



# РОСДОРНИИ

## Неразрушающий контроль для обеспечения сроков службы дорожных конструкций

Докладчик: Кулижников Александр Михайлович, начальник  
управления методов проектирования автомобильных дорог  
ФАУ «РОСДОРНИИ»

# План выступления

- 1 Рекомендации по увеличению сроков службы дорожных конструкций
- 2 Неразрушающие методы контроля
- 3 Использование неразрушающих методов при возведении земляного полотна и усилении дорожных одежд
- 4 Использование неразрушающих методов при устройстве дорожной одежды
- 5 Использование неразрушающих методов при мониторинге дорожных конструкций (ослабленные зоны, морозное пучение и глубина промерзания, однородность морозного пучения и структура дорожной конструкции)
- 6 Установка автоматических пунктов весогабаритного контроля (АПВГК)

# Рекомендации по увеличению сроков службы дорожных конструкций

- требования к минимальному значению модуля упругости на поверхности рабочего слоя земляного полотна
- устройство периодически восстанавливаемых защитных слоев и слоев износа
- системный подход к повышению сроков службы автомобильных дорог на всех этапах жизненного цикла:

- планирование, финансирование (контракты жизненного цикла);
- проектно-изыскательские работы;
- строительство (реконструкция, капитальный ремонт);
- эксплуатация (в том числе весогабаритный контроль);

## проектно-изыскательские работы:

- нормативная база;
- финансирование;
- сроки выполнения проектно-изыскательских работ;
- роль заказчика;
- инновационные технологии (в том числе внедрение неразрушающих методов);
- кадровые вопросы.

# Классификация методов неразрушающего контроля



Основные методы неразрушающего контроля основаны на применении различных физических явлений и измерении характеризующих эти явления физических величин.



ультразвуковой;

радиоволновый (георадиолокационный);

электрический;

акустический;

вихревых токов;

магнитный;

тепловой;

радиационный;

проникающими веществами;

оптический;

динамический (контроль прочности)

# Использование неразрушающих георадиолокационных методов

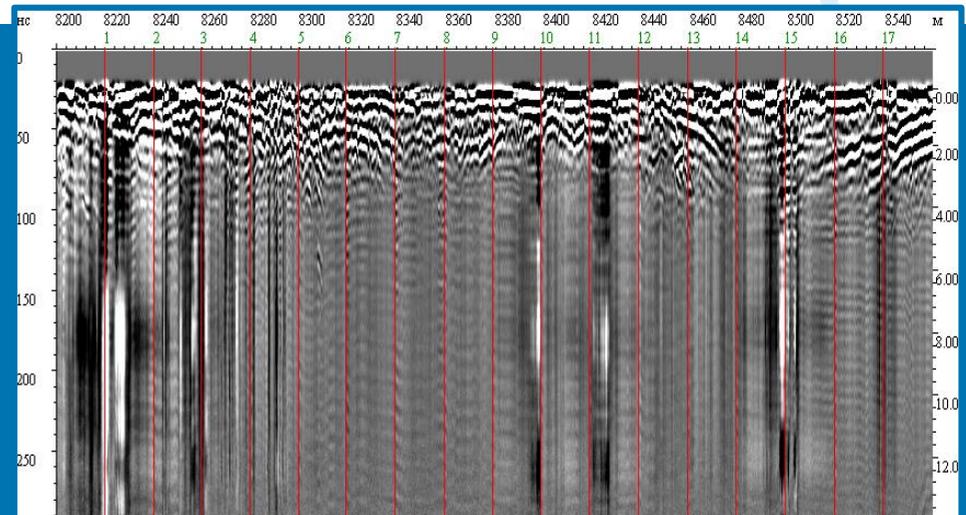


- при возведении земляного полотна при новом строительстве
- при усилении дорожной одежды при реконструкции и капитальном ремонте

Однородность грунтов основания земляного полотна (основания дорожной одежды)  
Однородность несущей способности на поверхности рабочего слоя земляного полотна (основания дорожной одежды)

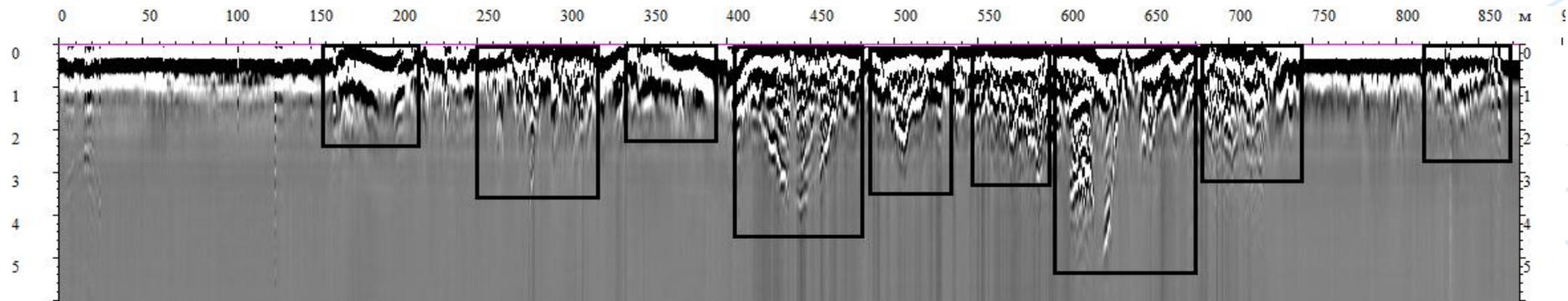
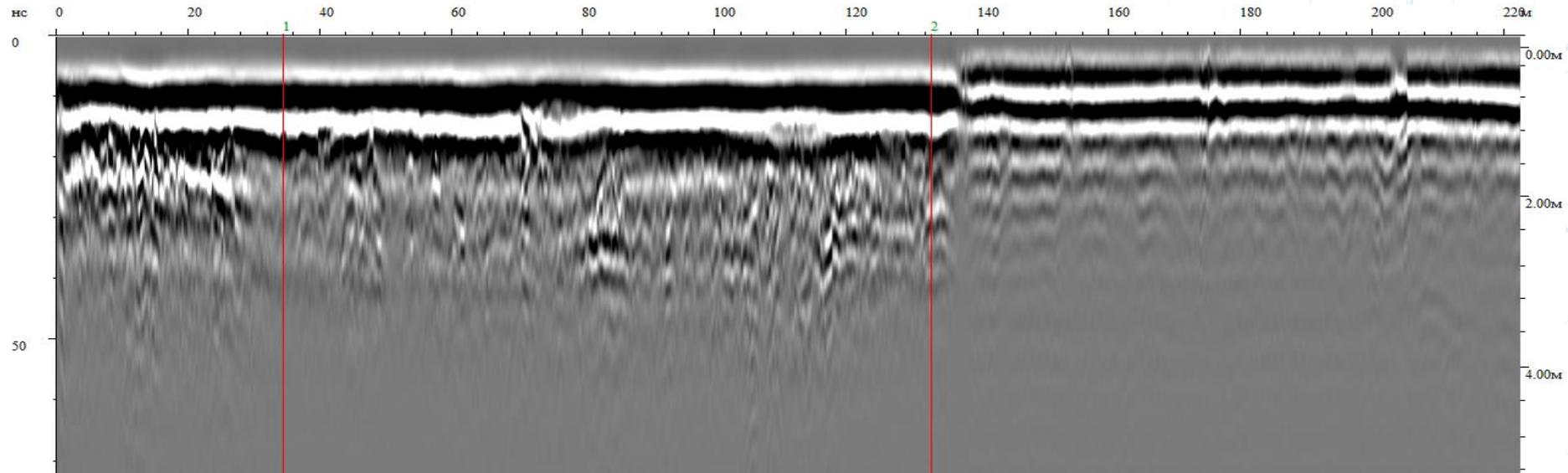


Георадиолокационное обследование по поверхности земляного полотна



Радарограмма георадиолокационного разреза по поверхности земляного полотна

# Георадиолокационный продольный профиль в основании земляного полотна



# Определение местоположения ослабленных зон в основании земляного полотна



исследуются следующие параметры  
радарограммы (волновой картинки):

конфигурация осей синфазности отраженных волн (например, параллельные, волнистые, хаотические и т.д.);

интенсивность осей синфазности (амплитуда отражений);

частотный состав записи;

протяженность осей синфазности;

скорость распространения волны.

# Конструкции георадиолокационного оборудования на сопоставительных испытаниях на полигоне ГК «АВТОДОР»



# Сопоставительные испытания георадаров

Организации участники	Тип георадара, характерная особенность	Тип антенны, частота антенных блоков, МГц
ФАУ «РОСДОРНИИ»	Импульсный «ОКО-3» (Россия)	Контактная, 250 и 900 Бесконтактная, 2000
ГК «Логис-Геотех»	Импульсный «ОКО-3» (Россия)	Контактная, 400 Бесконтактная, 1000 и 2000
Geoscanners AB RUSSIA	Импульсный «Акула-9000С» (Швеция)	Контактная, 300 Контактная, 1000
«ЭКОИНСТРУМЕНТ»	Импульсный «SIR-3000» (США)	Контактная, 400 и 900
ООО «Таймер»	Моноимпульсный (видеоим-пульсы) «ПРОТ 12Н» (Россия)	Контактная, 500
ООО «Геоэксперт»	Ступенчато-частотная модуляция (экспериментальная установка)	Бесконтактная (рупорно-ригельная), 1100-1800
НПО «Терразонд»	Линейно-частотная модуляция «ГРТ-22» (Россия)	Бесконтактная (мультиканальная антенная решетка), 500-2000

# Выполнение ФАУ «РОСДОРНИИ» работ по выборочной оценке технического состояния (диагностике) автомобильных дорог

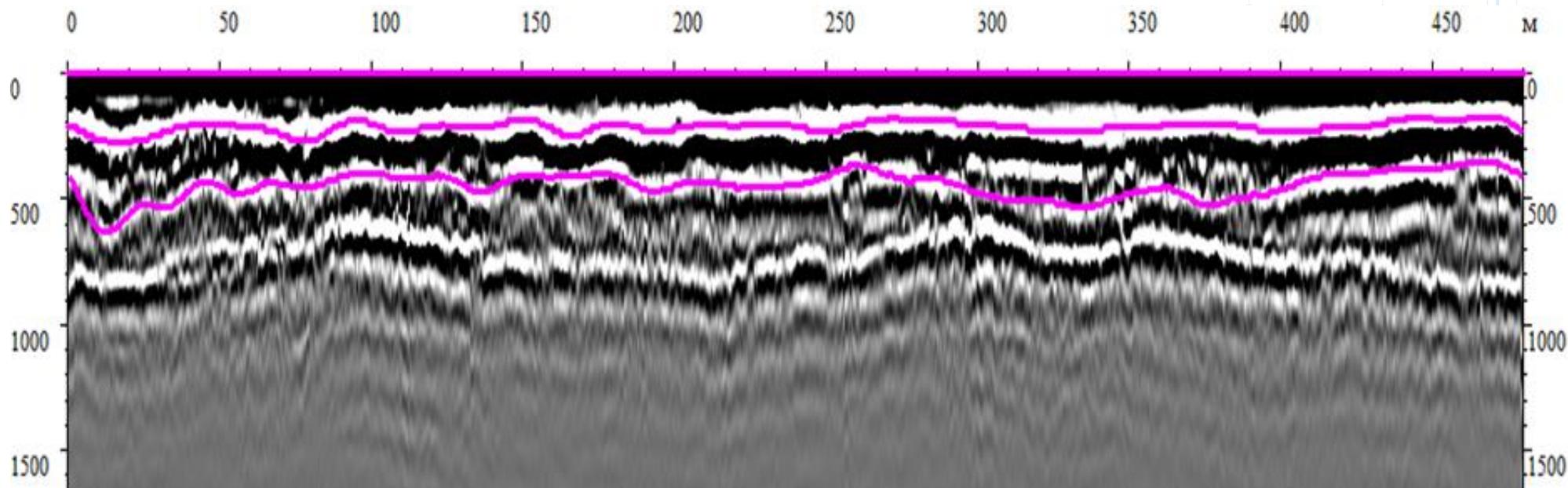


выполнялось в ходе сопоставительных испытаний следующими способами:

- атрибутивный анализ амплитуды сигнала и частотного состава записи, анализ осей синфазности» (ГК «ЛОГИС-ГЕОТЕХ»);
- визуальный анализ радарограмм по изменениям амплитуды, формы и затухания сигнала» (ООО «ТАЙМЕР»);
- анализ текстур и цифровая обработка изображений по отклонениям атрибутов сигнала и изображений» (ФАУ «РОСДОРНИИ»);
- анализ поля обратного рассеяния по отклонениям атрибутов сигнала («ГЕОРАДАР-ЭКСПЕРТ»);
- заявленный анализ работы нейронных сетей (ЭКОИНСТРУМЕНТ);
- выявление зон уплотнения и разуплотнения по отклонениям атрибутов фазового изображения (ООО «Геоэксперт»).
- метод математической фокусировки и технология радара с синтезированием апертуры, сводящийся к поиску просадок в слоях дорожной одежды» (НПО «Терразонд»).

# Использование неразрушающих георадиолокационных методов при устройстве дорожной одежды

- ☰ Определение толщины слоев по ГОСТ Р 58349-2019
- Расчет однородности по толщине слоев дорожной одежды по ОДМ 218.3.075-2016
- Однородность по диэлектрической проницаемости (однородность по уплотнению)



# Определение толщины слоев

## Традиционный метод.

Через уточнение диэлектрической проницаемости по результатам сопоставления радарограмм и контрольного бурения (ГОСТ Р 58349-2019)

## Метод амплитуд.

Включает анализ пар георадарных профилей, один из которых записан над металлическим листом, а второй – на поверхности сканируемого дорожного покрытия. При сравнении амплитуд отражения от поверхностей с различной отражающей способностью выполнялся автоматический расчет скорости распространения электромагнитной волны в первом слое дорожной конструкции для каждой точки георадарного сканирования. Полученные значения скоростей позволяли автоматически определять глубину заложения подошвы верхнего слоя без бурения.

## Метод средних значений.

Сведения о диэлектрической проницаемости (скорости прохождения электромагнитного сигнала) материалов дорожной одежды можно получить из справочной литературы или данных предыдущих исследований.

## Метод заложения отражающих прослоек.

Глубина заложения слоев дорожной одежды и толщина слоев может быть также определена с использованием заложения на границах слоев отраженного геотекстиля.



# Определение толщины верхнего слоя покрытия из асфальтобетона

Пикет	Полоса	Толщина, см по керну	Допускаемое отклонение по толщине, см	Толщина слоя/отклонение по толщине, см			
				ФАУ «РОСДОРНИИ» (традиционный метод)	ФАУ«РОСДОРНИИ» (метод амплитуд)	ГК «ЛОГИС-ГЕОТЕХ»	НПО «Терразонд»
1+29	правая	11,5	1,0/1,15	11,3/0,2	10,9/0,6	10,1/1,4	11,9/-0,4
3+68	правая	11,0	1,0/1,1	11,6/-0,6	10,7/0,3	11,2/-0,2	10,5/0,5
4+28	левая	11,0	1,0/1,1	11,1/-0,1	10,5/0,5	10,9/0,1	11,3/-0,3
5+08	правая	13,0	1,0/1,3	12,8/0,2	12,3/0,7	13,1/-0,1	13,4/-0,4
6+54	левая	11,0	1,0/1,1	12,4/-1,4	12,1/-1,1	11,3/0,3	11,5/-0,5
<b>Среднее отклонение по абсолютной величине</b>			1,0/1,15	0,50	0,64	0,42	0,42

Примечание: Допускаемое отклонение по толщине приведено в числителе по СП 78.13330.2012, в знаменателе по ГОСТ Р 59120-2020.

# Определение толщины слоя основания из щебеночно-песчаной смеси

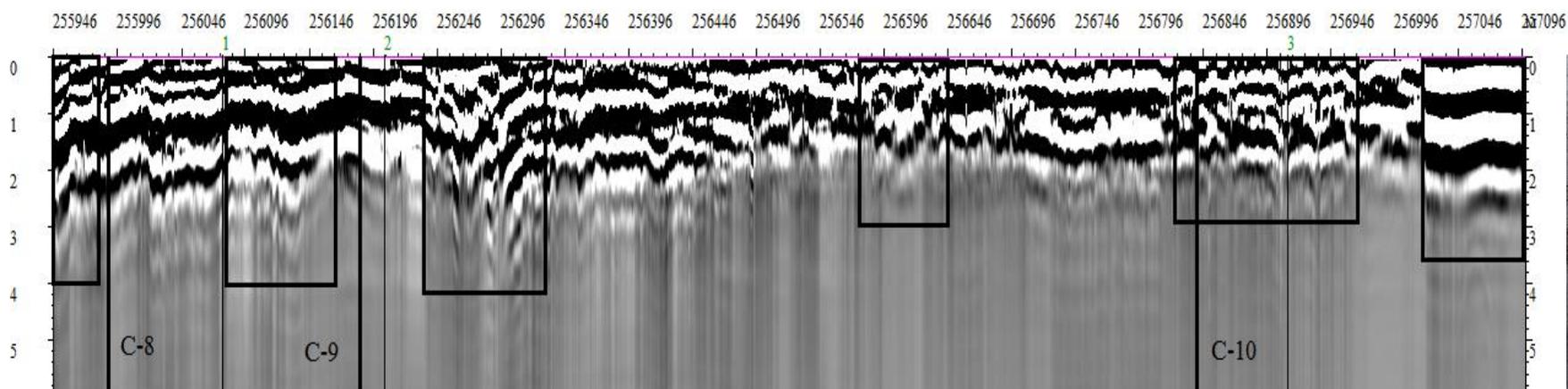
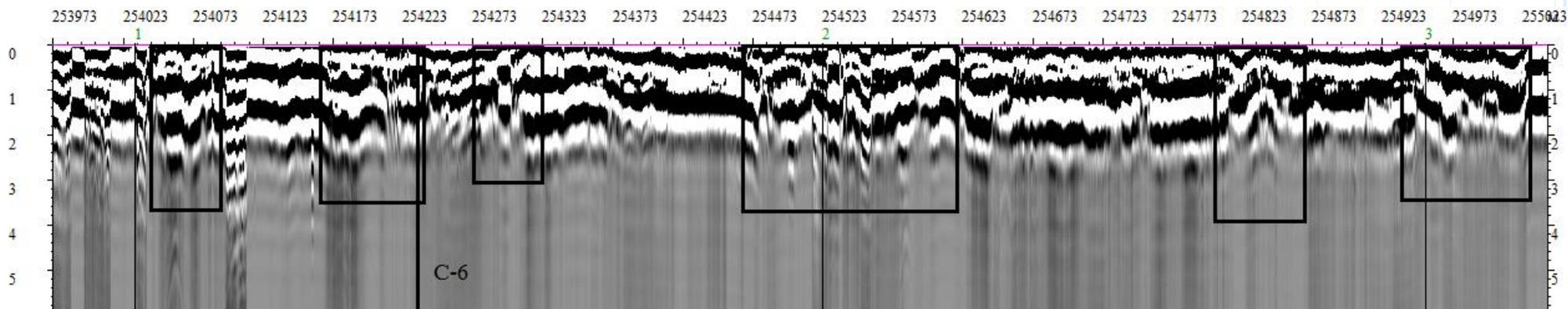
Пикет	Полоса	Толщина, см по керну	Допускаемое отклонение по толщине, см	Толщина слоя/отклонение по толщине, см		
				ФАУ «РОСДОРНИИ» (традиционный метод)	ГК «ЛОГИСГЕОТЕХ»	ООО «ТАЙМЕР»
1+29	правая	34,5	2,0/3,0	26,7/7,8	30,2/4,3	21,0/13,5
3+68	правая	18,5	2,0/3,0	21,7/-3,2	18,6/-0,1	27,0/-8,5
4+28	левая	26,0	2,0/3,0	26,0/0,0	26,5/-0,5	27,0/-1,0
5+08	правая	31,3	2,0/3,0	30,0/1,3	29,2/2,1	27,0/4,3
6+54	левая	28,0	2,0/3,0	26,0/2,0	20,1/7,9	32,0/-4,0
<b>Среднее отклонение по абсолютной величине</b>			2,0/3,0	2,86	2,98	6,26

Примечание: Допускаемое отклонение по толщине приведено в числителе по СП 78.13330.2012, в знаменателе по ГОСТ Р 59120-2020.

# Использование неразрушающих георадиолокационных методов при мониторинге дорожных конструкций



(ослабленные зоны, морозное пучение и глубина промерзания, однородность морозного пучения и структура дорожной конструкции)



# Новые конструктивные решения мобильных дорожных лабораторий

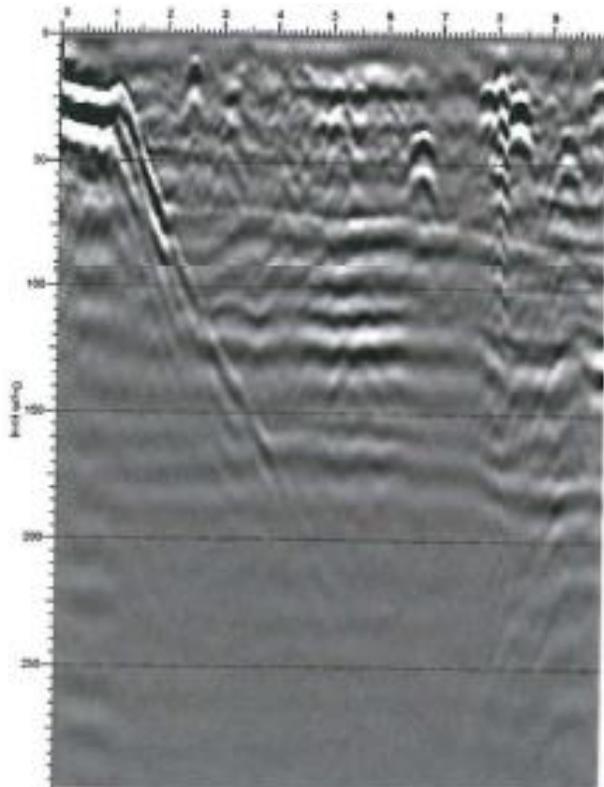


Импульсные георадары (линейка частот 700 и 2000 МГц)

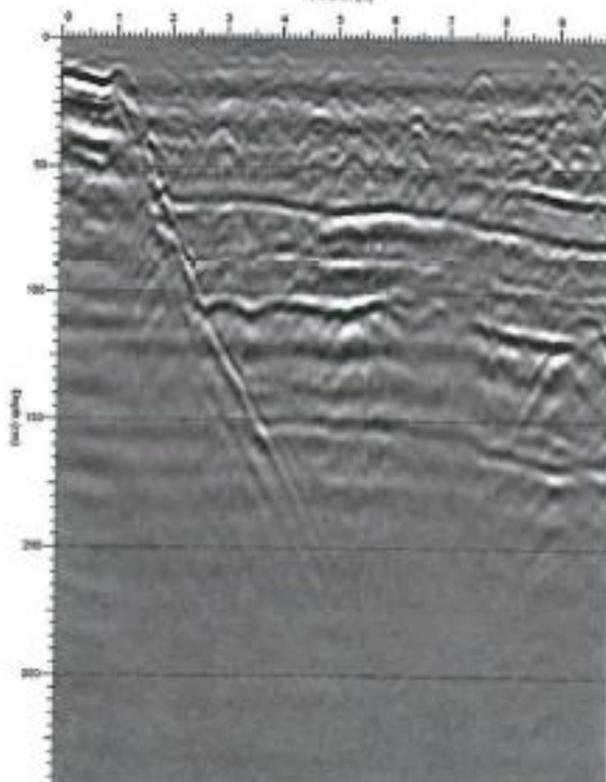


Многочастотные георадары с линейным изменением частот от 500 до 2000 МГц

# Сопоставление результатов георадарных измерений



Импульсные георадары



Многочастотные георадары  
со ступенчатым изменением частот



# Автоматические пункты весогабаритного контроля (АПВГК)



## Выводы:



Рекомендуется выполнять георадиолокационные работы и оценку прочности основания земляного полотна (при капитальном ремонте - существующей дорожной одежды) в процессе изысканий автомобильных дорог для выявления ослабленных зон и выполнения усиления грунтов основания земляного полотна (дорожной одежды) при выполнении проектных работ



Однородное основание земляного полотна по прочности (малый коэффициент вариации модуля упругости на поверхности рабочий слой земляного полотна) гарант повышения сроков службы дорожной одежды



Регулярное выполнение мониторинговых работ георадиолокационными методами в процессе эксплуатации позволит своевременно диагностировать появление ослабленных зон и предотвратить возможные разрушения дорожных конструкции

Спасибо за внимание.



**РОСДОРНИИ**