ООО «ФПК «ЭСТРА»

Отчет

по интерпретации экспериментальных данных,

полученных антенным модулем Пикор АМ1 при проведения тестовых полевых работ в паре с дорожным вариантом георадара Mala Geoscience, проводимых с целью определения возможностей прибора для исследования дорожных конструкций и состояния дорожной одежды

Место проведения эксперимента – ул. Дорохова, Коптевский путепровод

Москва, 2012

Введение

В данном отчете изложены результаты интерпретации экспериментальных данных, полученных антенным модулем Пикор АМ1 при проведения тестовых полевых работ в паре с дорожным вариантом георадара MALÅ GeoScience, проводимых с целью определения возможностей прибора для исследования дорожных конструкций и состояния дорожной одежды.

Общая цель работ – определение оптимальных режимов работы и характеристик антенного модуля Пикор АМ1 и выявление применимости данного прибора для сканирования дорожных конструкций.

Задачи эксперимента:

- определение достигаемых глубин зондирования антенным модулем Пикор АМ1;
- сравнение возможностей антенного модуля Пикор АМ1 и дорожного варианта георадара MALÅ GeoScience, оснащенного антеннами 500 МГц и 1600 МГц;
- выявление применимости антенного модуля Пикор АМ1 для целей изучения дорожной одежды.

1. Методика проведения георадиолокационных работ

1.1. Основы метода георадиолокации

Метод георадиолокационного подповерхностного зондирования (в общепринятой терминологии - георадиолокация) основан на изучении распространения электромагнитных волн в среде. Идея метода в излучении импульсов электромагнитных волн и регистрации сигналов, отраженных от границ раздела слоев зондируемой среды, имеющих различие по диэлектрической проницаемости.

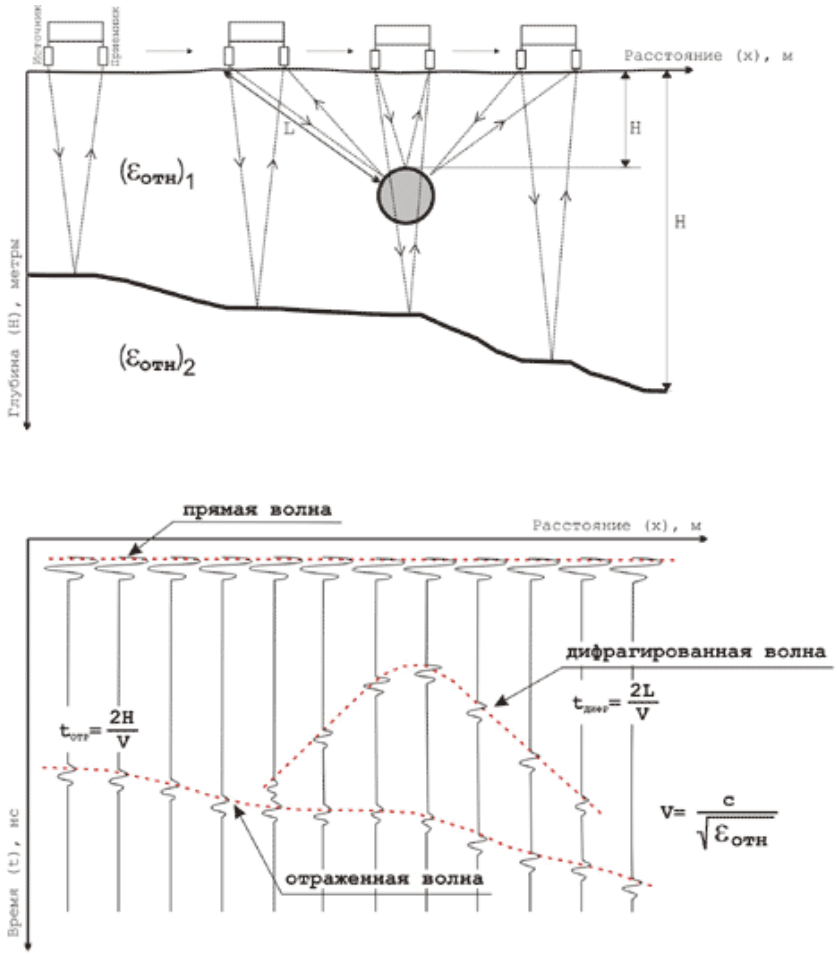

Рис.1 - Схема образования волновой картины при движении антенны по поверхности сканируемой среды. На картине особо выделяются гиперболическая ось синфазности - отраженные волны от дифрактора (поперечные размеры объекта меньше размера первой зоны Френеля), и субгоризонтальная ось синфазности - отраженные волны от границы раздела сред с разными диэлектрическими проницаемостями: глубинный (а.) и временной (б.) разрезы

Такими границами раздела в исследуемых средах являются, например, контакт между сухими и влагонасыщенными грунтами (уровень грунтовых вод), контакты между породами различного литологического состава, между породой и материалом искусственного сооружения, между мерзлыми и талыми грунтами, между коренными и рыхлыми породами и т.д. (схема образования волновой картины представлена на рис. 1).

1.2. Методика экспериментальных работ

1) Экспериментальные полевые работы (ул. Генерала Дорохова) проводились методом профилирования. Антенный модуль Пикор АМ1 закреплялся неподвижно на автомобильной штанге дорожного варианта георадара MALÅ GeoScience. На ту же штангу были закреплены антенные блоки 1600 и 500 МГц георадара ProEx (RAMAC).

Рис. 2. Внешний вид буксируемой экспериментальной установки. Автомобильная штанга закреплена на фаркоп

ПИКОР АМ1. Антенна модуля Пикор АМ1 закреплялась над поверхностью дорожного полотна, и съемка данных проводилась с отрывом от поверхности 17 см. Расположение модуля – продольное по отношению к направлению движения. Запись с помощью антенного модуля Пикор АМ1 велась в непрерывном режиме на планшет.

ProEx (RAMAC). Антенный блок 1600 МГц закреплялся на высоте 2 см, т.е. практически без отрыва. Антенный блок 500 МГц устанавливался на штангу с отрывом не более 10 см. Запись данных с георадара ProEx (RAMAC) велась с постоянным шагом по профилю (5 см) на специализированный блок записи и обработки сигнала. Режим записи по перемещению с использованием колеса-одометра, расположенного на конце штанги, позволяет равномерно распределить трассы по профилю.

Поскольку режим записи на двух приборах отличается, привязка данных друг к другу производилась при помощи постановки синхронных меток во время съёмки данных.

2) Экспериментальные полевые работы (ул. Клары Цеткин) проводились методом профилирования. Антенный модуль Пикор АМ1 закреплялся неподвижно на фаркоп. Георадар ProEx (RAMAC) с двумя антенными блоками 500 и 1600 МГц применялся по тем же профилям в пешем варианте; антенные блоки устанавливались без отрыва от поверхности.

ПИКОР АМ1. Съемка данных модулем Пикор АМ1 проводилась с отрывом от поверхности 2 см. Расположение модуля – поперечное по отношению к направлению движения. Запись с помощью антенного модуля Пикор АМ1 велась в непрерывном режиме на планшет.

ProEx (RAMAC). Антенные блоки вели съемку данных без отрыва от поверхности. Запись данных с георадара ProEx (RAMAC) велась с постоянным шагом по профилю (10 см) на специализированный блок записи и обработки сигнала.

Привязка данных друг к другу производилась при помощи постановки синхронных меток.

2. Обработка и интерпретация данных

Принцип обработки данных георадиолокации состоит в выделении полезного сигнала на фоне помех и шума. Характеристики полезного сигнала – положение осей синфазности, амплитуды, частотный состав, общий вид волнового поля и т.д. – используются для получения параметров среды. Практически, выделение полезного сигнала опирается на отличие ряда характеристик полезного сигнала от соответствующих характеристик шума и волн-помех. С помощью разнообразных приемов преобразования данных шум и помехи стараются ослабить, удалить или четко опознать их на записи и не принимать за полезный сигнал.

Обработка данных георадиолокационного зондирования осуществлялась в программном пакете **RadExplorer**. Приемы преобразования данных применялись по следующей схеме:

- Удаление трасс простоя модуля (до начала движения антенного модуля по профилю и после окончания движения)
- Установка геометрии (для модуля ПИКОР АМ1)
- Удаление постоянной составляющей
- Установка уровня “0”, т.е. определение положения начала сигнала
- Удаление среднего в скользящем окне
- Корректировка амплитуд и порогов отображения радарограммы (настройка пары параметров Яркость-Контраст)
- Выделение осей синфазности на радиопортрете
- Соотнесение выделенных осей синфазности с соответствующими объектами и помехами.

Ниже приведены обработанные участки записей трех антенных блоков по дорожному полотну с выделением отражающих границ (слева – данные антенного модуля Пикор, посередине внизу – данные георадара ProEx (RAMAC) 500 МГц, справа - данные георадара ProEx (RAMAC) 1600 МГц).

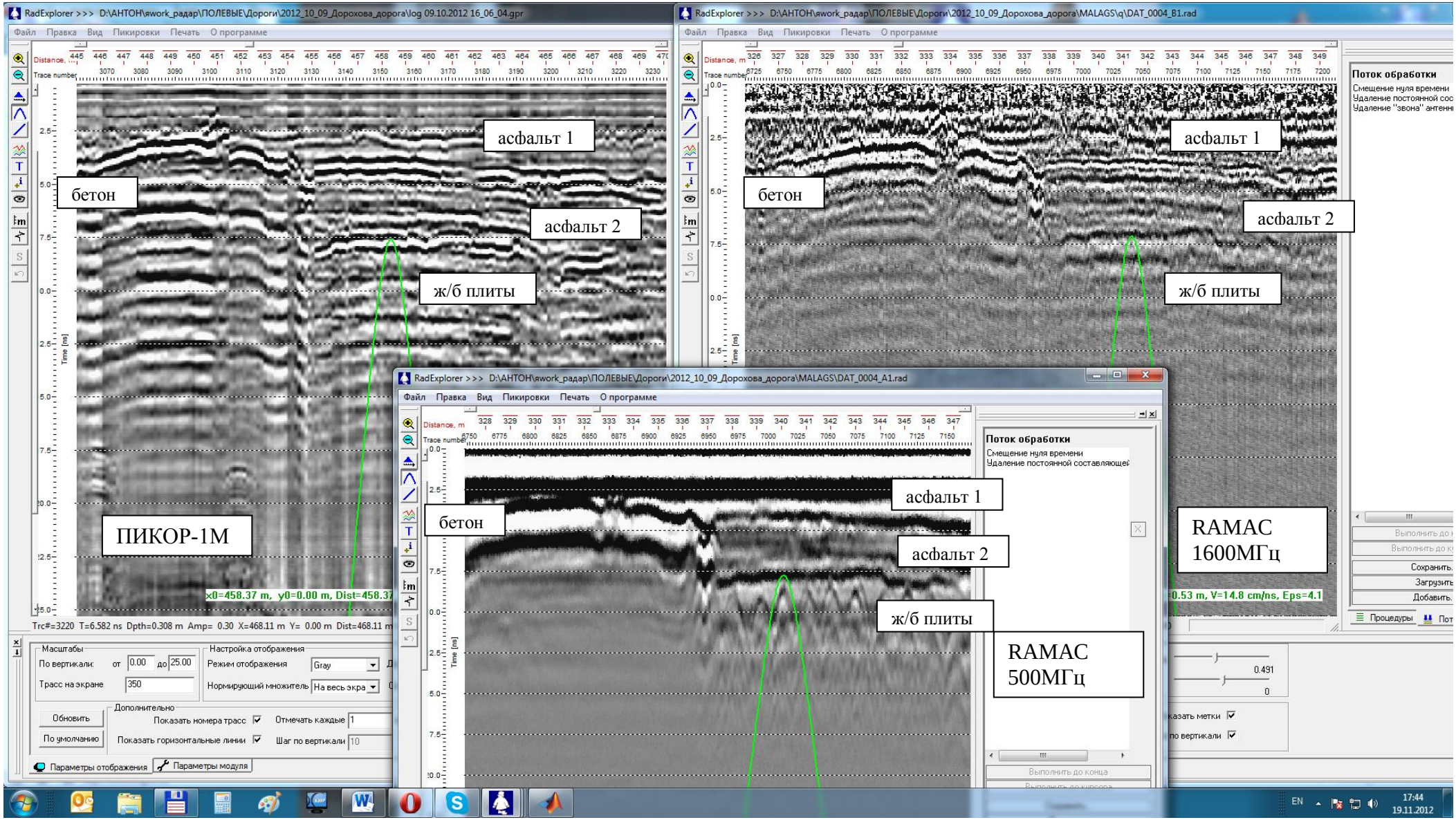

Рис. 3а. Резкий перепад толщин асфальта (с 15 см до 55 см) - ступенька. На радарограмме с антенным блоком 500 МГц Mala Geoscience в ж/б основании выделяются стыки плит. На радарограмме Пикор АМ1 выделяется подошва асфальта на всех глубинах. Сигнал сильно зашумлен.

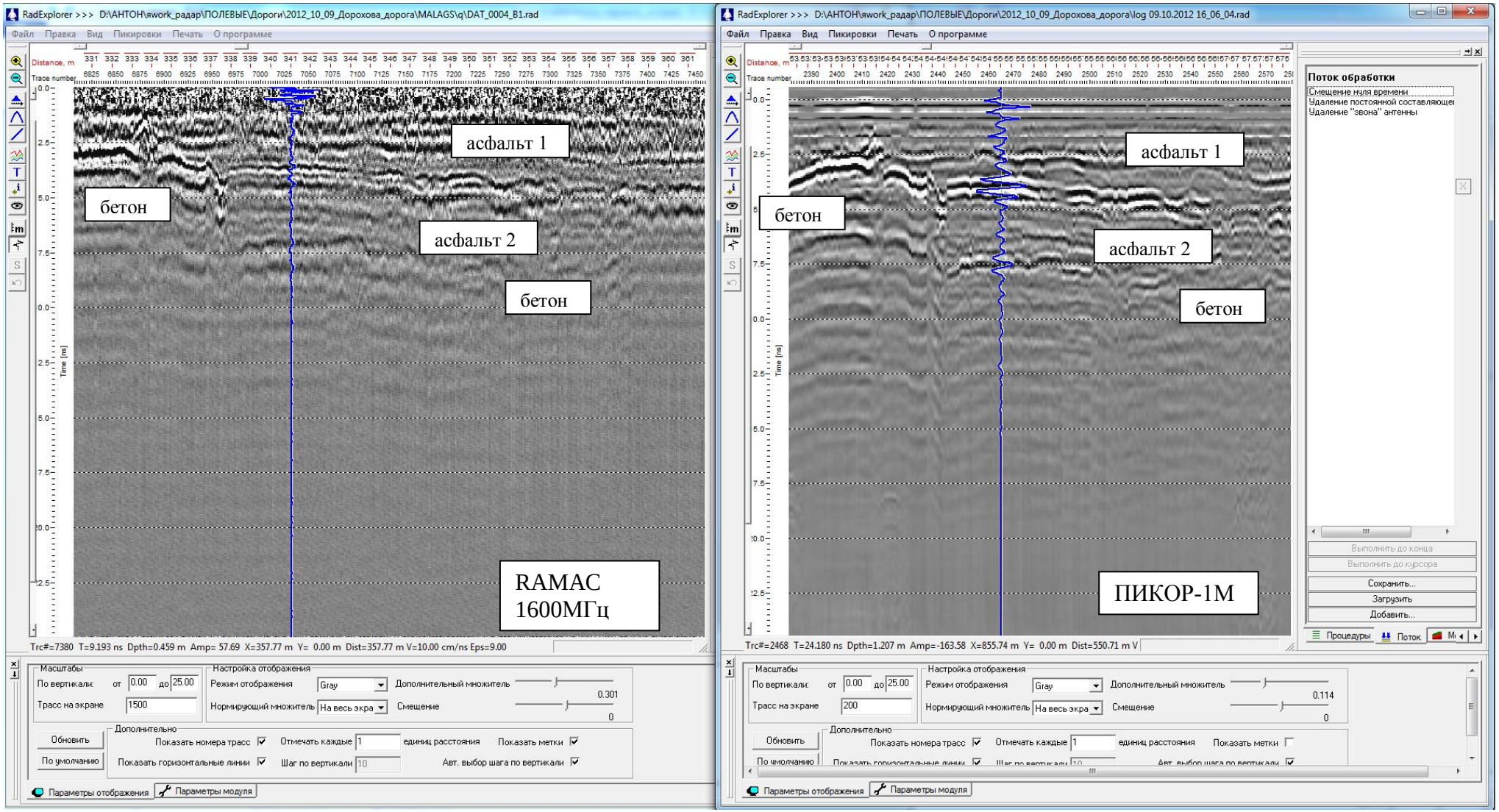

Рис. 3б. Резкий перепад толщин асфальта (с 15 см до 55 см) - ступенька. На радарограмме Пикор АМ1 выделяется подошва асфальта на обеих глубинах.

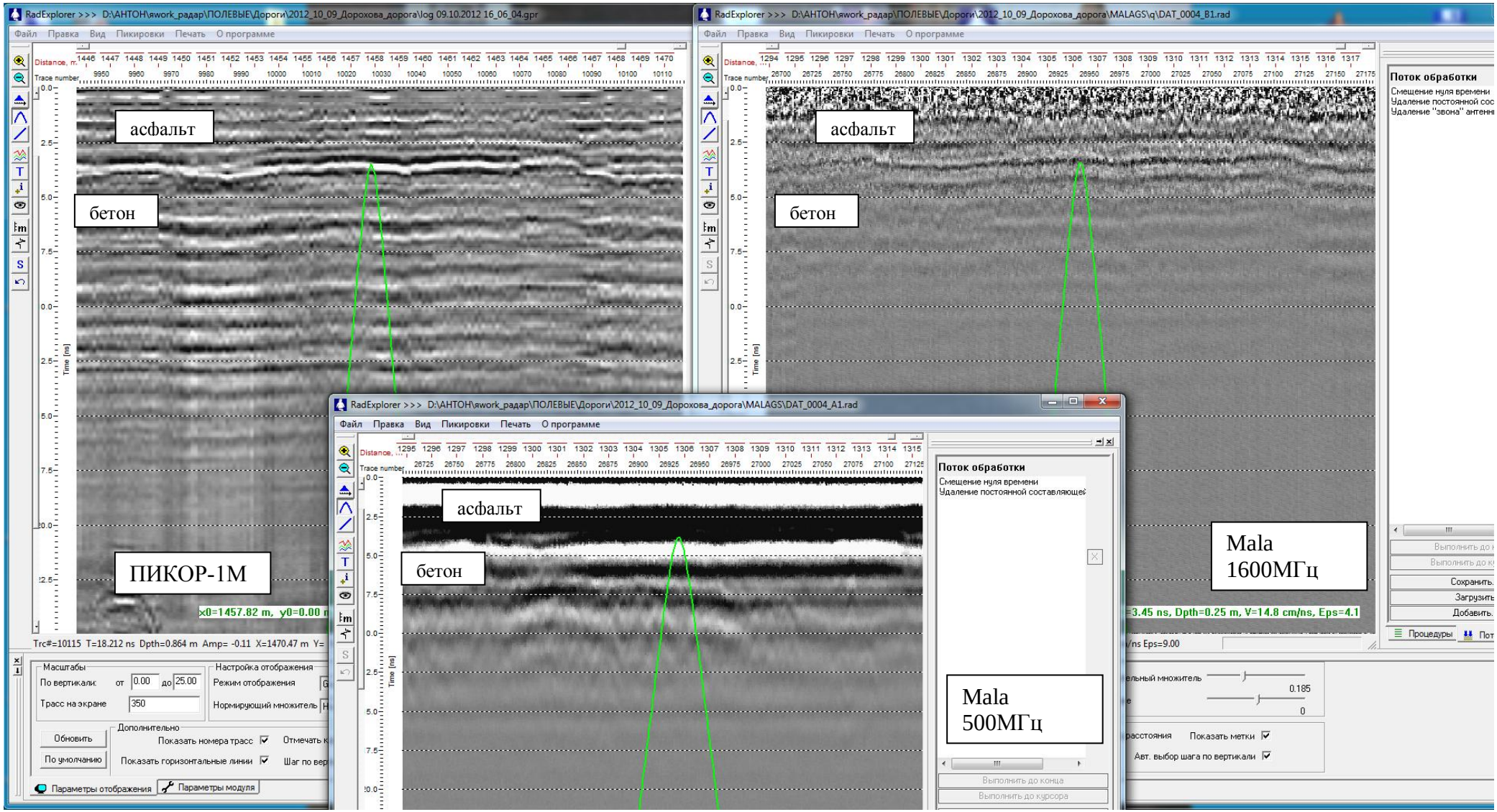

Рис.4. Подошва асфальта на глубине 25 см. Отражающая граница (подошва асфальта) выделяется четко на всех радарограммах. На радарограмме Пикор АМ1 от данной границы видно многократное переотражение («звон антенны»). На радарограмме, полученной с антенным блоком 500 МГц, граница зашумлена интенсивным сигналом от первой границы (недостаточная разрешающая способность)

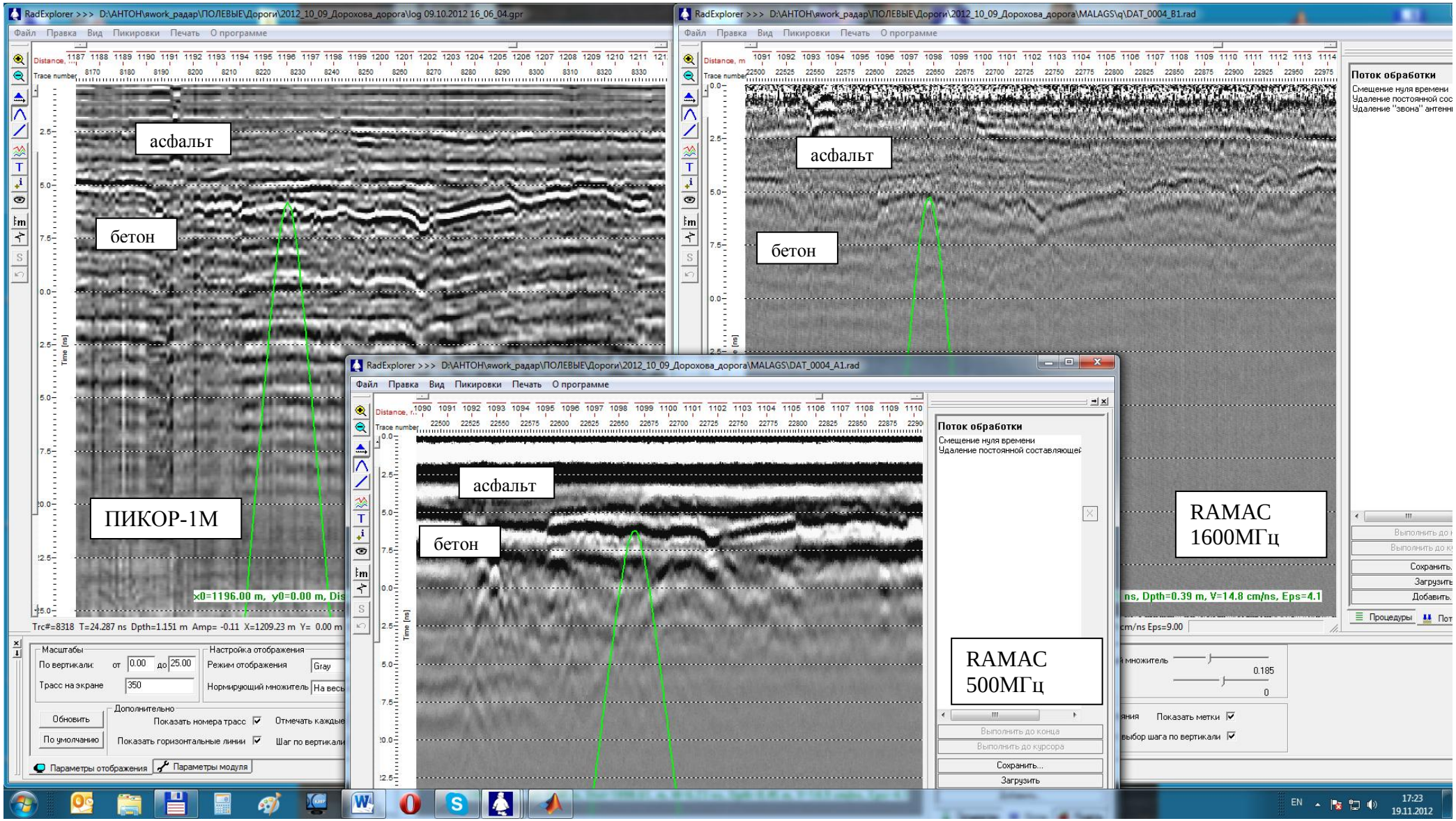

Рис.5 Подошва асфальта на глубине 40 см на щебенистом основании. По данным Пикор АМ1 выделяется две границы (подошва асфальта и промежуточная в асфальте). На радарограмме, полученной с антенным блоком 500 МГц выделяется толща щебня.

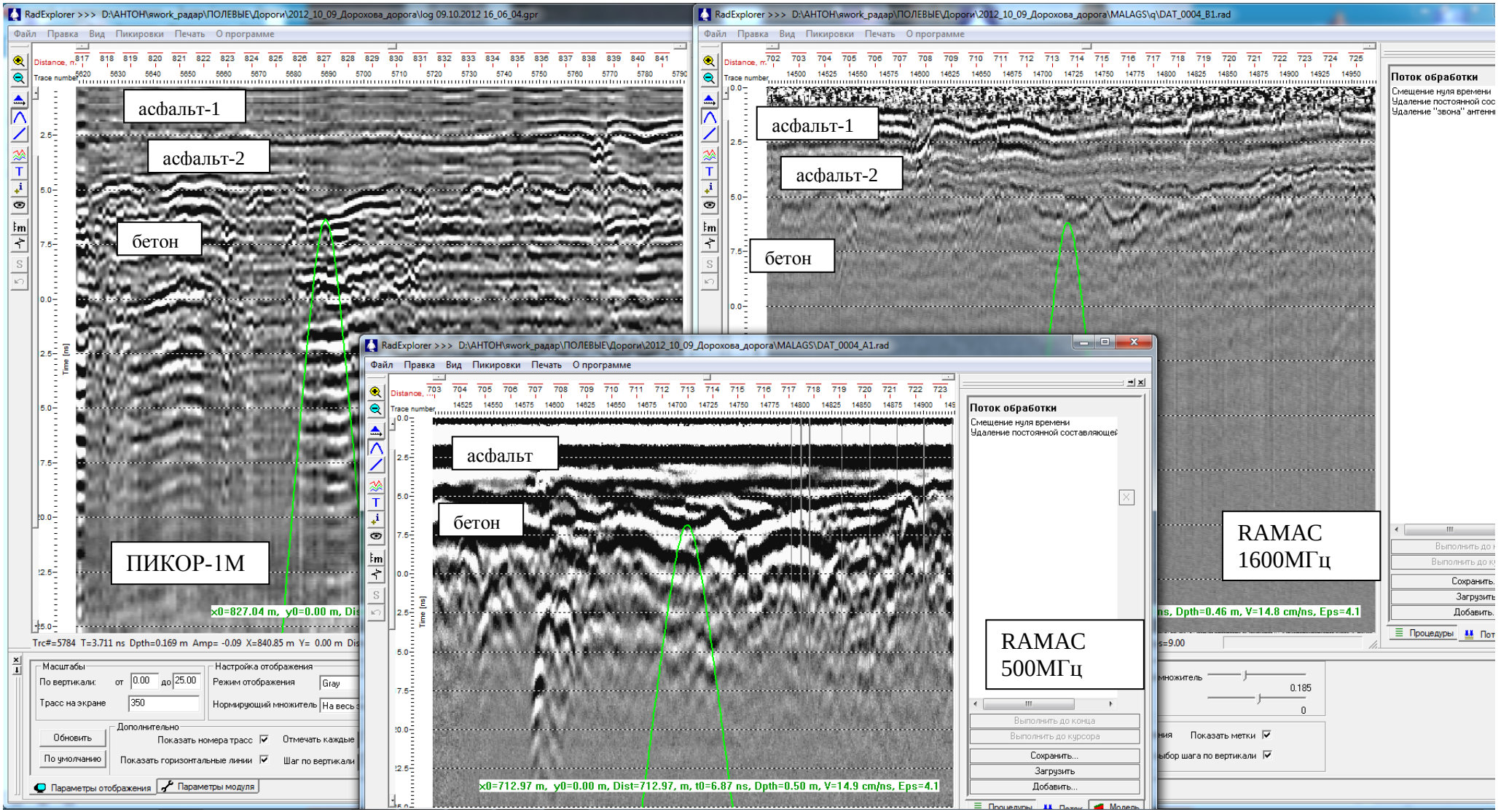

Рис.6. Подошва асфальта на глубине 50 см, нарушенная структура. Радарограмма, полученная модулем Пикор АМ1, содержит много шума. На радарограмме, полученной с антенным блоком 500 МГц хорошо прослеживается структура нижележащей толщи

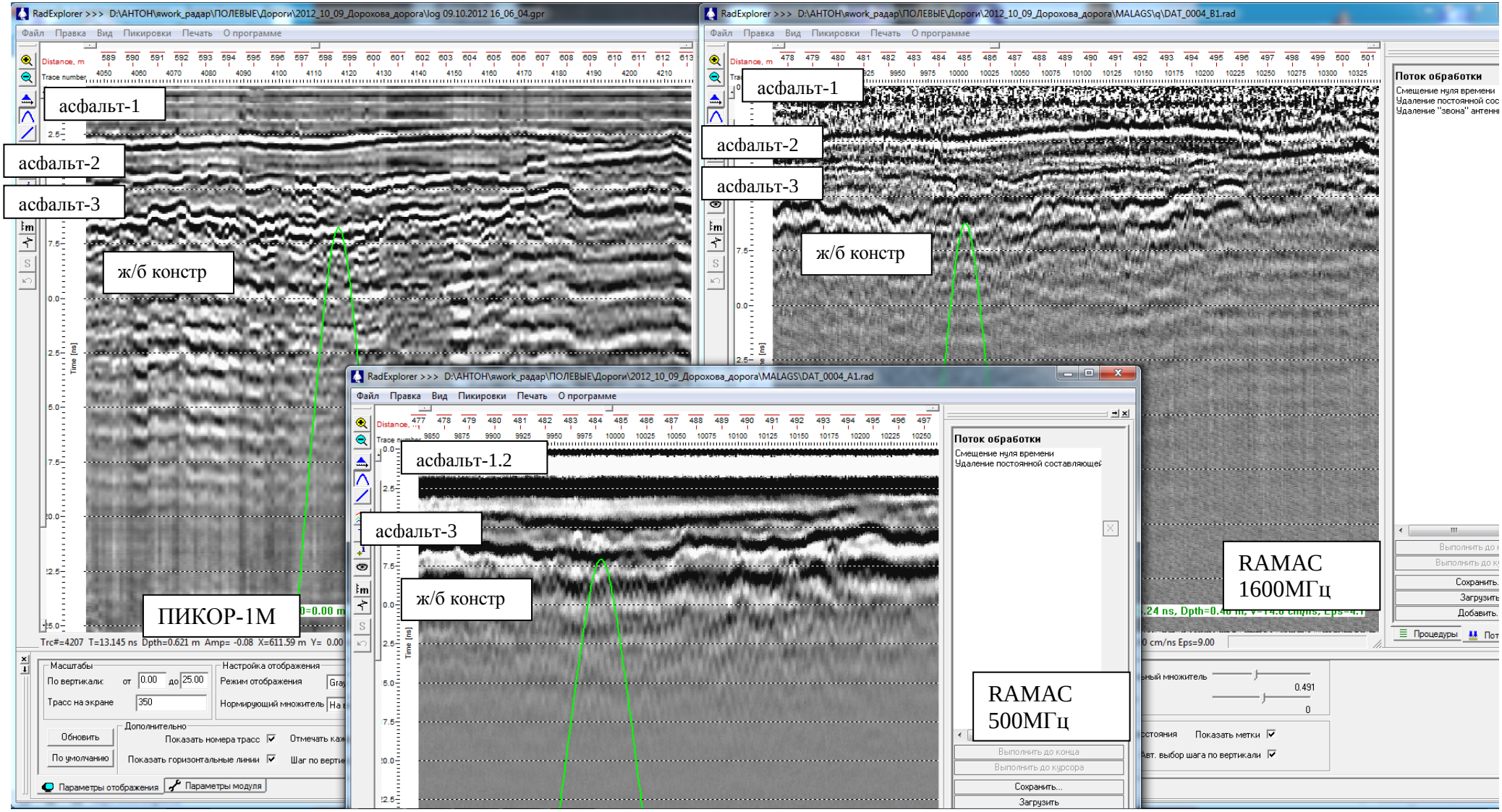

Рис.7. Подошва асфальта на глубине 50 см, под которым ж/б конструкции. На радарограмме, полученной с антенным блоком 500 МГц выделяются гиперболы от армирования/стыков плит. На радарограмме, полученной с модулем Пикор АМ1 выделяется только подошва асфальта

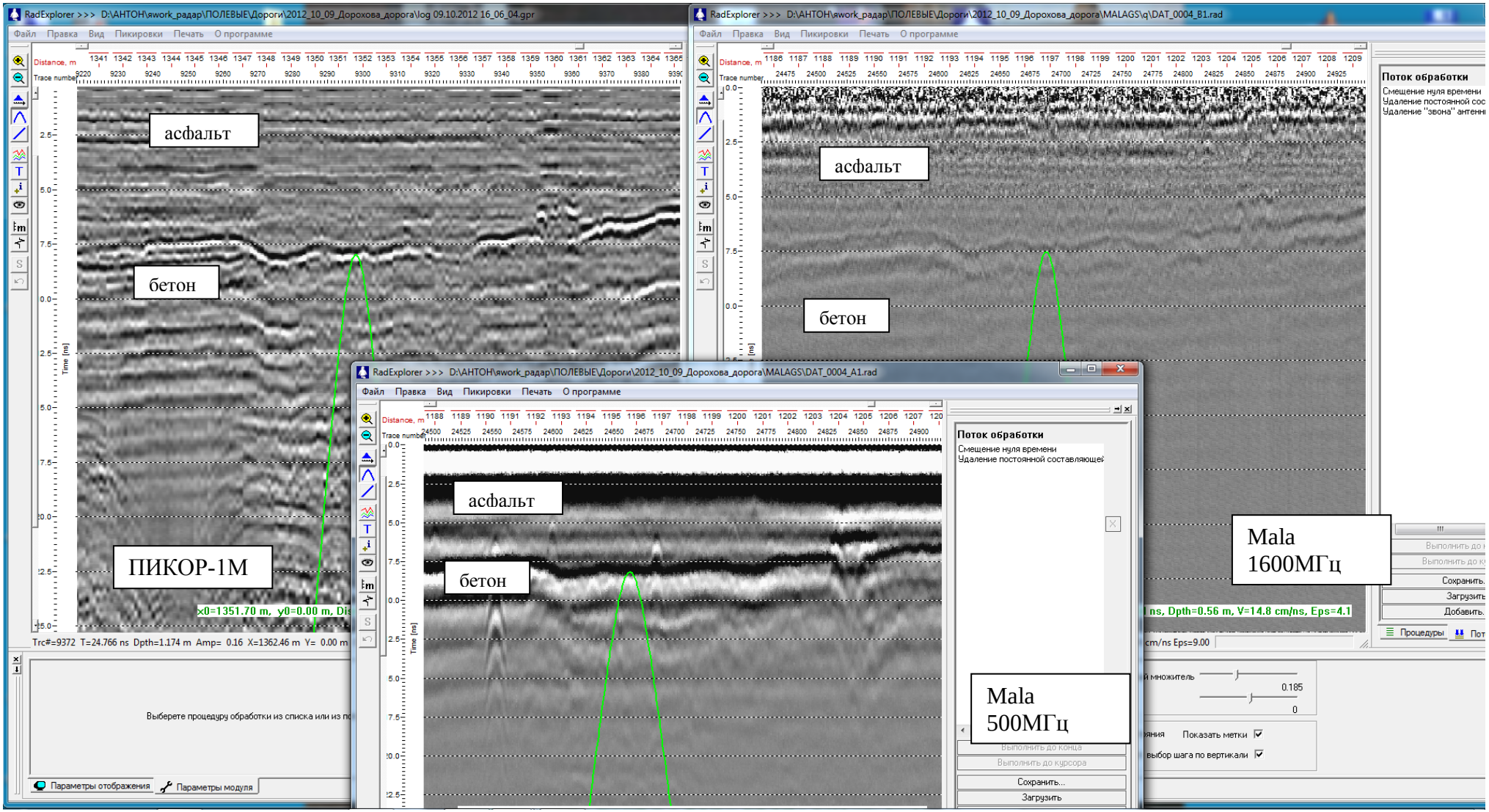

Рис.8а Подошва асфальта на глубине 60 см. На всех радарограммах отражение от подошвы асфальтового слоя весьма контрастно. Максимально информативна радарограмма, полученная с антенным блоком 500МГц.

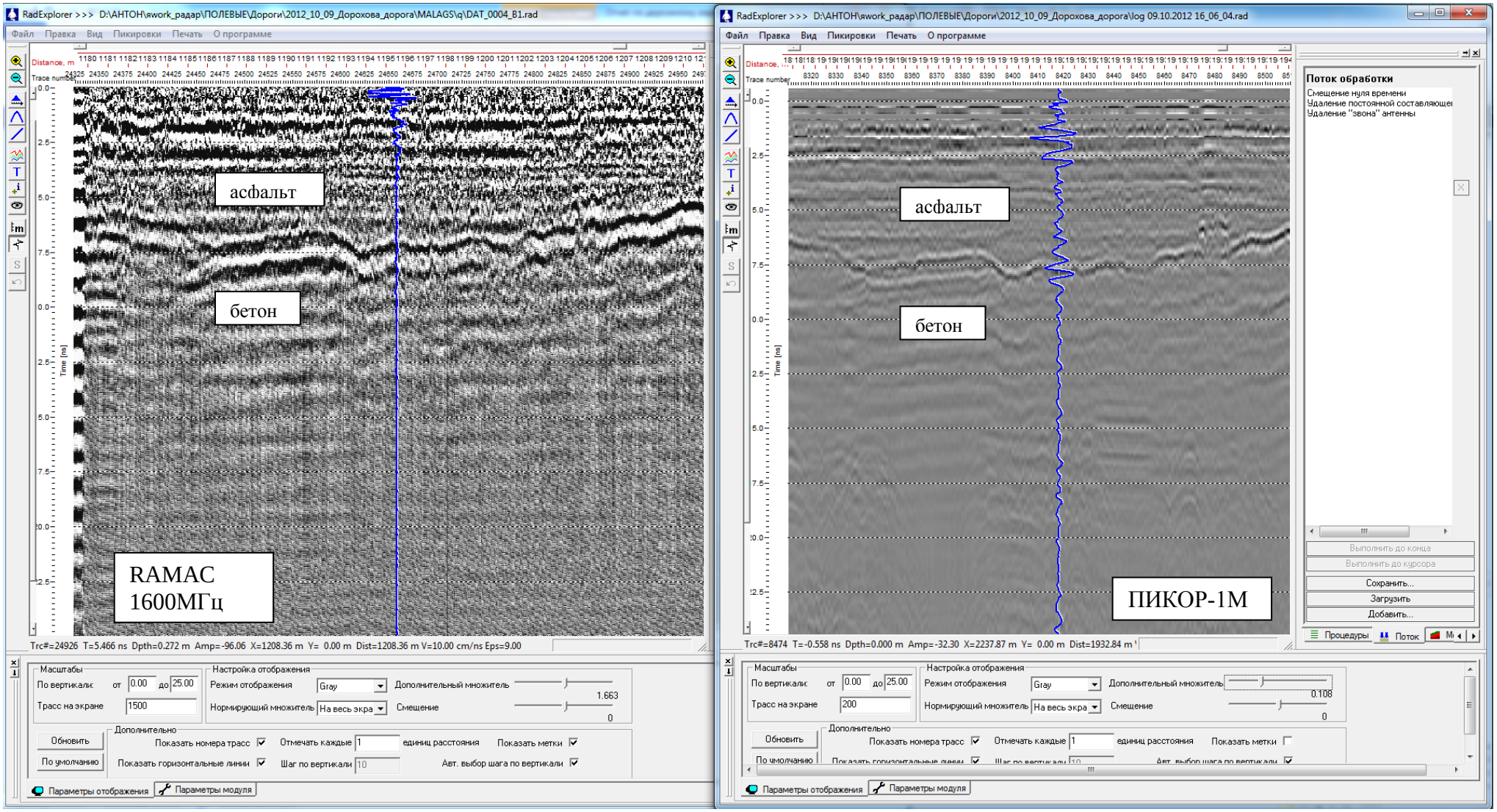

Рис.8б Подошва асфальта на глубине 60 см. Контрастность отражения выше на модуле ПИКОР-1М

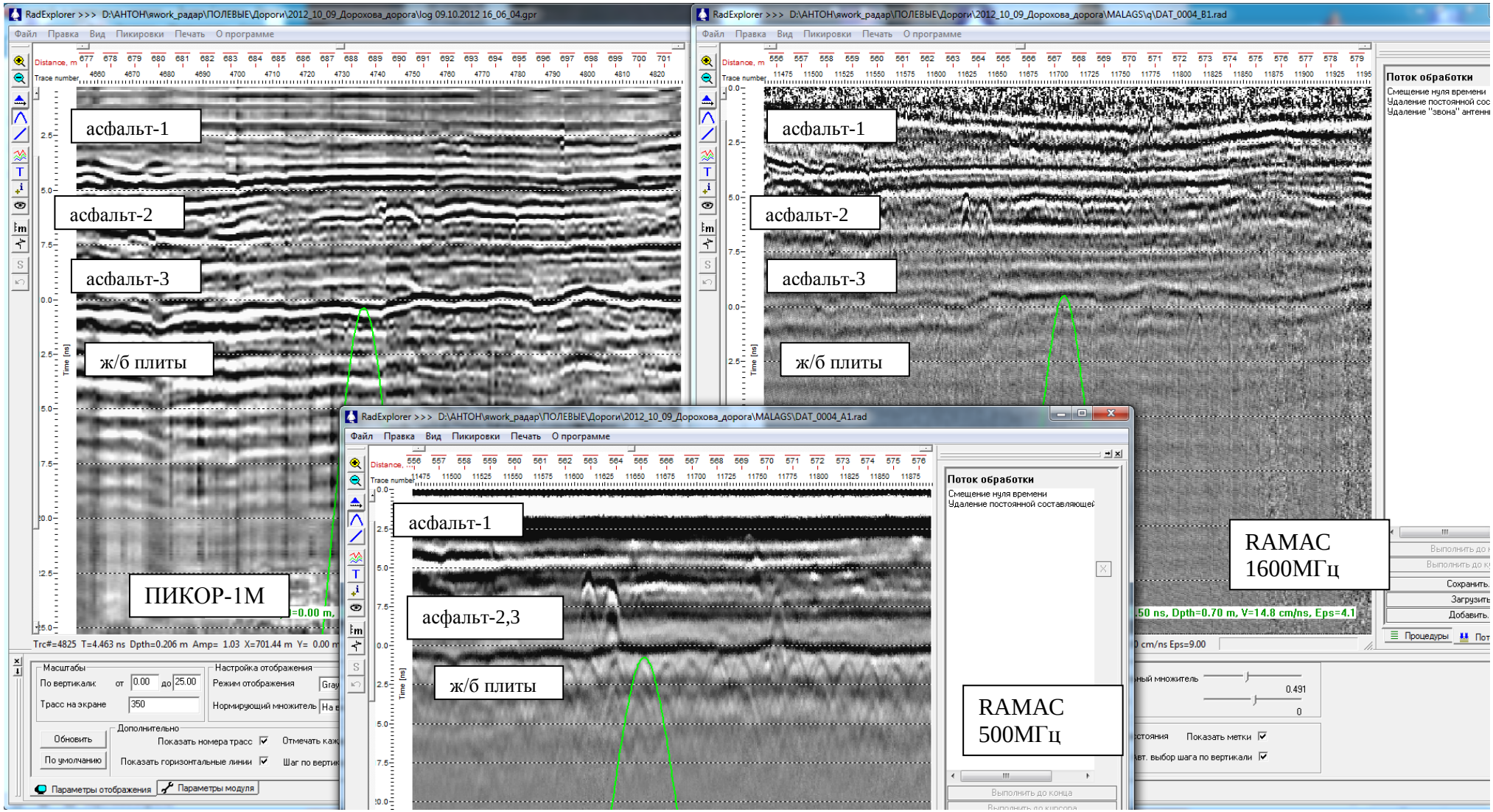

Рис.9 Глубина залегания подошвы асфальта 75см, подстилающий слой - ж/б плиты

Выводы и рекомендации

В результате обработки опытных данных можно сделать следующие выводы:

1. Модуль Пикор АМ1 позволяет проводить обследование строения дорожного полотна в движении со скоростью до 40 км/ч.

2. Качество получаемых модулем Пикор АМ1 данных сопоставимо с качеством данных, полученных с георадаром Mala Geoscience с антенными блоками 500 и 1600 МГц. Вместе с тем, принимаемый сигнал в модуле Пикор АМ1 по сравнению антеннами георадара Mala Geoscience сильно зашумлен (в наличии “звон антенны” и воздушные отражения от внешних предметов).

При этом для сравнения: стоимость комплекта аппаратуры Mala Geoscience с антеннами 500 МГц и 1600 МГц составляет не менее 1 000 000 рублей, модуля Пикор АМ1 вместе с программным обеспечением – не более 200 000 рублей.

3. Глубинность записи и детальность данных, полученных с помощью модуля Пикор АМ1 примерно соответствует аналогичным с георадаром Mala Geoscience (с антенным блоком 1600 МГц).

4. Модуль Пикор АМ1 позволяет получать данные о структуре дорожной одежды до глубины не менее 0,7 м.

5. Для полноценного использования модуля Пикор АМ1 в целях обследования дорожной одежды необходимо включить в состав комплекта прибора кронштейн для крепления его к автомобилю и датчик перемещения типа «колесо».

6. Для формирования полной картины состояния дорожного полотна необходимо (помимо значительного снижения уровня шумов в сигнале) либо повышать глубинность перспективного антенного модуля (до 1.5 м), либо использовать в комплексе с данным высокочастотным модулем другой антенный модуль, низкочастотный со средней частотой порядка 400 - 700 МГц.