301	14,2	17,0
Полимербетон Р	2232	9,9	3,45
Полимербетон В	2031	28,5	12,89

5МПа



Испытание по определению прочности на сжатие



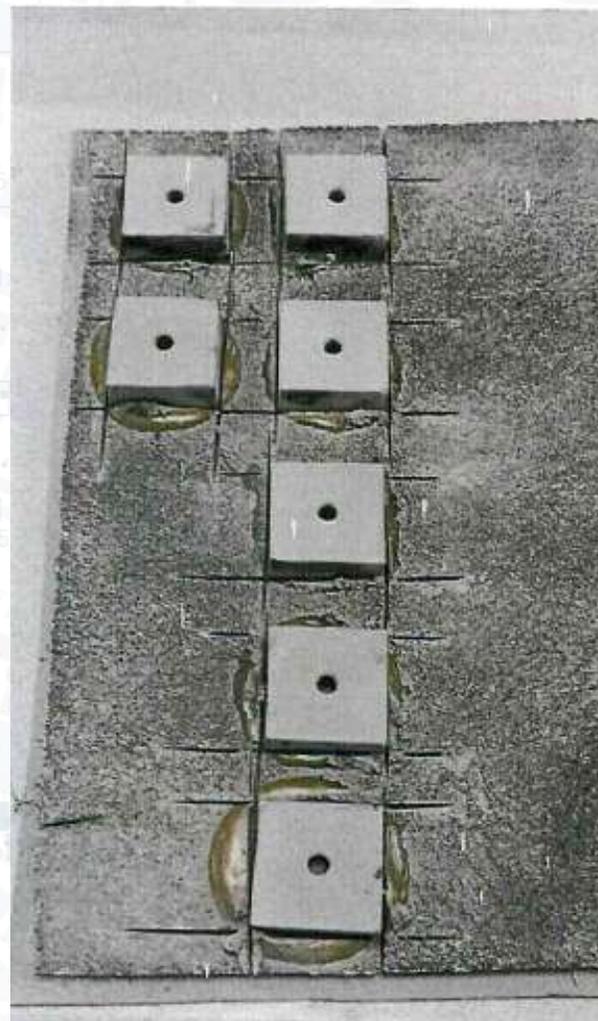
Испытание по определению прочности на растяжение при изгибе

Результаты испытаний физико-механических показателей полимербетонов

Образцы адгезии материала к металлическому основанию

Показатель	Методика испытания	Результаты испытаний			
		Полимер-бетон Т	Полимер-бетон М	Полимер-бетон Р	Полимер-бетон В
Водонасыщение, %	ГОСТ 12801	0,2	0,2	0,1	0,1

Показатель	Основание	Результаты испытаний, МПа		
		Полимер-бетон Т	Полимер-бетон М	Полимер-бетон В
Адгезия	Бетонное	3,49	-	3,33
	Асфальтобетонное	1,39	-	0,80
	Металлическое	Более 4,58	3,04	Более 4,00



Результаты испытаний по определению истираемости (Prall-test)

Тип материала	Методика испытаний	Результаты испытаний					
		№ образца	Объемная плотность, г/см ³	Масса образца до испытания, г	Масса образца после испытания, г	Значение истираемости, см ³	Среднее значение истираемости, см ³
Полимербетон Т	ГОСТ Р 58406.5	1	2,008	465,87	464,07	0,9	2
		2	1,983	477,80	475,65	1,1	
		3	2,019	467,99	461,45	3,2	
		4	2,002	453,00	450,53	1,2	
Полимербетон М		1	2,408	556,89	547,65	3,8	3
		2	2,407	565,00	558,90	2,5	
		3	2,403	563,85	558,22	2,3	
		4	2,407	552,68	545,30	3,1	
Полимербетон Р		1	2,199	536,90	536,89	0,005	0
		2	2,239	566,29	566,29	0	
		3	2,268	576,10	576,10	0	
		4	2,254	526,05	525,81	0,106	
Полимербетон В		1	2,046	504,40	494,51	4,9	5
		2	2,059	518,09	509,58	4,1	
		3	2,048	525,00	515,18	4,8	
		4	2,045	523,03	512,28	5,3	

Образцы полимербетонов после испытания на истираемость



Классы асфальтобетонов по истираемости

Класс по истираемости	Истираемость асфальтобетона, см ³
1	до 25
2	от 26 до 35
3	от 36 до 45

Результаты испытаний по определению эксплуатационных показателей

Показатель	Методика испытания	Результаты испытаний
Средняя глубина колеи, мм	ГОСТ Р 58406.3	0,1
Коэффициент водостойкости TSR	ГОСТ Р 58401.18	0,96

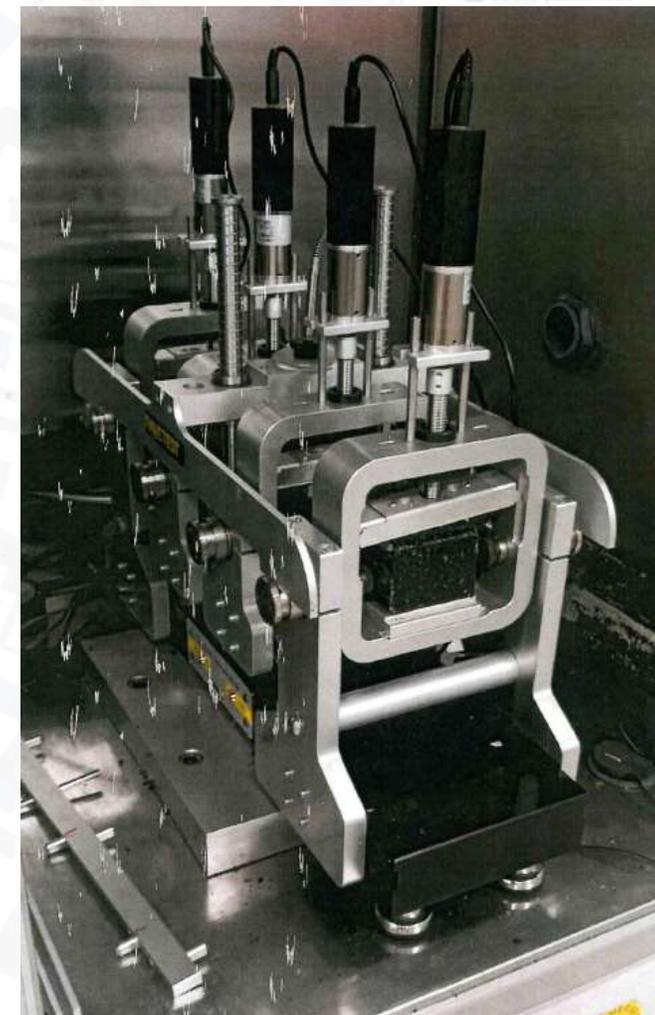
Требования к эксплуатационному показателю		
Показатель	НТД	Требование
Средняя глубина колеи для щебеночно-мастичного асфальтобетона, не более, мм	ГОСТ Р 58406.1	4,0
Коэффициент водостойкости TSR, не менее	ГОСТ Р 58401.1	0,8

Испытание на стойкость к колееобразованию



Результаты испытаний материалов по определению динамического модуля упругости и усталостной прочности

Материал	Начальный модуль упругости, МПа	Количество циклов до падения модуля упругости в два раза
Полимербетон М	2 710	Более 1 000 000
Полимербетон Р	476	Более 1 000 000
Полимербетон В	4 715	Более 1 000 000
Асфальтобетоны на немодифицированном вяжущем PG 64-22	3 200 – 3 400	11 000 – 16 000
Асфальтобетоны на модифицированном вяжущем PG 76-28	2 800 – 3 100	58 000 – 100 000
Асфальтобетоны на модифицированном вяжущем PG 70-28, PG 70-34	1 500 – 3 000	165 000 – 304 000
Цементобетоны для покрытий а/д	31 000 – 43 000	Более 1 000 000



Испытание на усталостную прочность при многократном изгибе

ВЫВОДЫ

1. Ускоренное достижение прочности (1 сутки). Прочностные характеристики полимербетонов на растяжение при изгибе в несколько раз превышают типовые проектные требования для жестких покрытий.
2. Влияние температуры эксплуатации на прочностные характеристики полимербетона оценивается примерно в 5 раз меньше, чем для асфальтобетона.
3. Водопоглощение полимербетонов предельно низкое, что обеспечивает высокий потенциал долговечности материала за счет снижения негативного воздействия воды (коэффициент водостойкости TSR).
4. Показатели морозостойкости практически аналогичны показателям асфальтобетонов.
5. Истираемость полимербетонов от шипованных шин автомобилей значительно ниже аналогичных показателей асфальтобетонов и цементобетонов.
6. Колеобразование при испытаниях по стандартным методам отсутствует.
7. Адгезия полимербетонов к основным дорожно-строительным материалам находится на высоком уровне.
8. В части упруго-пластичных свойств полимербетоны обладают одновременно преимуществами и жестких, и нежестких дорожных одежд. При сопоставимом уровне модуля упругости асфальтобетонов и полимербетонов последние к тому же обладают потенциалом долговечности на уровне цементобетонов, фактически превышая асфальтобетон на несколько порядков.



АВТОМАТИЗАЦИЯ МЕТОДОВ КОНТРОЛЯ. ТЕХНОЛОГИЯ LIDAR

Термин Lidar является сокращением от light detection and ranging.

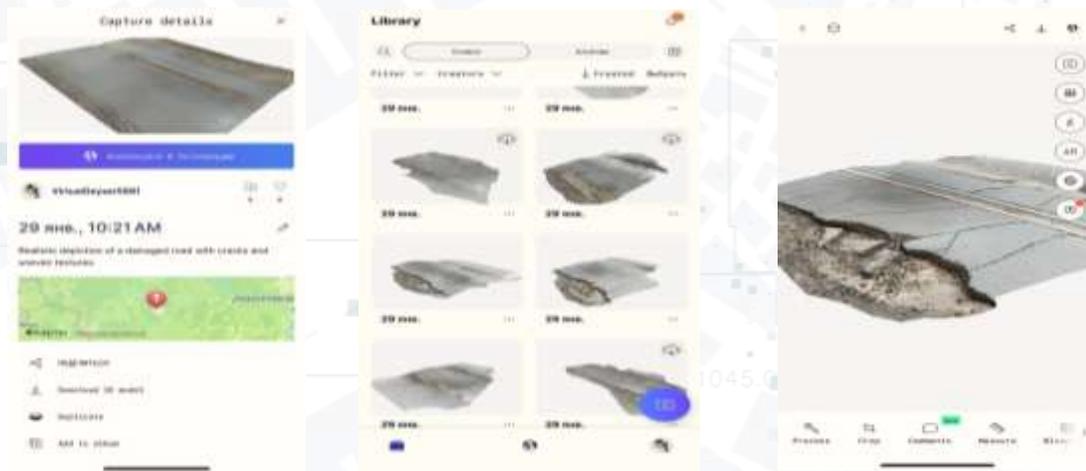
Лидар – это геопространственная технология, основанная на излучении и передаче сфокусированной световой волны и измерения времени, которое требуется для ее отражения от препятствия.



Радар излучает импульсы света

Отраженные импульсы возвращаются на LIDAR

Время возвращения сигнала определяет расстояние



В настоящее время для современных смартфонов, например для iPhone, доступны приложения, которые используют технологию LiDAR, благодаря наличию датчика для сканирования пространства или объектов.

В частности приложение Polycam - 3D сканер LiDAR.

ТЕХНОЛОГИЯ LIDAR

Методология исследования

1 Сканирование пространства с помощью двух методов, доступных в приложении



2 Получение 3D-модели контрольного участка пришовной зоны



3 Автоматическое определение основных геометрических параметров контрольной зоны



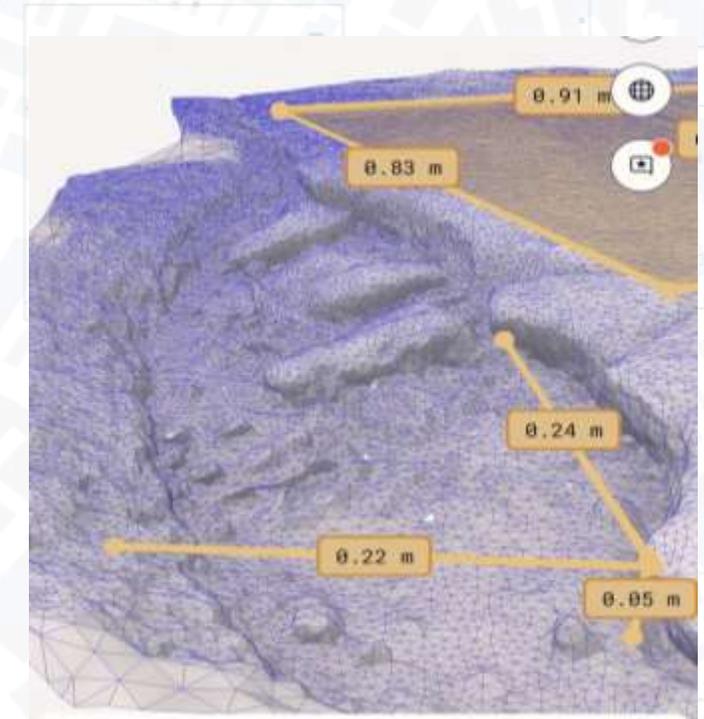
Программа позволяет провести замеры отдельных элементов, таких как длина, ширина и глубина мест разрушений мостового полотна, в частности в местах сопряжения мостового полотна и пришовной зоны

ТЕХНОЛОГИЯ LIDAR

Обработка результатов

Полученные при помощи усовершенствованной программы результаты являются автоматизированным самостоятельным методом оценки.

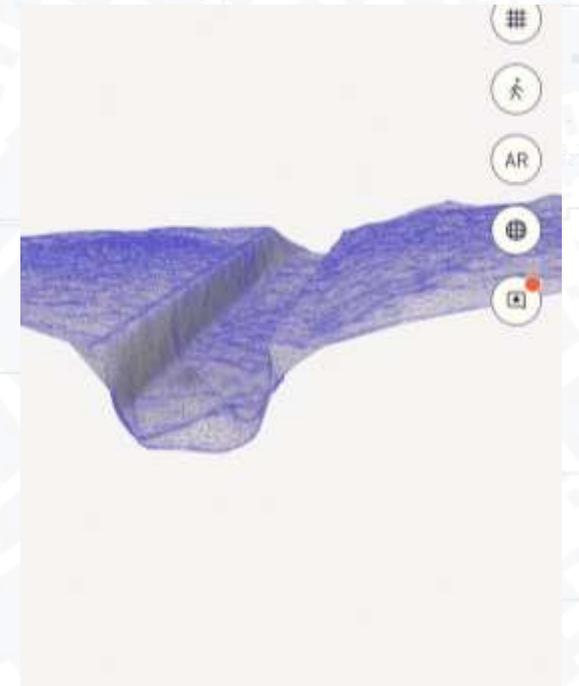
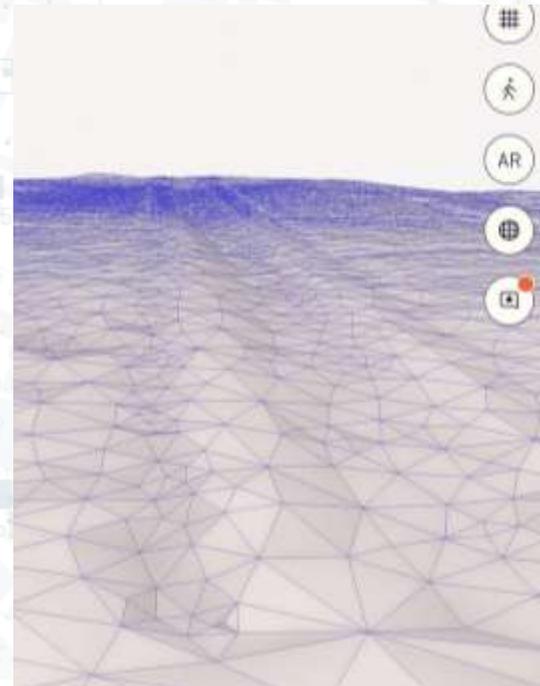
Применение усовершенствованной программы позволит заменить трудоемкий процесс оценки макрошероховатости при помощи сложного и дорогостоящего оборудования – лазерного сканера поверхности.



Выводы

В любой точке выбранной поверхности или выбранной контрольной зоны мы можем провести комплексную оценку сопряжений деформационных швов мостовых сооружений:

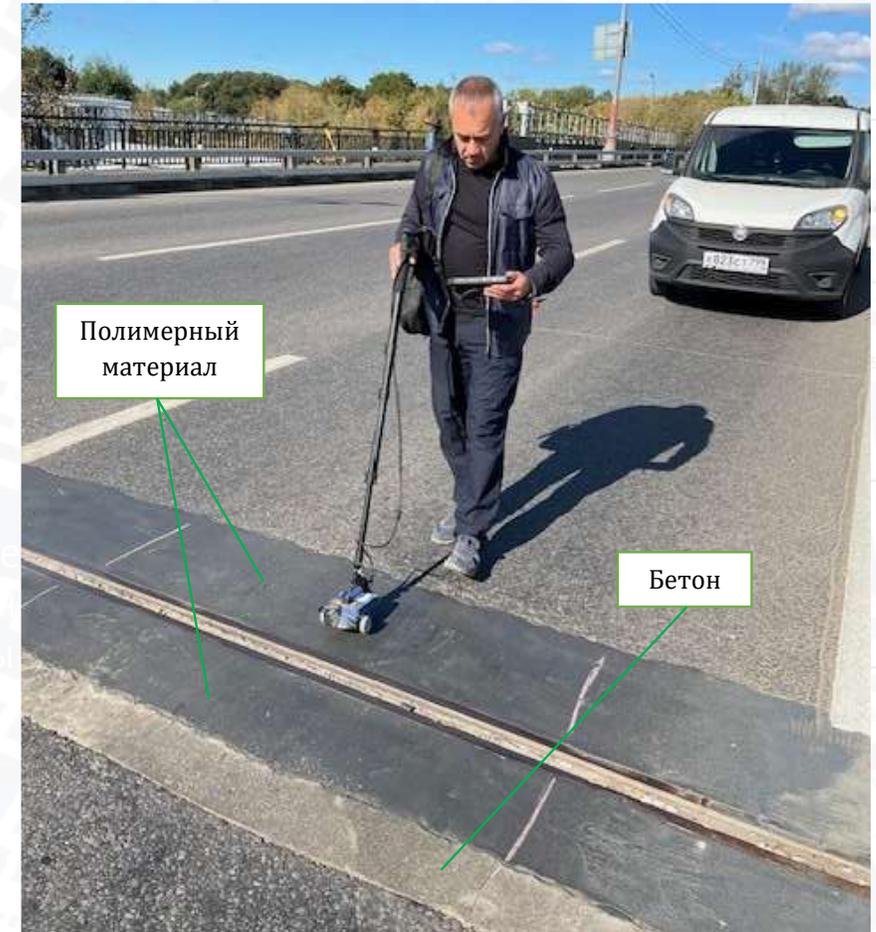
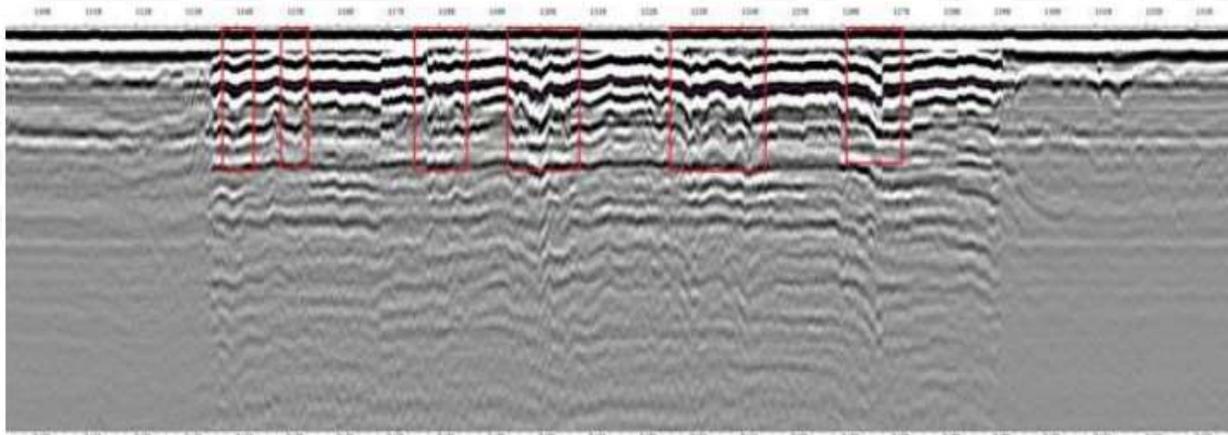
- Допустимые размеры и превышения;
- Разновысотность;
- Разноглубинность;



ТЕХНОЛОГИЯ ГЕОРАДИОЛОКАЦИИ

Метод георадиолокации – это геофизический метод зондирования различных сред полем электромагнитных волн. В настоящее время данный метод применяется в части дорожных конструкций и позволяет решить две ключевые задачи:

- идентифицировать границу между различными слоями;
- выявить локальные неоднородности в структуре подземных объектов.

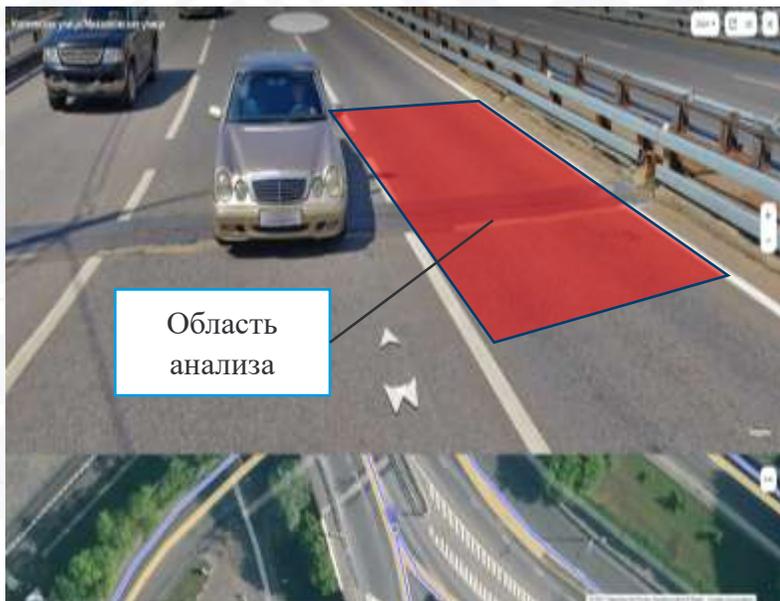


Георадарное исследование было выполнено высокочастотным антенным блоком 1200 МГц с применением георадара серии Око-3.

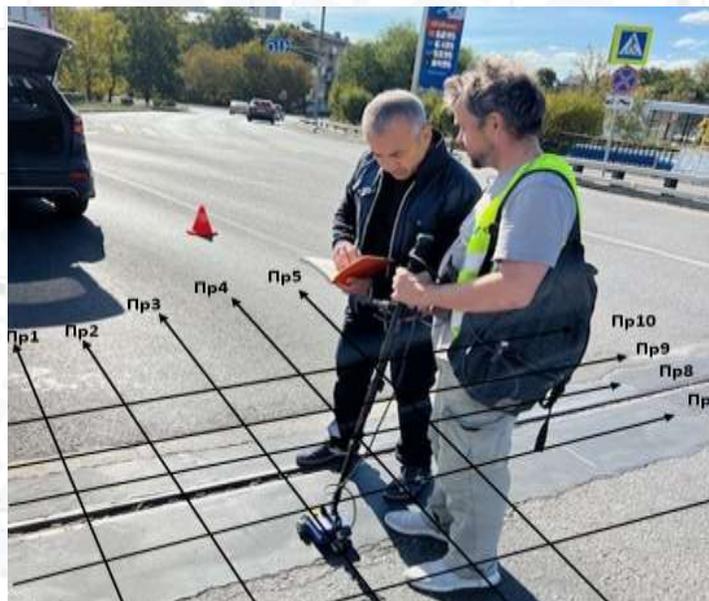
ТЕХНОЛОГИЯ ГЕОРАДИОЛОКАЦИИ

Методология исследования

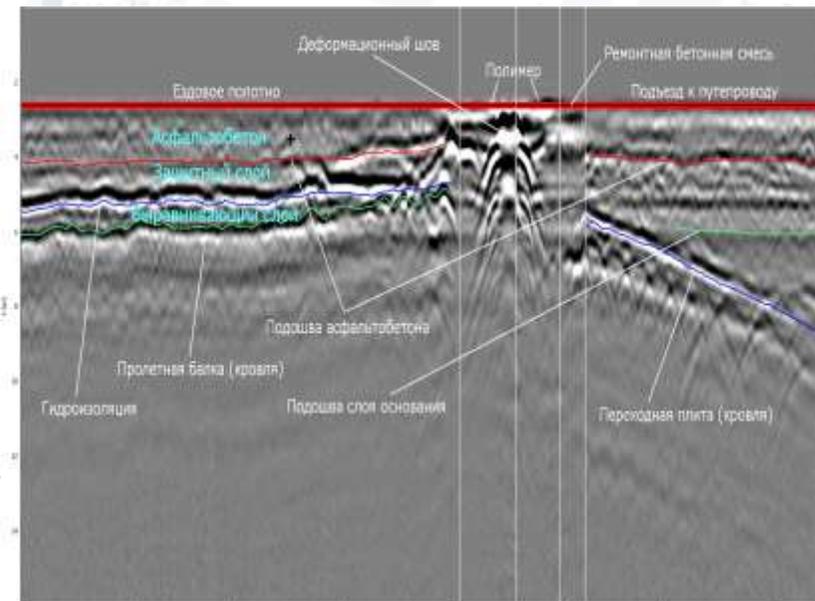
1 Выбор участка для георадарного исследования



2 Проведение измерений по определенной схеме прохода георадара



3 Получение конструкции автомобильной дороги возле деформационного шва



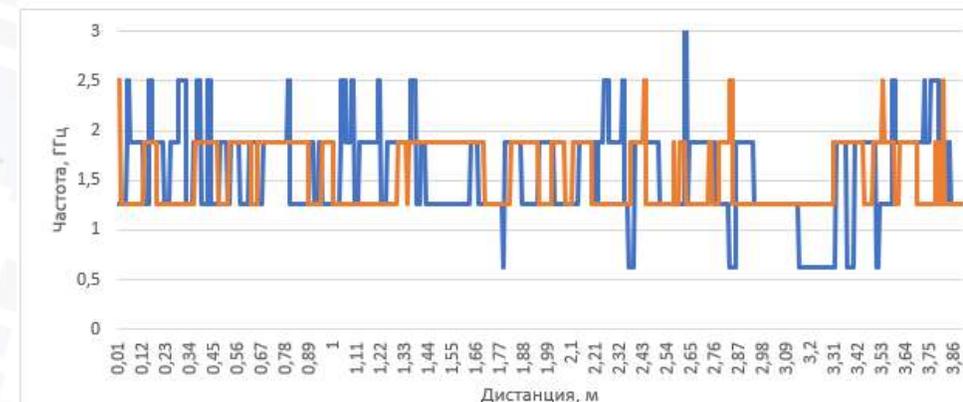
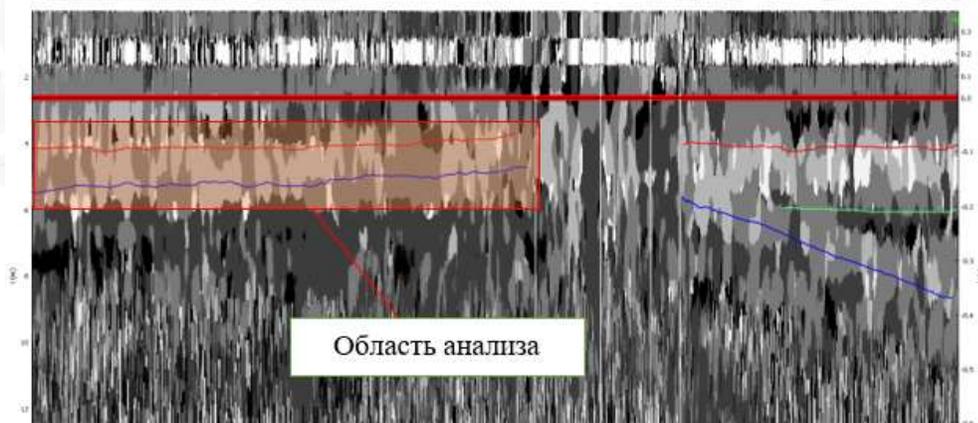
Несмотря на отсутствие исходных данных по обследованному путепроводу, неразрушающим методом георадиолокации удалось оценить конструкцию дорожной одежды ездового полотна, которая предположительно состоит из слоев: пакет асфальтобетона (около 9 см); защитный слой (около 7 см); гидроизоляция; выравнивающий слой (до 5 см).

Обработка результатов

С целью проверки обследованного участка путепровода на предмет изменения частоты сигнала в узком диапазоне глубины на границах раздела сред «асфальтобетон-защитный слой» и «защитный слой-выравнивающий слой» были выполнены атрибутивный и статистический анализ.

На первом этапе исходная радарограмма была преобразована в спектральный вид, в рамках которого был выполнен расчет спектральной частоты отраженного сигнала георадара

Затем были считаны значения атрибута «спектральная частота» вдоль границ контакта асфальтобетонного покрытия с защитным слоем, а затем между защитным слоем и плитой пролетного строения (на глубине залегания гидроизоляции).

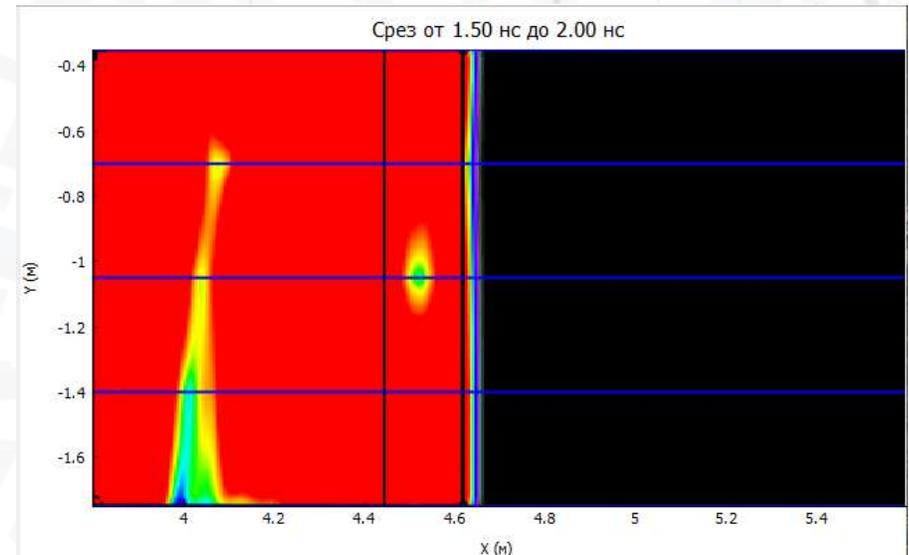
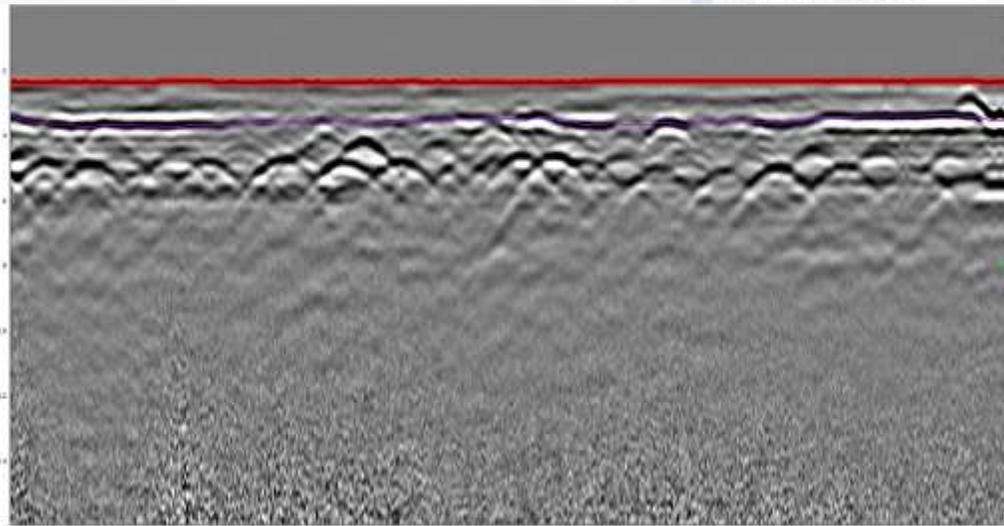


Видно, что частота сигнала преимущественно не снижается относительно центральной (1,2 ГГц). При этом имеются отдельные места ее снижения, которые по рассматриваемому профилю не достигают трехкратного и более порядка. Указанное свидетельствует, что явных признаков переувлажнения в области рассмотренных границ раздела сред не обнаружено.

Выводы

Оперативно, неразрушающим методом, с большой производительностью, даже не смотря на отсутствие исходных данных по обследованному участку можем:

- Оценить конструкцию дорожной одежды ездового полотна;
- Выявить характерные и масштабные признаки переувлажнения слоев основания дорожной одежды ездового полотна и нарушений в слое гидроизоляции.
- Анализ состояния полимерного материала в пришовной зоне позволяет сделать выводы об однородности свойств самого материала на всю его протяженность с обеих сторон деформационного шва, а также о толщине данного слоя, не превышающей толщину пакета асфальтобетонных слоев.





Вставка рисунка

ПНСТ
Дороги автомобильные
общего пользования.
Переходная зона
деформационного шва из
полимербетона.
Технические требования.



1. В части методологии следует обратить внимание на методы, которые могут позволить: **уменьшить затраты, увеличить производительность, обеспечить безопасность проведения измерений**, в наибольшей степени исключить влияние ручного труда и перейти на автоматический способ получения и обработки данных.

2. Соответственно, для повышения производительности труда за счет **автоматизации процессов сбора и обработки данных** при оценке комплекса установленных параметров состояния дороги необходимо переходить на их сбор с использованием цифровых методов (технологии лазерного сканирования, фотограмметрия и др.).

Вставка рисунка

Дальнейшим этапом, при камеральной обработке данных в цифровом виде, должно стать применение нейросети, машинного обучения и **искусственного интеллекта**.

Данные технологии могут использоваться при векторизации (векторном представлении данных лазерного сканирования и фотограмметрии), атрибутивном насыщении, распознавании дефектов покрытия автомобильных дорог, а также для оценки международного индекса ровности IRI, оценки сцепления.

