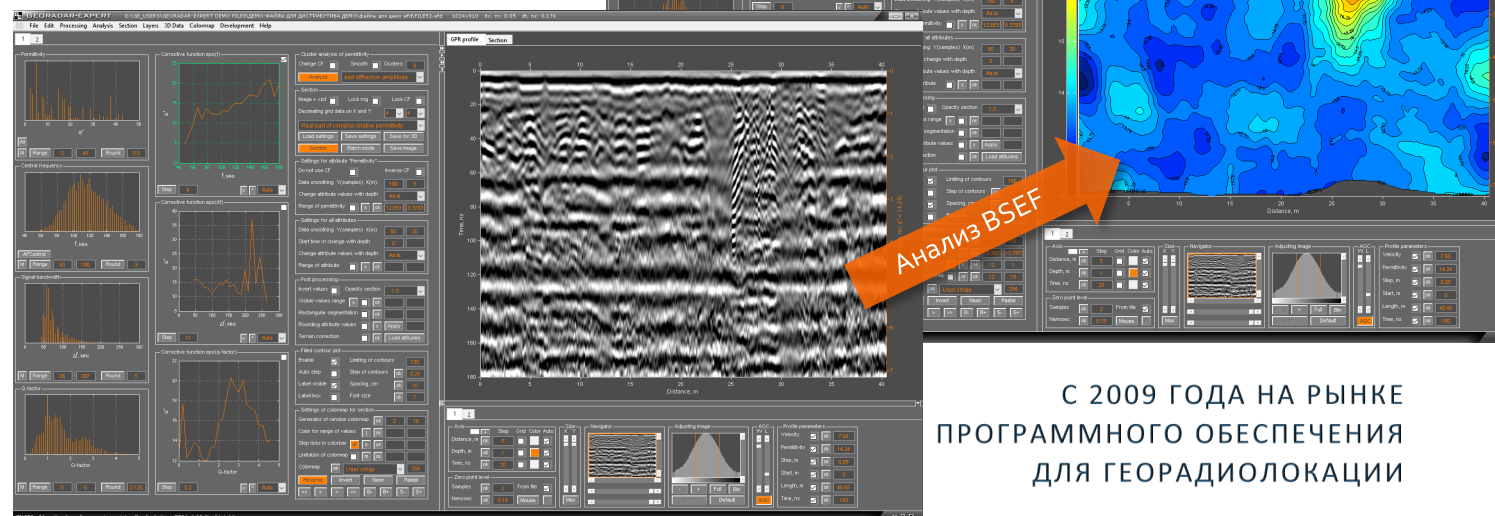


ГЕОРАДАР-ЭКСПЕРТ

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ОБРАБОТКА
ГЕОРАДИОЛОКАЦИОННЫХ ДАННЫХ



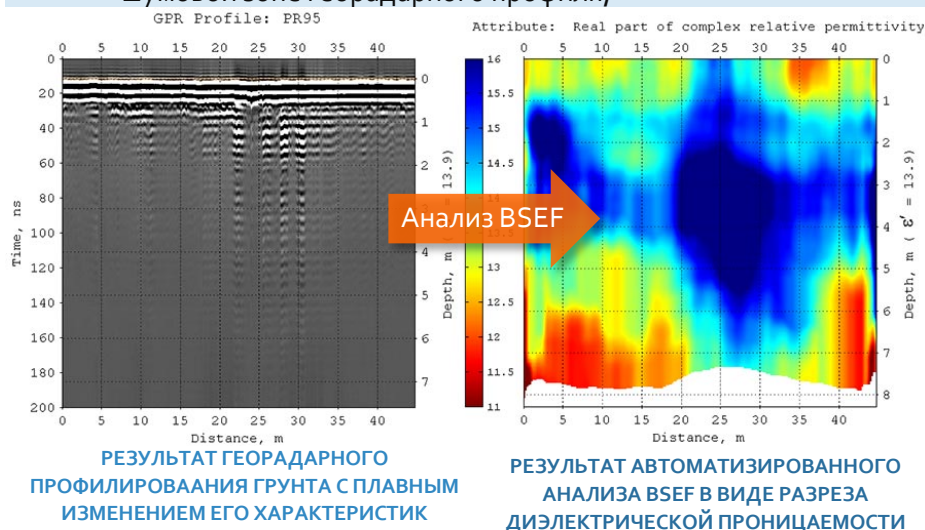
С 2009 ГОДА НА РЫНКЕ
ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ
ДЛЯ ГЕОРАДИОЛОКАЦИИ

Программный комплекс ГЕОРАДАР-ЭКСПЕРТ предназначен для автоматизированной обработки данных георадиолокационного профилирования. В состав ГЕОРАДАР-ЭКСПЕРТ входят как стандартные опции, реализованные во многих программных продуктах для обработки георадарных данных, так и разработанные специально для ГЕОРАДАР-ЭКСПЕРТ алгоритмы и методы, повышающие информативность георадарных исследований. Наиболее эффективно ГЕОРАДАР-ЭКСПЕРТ демонстрирует свои возможности при обработке сложных георадарных профилей. Автоматизация процессов обработки данных в программе ГЕОРАДАР-ЭКСПЕРТ позволяет свести к минимуму влияние человеческого фактора на конечный результат и сократить время, затраченное на обработку.

РАЗРАБОТАНО СПЕЦИАЛЬНО ДЛЯ ГЕОРАДАР-ЭКСПЕРТ

Автоматизированный анализ поля обратного рассеяния (BSEF)

- Позволяет получить результат в виде разрезов атрибутов электрофизических характеристик исследуемой среды или волнового поля (Re(permittivity), Frequency, Signal bandwidth, Q-factor, Loss tangent, Resistivity, Damping rate, Weight water content, и т.д.). Такое представление результата более информативно, чем волновая картина георадарного профиля;
- Эффективен даже в случае плавного изменения электрофизических свойств исследуемой среды – т.е. когда на георадарном профиле отсутствуют отражения от границ слоёв (см. рис. ниже);
- Увеличивает глубину исследования – помехоустойчивый алгоритм BSEF хорошо работает и в шумовой зоне георадарного профиля;

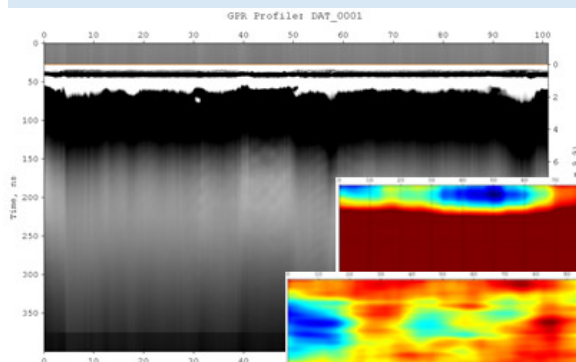


- Увеличивает скорость обработки полевого материала, что немаловажно при постоянно увеличивающихся объёмах георадарных работ;
- Предоставляет более широкие возможности для исследования сложно построенных сред.

РАЗРАБОТАНО СПЕЦИАЛЬНО ДЛЯ ГЕОРАДАР-ЭКСПЕРТ

Модуль суммирования разнородных данных

Модуль **Summation** предназначен для суммирования разрезов разнородных атрибутов или сечений 3D сборки. В результате суммирования происходит устранение артефактов, вызванных накоплением ошибок в процессе сбора и обработки георадиолокационной информации, а также восстановление модели подповерхностной среды по элементам суммирования, каждый из которых содержит только некоторую часть полезной информации. Программный комплекс ГЕОРАДАР-ЭКСПЕРТ содержит



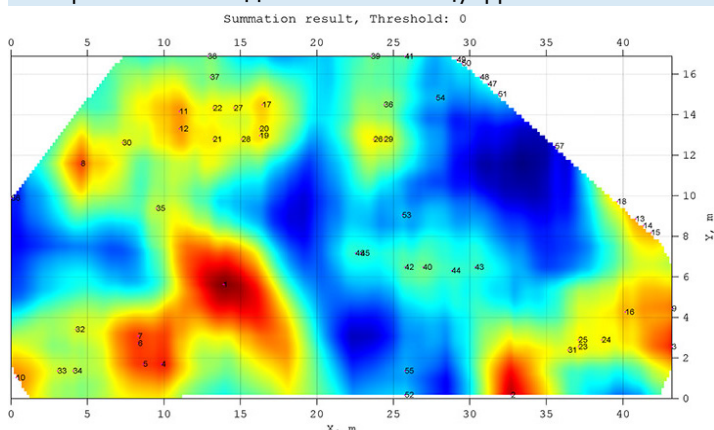
достаточно широкий набор атрибутов для решения различных задач георадиолокации. Нередки случаи, когда информация об исследуемом объекте не содержится в полном объеме одним разрезом атрибута, а распределена по разрезам

нескольких атрибутов. В этом случае суммирование позволяет объединить разрозненную информацию об объекте в рамках одного суммарного разреза.

На рисунке показаны изображения георадарного профиля, записанного в ходе исследования погребённой долины, набора разрезов атрибутов для суммирования, полученных в результате автоматизированного анализа BSEF данного профиля и результата суммирования этих разрезов.

Волновая картина данного георадарного профиля мало информативна на глубинах более двух метров, когда как глубина залегания долины, по априорной информации, превышает это значение. На разрезах атрибутов просматриваются некоторые детали погребённого рельефа, однако каждый из разрезов в отдельности не даёт полной информации о строении изучаемой толщи. Операция суммирования позволила свести эти разрозненные полезные сигналы в одно целое. Рельеф погребённой долины на суммарном разрезе хорошо прослеживается по всей его длине. На рисунке рельеф долины отмечен пунктирной линией. Данный пример показывает, как использование модуля суммирования позволило эффективно решить проблему недостаточной информативности георадиолокационного профиля и отдельных разрезов атрибутов по этому профилю.

Помимо суммирования, в модуле **Summation** реализована функция автоматического обнаружения локальных максимумов на элементах суммирования и на результате суммирования и сохранения этих данных в таблицу формата MS Excel.



	A	B	C	D
1	Summation result peaks table			
2	The result of summing the sections:			
3	Frequency, Basement floor, Section X-Y, 0.2 m on Z-axis, Invert data: Yes			
4	Re (permittivity), Basement floor, Section X-Y, 0.2 m on Z-axis, Invert data: No			
5	Threshold: 0			
6	Number	Value	X, m	Y, m
7	1	13.892	32.696	0.171
8	2	0.938	43.2	2.561
9	3	0.852	9.826	1.707
10	4	0.846	8.64	1.707
11	5	0.822	8.301	2.731
12	6	0.817	8.301	3.073
13	7	0.807	4.574	11.608
14	8	0.759	43.2	4.438
15	9	0.751	0.339	1.024
16	10			

Как правило, локальные максимумы являются индикаторами наличия дефекта, присутствия аномалии или локального объекта в толще. При помощи данной функции пользователь оперативно получает отметки положения локальных максимумов при помощи маркеров на изображении элемента суммирования или результата суммирования, а также список координат этих маркеров со значениями локальных максимумов.

РАЗРАБОТАНО СПЕЦИАЛЬНО ДЛЯ ГЕОРАДАР-ЭКСПЕРТ

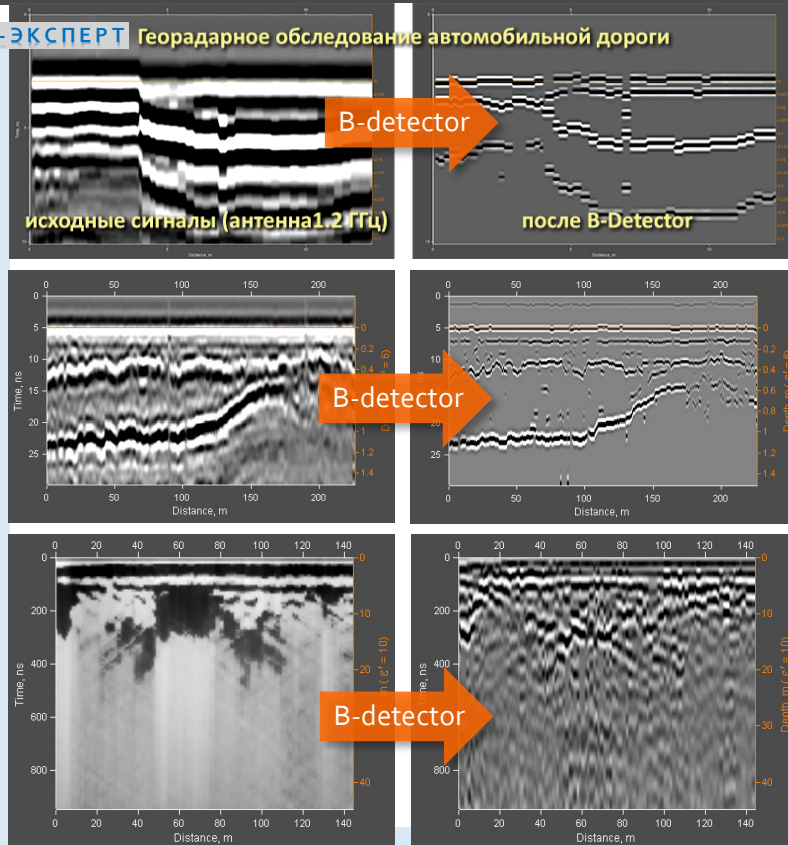
B-detector

Метод B-Detector (Boundaries Detector) предназначен для выделения границ раздела сред на волновой картине георадарного профиля, подавления помех и повышения вертикального разрешения георадарных данных. Основные преимущества метода B-Detector:

- Эффективно улучшает вертикальное разрешение сигналов радарограммы;
- Повышает точность позиционирования границ слоёв;
- Расширяет области применения низкочастотных георадаров: в результате обработки данных от НЧ георадара методом B-Detector на выходе имеются данные с детализацией, как от ВЧ георадара, но с глубиной, как у НЧ георадара.

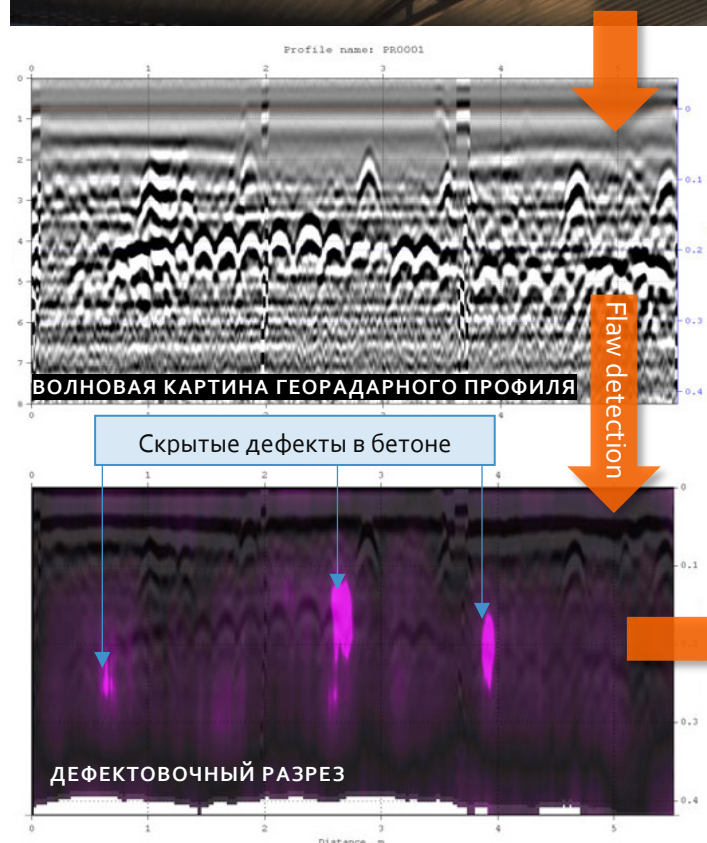
При помощи B-Detector можно решать

широкий спектр исследовательских задач, требующих, при надлежащей глубине исследования, обеспечения высокого разрешения данных, точности позиционирования границ и скорости обработки полевого материала. Особенно эффективно применение метода B-Detector в дорожных и железнодорожных областях, где традиционно большой объём георадиолокационных работ.



РАЗРАБОТАНО СПЕЦИАЛЬНО ДЛЯ ГЕОРАДАР-ЭКСПЕРТ

ГЕОРАДАРНОЕ ОБСЛЕДОВАНИЕ БАЛКИ ПЕРЕКРЫТИЯ



Дефектоскопия (Flaw detection)

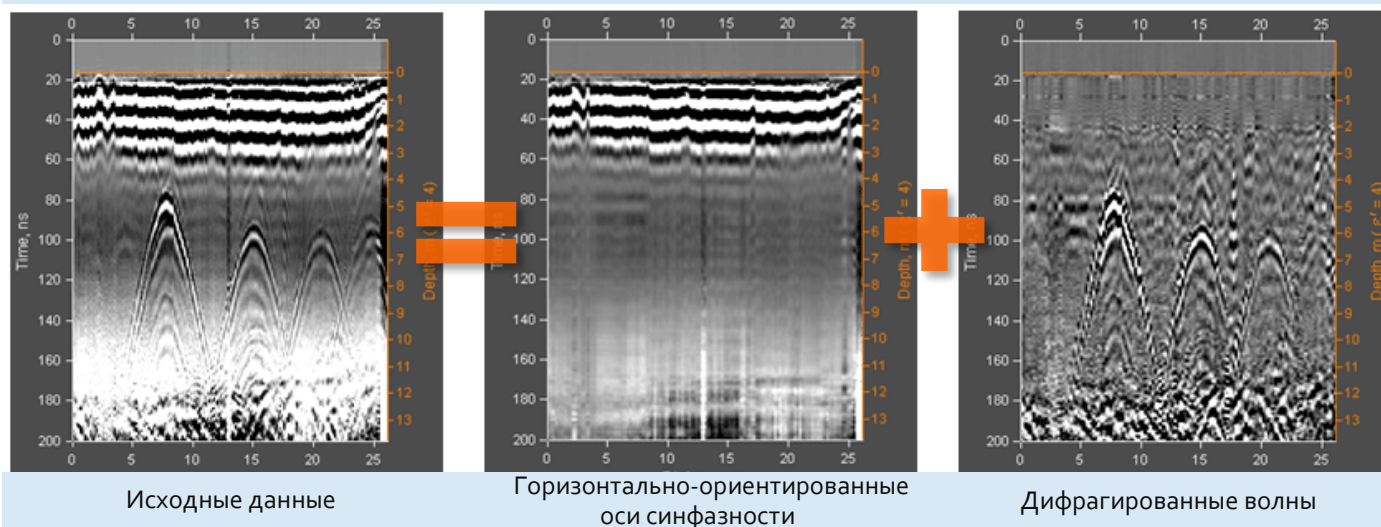
Обнаружение скрытых дефектов в бетонных строительных конструкциях или в слоях дорожного покрытия. Выявление разуплотнений в грунте. Обнаружение выполняется на основе анализа атрибута Q-factor, который является результатом автоматизированного анализа BSEF. Основываясь на данных обнаружения для набора георадарных профилей, программа формирует дефектную ведомость в формате MS Excel, где в качестве дополнительной информации о состоянии объектов применяется цветовая индикация – красный, жёлтый и зелёный цвета для отображения плохого, удовлетворительного и хорошего состояний.

Profile	Length, m	Percentage of defect
PR0001	5.504	5 (bad condition)
PR0005	5.712	5.1 (bad condition)
PR0006	5.52	3.5 (bad condition)
PR0013	4.768	0 (good condition)
PR0014	4.984	0.2 (good condition)
PR0015	5.064	0 (good condition)
PR0017	2.848	0.1 (good condition)
PR0018	2.912	1.6 (satisfactory condition)
PR0019	2.928	0.8 (good condition)

РАЗРАБОТАНО СПЕЦИАЛЬНО ДЛЯ ГЕОРАДАР-ЭКСПЕРТ

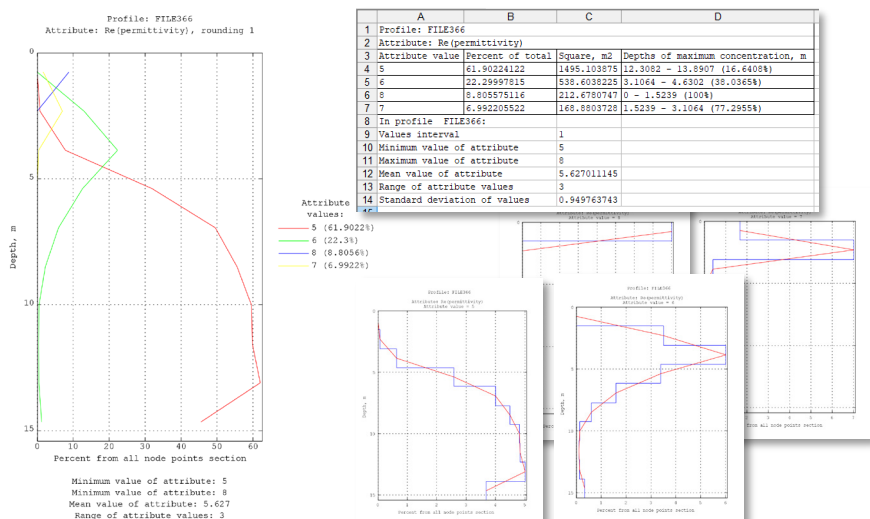
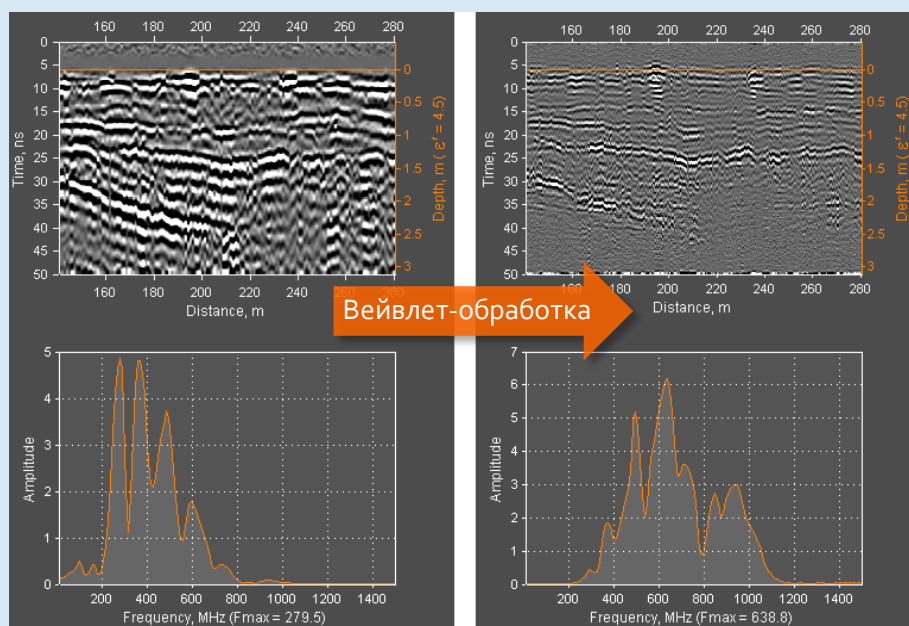
Wave Decomposition

Разложение сигналов георадарного профиля на компоненты с целью выделения или подавления однотипных волн. Если из результата разложения георадарного профиля исключить уровни, содержащие информацию о каком-либо типе волн (например, о помехе), после чего восстановить сигналы, то этот тип волн уже не будет присутствовать на восстановленном георадарном профиле.



Вейвлет-обработка

Увеличение разрешения георадарных данных с использованием вейвлет-преобразования. На рисунке представлена радарограмма до вейвлет-обработки (слева) и после (справа). Под радарограммами размещены соответствующие им спектры сигналов. В результате вейвлет-преобразования, центральная частота сигналов (Fmax) увеличилась более чем в два раза – с 279.5 МГц до 638.8 МГц, а локализация отражений от границ слоёв улучшилась.



Пространственный анализ атрибутов

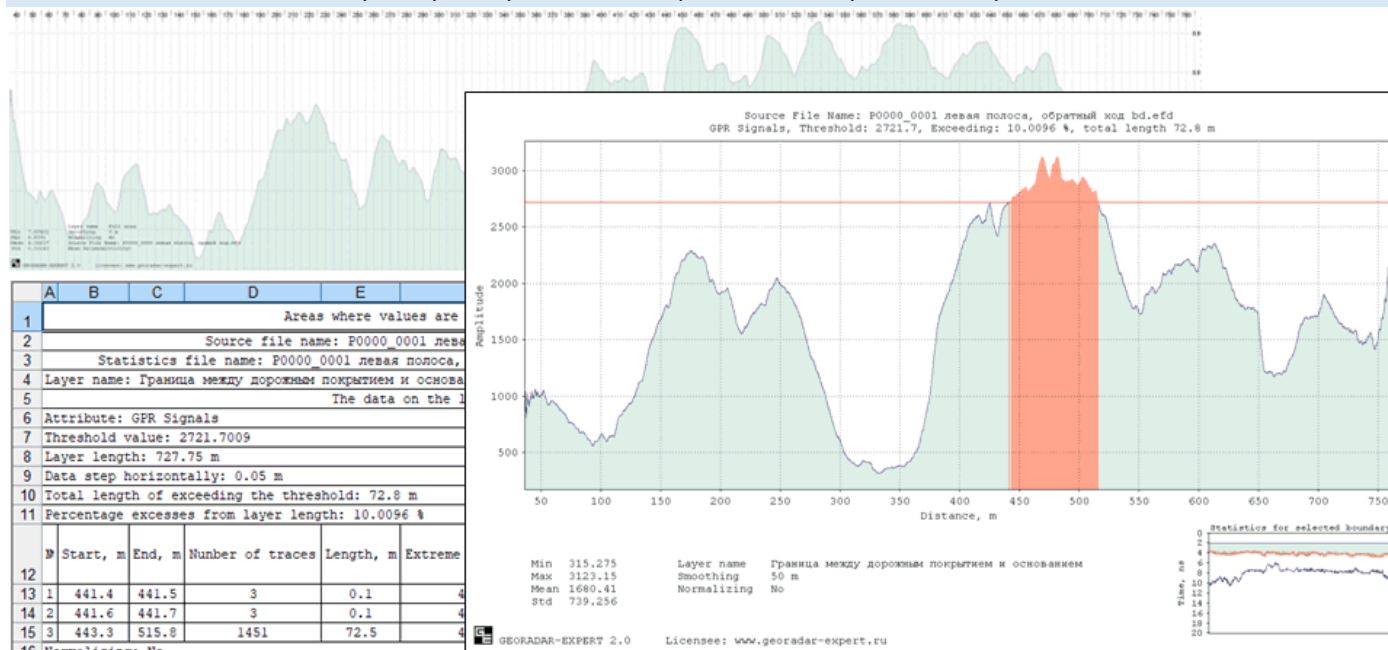
Позволяет получать кривые распределения уникальных значений атрибута по глубине для разрезов, созданных по результатам автоматизированного анализа BSEF, и для 3D сборки этих разрезов.

Результаты анализа сохраняются в виде графиков и таблиц MS Excel, содержащих статистическую информацию.

РАЗРАБОТАНО СПЕЦИАЛЬНО ДЛЯ ГЕОРАДАР-ЭКСПЕРТ

Статистический модуль

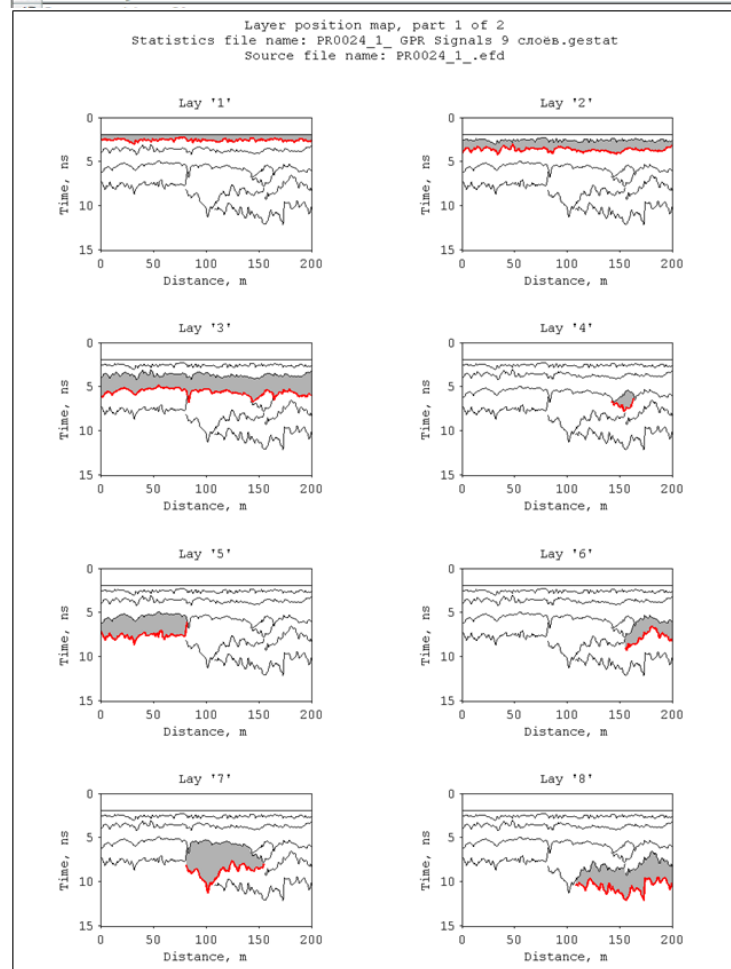
Модуль статистического анализа, реализованный в программном комплексе ГЕОРАДАР-ЭКСПЕРТ, предназначен для обобщения результатов георадарного профилирования и наглядного представления изменчивости георадиолокационной информации. При помощи результатов статистического анализа, представленных в виде таблиц и графиков, можно устанавливать взаимосвязь между физико-механическими характеристиками исследуемой среды - например, грунтов или строительных конструкций, и 12 статистическими показателями. Таким образом формируется совокупность признаков, которую можно применять в дальнейшем для оценки состояния аналогичных объектов и выявления факторов, приводящих к развитию аварийной ситуации на этих объектах.



Отклонение одной или нескольких характеристик исследуемой среды в ту или иную сторону является индикатором нарушения штатной ситуации. По степени отклонения можно оценить степень угрозы целостности объекта. Для такой оценки в модуле статистики предусмотрен пороговый режим обработки статистической информации.

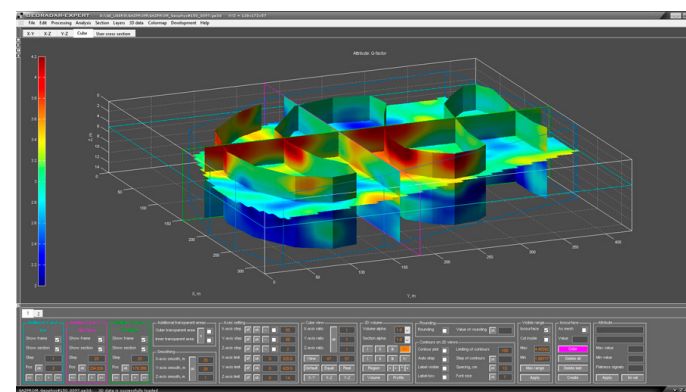
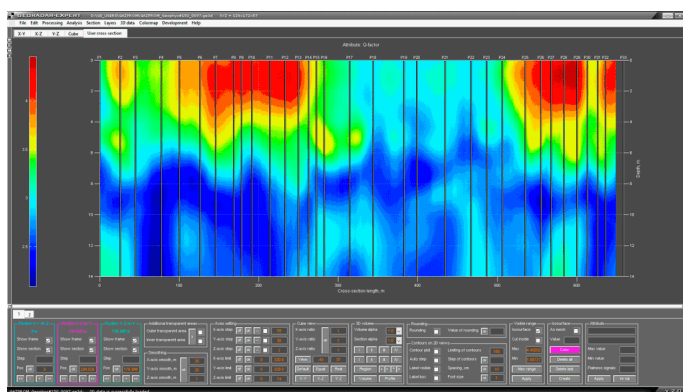
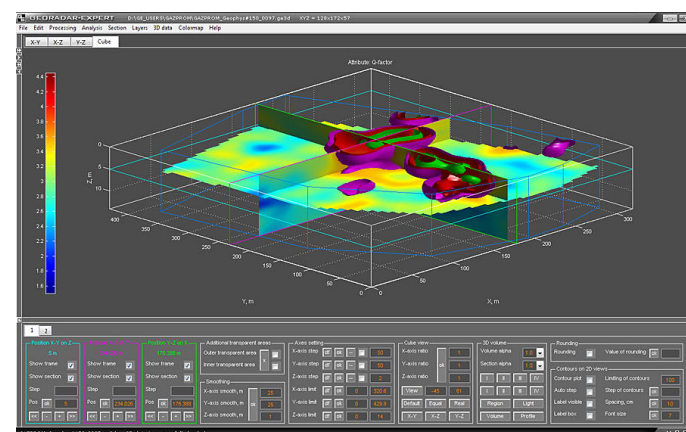
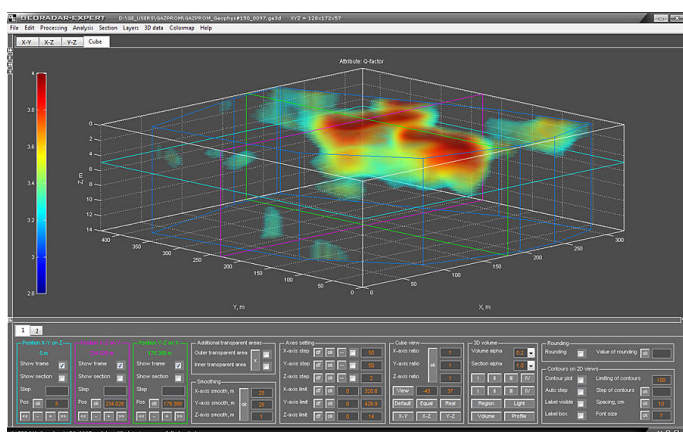
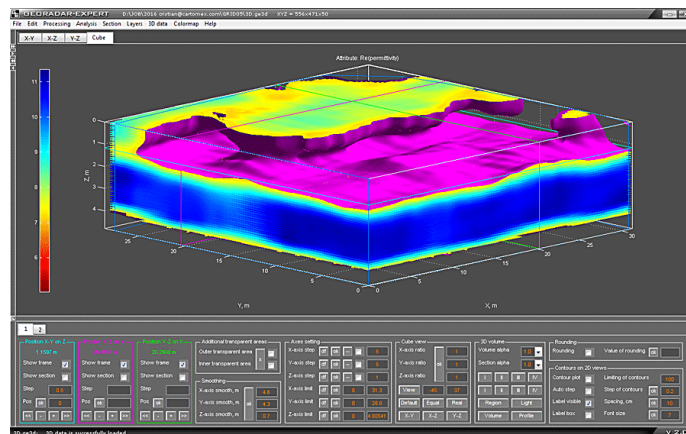
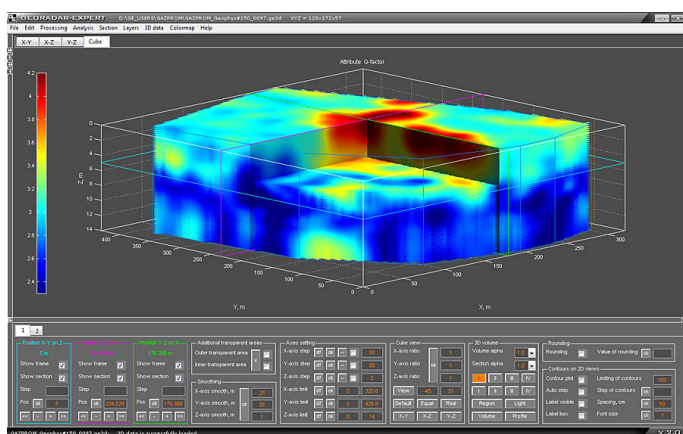
Когда на георадиолокационный профиль, разрез атрибута или сечение 3D сборки нанесены границы слоёв, то статистические показатели рассчитываются внутри каждого слоя, по границе каждого слоя и для источника статистики в целом, без учёта разделения на слои.

Для использования результатов статистического анализа в сторонних программных продуктах, предусмотрен экспорт всех показателей статистики для всех элементов источника статистики в файлы таблиц. Также предусмотрен экспорт графиков статистики и карты расположения слоёв, являющихся источником статистики, в файлы графического формата.



3D визуализация

В программе ГЕОРАДАР-ЭКСПЕРТ предусмотрена визуализация результатов площадного георадарного обследования в виде 3D сборки разрезов, полученных на основе BSEF-анализа георадиолокационных профилей произвольной ориентации, с учётом поправки за рельеф и GPS координат.

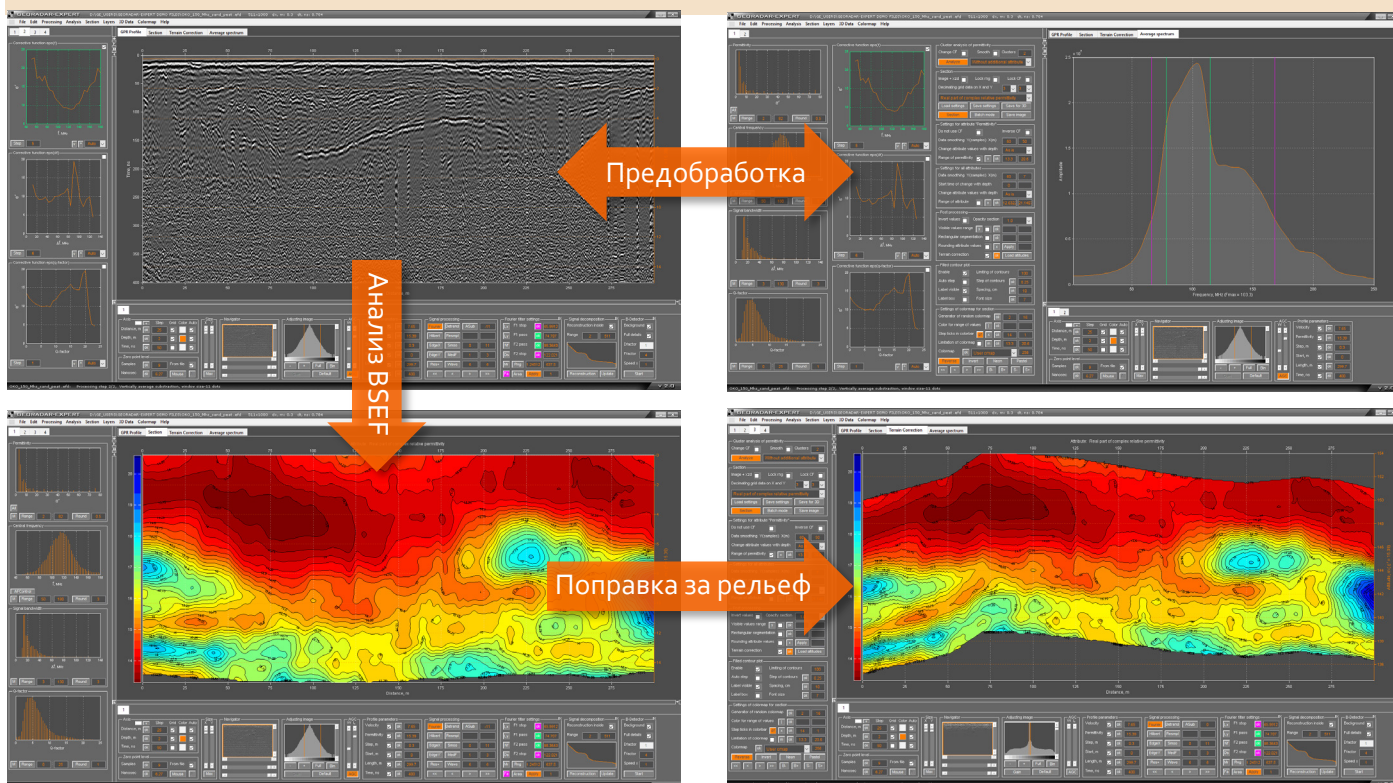


В режиме 3D пользователь может:

- Создавать произвольные криволинейные сечения объёма 3D сборки;
- Вырезать произвольные области 3D сборки;
- Проследивать изменение атрибута 3D сборки по глубине в заданной точке площадки исследования (Logging trace) и сохранять эти данные в виде таблиц и изображений;
- Осуществлять пикировку границ слоёв, сохранять данные о положении границ в файл и загружать их из файла. Экспортировать информацию о границах в таблицы MS Excel;
- Производить все необходимые манипуляции с 3D сборкой – вращать во всех плоскостях, менять положения ортогональных сечений, управлять источником освещения, включать и отключать отображение различных элементов 3D сборки, управлять параметрами осей, изменять коэффициент округления и сглаживания значений атрибута, управлять прозрачностью и многое другое;
- Создавать изоповерхности (3D аналог изолиний), которые наглядно показывают распределение того или иного значения атрибута в объёме 3D сборки;
- Сохранять изображения 3D сборки и его сечений. Возможно сохранение в масштабе.

Помимо вышеупомянутых возможностей, ГЕОРАДАР-ЭКСПЕРТ содержит в себе весь необходимый набор инструментов для обработки и визуализации георадарных данных. Вот некоторые из них:

- Опции цифровой обработки сигналов: различные виды фильтраций, мьютинг, ресемплинг, вычитание среднего, выделение огибающей, удаление тренда, повышение детализации, сглаживание и т.д.;
- Редактирование георадарного профиля – реверсирование, обрезка и объединение нескольких профилей, коррекция геометрии профиля, скоростной анализ, введение поправки за рельеф;
- Работа со слоями. Ручной и автоматический режимы пикировки границ слоёв на георадарном профиле, разрезе или сечении 3D сборки с сохранением границ в файл для последующей работы с ними, а также экспорт данных о положении границ в таблицу. Редактирование уже созданных границ слоёв;
- Экспорт данных георадарного профиля, разреза или сечения 3D сборки в таблицу или в сеточный формат программы Golden Software Surfer с расширением GRD. Наличие экспорта из ГЕОРАДАР-ЭКСПЕРТ в формат GRD открывает возможность экспортировать результаты обработки георадарных данных через Surfer в формат DXF (AutoCAD Drawing), KML и KMZ (Google Earth), MIF (MapInfo Interchange Format) и ещё в ряд форматов;
- Сохранение потока обработки георадарного профиля в файл для дальнейшего использования. Наличие режима пакетной обработки позволяет применять сохранённый поток обработки для нескольких файлов. Это удобно, когда требуется обработать сразу много профилей – ГЕОРАДАР-ЭКСПЕРТ автоматически загружает файл профиля, производит обработку и сохраняет обработанные данные на жесткий диск компьютера;
- ГЕОРАДАР ЭКСПЕРТ содержит все необходимые элементы управления визуализацией георадарных данных, а также инструменты редактирования цветовой схемы разреза или 3D сборки. Созданные пользователем цветовые схемы можно сохранять в файл для последующего использования. Помимо этого, ГЕОРАДАР-ЭКСПЕРТ уже содержит несколько десятков уже готовых цветовых схем для различных задач.



Windows XP, Vista, 7, 8, 10, 11

WWW.GEORADAR-EXPERT.RU

GEORADAR@MAIL.RU

+7 9636933049

ГЕОРАДАР-ЭКСПЕРТ
ВИДЕОУРОКИ НА РУССКОМ ЯЗЫКЕ