ООО "ТИМ"

Технологии информационного моделирования

ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ
«ТЕХНОЛОГИИ ИНФОРМАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ»
(ООО «ТИМ»)

Стандарт организации
ООО «ТИМ»

35584078-001-2023

УТВЕРЖДАЮ
Генеральный директор
ООО «ТИМ»
_____ Курбатов М.С.
«01» ноября 2023 г.

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТОЛЩИНЫ СЛОЕВ ДОРОЖНОЙ ОДЕЖДЫ. ПРАВИЛА ОБРАБОТКИ ГЕОРАДАРНЫХ ДАННЫХ В ПРОГРАММНОМ КОМПЛЕКСЕ GOREADER

г. Учалы

2023

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН ООО «ТИМ»

2 ВНЕСЕН генеральным директором ООО «ТИМ»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ приказом ООО «ТИМ» от «01» ноября 2023 № 4Т-23

4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

Настоящий стандарт организации запрещается полностью и/или частично воспроизводить, тиражировать и/или распространять без согласия ООО «ТИМ».

Содержание

1 Область применения……... 1
2 Нормативные ссылки…….. 1
3 Термины и определения……. 3
4 Общие положения……... 5
5 Требования к исходным данным…… 6
6 Методика камеральных работ…… 7
7 Требования к оформлению результата работ……. 8
Приложение А (обязательное) Методология выполнения камеральных работ…… 9
Приложение Б (обязательное) Пример оформления результата работ…… 24
Библиография……..…… 25

Стандарт Общества с ограниченной ответственностью «Технологии информационного моделирования».

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТОЛЩИНЫ СЛОЕВ ДОРОЖНОЙ ОДЕЖДЫ. ПРАВИЛА ОБРАБОТКИ ГЕОРАДАРНЫХ ДАННЫХ В ПРОГРАММНОМ КОМПЛЕКСЕ GEOREADER

METHOD FOR DETERMINING THE THICKNESS OF ROAD PAVEMENT LAYERS. RULES FOR PROCESSING GEORADAR DATA IN THE GEOREADER SOFTWARE

1 Область применения

Настоящий стандарт организации устанавливает методику определения толщины слоев дорожной одежды при обработке георадарных данных в программном комплексе GeoReader при строительстве, реконструкции, ремонтах и эксплуатации автомобильных дорог.

Применение настоящего стандарта допускается на территории Российской Федерации, в том числе коммерческими, общественными, научными организациями, саморегулируемыми организациями, объединениями юридических лиц, а также техническими комитетами по стандартизации.

Не допускается применение настоящего стандарта организации для обработки георадарных данных в иных программных комплексах кроме GeoReader.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ Р 1.4-2004 «Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты организаций. Общие положения»

ГОСТ 33146-2014 «Дороги автомобильные общего пользования. Трубы дорожные водопропускные. Методы контроля»

ГОСТ 32868-2014 «Дороги автомобильные общего пользования. Требования к проведению инженерно-геологических изысканий»

ГОСТ Р 58349-2019 «Дороги автомобильные общего пользования. Дорожная одежда. Методы измерения толщины слоев дорожной одежды»

Примечание – При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов (сводов правил и/или классификаторов) в информационной системе общего пользования – на официальном сайте федерального органа исполнительной власти в сфере стандартизации в сети Интернет или по ежегодно издаваемому информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячно издаваемого информационного указателя «Национальные стандарты» за текущий год. Если заменен ссылочный стандарт (документ), на который дана недатированная ссылка, то рекомендуется использовать действующую версию этого стандарта (документа) с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный стандарт (документ), на который дана датированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого стандарта (документа) с указанным выше годом утверждения (принятия). Если после утверждения настоящего стандарта в ссылочный стандарт (документ), на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение рекомендуется применять без учета данного изменения. Если ссылочный стандарт (документ) отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется применять в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены следующие термины с соответствующими определениями:

3.1

априорная информация: Сведения по объекту и району изысканий, полученные ранее.

[ГОСТ 32868—2014, пункт 3.1]

3.2 **выработка:** Искусственно созданная полость в толще горных пород, грунтов и строительных конструкций (буровая скважина, керн, шурф, штольня и т.д.) [2].

3.3

георадар: Устройство, предназначенное для получения радиолокационного изображения отражающих границ подповерхностных объектов вдоль разреза или на площади.

[ГОСТ 33146—2014, пункт 3.26]

3.4 **георадиолокационная трасса:** Последовательная совокупность выборок, зарегистрированных георадаром за определенный период времени, соответствующая прохождению одиночного электромагнитного импульса вглубь среды и его возвращению от отражающих границ [2].

3.5

георадиолокационный метод: Геофизический неразрушающий метод, основанный на излучении импульсов электромагнитных волн и регистрации сигналов, отраженных от различных объектов зондируемой среды.

[ГОСТ Р 58349—2019, пункт 3.3]

3.6

диэлектрическая проницаемость: Относительная физическая величина, характеризующая свойства изолирующей

(диэлектрической) среды и показывающая, во сколько раз силы взаимодействия двух электрических зарядов в этой среде менее, чем в вакууме.

[ГОСТ Р 58349—2019, пункт 3.4]

3.7

вырубка (керн): Образец, отобранный из монолитного материала дорожной одежды путем выпиливания или выбуривания.

[ГОСТ Р 58349—2019, пункт 3.6]

3.8

кровля слоя: Верхняя поверхность слоя дорожной одежды.

[ГОСТ Р 58349—2019, пункт 3.8]

3.9

подошва слоя: Нижняя поверхность слоя дорожной одежды.

[ГОСТ Р 58349—2019, пункт 3.14]

3.10

проба: Отобранное установленным способом определенное количество материала или полуфабриката, необходимое для приготовления требуемого количества образцов, подвергаемых испытанию.

[ГОСТ Р 58349—2019, пункт 3.15]

3.11 **сырые георадарные данные:** Данные, не подвергавшиеся процедурам обработки и изменения исходных георадиолокационных трасс, полученных по результатам полевых работ.

3.12

толщина слоя дорожной одежды: Расстояние между верхней и нижней поверхностями слоя по восстановленному

перпендикуляру между ними.

[ГОСТ Р 58349—2019, пункт 3.17]

3.13

шурф: Вертикальная выработка (малого поперечного сечения и глубиной не более 2 м), предназначенная для обследования дорожной одежды и грунтов земляного полотна.

[ГОСТ Р 58349—2019, пункт 3.18]

3.14

электрофизические свойства среды: Диэлектрическая проницаемость материала слоя или скорость распространения электромагнитного сигнала в нем.

[ГОСТ Р 58349—2019, пункт 3.19]

4 Общие положения

4.1 Настоящий СТО разработан на основании, а также в развитие требований ГОСТ 32868, ГОСТ Р 58349, ОДМ 218.2.037-2013 [1], ОДМ 218.3.075-2016 [2] и содержит методику определения толщины слоев дорожной одежды по результатам георадарного обследования автомобильных дорог с использованием функций программного комплекса для автоматизированной обработки больших объемов георадарных данных GeoReader [3], [4].

4.2 Для определения толщины слоев дорожной одежды должно использоваться георадарное оборудование, удовлетворяющее требованиям одного из указанных документов: ГОСТ Р 58349, ГОСТ 32868, рекомендации [1] и [2].

4.3 Методика сбора георадарных данных в зависимости от этапа жизненного цикла автомобильной дороги, на котором

осуществляются георадарные обследования дорожной одежды, должна соответствовать требованиям ГОСТ Р 58349, ГОСТ 32868, рекомендациям [1] или [2].

5 Требования к исходным данным

5.1 Георадарные данные для последующей обработки могут быть собраны в любом открытом или закрытом формате. Для обеспечения возможности работы с данными в программном комплексе GeoReader их следует конвертировать в формат *.rdr.

5.2 Не допускается изменение сырых георадарных данных в других программных комплексах.

5.3 Информация о координатах движения комплекса георадарного оборудования во время обследования автомобильной дороги должна содержаться в файле траектории в специализированном формате производителя используемого георадарного оборудования или в текстовом файле любого формата с обязательным его описанием. В последнем случае файл траектории помимо плановых координат должен содержать информацию об одном из указанных параметров: номер георадиолокационной трассы, линейное положение георадиолокационной трассы относительно начала георадарного профиля, дата и время записи георадиолокационной трассы по данным спутникового времени.

5.4 До начала производства камеральных работ необходимо собрать максимально возможный объем дополнительных исходных данных:

- записи журнала полевых георадарных работ;
- информация о погодно-климатических условиях в период проведения полевых работ;
- траектории движения георадарного оборудования и информация о системе координат (параметры перехода в локальную систему координат из общемировой при необходимости);

- параметры смещения антенн георадара относительно приемной антенны спутникового оборудования;

- акты производства буровых работ и отбора проб, инженерно-геологические колонки;

- цифровая модель ситуации и рельефа;

- фотоматериалы;

- априорная информация.

6 Методика камеральных работ

6.1 Методика камеральных работ в программном комплексе GeoReader включает указанную последовательность действий:

- формирование структуры папок с георадарными данными;

- создание отдельного георадарного проекта для каждого набора данных;

- координатная привязка георадарных данных;

- определение фактической протяженности георадарных профилей и линейная привязка георадарных данных;

- создание системы слоев с установкой конструкции дорожной одежды;

- определение местоположения выработок на георадарных профилях;

- отрисовка границ кровли и подошвы каждого слоя дорожной одежды;

- определение фактических электрофизических свойств слоев и расчет их толщины;

- выгрузка результатов определения толщины слоев дорожной одежды в виде таблиц, САПР или ГИС слоя.

6.2 Подробная методология выполнения камеральных работ в программном комплексе GeoReader представлена в приложении А.

7 Требования к оформлению результата работ

7.1 Результаты определения толщины слоев дорожной одежды должны быть представлены по форме таблицы Б.1 (приложение Б).

Приложение А
(обязательное)
Методология выполнения камеральных работ

А.1 Формирование структуры папок с георадарными данными

Средствами операционной системы персонального компьютера создайте папку с наименованием проекта. В ней создайте 2 папки:

- 01_Полевые данные;

- 02_Обработанные данные.

В папку «01_Полевые данные» загрузите сырые георадарные данные, В папке «02_Обработанные данные» создайте отдельную папку для каждой разновидности антенного блока. Распределите сырые георадарные данные с файлами траектории и прочими сервисными файлами в папках для каждой разновидности антенного блока.

А.2 Создание отдельного георадарного проекта для каждого набора данных

Запустите приложение GeoReader Project. Создайте проект в папке с данными `Файл-Создать` указав его название в папках для каждой разновидности антенного блока. Добавьте данные в проект выбрав соответствующий формат георадарных файлов `Файл-Импорт` (рис. А.1). Вы можете выбрать импорт данных из специализированных форматов различного георадарного оборудования, а также импорт из универсального формата *.SGY.

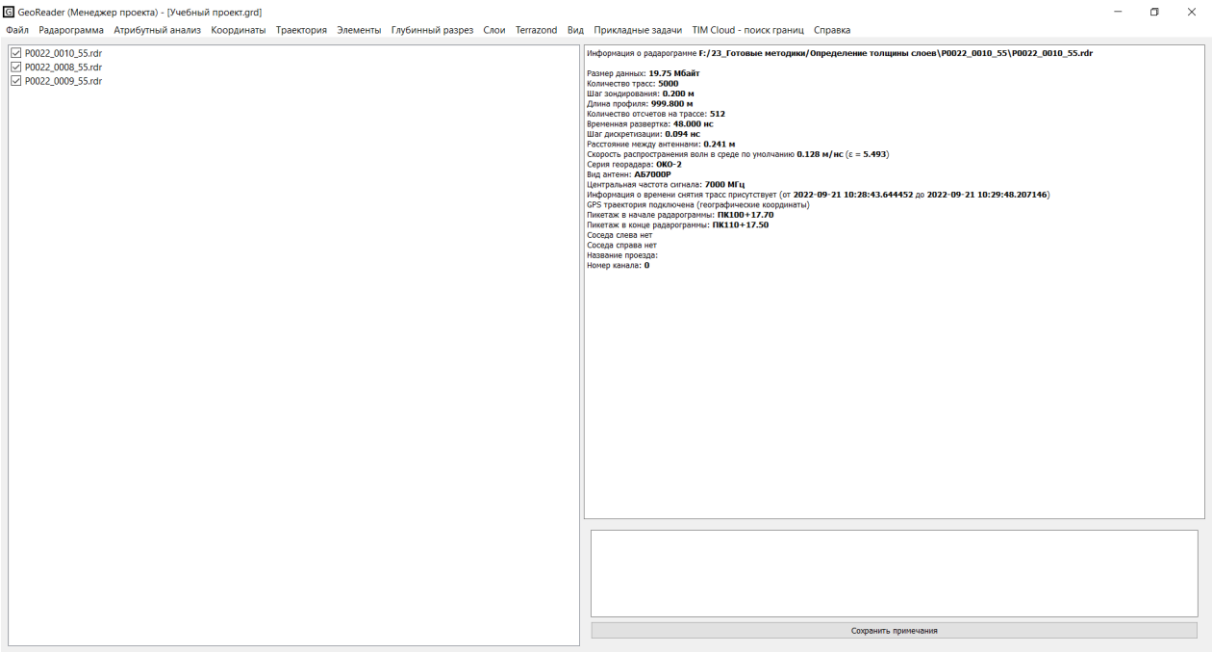


Рисунок А.1 – Интерфейс программного окна GeoReader Project

Прежде чем начать работу с проектом сохраните подложки сырых георадарных данных (`Радарограмма-Подложки-Сохранить подложки`) на случай, если по какой либо причине при обработке данные будут искажены и продолжать работу с ними будет некорректно.

А.3 Координатная привязка георадарных данных

Координатная привязка георадарных данных выполняется автоматически или принудительно пользователем как в приложении GeoReader Project так и GeoReader.

Если в приложении GeoReader Project выбрана опция `импорт из папок` программа будет искать файлы траектории к каждому георадарному профилю автоматически. Если такие файлы есть в перечне загружаемых данных выполнится автоматическая привязка траектории георадара. В момент импорта укажите параметры смещения антенны георадара относительно антенны спутникового приемника согласно предлагаемых подсказок программы (рис. А.2).

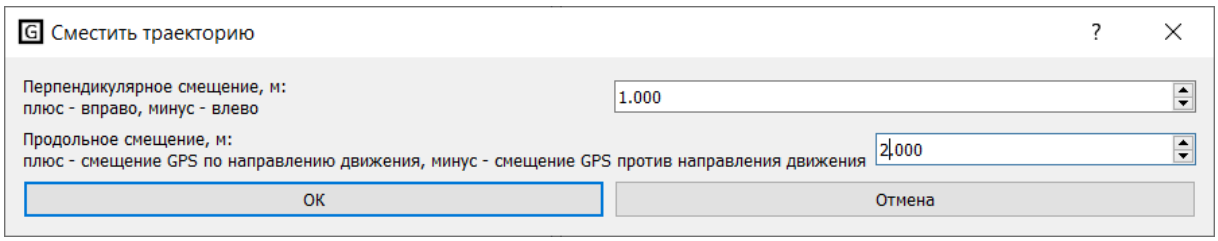


Рисунок А.2 – Настройка окна смещения траектории георадара

Чтобы убедиться, что траектория добавилась к георадарным профилям откройте окно плана (`Вид – План`). При успешном выполнении процедуры пользователь увидит траекторию в открывшемся окне плана (рис. А.3). Если компьютер подключен к интернету, а в настройках программы включена соответствующая функция (`Файл – Настройки – Отображать карту`), пользователь увидит траекторию георадара на карте.

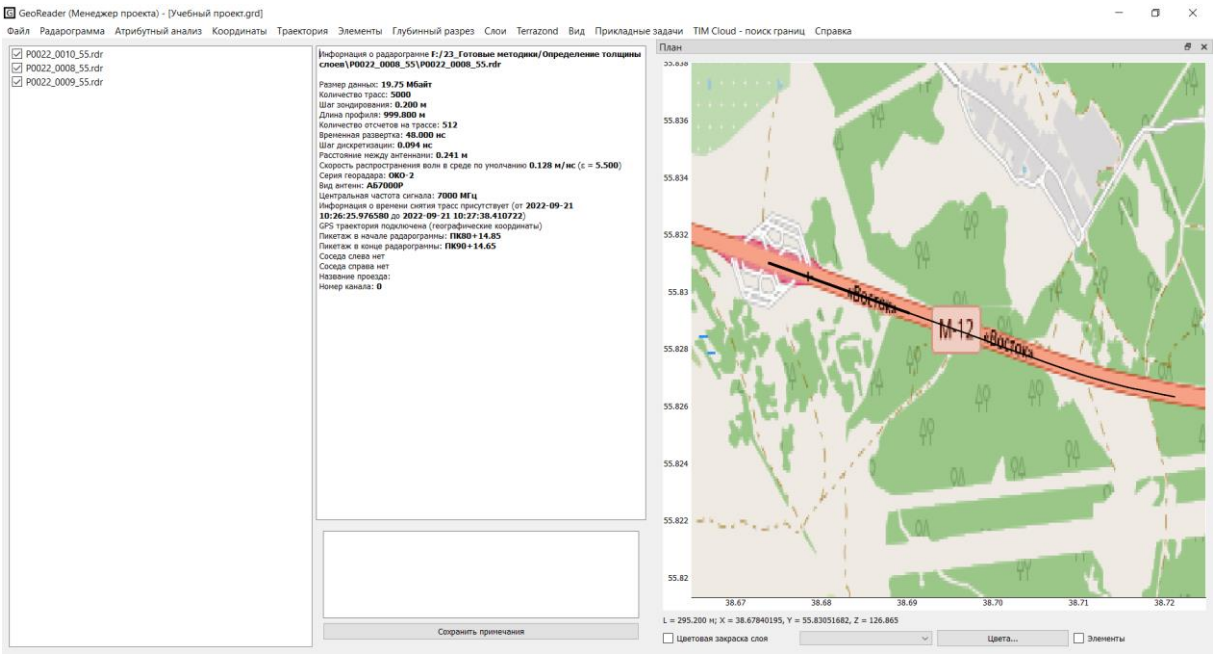


Рисунок А.3 – Интерфейс программного окна GeoReader Project с включенным окном «План»

Если имеется траектория движения георадара отдельным файлом воспользуйтесь описанием функции импорта траектории в свободном формате руководства пользователя к программному комплексу GeoReader (раздел 3.2.5 «Работа с ГЛОНАСС/GPS-траекторией»). Также ознакомьтесь с правилами смещения траектории и изменения вида

координат: географические или плоские (раздел 3.1.7.4. Смещение ГЛОНАСС/GPS траектории).

А.4 Определение фактической протяженности георадарных профилей и линейная привязка георадарных данных

Для определения фактической протяженности георадарных профилей в программном комплексе GeoReader предусмотрено несколько вариантов: пакетное изменение протяженности всех профилей проекта если они одинаковой длины (Радарограмма – Изменить – Изменить длину профиля), пакетное изменение протяженности всех профилей проекта путем изменения шага сканирования между георадиолокационными трассами (Радарограмма – Изменить – Изменить шаг сканирования), ручное изменение протяженности каждого георадарного профиля, автоматический расчет протяженности георадарных профилей по спутниковым координатам.

Ручное изменение протяженности каждого профиля выполняется путем его открытия двойным нажатием левой кнопки мыши на названии радарограммы в окне файлов приложения GeoReader Project. В запущенном окне приложения GeoReader используйте функцию (Радарограмма – Изменить – Изменить шаг сканирования и длину профиля). Укажите либо фактическую протяженность георадарного профиля либо фактический шаг зондирования. Расчет фактического шага зондирования выполняется по формуле (1) [2].

$$h = (L/(n-1))*1000, \quad (1)$$

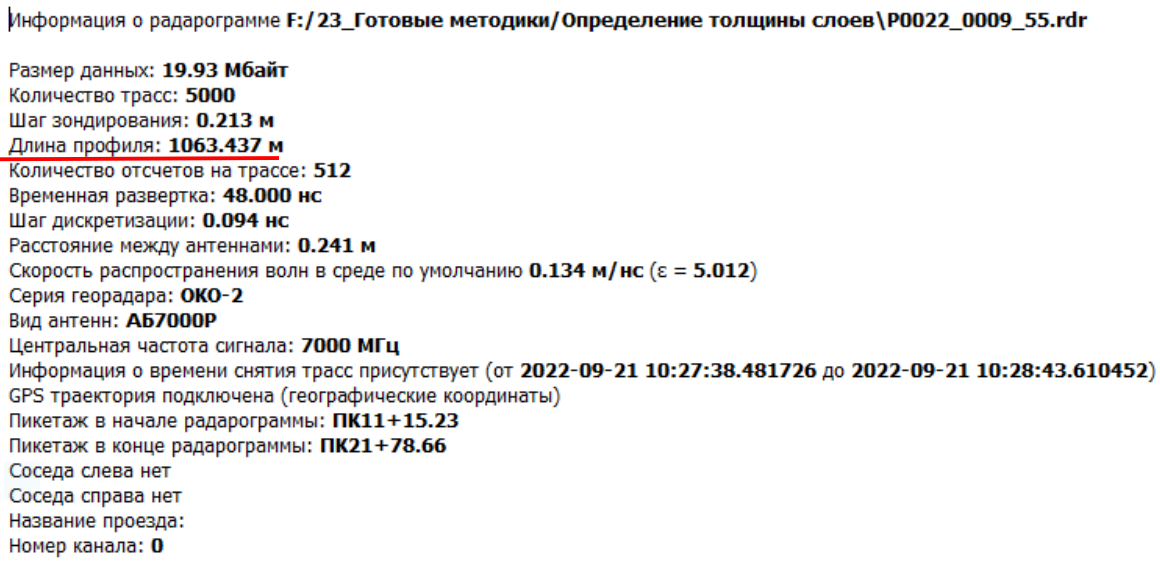
где, L – фактическая протяженность георадарного профиля, м;

n – количество георадиолокационных трасс (параметр количество трасс на рис. А.4).

Фактическую протяженность можно определить с помощью результатов спутниковых измерений или мерного колеса. В приложении

GeoReader Project существует возможность автоматического определения фактического расстояния по траектории движения георадара. Однако пользователь должен проанализировать корректность ее отрисовки в окне плана прежде, чем воспользоваться функцией. Если форма траектории имеет искажения, как правило, вызванные ошибками приёма спутникового сигнала, определять таким способом фактическую протяженность георадарных профилей не рекомендуется или необходимо выполнить расчет траектории в постобработке в специализированной программном обеспечении. Чтобы узнать фактическую протяженность георадарного профиля по координатам воспользуйтесь функцией `Координаты – Задать длину по координатам.`

По результатам расчета в метаданных к каждой выбранной радарограмме пользователь сможет увидеть фактическую протяженность профиля (рис. А.4).


Информация о радарограмме **F:/23_Готовые методики/Определение толщины слоев\P0022_0009_55.rdr**

Размер данных: **19.93 Мбайт**
Количество трасс: **5000**
Шаг зондирования: **0.213 м**
Длина профиля: **1063.437 м**
Количество отсчетов на трассе: **512**
Временная развертка: **48.000 нс**
Шаг дискретизации: **0.094 нс**
Расстояние между антеннами: **0.241 м**
Скорость распространения волн в среде по умолчанию **0.134 м/нс** (ε = **5.012**)
Серия георадара: **ОКО-2**
Вид антенн: **АБ7000Р**
Центральная частота сигнала: **7000 МГц**
Информация о времени снятия трасс присутствует (от **2022-09-21 10:27:38.481726** до **2022-09-21 10:28:43.610452**)
GPS траектория подключена (географические координаты)
Пикетаж в начале радарограммы: **ПК11+15.23**
Пикетаж в конце радарограммы: **ПК21+78.66**
Соседа слева нет
Соседа справа нет
Название проезда:
Номер канала: **0**

Рисунок А.4 – Информация о фактической протяженности георадарного профиля, рассчитанная по координатам

А.5 Создание системы слоев с установкой конструкции дорожной одежды

Создайте 2 типа слоев, в которых будут созданы элементы: границы слоев дорожной одежды и инженерно-геологические выработки. Для

создания границ слоев дорожной одежды создайте конструкцию слоев (`Слои – Конструкция слоев`). Добавьте нужное количество слоев дорожной одежды согласно проектным или изыскательским данным, укажите порядковые номера слоев, материал, цвет границы (при необходимости) и подтвердите процедуру (рис. А.5).

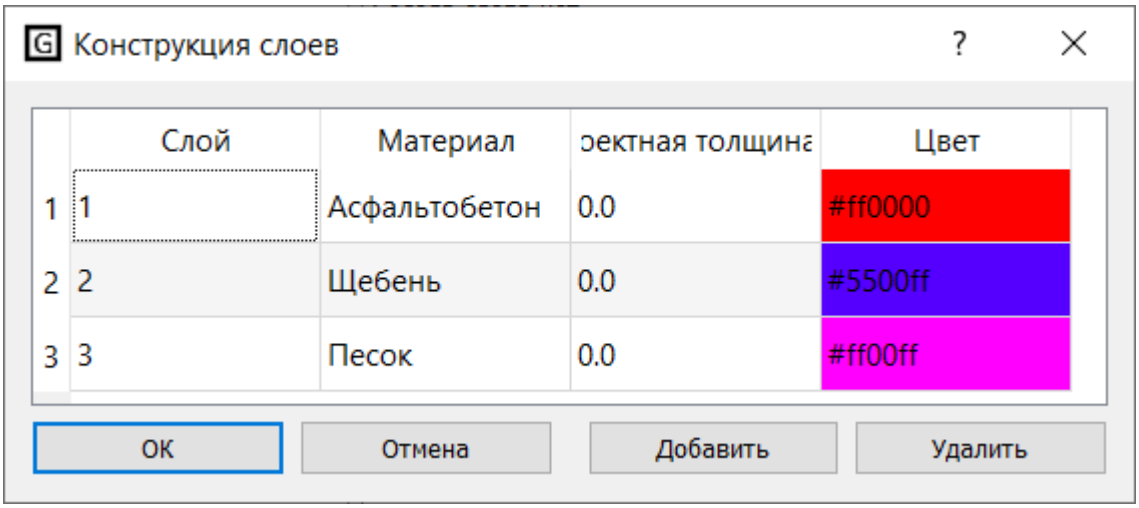


Рисунок А.5 – Создание конструкции слоев

Создайте отдельный слой (рис. А.6) для инженерно-геологических выработок (`Слои – Добавить слой`). Чтобы слой не определился программой как грунтовый, снимите соответствующую галочку.

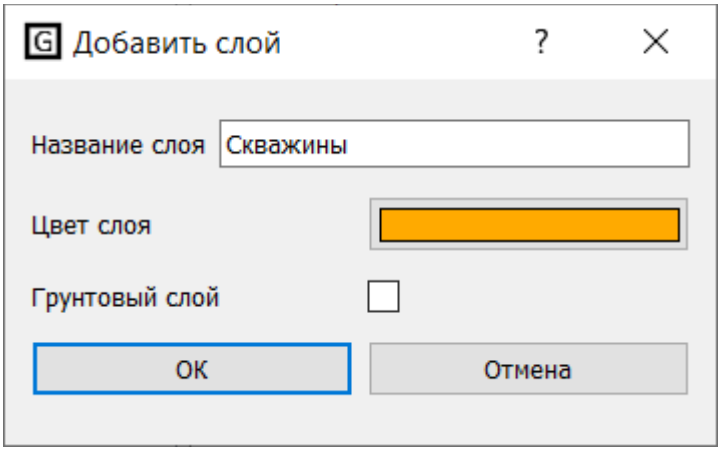


Рисунок А.6 – Создание слоя инженерно-геологических выработок

А.6 Определение местоположения выработок на георадарных профилях

Запустите приложение GeoReader двойным нажатием левой кнопки мыши на названии радарограммы в окне файлов приложения GeoReader

Project. Добавьте в проект фактические пройденные выработки или запланируйте места их проходки. В первом случае имеется возможность добавления выработок по координатам (`Трасса – Переход к трассе по координатам (X,Y,Z)…`) или расстоянию от начала георадарного профиля (`Трасса – Переход к точке по координатам (L,T)…`). Для добавления выработки введите координаты скважины или ее линейное расстояние, добавьте (рис. А.7) скважину (`Элементы – Добавить скважину`) предварительно указав количество слоев (должно соответствовать количеству слоев в конструкции).

Укажите толщину слоев по данным бурения в метрах (рис. А.8).

Для планирования местоположения выработок воспользуйтесь теми же функциями, но при этом вводите толщины слоев в меню скважины уже после проходки и документирования выработок. Создайте ведомость скважин (`Файл – Экспорт – Экспорт точечных элементов в CSV`) и используйте их координаты для выноса выработок на местности. При назначении мест выработок выбирайте участки на радарограмме, на которых искомые границы четко и однозначно отображаются, при этом рекомендуется отбирать керны (образцы) на участках с максимальной и минимальной толщиной слоя [2].

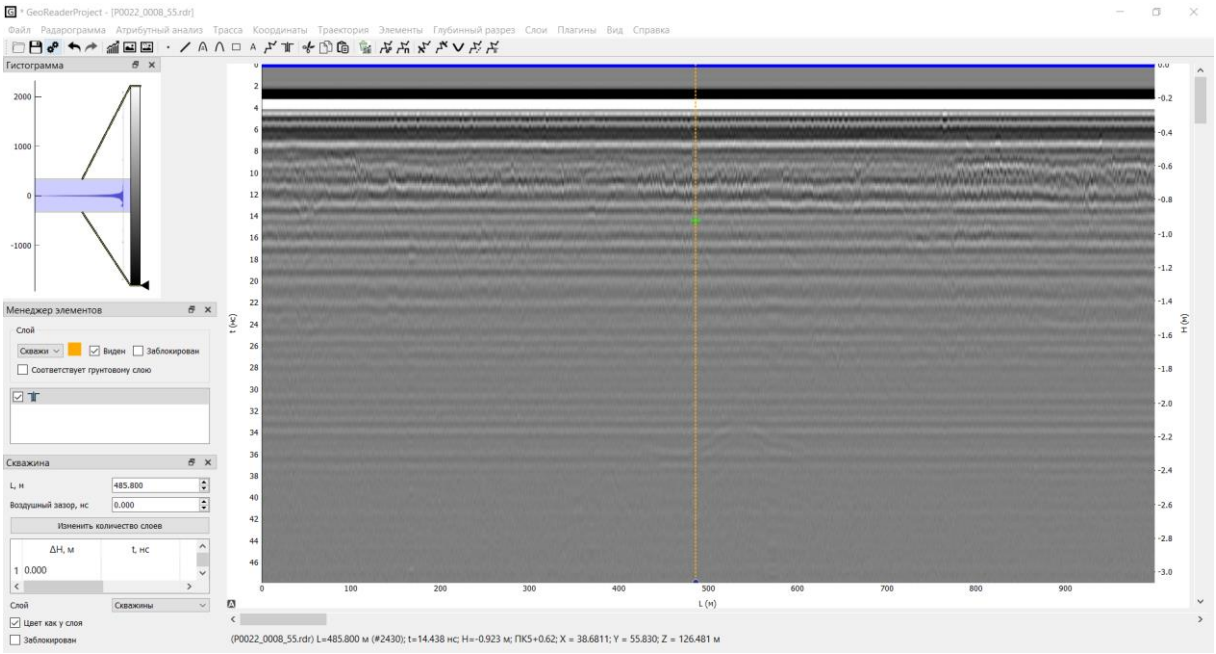


Рисунок А.7 – Создание скважины на радрограмме

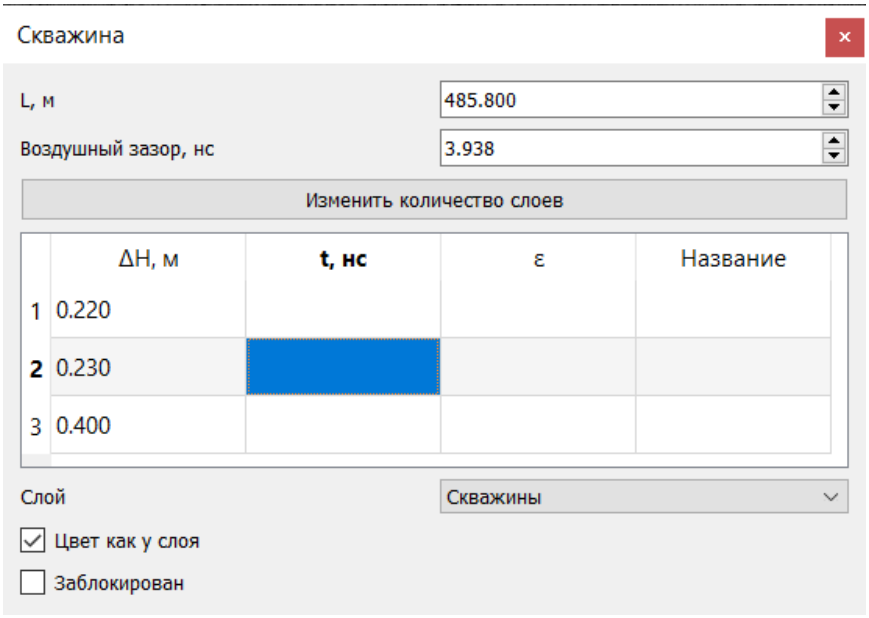


Рисунок А.8 – Ввод толщины слоев в меню скважины

А.7 Отрисовка границ кровли и подошвы каждого слоя дорожной одежды

В менеджере слоев необходимо выбрать слой `Нулевой зазор` (рис. А.9).

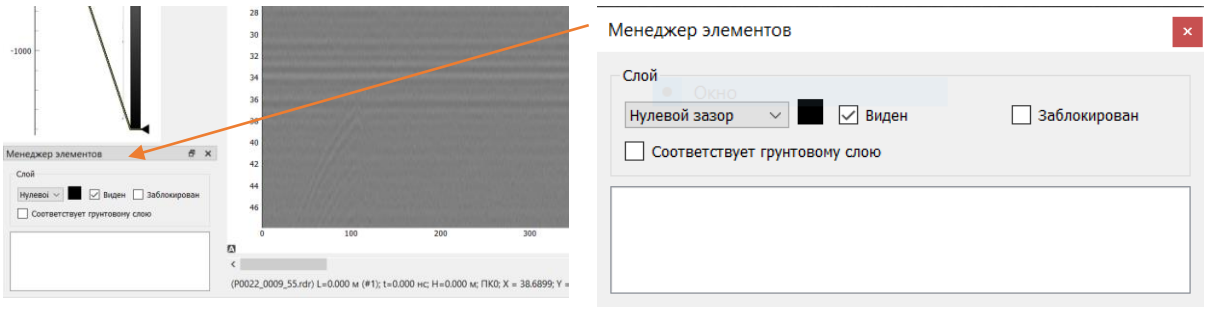


Рисунок А.9 – Выбор слоя в менеджере элементов

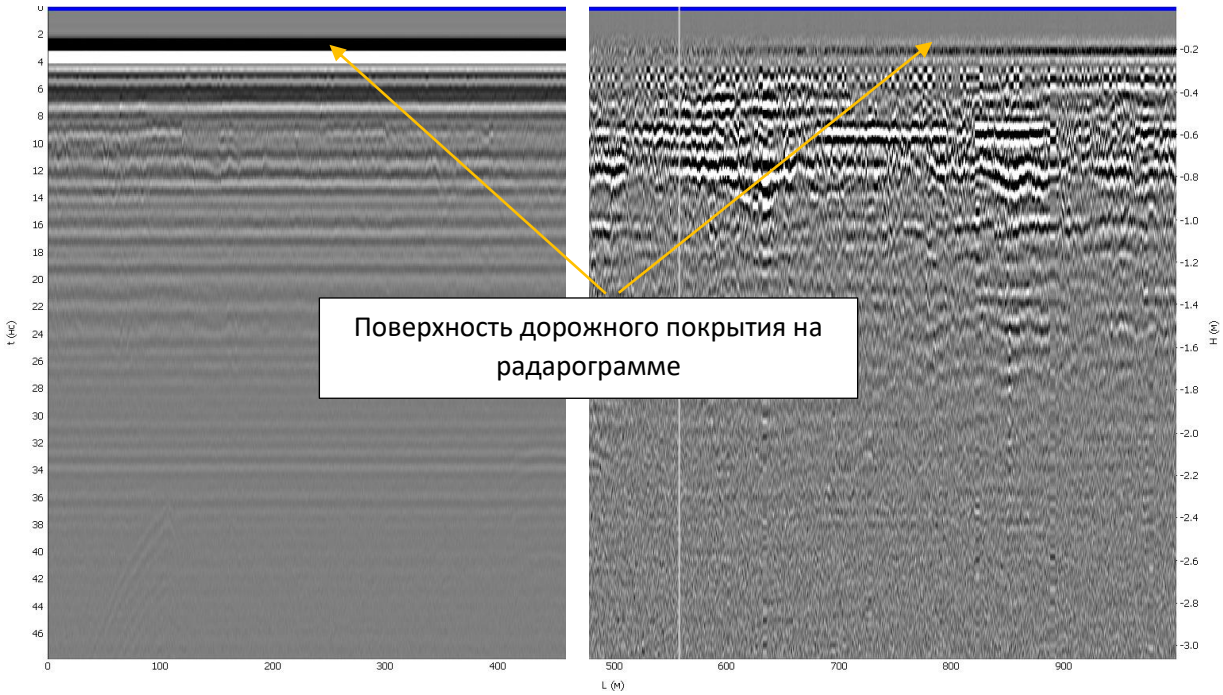
Определите на какой отметке по вертикальной шкале начинается поверхность дорожного покрытия на радарограмме. Для этого посмотрите на исходный георадарный профиль (рис. А.10а), примените процедуру `Радарограмма – Вычесть среднюю трассу` (рис. А.10б) и посмотрите на радарограмму после обработки, ориентируйтесь на рисунок А.10б чтобы понимать на какой отметке находится первое отражение. Отмените изменения после выполнения этой контрольной процедуры

(Радарограмма – Отменить) или загрузите исходную подложку (Радарограмма – Загрузить подложку…).

На рисунке А.10 поверхность дорожного покрытия находится на отметке от 2 до 4 нс по вертикальной шкале слева от георадарного профиля. По левой вертикальной шкале наблюдаемая информация трактуется следующим образом: электромагнитный сигнал прошел от испускающего тракта антенны георадара до поверхности дорожного покрытия за 2-4 наносекунды. При этом на рисунке А.10а видно, что в указанном диапазон времен находится 2 фазы сигнала: отрицательная (черная) и положительная (белая)*.

При отрисовке поверхности дорожного покрытия на георадарном профиле руководствуйтесь правилом: если поверхность отрисована по отрицательной фазе, границы слоев следует преимущественно (но не исключительно) рисовать по отрицательной фазе, или наоборот – отрисовав поверхность сканирования по положительной фазе, рисуйте границы слоев тоже по положительной фазе. **Всегда рисуйте поверхность дорожного покрытия до удаления сигнала прямого прохождения.** Границы слоев можно рисовать как до, так и после процедуры удаления сигнала прямого прохождения.

*Примечание: указанные цвета справедливы для выбранной в примере цветовой схемы раскраски радарограммы



а) сырой георадарный профиль б) георадарный профиль после обработки

Рисунок А.10 – Поиск поверхности дорожного покрытия на радарограмме

После отрисовки поверхности дорожного покрытия на радрограмме выполните команду преобразования этой границы в поверхность нулевой отметки по шкале глубин (Элементы – Работа с ломанными – Задать поверхность по границе или Ctrl+Shift+B). Выполните расчет вертикальной шкалы глубин дополнительно к шкале времени (Глубинный разрез – Расчет или Ctrl+P). В настройках **деактивируйте** функцию Настройки – Показывать ли отметку на радарограмме.

А.7.1 Общие правила отрисовки границ:

А.7.1.1 Активируйте необходимый слой в менеджере элементов перед отрисовкой границы его подошвы.

А.7.1.2 Вручную (работа оператора)

Ручная отрисовка границ выполняется путем создания узловых точек границы (Элементы – Добавить точку или Пробел) с последующим их объединением в ломанную (Элементы – Работа с ломанными – Объединить все точки в ломанную или

Ctrl+L). В настройках программы можно включить добавление точек с привязкой к экстремумам фазы сигнала (Файл – Настройки – Прочее – При добавлении точка будет приклеиваться к ближайшему экстремуму). Если фазы границы имеют невысокую интенсивность отражения и плохо прослеживаются рекомендуется рисовать точки без привязки.

А.7.1.3 Полуавтоматически (работа неинтеллектуального алгоритма при контроле оператора)

Найдите границу и установите курсор левой кнопкой мыши в самое начало этой границы (при необходимости клавишами клавиатуры влево, вправо, вверх, вниз сдвиньте курсор на первую георадиолокационную трассу, положительную или отрицательную фазу сигнала). При необходимости измените настройки автоматизированного поиска границ (Плагины – Автопоиск границ – Настройка автопоиска границ) и запустите процедуру (Плагины – Автопоиск границ – Автоматический поиск новой границы или Ctrl+A). Если автопоиск сработал некорректно, и ломаная вышла, по мнению оператора, за пределы искомой фазы сигнала, отредактируйте положение ломаной (Плагины – Автопоиск границ – Автоматическое исправление выделенной границы или Ctrl+Shift+A или поочерёдное нажатие левой кнопки мыши (место откуда ломаная пошла некорректно), а затем правой кнопки мыши (куда по мнению оператора ломана должна прийти)) или обрежьте ее в месте где произошел уход с нужной фазы (Элементы – Работа с ломанными – Обрезать выделенную границу справа/слева). Повторите процедуру поиска при необходимости.

А.7.1.4 Автоматически (работа интеллектуального алгоритма без участия оператора)

Используйте облачный сервис на базе искусственного интеллекта с глубоко обученной нейронной сетью (приложение GeoReader Project модуль `TIM Cloud – поиск границ`):

- создайте промежуточный слой для импорта результатов обработки искусственным интеллектом в приложении GeoReader Project (`Слои – Добавить слой`);

- отправьте данные на распознавание;

- загрузите распознанные данные;

- поочередно откройте георадарные профили и перенесите необходимые границы в нужные слои посредством выделения отдельной границы и изменения признака слоя в меню элемента полилиния (указанное меню располагается рядом с менеджером элементов).

А.7.2 Правила работы с георадарными профилями при интерпретации границ слоев дорожной одежды

А.7.2.1 Вычитайте волну прямого прохождения для удаления постоянной помехи сигнала, вызванной движением электромагнитной волны от излучателя антенны георадара к приемнику по воздуху, минуя подземную среду (`Радарограмма – Вычесть среднюю трассу`).

Вычитание сигнала прямого прохождения выполняйте с учетом протяженности георадарного профиля (рис. А.11):

- 100% при длине профиля до 100 м;

- до 20 – 30% при длине профиля до 1 км;

- до 10 % при длине профиля более 2-3 км.

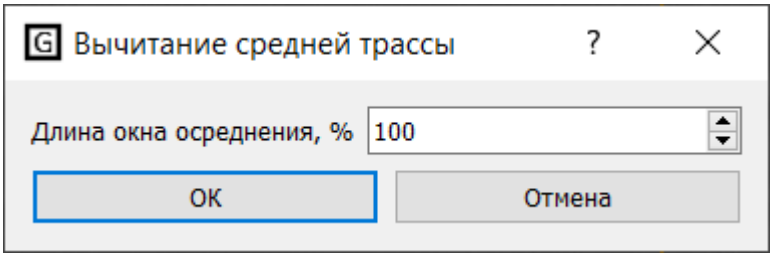


Рисунок А.11 – Настройка окна вычитания сигнала прямого прохождения

А.7.2.2 Перед вычитанием средней трассы рекомендуется очищать помехи на георадарном профиле (выделить границу поверхности

дорожного покрытия, применить процедуру Элементы – Работа с ломанными – Вычесть среднюю трассу под границей). Функция, как правило, используется для удаления помех, образованных от поверхности сканирования, для данных, полученных бесконтактными антеннами и закрепленными на автомобиле во время георадарного обследования автомобильной дороги.

А.7.2.3 Отрисовку границы выполняйте с привязкой к глубине подошвы слоя с учетом информации инженерно-геологических выработок. Рисуйте полилинии и точки максимально близко к центру фазы. Для удобства и визуальной наглядности положения границы на фазе сигнала включите окно отображения георадиолокационной трассы (Вид – Трасса). Центр фазы всегда соответствует экстремуму амплитуды сигнала на георадиолокационной трассе (рис. А.12). Используйте функцию смещения полилиний к экстремумам фазы, если требуется максимальная точность определения толщины слоя (Элементы – Работа с ломанными – Сдвижка границы к ближайшим экстремумам).

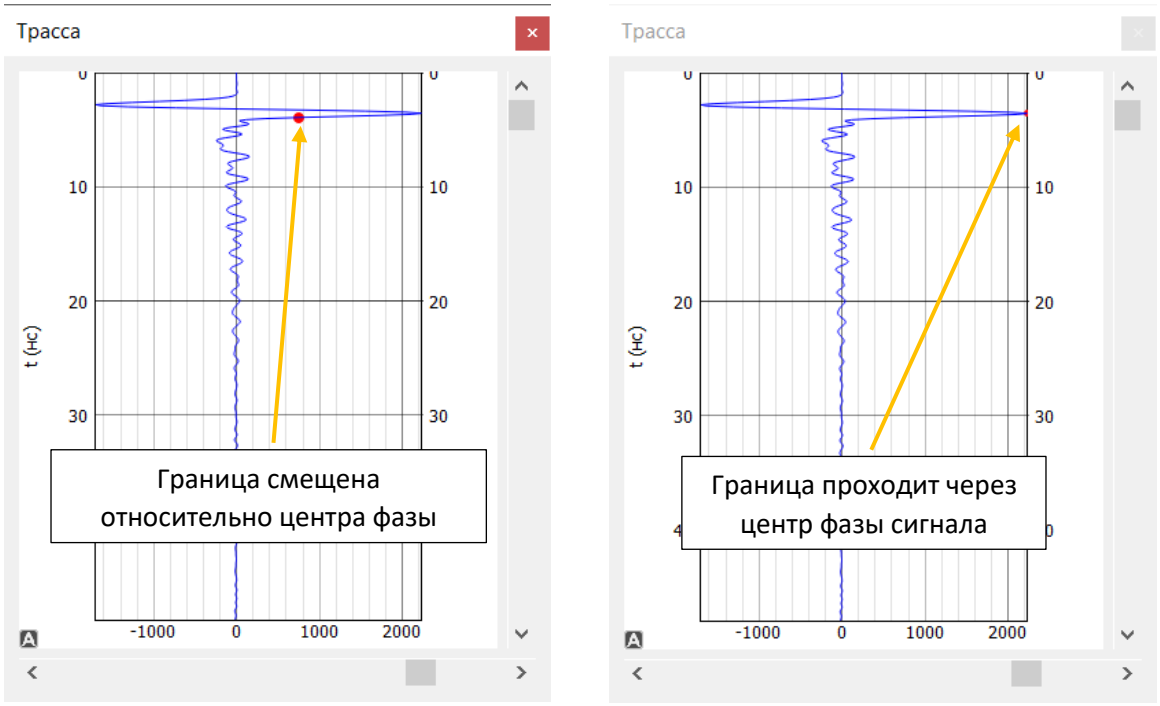


Рисунок А.12 – Определение положения границы на георадиолокационной трассе

А.7.2.4 Применяйте усиление сигнала по горизонтали и вертикали для улучшения контрастности и наглядности прослеживания фазы отражающих границ (Радарограмма – Усиление – Нормировка амплитуд по горизонтали/вертикали).

Пример результата отрисовки границ слоев дорожной одежды в соответствии с конструкцией (рис. А.5) представлен на рисунке А.13.

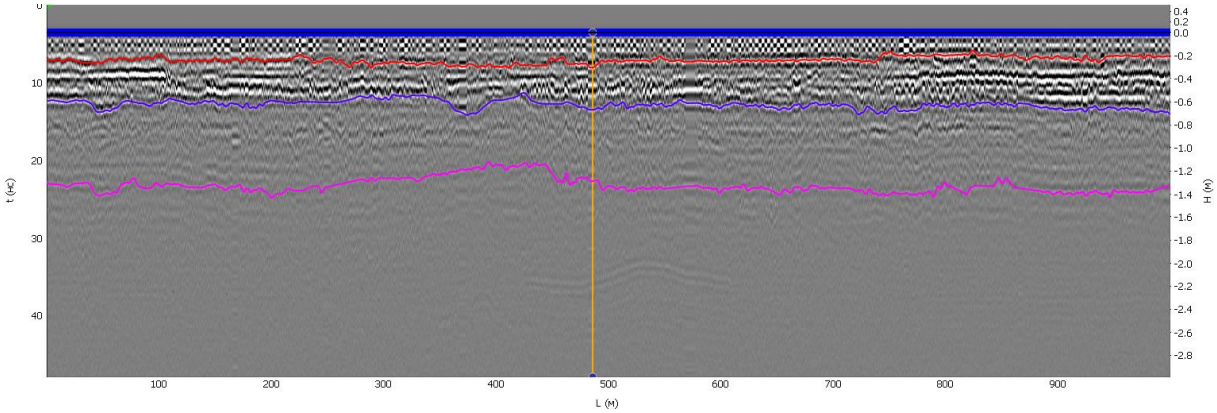


Рисунок А.13 – Пример результата отрисовки границ

А.8 Определение фактических электрофизических свойств слоев и расчет их толщины

В приложении GeoReader нажатием левой кнопки мыши выберете элемент скважина. В меню элемента скважина проверьте наличие информации о фактической толщине слоев дорожной одежды по результатам проходки инженерно-геологических выработок в метрах (рис. А.14).

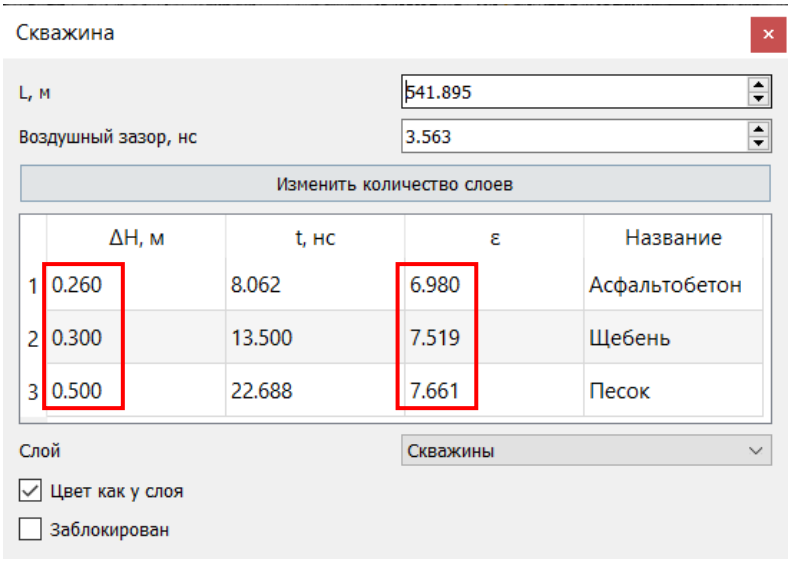


Рисунок А.14 – Определение фактических электрофизических свойств слоев

При выделенном элементе скважина присвойте электрофизические свойства среды по скважинам слоям конструкции дорожной одежды (Элементы – Работа со скважинами – Привязать скважину к границам или Ctrl+Shift+F). Приложение автоматически рассчитает электрофизические свойства слоев конструкции дорожной одежды (рис. А.14). Чтобы переключиться между способом отображения электрофизических свойств среды: скорость распространения электромагнитной волны или диэлектрическая проницаемость среды – выберите нужный показатель в настройках приложения (Меню – Настройки – Прочее – Показатель среды).

Рассчитайте глубинный разрез одним из следующих способов:

- в соответствии с ГОСТ Р 58349 (Плагины – ГОСТ Р 58349-2019 – Расчет глубинного разреза);

- в соответствии с ГОСТ 32868-2014 или методиками [1], [2] (Глубинный разрез – Расчет).

Сохраните изменения и повторите вышеуказанные процедуры для каждого георадарного профиля проекта.

А.9 Выгрузка результатов определения толщины слоев дорожной одежды в виде таблиц, САПР или ГИС слоя

В приложении GeoReader Project выполните экспорт таблиц толщин слоев дорожной одежды в одном из указанных форматов:

- текстовый (`Файл – Экспорт – Экспорт слоев в CSV`);
- САПР файл (`Файл – Экспорт – Экспорт слоев в DXF`).

Для трехмерного моделирования поверхностей кровли и подошвы слоев конструкции дорожной одежды в сторонних приложениях выполните экспорт границ раздела сред в одном из указанных форматов:

- текстовый (`Файл – Экспорт – Экспорт границ в CSV`);
- САПР или ГИС слой (`Файл – Экспорт – Экспорт границ в SHP`).

Приложение Б
(обязательное)
Пример оформления результата работ

Таблица Б.1 – Форма представления результатов определения толщины слоев дорожной одежды

filename	num_traces	date_collecting	distance	X	Y	Z, м	ПК	Толщина слоя «n»
Наименование георадарного профиля	Номер георадиолокационной трассы	Дата и время записи георадиолокационной трассы в формате год-месяц-день часы:минуты:секунды.доли секунд	Линейна привязка георадиолокационной трассы,м	Координата X	Координата Y	Высотная отметка антенны спутникового приемника	Пикетажное положение георадиолокационной трассы	Толщина слоя дорожной одежды, м

Библиография

[1] ОДМ 218.2.037-2013 «Методические рекомендации на проведение изыскательских работ при капитальном ремонте и ремонте автомобильных дорог»;

[2] ОДМ 218.3.075-2016 «Рекомендации по контролю качества выполнения дорожно-строительных работ методом георадиолокации»;

[3] Поручение Министерства цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации от 20.02.2023 по протоколу заседания экспертного совета от 13.02.2023 №101пр о включении программного приложения GeoReader Project в реестр российского программного обеспечения (Реестровая запись №16737 от 20.02.2023);

[4] Поручение Министерства цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации от 17.05.2023 по протоколу заседания экспертного совета от 11.05.2023 №289пр о включении программного приложения GeoReader в реестр российского программного обеспечения (Реестровая запись №17561 от 17.05.2023).

ОКС 35.240.67 — Приложения ИТ в строительстве зданий и сооружений
ОКПД2 58.29.31.000 — Обеспечение программное системное для загрузки
КУВЭД – 01205.2.263.72.60.10.000

Ключевые слова: георадар, георадарное обследование, автомобильная дорога, дорожная одежда, толщина, неразрушающий контроль