

Изыскания с применением ГЕОРАДАРА

ТЕХНИЧЕСКИЙ ОТЧЕТ
по результатам георадиолокационного
обследования

*Место проведения исследования: РК, Актыбинская область, дамба
«Актыбинское водохранилище», 50°13'58.5"N 57°17'33.2"E. 27.05.2025 г.*

Алматы, 2025

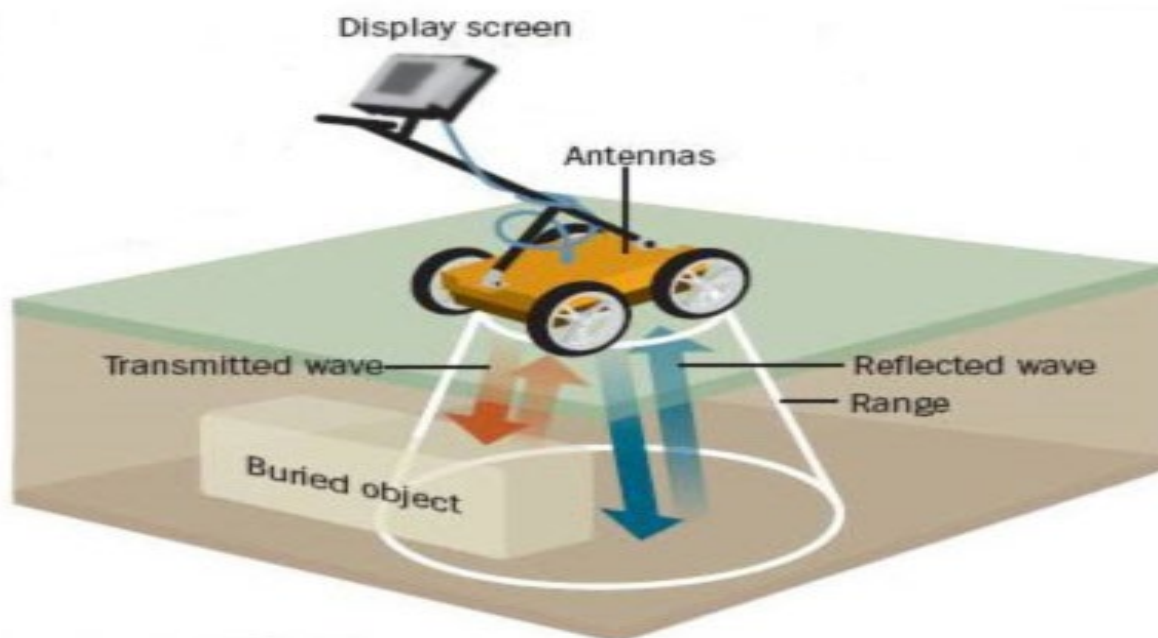
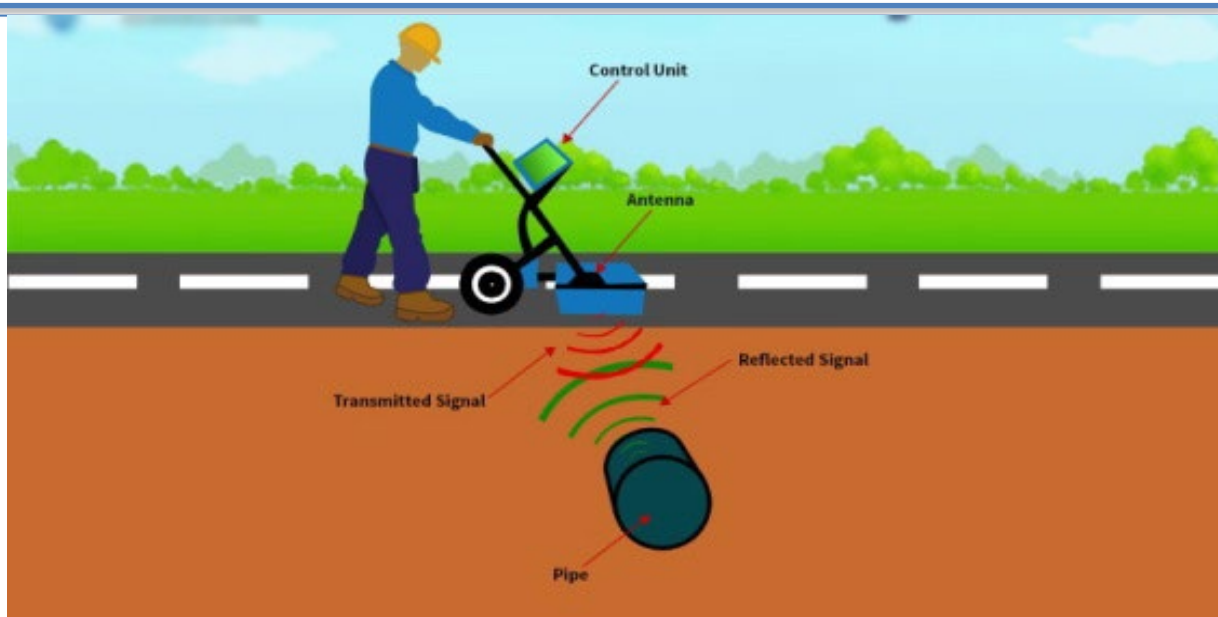
СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ

Георадарное зондирование – это геофизический метод сканирования верхних слоев земной коры. Данный метод достаточно широко применяется для решения геотехнических, геологических, экологических, инженерных и других задач. Прямое назначение метода – обнаружение и фиксация неоднородностей и локальных объектов в подземной среде. Задачей метода становится восстановление структуры подземной среды по данным георадара, и это задание самое сложное, выполнение которого во всем мире находится на стадии развития.

Принцип действия георадара основан на методе радиолокации. Передатчик посылает сигнал – излучает в зондируемую среду сверхширокополосные электромагнитные импульсы, а приемник фиксирует сигналы, отраженные от неоднородностей и объектов, расположенных в грунте. Один акт послылки-приема сигнала в записанном виде называется трассой. Из множества таких трасс, зафиксированных в процессе движения георадара, составляется профиль – радарограмма, которая во время зондирования в реальном времени отображает информацию на дисплее.

По скорости возвращения отраженного сигнала и его амплитуде, отображаемых в виде графика, можно судить о плотности среды и ее границах. При наличии в земной толще какого-либо объекта на графике происходит скачок амплитуды, наглядно показывающий его местоположение.



1. ОБЩИЕ ДАННЫЕ

Объект проведения геофизических исследований является: ***РК, Актюбинская область, дамба «Актюбинское водохранилище», 50°13'58.5"N 57°17'33.2"E. Дата проведения георадарной съемки 27.05.2025 г..*** Количество произведенных профилей георадарной съемки различной длины – 23 ед.

Георадарную съемку произвел – специалист Геннадий Сим

1.1. Цели и задачи работ

Основными целями георадарного исследования были:

- ✓ Выявление неоднородностей и скрытых дефектов в структуре грунта дамбы (пустоты, зоны увлажнения, трещины, расслоения).

1.2. Методология

Работы выполнялись с помощью: комплект георадара «ОКО-2», с антенными блоками с частотой 250 МГц.





Эскизные графические материалы. Ситуационный план (схема исследуемых секторов)

Рисунок 1 Схема проведения георадарных исследований



Интерпретация цветов на радиолокационных снимках:

На георадарных профилях желтым и красным цветом изображены слои/объекты с высокой степенью плотности. Синим, голубым и коричневым обозначены зоны с признаками возможного обводнения.

  - зоны уплотнения   - зоны разуплотнения и обводнения

Голубой – более плотный. Коричневый – менее плотный и возможно обводненный.

2. АНАЛИЗ ПОЛУЧЕННЫХ ДАННЫХ

Анализ полученных данных, включает в себя:

Графические материалы: результаты исследований в виде профилей.

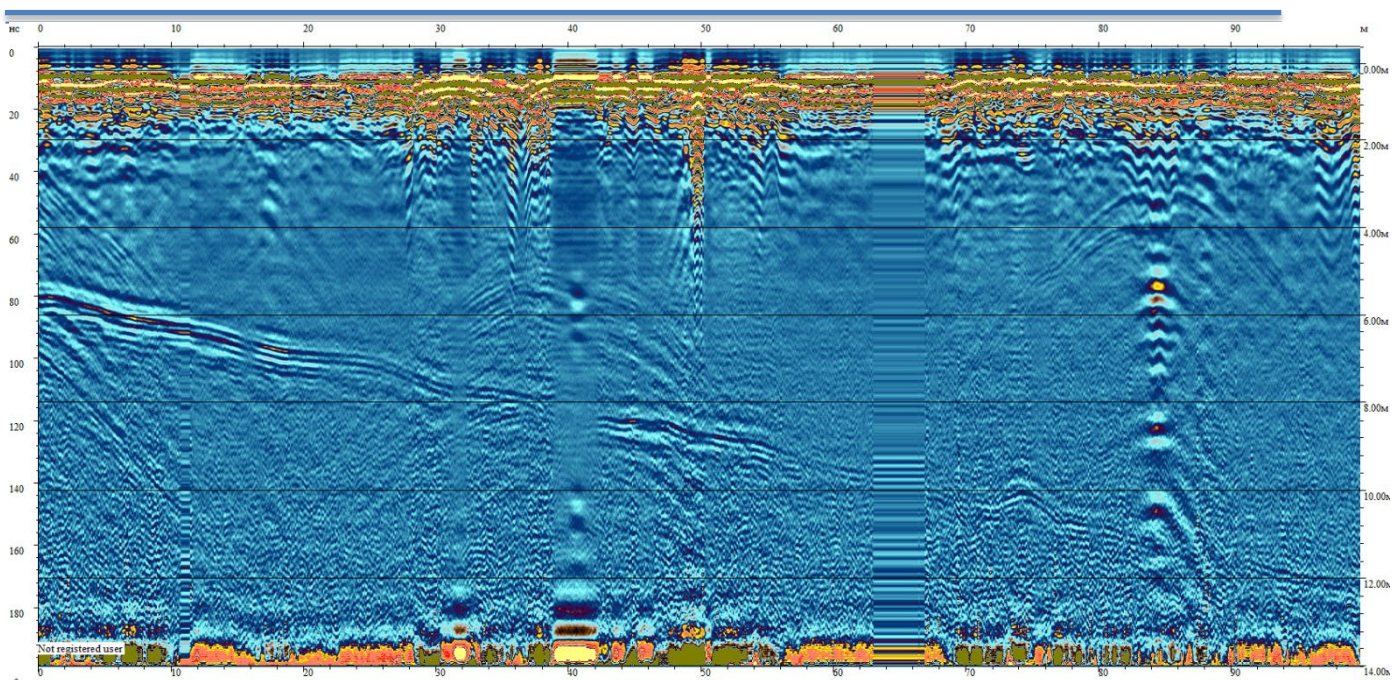
Описание результатов: *Описание геологических слоев и их характеристик.*

Георадарные снимки (глубина 6 и 14 м, длина профилей варьируется):

2.1. Результаты исследований в виде георадарных снимков/сечений и карт №1

Рисунок 2 Профиль №1





Пояснение:

1. Слоистая структура:

- В верхней части (0–3 м) наблюдается относительно равномерное чередование горизонтальных отражений — это указывает на стабильные слои насыпи, вероятно, насыпной грунт с хорошим уплотнением.

2. Аномальные зоны:

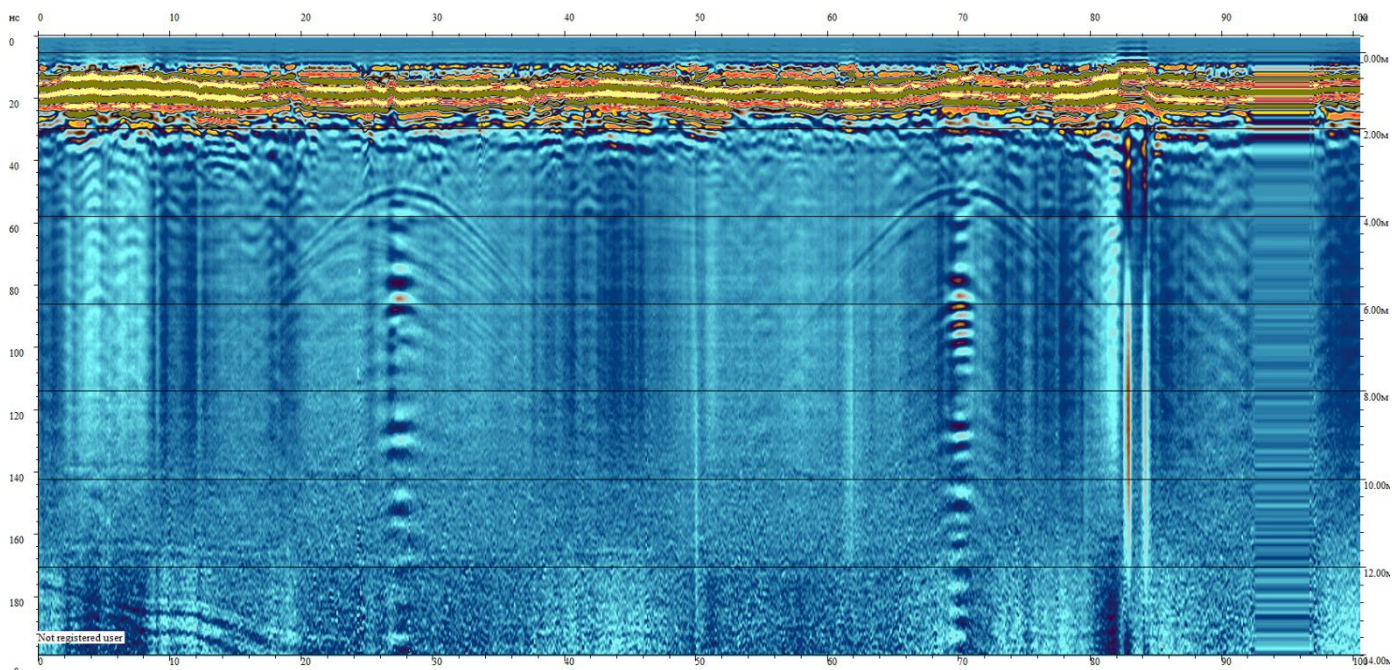
- Зона глубиной ~4–6 м, в центре профиля — резкое ослабление сигнала, провалы отражающих горизонтов. Возможное:
 - локальное разуплотнение;
 - внутренняя трещина или размыв.
- Правый фланг снимка (глубина ~6–9 м) — слабо структурированная зона, хаотичное отражение сигналов и потеря непрерывности — вероятное нарушение плотности или скрытая полость.
- Левые участки профиля на глубине 8–10 м — затенение, возможно, связано с повышенной влажностью или включениями с иным диэлектрическим составом.

3. Отсутствие сигнала (глубже 10 м):

- Почти полное исчезновение отражений в нижней части может означать либо:
 - естественное затухание сигнала (влажный или глинистый грунт),
 - либо наличие водоносного горизонта или насыщенного слоя, поглощающего радиосигнал.

2.2. Результаты исследований в виде георадарных снимков/сечений и карт №2

Рисунок 3 Профиль №2

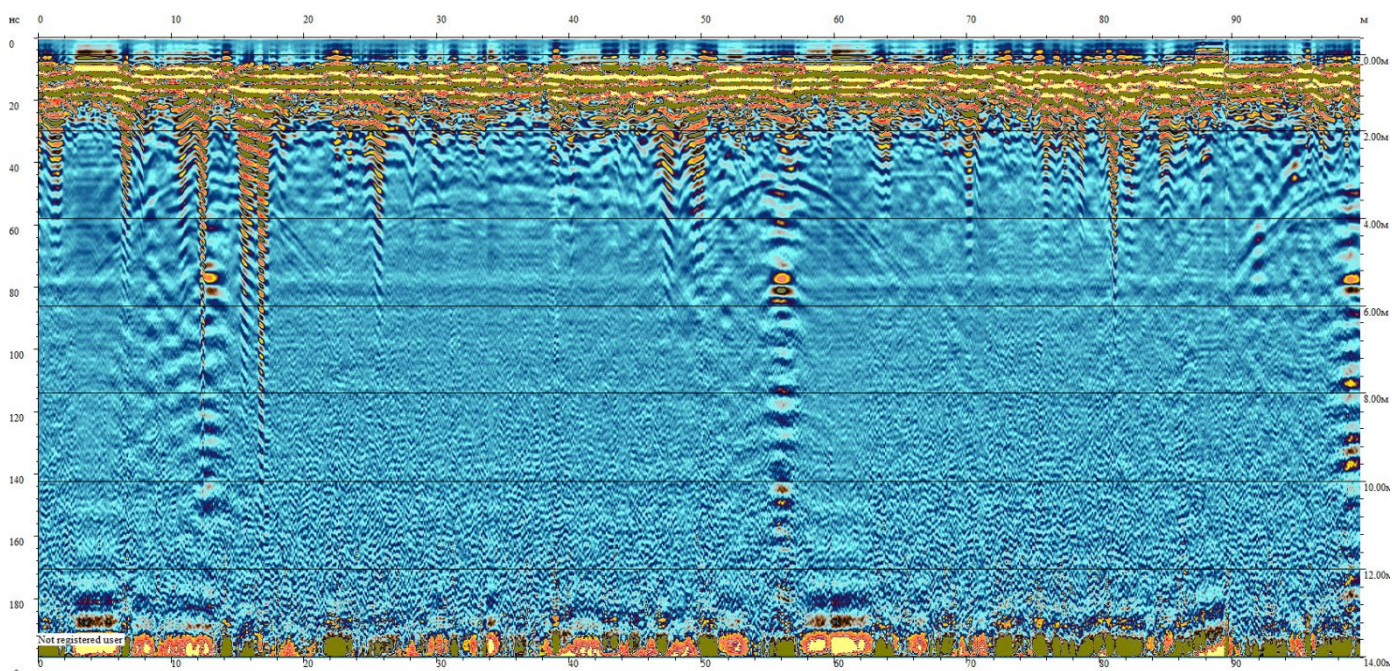


Пояснение:

1. Верхняя часть (0–3 м):
 - Чётко выраженные горизонтальные отражения, без явных дефектов — вероятно, хорошо уплотнённый насыпной слой.
2. Средняя зона (3–7 м):
 - Обнаружены зоны срывов отражающих слоёв, локальные вертикальные прерывания, характерные для:
 - разуплотнённых участков — утрата яркости отражения.
3. Глубинная часть (7–10 м):
 - Обширная слабоотражающая область с размытыми границами в центре снимка — вероятное скопление воды, нарушенная структура, возможно, очаг разрушения.
4. Нижняя граница (>10 м):
 - Практически полное отсутствие отражений — возможно:
 - водонасыщенный слой;
 - или материалы с высоким электропоглощением (глина, ил).

2.3. Результаты исследований в виде георадарных снимков/сечений и карт №3

Рисунок 4 Профиль №3



Пояснение:

Верхняя часть (0–3 м):

Выраженные горизонтальные и пологие отражающие слои.

Признаков нарушения структуры нет — вероятно, уплотнённый и однородный слой.

Средняя часть (3–7 м):

В центральной части — локальные зоны ослабленного сигнала и прерывания слоёв.

Признаки:

разуплотнение или размыв слоёв.

Нижняя часть (7–11 м):

Практически отсутствуют чёткие отражения, особенно:

в правой половине — признаки структурного разрушения, либо насыщенного слоя с высокой влажностью;

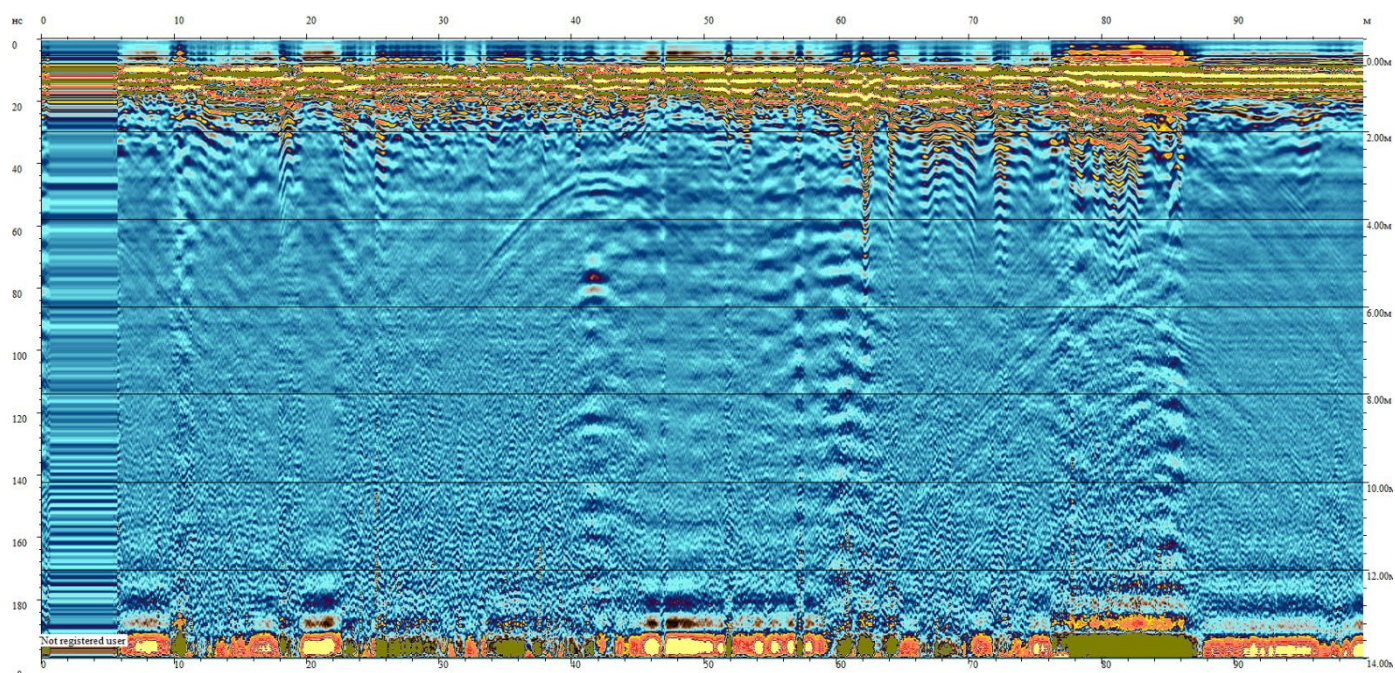
локальные дифракции — возможные включения (камни, пустоты).

Глубина >11 м:

Зона интенсивного поглощения — сигнал сильно гасится, вероятно наличие насыщенного водоносного горизонта или глинистого слоя.

2.4. Результаты исследований в виде георадарных снимков/сечений и карт №3

Рисунок 6 Профиль №4



Пояснение:

Верхняя часть (0–3 м):

- Хорошо выраженные, непрерывные отражающие горизонты.
- Вероятно, уплотнённый и однородный слой насыпи.

Средняя часть (3–7 м):

- В центре и в правой части — области с локальным "затенением" сигнала:
 - вероятно, увлажнение или потеря плотности;
 - местами — размытые слои, возможные зоны капиллярного насыщения или фильтрации.

Нижняя часть (7–11 м):

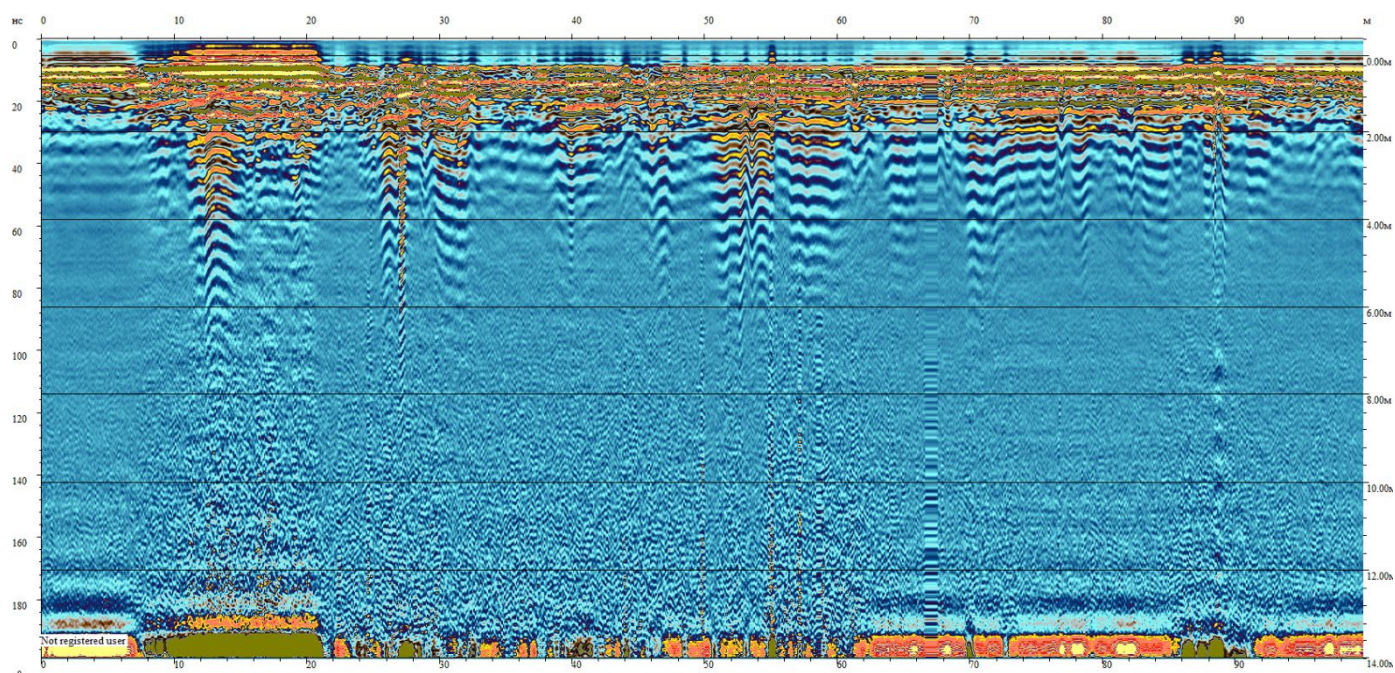
- В левой трети профиля — прерывистые и смазанные отражения, возможен сдвиг или разрушение структуры.
- В центре и справа — сигнал слабый, что может указывать на:
 - высокое содержание воды;
 - либо на зону с нарушением (просадка, суффозия).

Глубже 11 м:

- Сигнал гасится почти полностью — вероятен водонасыщенный слой или глинистая подстилающая толща, полностью поглощающая радиоволны.

2.5. Результаты исследований в виде георадарных снимков/сечений и карт №3

Рисунок 6 Профиль №5



Пояснение:

Верхняя часть (0–3 м):

- Отражения равномерные, горизонтальные и плотные.
- Вероятно, верхняя насыпь с нормальным уплотнением, без видимых нарушений.

Средняя зона (3–7 м):

- В центральной и правой части — зоны с ослабленным сигналом, утратой слоистой структуры.
 - Возможные причины: обводнение, разуплотнение, капиллярное насыщение.
 - Отмечается эффект “провала сигнала” — признак повышения диэлектрической проницаемости (влажность).

Нижняя зона (7–11 м):

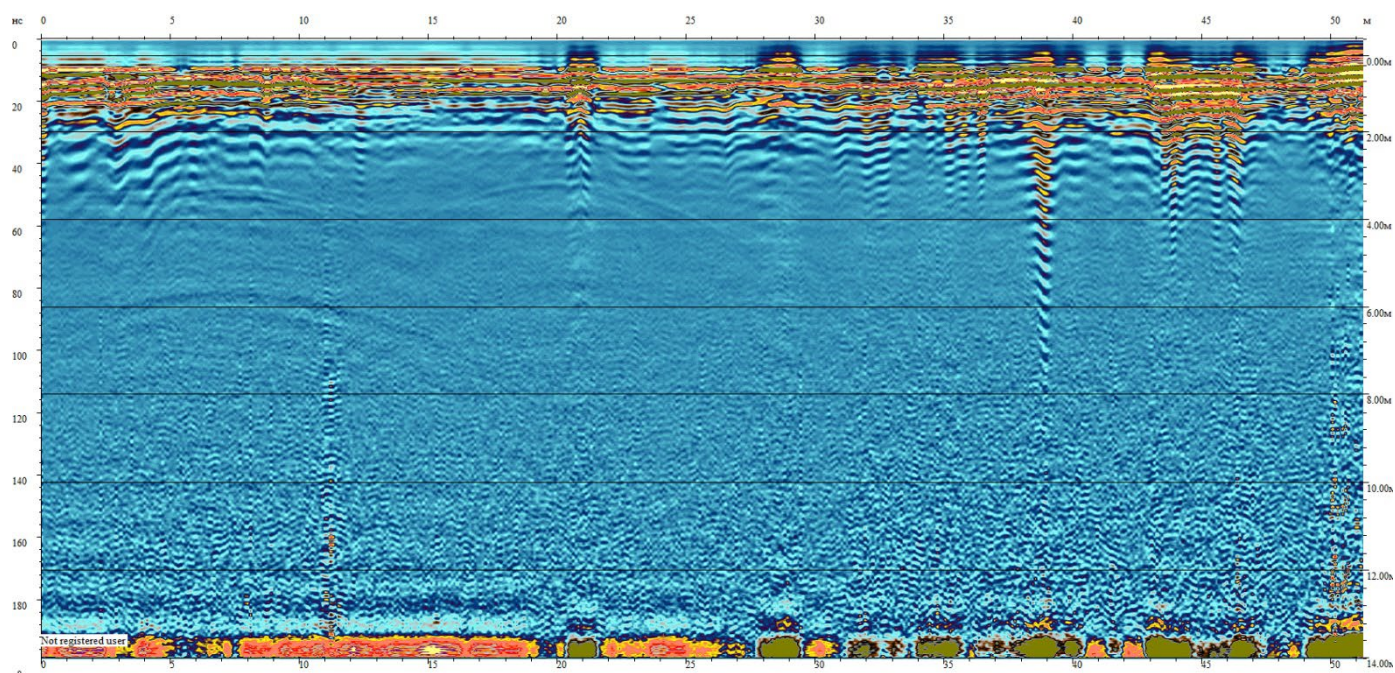
- В левой части — выраженные разрывы отражающих горизонтов.
 - Могут свидетельствовать о структурных разрушениях (суффозия, фильтрационный канал).
- В центральной и правой зоне — отражения размыты, хаотичны или полностью отсутствуют.
 - Возможен насыщенный водой пласт или ослабленный материал с высоким влагосодержанием.

Глубже 11 м:

- Полное исчезновение сигнала по всей ширине — вероятно, высоковлажный глинистый слой или насыщенный водоносный горизонт.

2.6. Результаты исследований в виде георадарных снимков/сечений и карт №3

Рисунок 6 Профиль №6



Пояснение:

0–3 м (верхний слой):

- Горизонтальные, плотные, регулярные отражения.
- Указывает на нормальную, равномерно уплотнённую верхнюю насыпь.

3–6 м (средняя часть):

- В центре профиля и справа наблюдаются зоны с ослабленным сигналом и разрывами слоёв.
- Возможное объяснение:
 - Разуплотнение грунта;
 - Обводнение — сигнал рассеивается в увлажнённой среде;

6–10 м (глубинный слой):

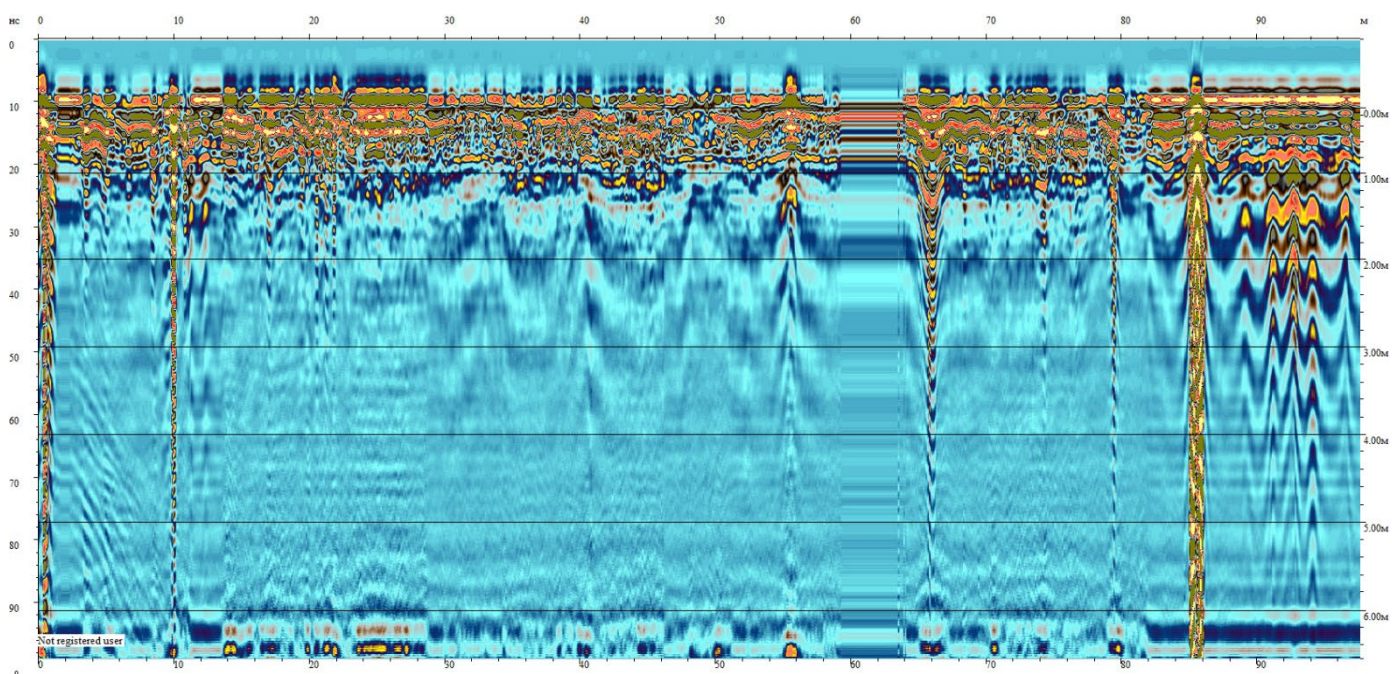
- В левой половине — размытая структура, локальные «пятна» с неустойчивым отражением.
- В центре — потеря горизонтальных границ слоёв, затухание сигнала:
 - Возможные зоны разрушения или насыщения водой;
 - Указание на нарушение внутренней структуры.

>10 м (нижний слой):

- Сигнал гасится по всей ширине — вероятное наличие:
 - водоносного горизонта,
 - глинистого подстилающего слоя с высокой проводимостью.

2.7. Результаты исследований в виде георадарных снимков/сечений и карт №3

Рисунок 6 Профиль №7



Пояснение:

0–2 м (верхний слой):

- Регулярные, ярко выраженные горизонтальные отражения.
- Слой однородный, вероятно, хорошо уплотнённый.

2–4 м (средняя часть):

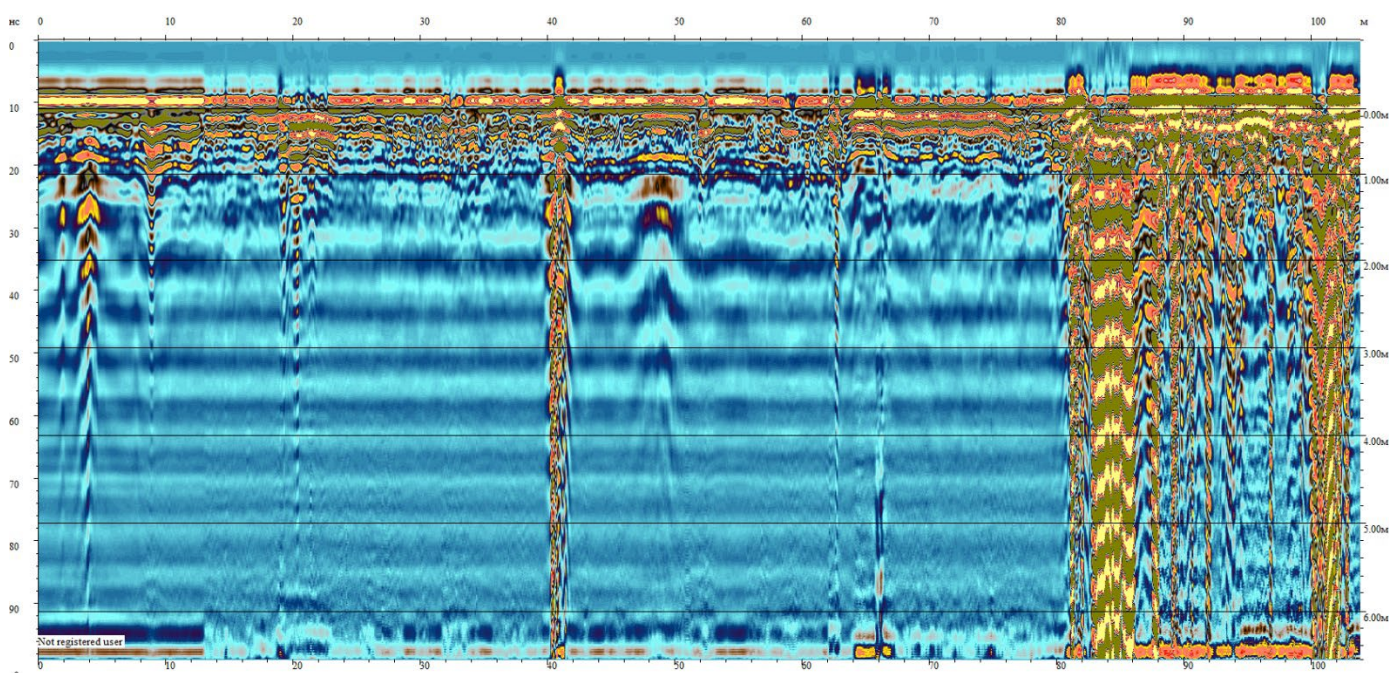
- В центральной части профиля:
 - ослабление сигнала, потеря отражающих горизонтов;
 - может указывать на разуплотнение или начало зоны фильтрации;
- Справа — с 85 м – 90 на месте ремонтных швов аномальное разуплотнение.

4–6 м (глубинный слой):

- В левой и правой части:
 - затухание сигнала и размытые контуры слоёв;
 - вероятное накопление воды или переход к влажному/глинистому основанию;
- Центральная зона — хаотичные отражения, возможен очаг внутренней эрозии.

2.8. Результаты исследований в виде георадарных снимков/сечений и карт №3

Рисунок 6 Профиль №8



Пояснение:

0–1 м (верхний слой):

- Чёткие горизонтальные отражения на всей ширине.
- Признаки: стабильная структура, однородное и плотное уплотнение, без признаков разрушения.

1–4 м (средний горизонт):

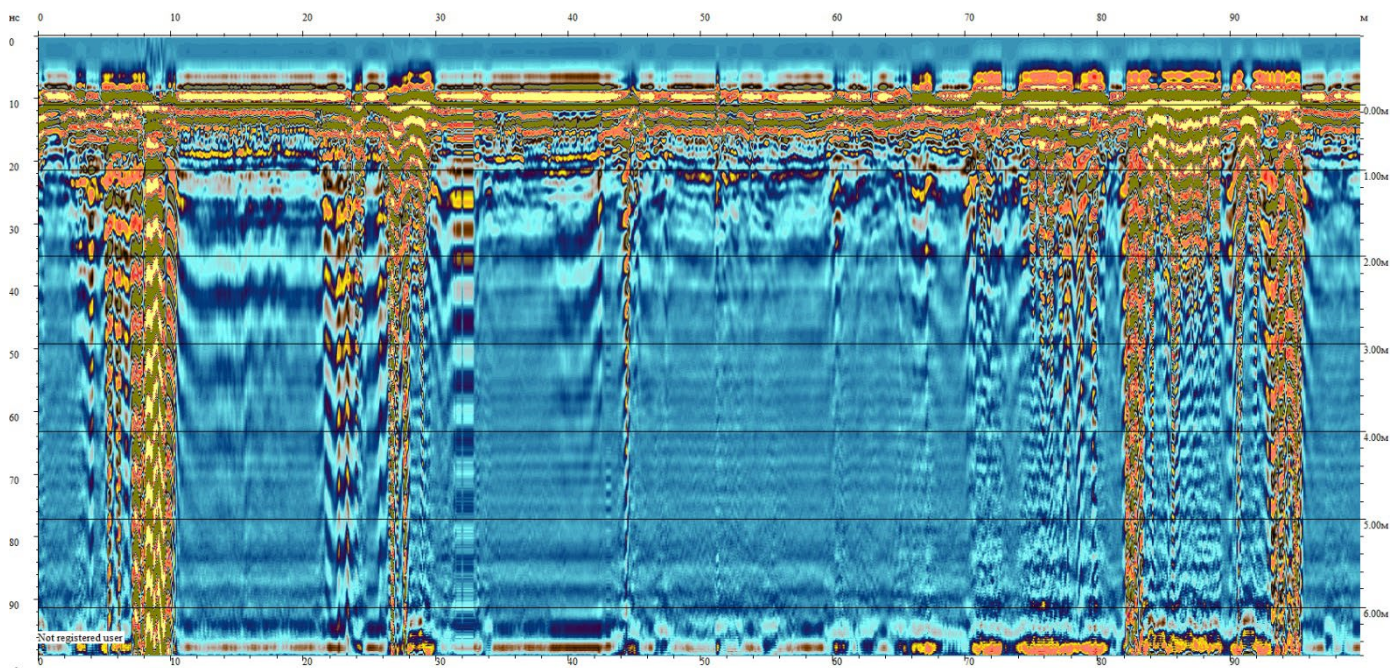
- Центральная часть — зона с пониженным сигналом, искажённой геометрией слоёв:
 - Вероятно, локальное разуплотнение или фильтрация;
 - Возможные включения или небольшие зоны повышенной влажности.
- Правый фланг — аномальное разуплотнение, неровные отражения — возможное нарушение плотности.

4–6 м (нижняя часть):

- В центре и слева — обширные участки с размытым и исчезающим сигналом:
 - Вероятное обводнение, насыщение влагой или структурные разрушения;
 - Возможно — формирование каналов фильтрации, локальные полости.

2.9. Результаты исследований в виде георадарных снимков/сечений и карт №3

Рисунок 6 Профиль №9



Пояснение:

0– м (поверхностный слой):

- Прямые, стабильные горизонтальные отражения на большей части профиля.
- Признаки нормального состояния насыпи.

1–4 м (средний слой):

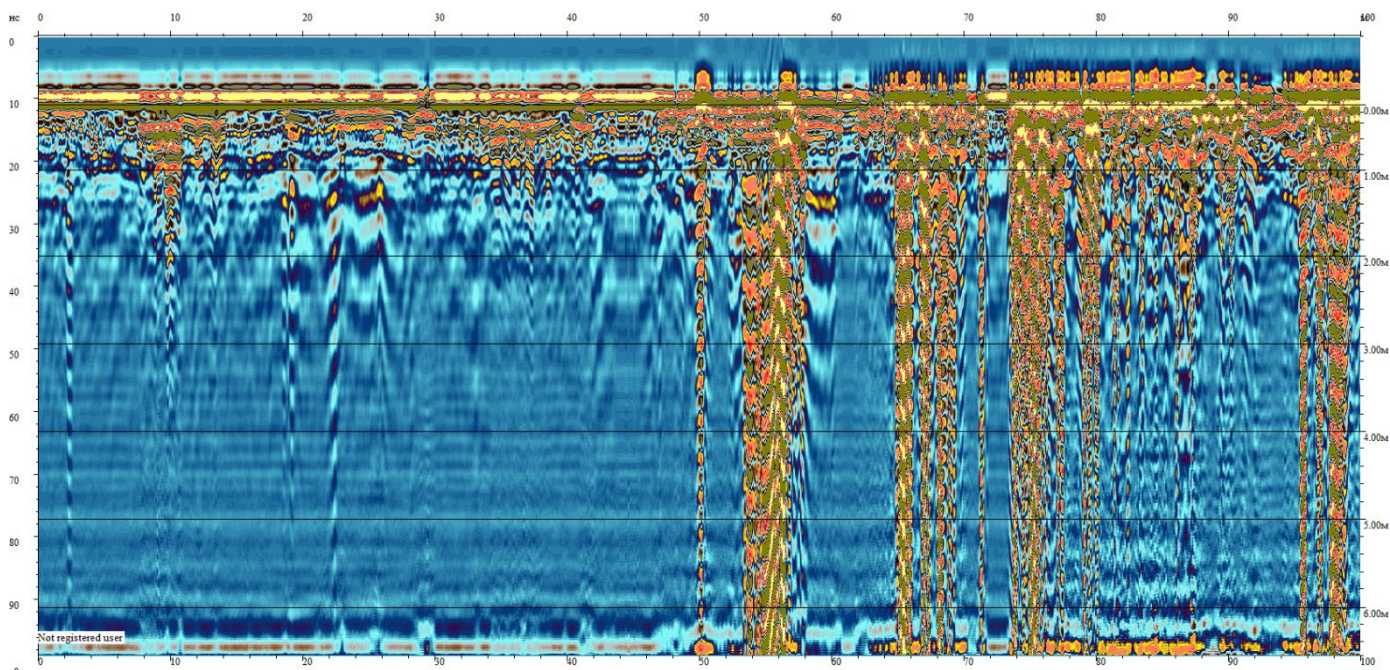
- В центральной части и ближе к левому краю — ослабление сигнала, слабо различимые отражения:
 - Возможное разуплотнение или начало фильтрационного процесса;
 - Возможно, локальное увлажнение.

4–6 м (глубинный уровень):

- Левая часть — выраженное затухание сигнала, полное исчезновение слоистой структуры:
 - Признак обводнения, возможно, начало суффозионного разрушения;
- Центр и правая зона — хаотичные отражения, слабая слоистость, что может указывать на:
 - Нарушения структуры основания;
 - Переход в глинистый или водоносный пласт.

2.10. Результаты исследований в виде георадарных снимков/сечений и карт №3

Рисунок 6 Профиль №10



Пояснение:

0–1 м (верхний уплотнённый слой):

- Хорошо выраженные горизонтальные отражения на всей ширине.
- Указывает на стабильную, хорошо уплотнённую насыпь, без признаков разрушения.

1–4 м (средний уровень):

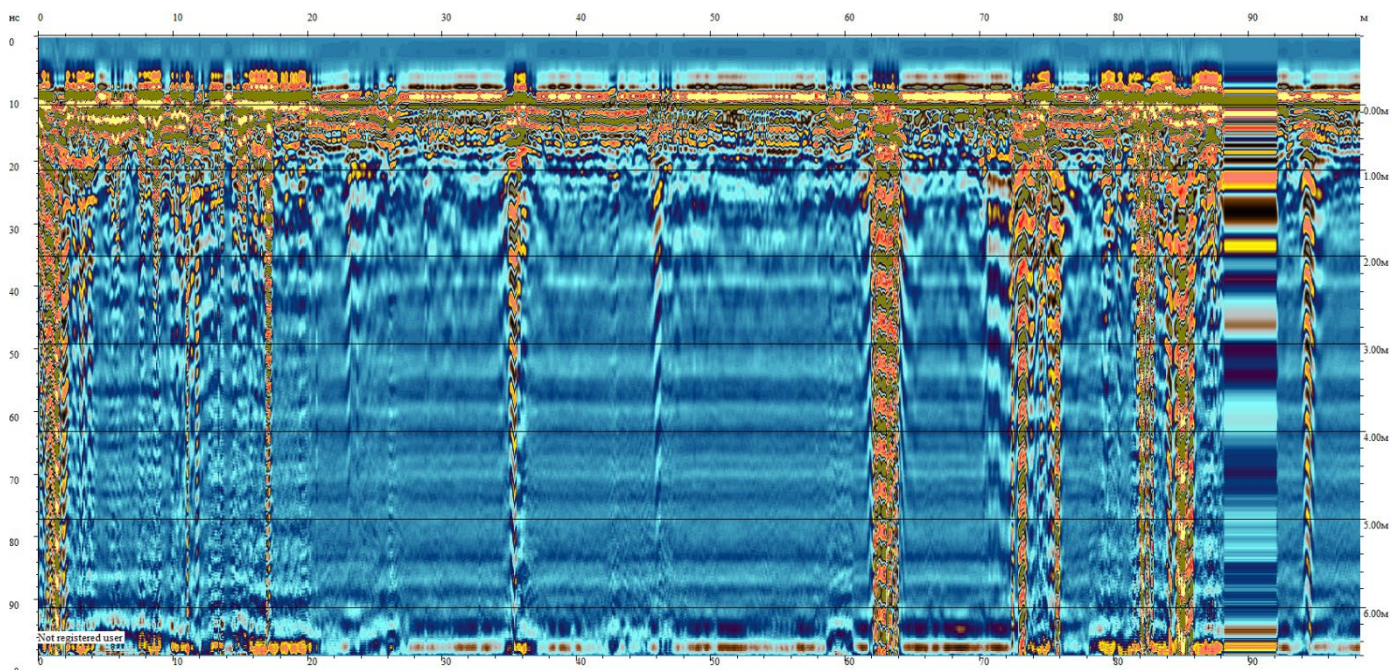
- Центральная часть профиля — ослабление и прерывание отражающих горизонтов:
 - Возможное разуплотнение или начало фильтрации;
- Левая и правая зоны — неравномерные и волнистые отражения:
 - Возможная гетерогенность грунта.

4–6 м (глубинный уровень):

- В левой половине — значительное затухание сигнала, потеря структурности:
 - Признак обводнения, суффозии или формирующейся полости;
- Центральная часть — дифракции и слабые отражения, возможны внутренние разрушения.

2.11. Результаты исследований в виде георадарных снимков/сечений и карт №3

Рисунок 6 Профиль №11



Пояснение:

0–1 м (верхний слой):

- Отражения прямолинейные, регулярные, чёткие по всей ширине.
- Указывает на стабильно уплотнённую верхнюю часть дамбы без признаков разрушения.

1–4 м (средний слой):

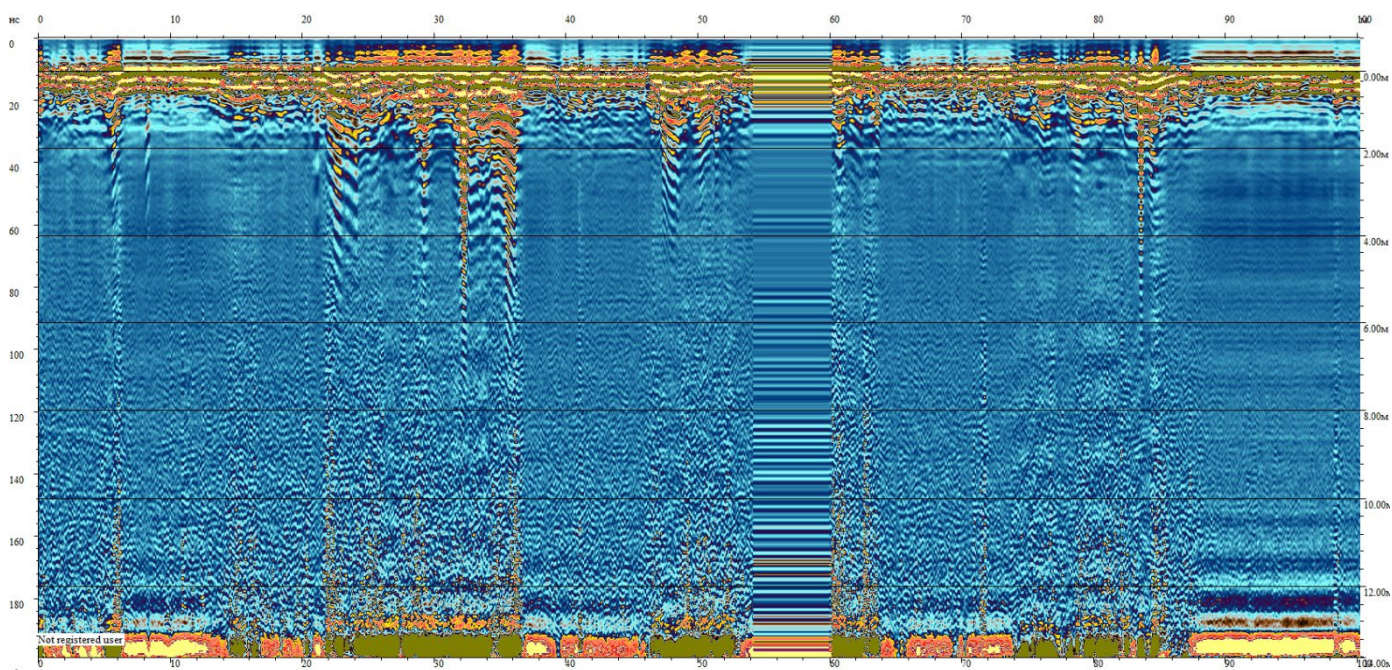
- В центре и правой части — потускнение отражений, небольшие локальные дифракции:
 - Признаки разуплотнения и/или начального обводнения;
- Отмечаются слабые вертикальные нарушения структуры, что может свидетельствовать о локальной фильтрации.

4–6 м (глубинный слой):

- Левый фланг — практически полное затухание сигнала, "размытие" слоёв:
 - Вероятное накопление воды;
- В центре — прерывистые отражения, неустойчивый рисунок:
 - Возможны структурные повреждения или внутренняя эрозия.

2.12. Результаты исследований в виде георадарных снимков/сечений и карт №3

Рисунок 6 Профиль №12



Пояснение:

0–3 м (верхний слой):

- Чёткие, горизонтальные и непрерывные отражения.
- Признаки: хорошо уплотнённый слой насыпи, однородный по плотности и составу.

3–7 м (средний горизонт):

- В центре и слева наблюдается прерывистость отражений, понижение амплитуды:
 - Возможные признаки локального разуплотнения и/или начального обводнения;
 - Структура начинает «размываться», появляется легкая дифракция.

7–11 м (глубинный уровень):

- В правой половине профиля — сильное затухание сигнала и хаотичные отражения:
 - Вероятное накопление воды, суффозия, или нарушение структуры.
- В центре — полное исчезновение горизонтальной структуры — очаг разрушения или просадка.

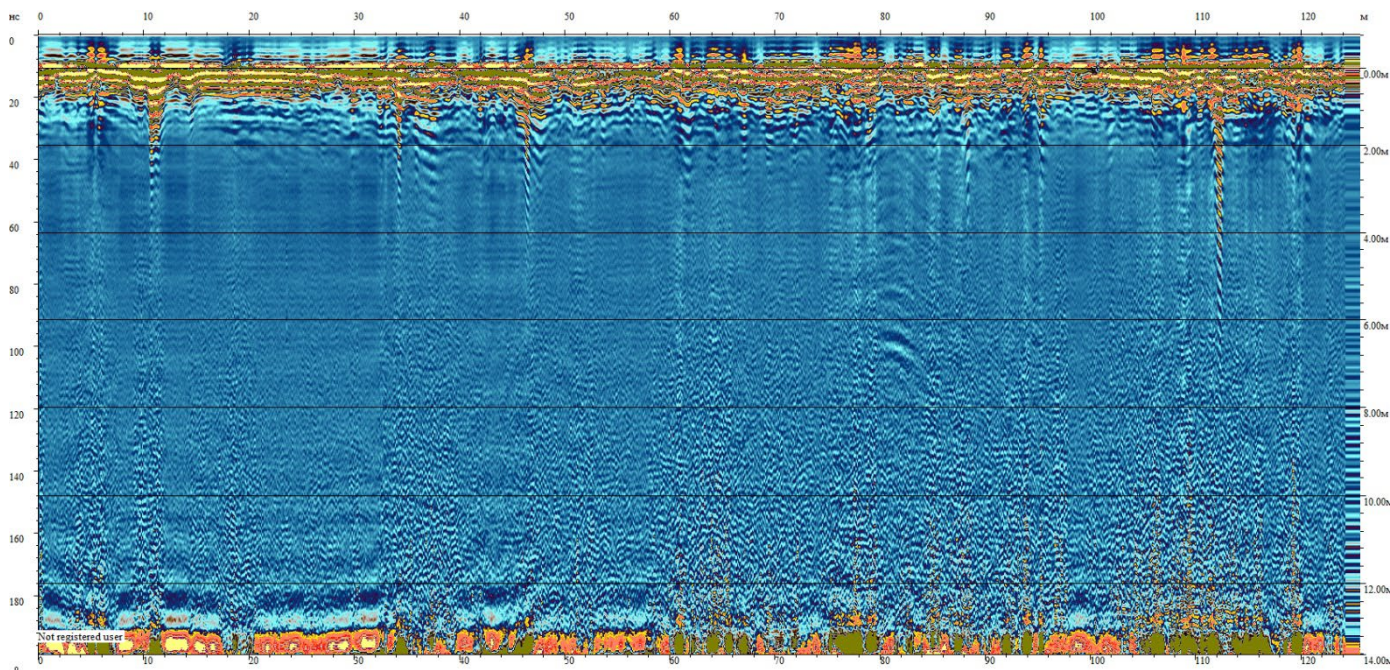
11–14 м (нижняя часть):

- Вся нижняя часть — значительное гашение сигнала по ширине:
 - Признак водонасыщенного основания или глинистой подстилающей толщи;

- Отсутствие стабильной структуры — возможно, зона риска для фильтрации.

2.13. Результаты исследований в виде георадарных снимков/сечений и карт №3

Рисунок 6 Профиль №13



Пояснение:

0–3 м (верхний уплотнённый слой):

- Чёткие, равномерные горизонтальные отражения.
- Признаки: стабильная насыпь, без повреждений и зон увлажнения.

3–7 м (средний горизонт):

- Центральная часть профиля — слабые прерывистые отражения, дифракции:
 - Вероятное разуплотнение материала;
 - Признаки начальной фильтрации или насыщения влагой.

7–11 м (глубинная зона):

- В левой и центральной части — затухание сигнала, потеря структуры:
 - Возможное разрушение грунтового тела, миграция влаги, суффозия;
 - В центре — области с дифракционными следами (возможно, локальные включения или пустоты).

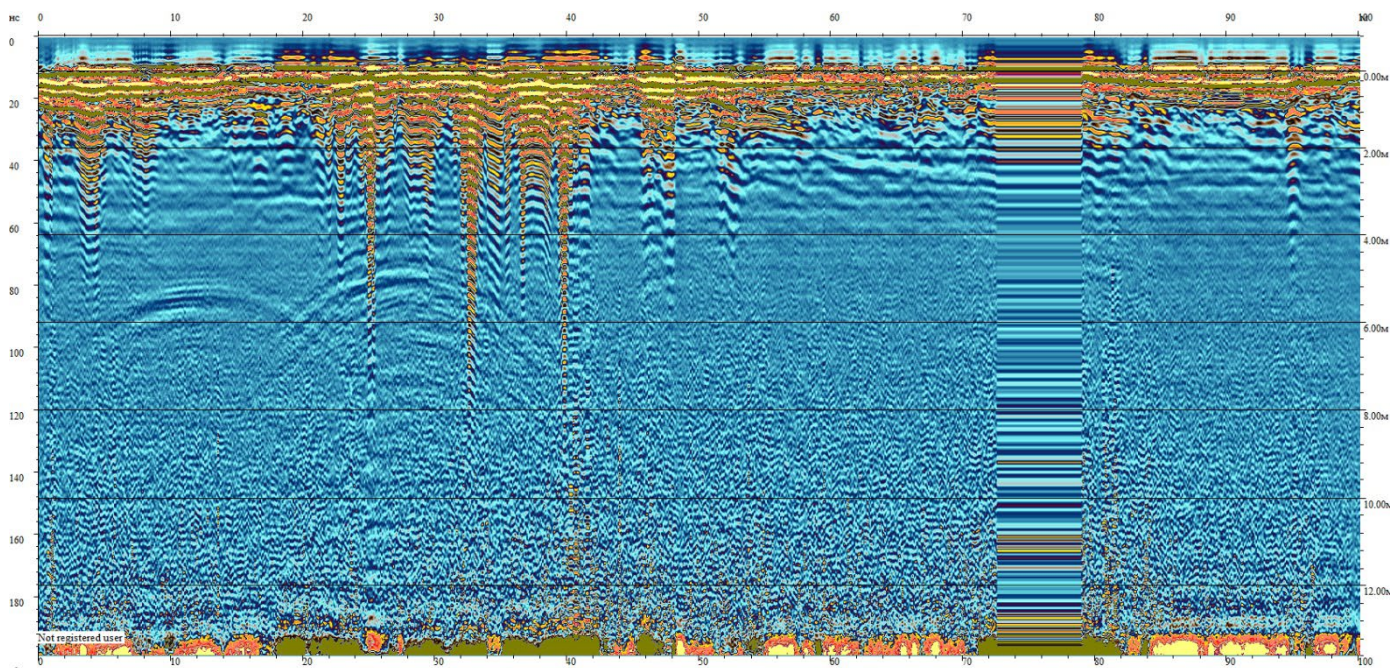
11–14 м (нижний слой):

- Отсутствие чётких отражений по всей ширине;

- Сильное поглощение — признак глинистого водонасыщенного слоя или основания дамбы с низкой прочностью.

2.14. Результаты исследований в виде георадарных снимков/сечений и карт №3

Рисунок 6 Профиль №14



Пояснение:

0–3 м (верхний слой):

- Отражения чёткие, равномерные и непрерывные.

- Состояние насыпи стабильное, без признаков дефектов.

3–7 м (средний слой):

- Центральная часть — ослабленные и размытые отражения, утрата слоистости:
 - Признаки разуплотнения, возможное начальное фильтрационное окно;
 - Местами заметны дифракции — возможно, включения или неоднородности.

7–11 м (глубинный слой):

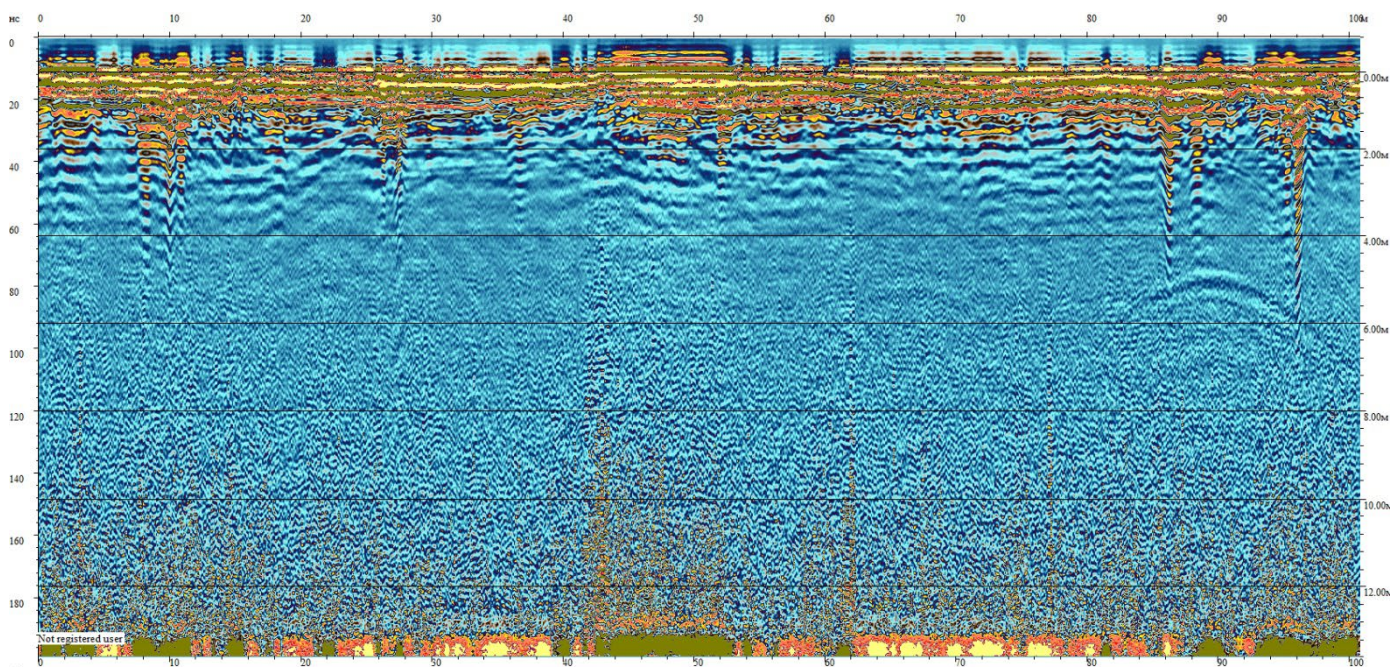
- Левый и центральный участки — поглощение сигнала, утрата структурного рисунка:
 - Высокая вероятность обводнения, внутреннего размыва или суффозии;
 - Центр — особенно подозрительная зона: хаотичная структура, «глухие» участки.

11–14 м (нижний слой):

- Практически полное затухание сигнала по ширине:
 - Вероятный глинистый, водонасыщенный горизонт;

2.15. Результаты исследований в виде георадарных снимков/сечений и карт №3

Рисунок 6 Профиль №15



Пояснение:

0–3 м (верхний слой):

- Горизонтальные, равномерные и яркие отражения по всей ширине.
- Вероятное состояние: хорошо уплотнённая, сухая верхняя насыпь.

3–7 м (средняя зона):

- Центральная часть — ослабление сигнала, смазанные границы слоёв:
 - Указывает на разуплотнение, фильтрационную активность, локальное увлажнение;
- Правая часть — неравномерность структуры, вероятные гетерогенные включения.

7–11 м (глубинный горизонт):

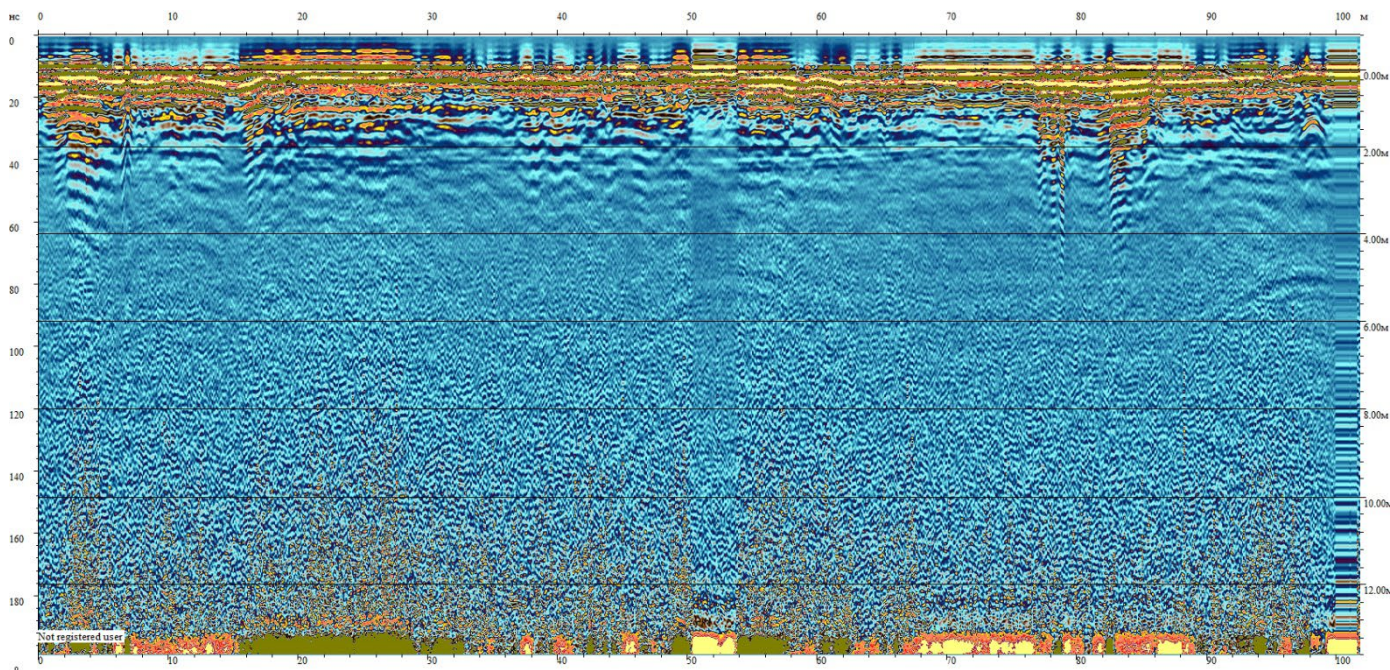
- В левой и центральной части — зоны с почти полным затуханием сигнала и отсутствием слоистости:
 - Признаки структурных нарушений, суффозии, внутренних размывов;
- Наблюдаются дифракционные аномалии, возможные полости или зоны с нестабильным грунтом.

11–14 м (нижний слой):

- Сигнал гасится по всей ширине — вероятное наличие водонасыщенного или глинистого основания с высокой проводимостью.

2.16. Результаты исследований в виде георадарных снимков/сечений и карт №3

Рисунок 6 Профиль №16



Пояснение:

0–3 м (верхний уплотнённый слой):

- Отражения чёткие, стабильные, горизонтальные.
- Вероятное состояние: сухая и однородная насыпь, без признаков разрушений.

3–7 м (средняя часть):

- В центре и справа — непрерывность слоёв нарушена, наблюдаются зоны пониженной амплитуды:
 - Возможные признаки разуплотнения;
 - Отражения становятся размытыми, сигнал «теряется».

7–11 м (глубинная зона):

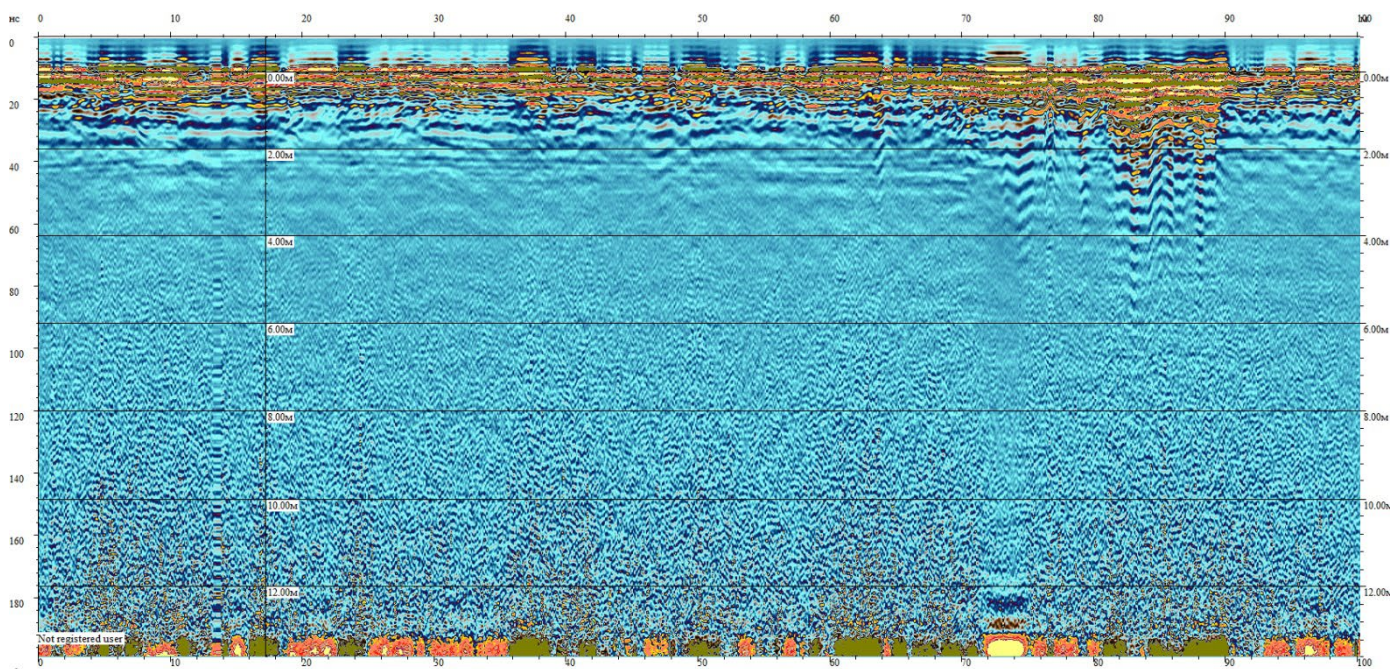
- В центре и левом фланге — зоны с полным затуханием отражений и хаотичной структурой:
 - Вероятные очаги структурных разрушений, суффозии;
 - Возможна фильтрация с образованием пустот или каналов.

11–14 м (нижний уровень):

- По всей ширине — поглощение сигнала, отсутствие читаемой структуры:
 - Вероятно, глинистое основание или водонасыщенный слой, препятствующий прохождению радиоволн.

2.17. Результаты исследований в виде георадарных снимков/сечений и карт №3

Рисунок 6 Профиль №17



Пояснение:

0–3 м (верхний слой):

- Ясные, горизонтальные отражения без разрывов.

- Состояние: хорошо уплотнённая и стабильная верхняя насыпь, признаков деструкции не обнаружено.

3–7 м (средний горизонт):

- В центре и справа — участки со сниженной амплитудой и неустойчивой структурой отражений:
 - Возможные признаки разуплотнения, частичного обводнения, фильтрационного окна;
- Отмечаются локальные прерывания слоёв, характерные для изменения плотности или влажности.

7–11 м (глубинная зона):

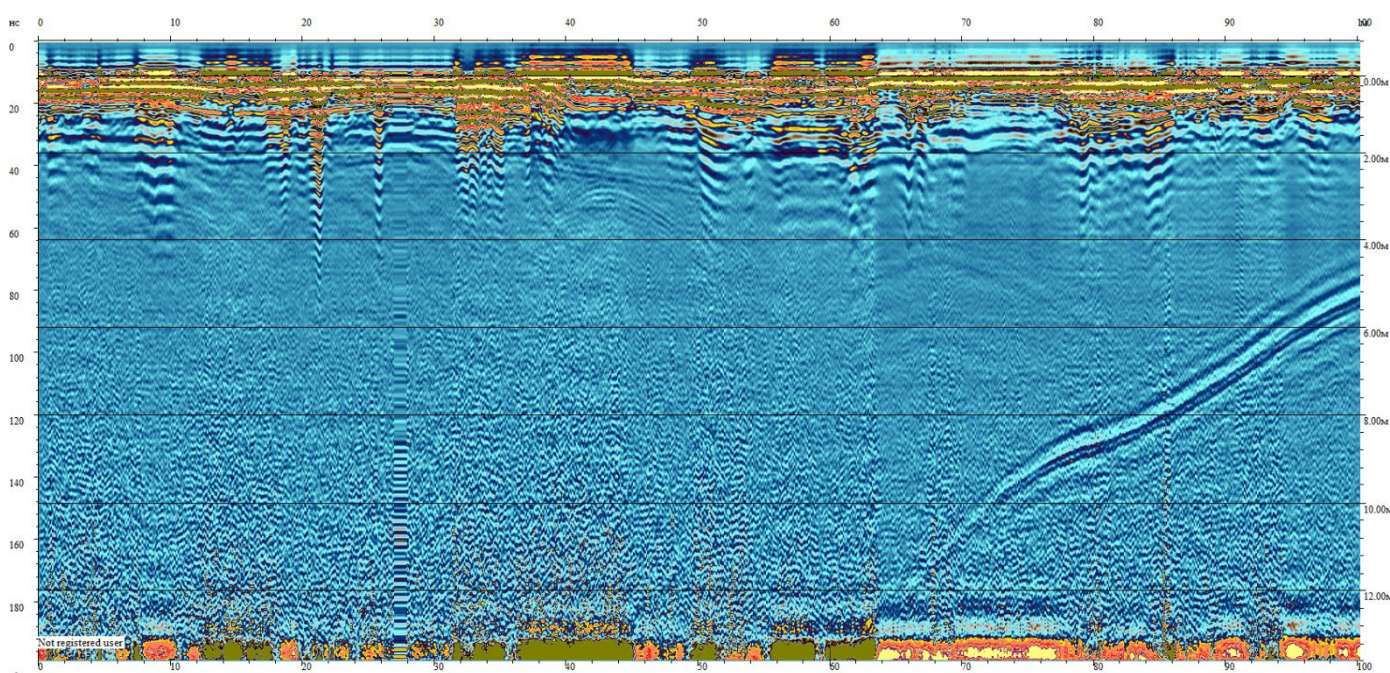
- Левая и центральная части — отсутствие устойчивых отражающих горизонтов, искажение структуры:
 - Вероятные признаки суффозии, внутреннего разрушения, формирования пустот;
 - В центре — участок с дифракциями, возможны включения или каверны.

11–14 м (нижняя часть):

- Сигнал гасится по всей ширине — высокая влажность, водонасыщенный или глинистый слой, сильно поглощающий радиоволны.

1.1. Результаты исследований в виде георадарных снимков/сечений и карт №3

Рисунок 6 Профиль №18



Пояснение:

0–3 м (верхняя часть дамбы):

- Яркие, непрерывные горизонтальные отражения.
- Состояние верхней насыпи хорошее: плотный, однородный материал, без следов разрушения или увлажнения.

3–7 м (средняя часть):

- Центральная часть и участок ближе к правому краю — зона слабых, прерывистых отражений:
 - Вероятно, локальное разуплотнение, повышенная влажность, начальная фильтрация;
 - Имеются искажения геометрии отражающих слоёв, характерные для неоднородной среды.

7–11 м (глубинная часть):

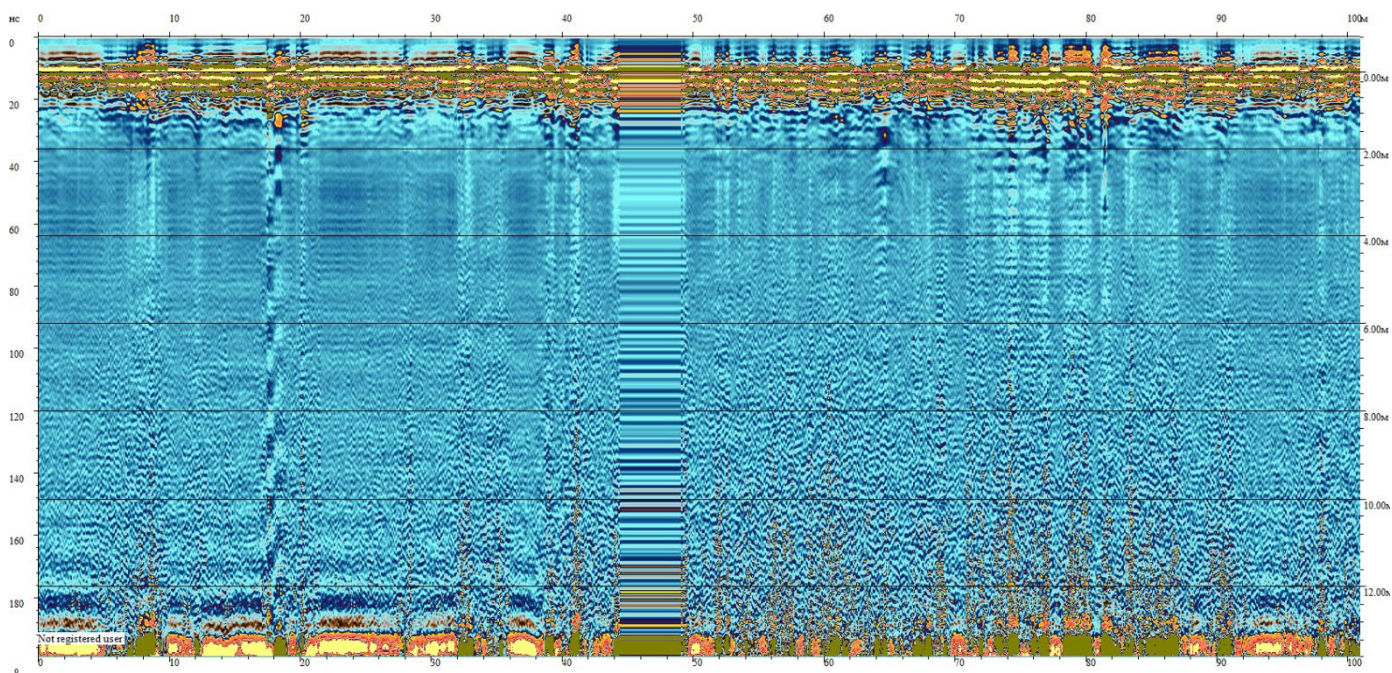
- Левый и центральный сегмент — сильное ослабление сигнала, «размытые» отражения или их полное отсутствие:
 - Признаки внутреннего разрушения, суффозии, формирования пустот;
 - Дифракционные структуры могут указывать на включения или каверны.

11–14 м (основание):

- По всей ширине снимка — почти полное поглощение сигнала:
 - Вероятное наличие глинистого или водонасыщенного подстилающего слоя, который поглощает электромагнитную энергию.

1.2. Результаты исследований в виде георадарных снимков/сечений и карт №3

Рисунок 6 Профиль №19



Пояснение:

0–3 м (верхний слой):

- Чёткие и непрерывные отражающие горизонты по всей ширине.
- Интерпретация: однородная, хорошо уплотнённая верхняя насыпь — дефекты отсутствуют.

3–7 м (средний горизонт):

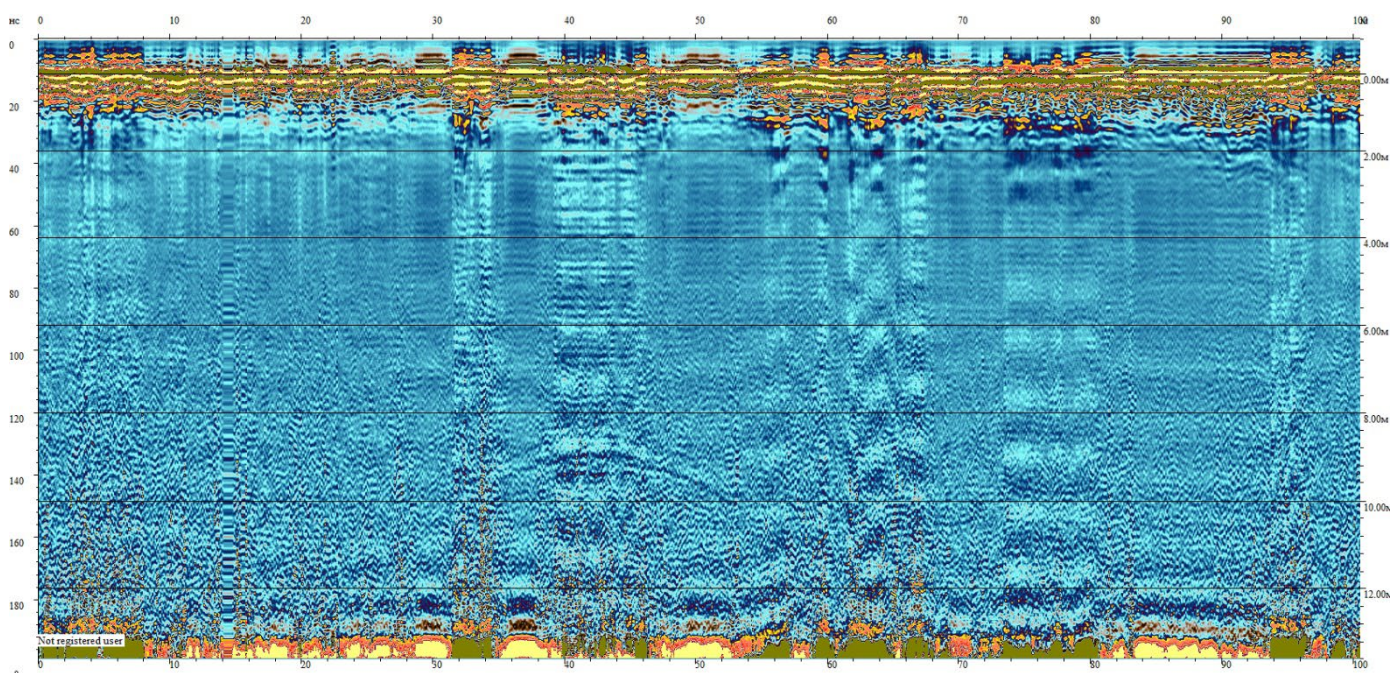
- В центральной части и ближе к правому флангу — прерывание слоёв, потускнение сигнала:
 - Возможные признаки разуплотнения или частичной фильтрации;
 - Отражения становятся волнистыми и диффузными.

7–11 м (глубинная зона):

- В левой части — дифракционные "всплески", слабая структура:
 - Возможны включения, каверны, зона разрушения;
- В центре — провал сигнала, отсутствие непрерывной слоистости.
- 11–14 м (нижняя граница съёмки):
 - Глобальное ослабление сигнала по всей ширине.
 - Вероятно, глинистое основание, насыщенное влагой и не отражающее радиосигнал.

1.3. Результаты исследований в виде георадарных снимков/сечений и карт №3

Рисунок 6 Профиль №20



Пояснение:

0–3 м (верхняя часть дамбы):

- Чёткие горизонтальные слои по всей ширине изображения.
- Указывает на стабильную, сухую и однородную насыпь — дефектов не наблюдается.

3–7 м (средняя часть):

- В центре и правой части — ослабление сигнала, волнистость слоёв:

- Признаки разуплотнения и/или начального обводнения;
- Структура слоёв начинает распадаться, что характерно для локальной фильтрации.

7–11 м (глубинная зона):

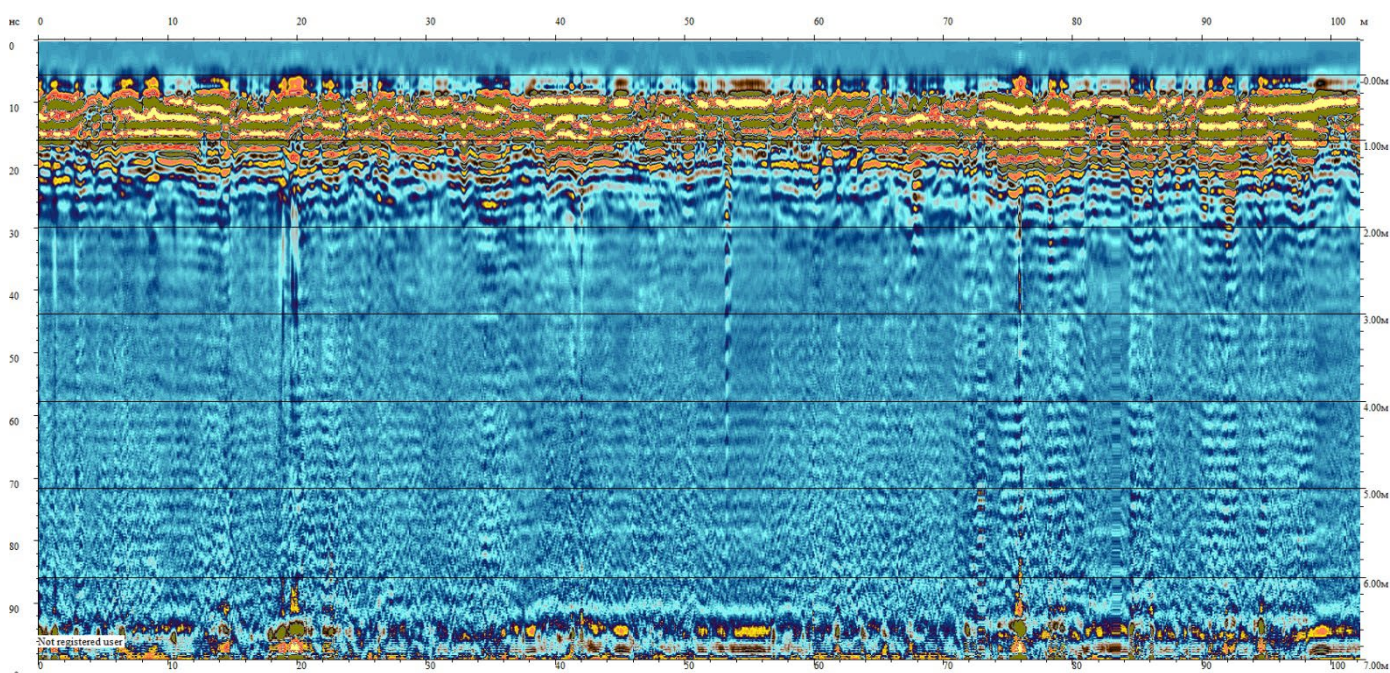
- В левой части — поглощение сигнала, слабая или отсутствующая структура:
 - Возможные процессы: суффозия, вымывание, влажные линзы;
- В центре — локальные дифракции, вероятны включения, каверны или пустоты.

11–14 м (нижняя зона):

- Глобальное затухание по всей ширине профиля:
 - Вероятное наличие глинистого или водонасыщенного основания, которое сильно поглощает радиосигнал и не отражает его обратно.

1.4. Результаты исследований в виде георадарных снимков/сечений и карт №3

Рисунок 6 Профиль №21



Пояснение:

0–3 м (верхняя часть):

- Горизонтальные, чёткие и равномерные слои по всей ширине.
- Состояние: однородная, плотная и сухая насыпь без признаков дефектов.

3–7 м (средняя зона):

- В центральной части и ближе к правому краю — прерывистые отражения, снижение контраста:
 - Признаки разуплотнения, локального насыщения водой, возможная фильтрация.

7–11 м (глубинная зона):

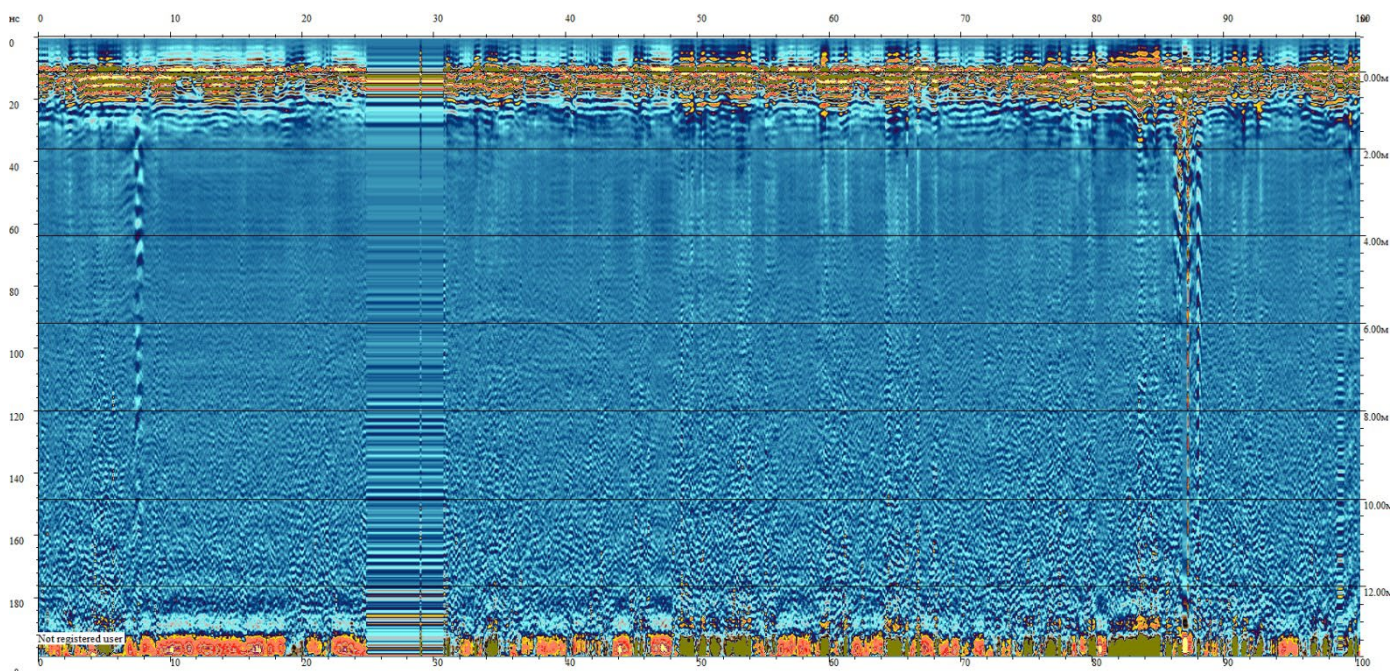
- Центр и левый фланг — значительное снижение отражений, зоны рассеяния и дифракций:
 - Вероятно наличие суффозионных каналов, внутреннего размыва или пустот;
 - Искажение геометрии указывает на нарушение природной структуры грунта.

11–14 м (нижний уровень):

- Полное затухание сигнала по всей ширине — типично для глинистого или водонасыщенного основания,
 - которое поглощает электромагнитные волны и не формирует обратных отражений.

1.5. Результаты исследований в виде георадарных снимков/сечений и карт №3

Рисунок 6 Профиль №22



Пояснение:

0–3 м (верхняя часть):

- Яркие, устойчивые горизонтальные отражения по всей ширине профиля.
- Интерпретация: сухой, плотный и стабильный верхний слой насыпи.

3–7 м (средняя зона):

- В центральной и правой части — разрывы отражающих горизонтов, пониженная амплитуда:
 - Вероятны зоны разуплотнения, увлажнения, возможно — начальные фильтрационные процессы.

7–11 м (глубинный уровень):

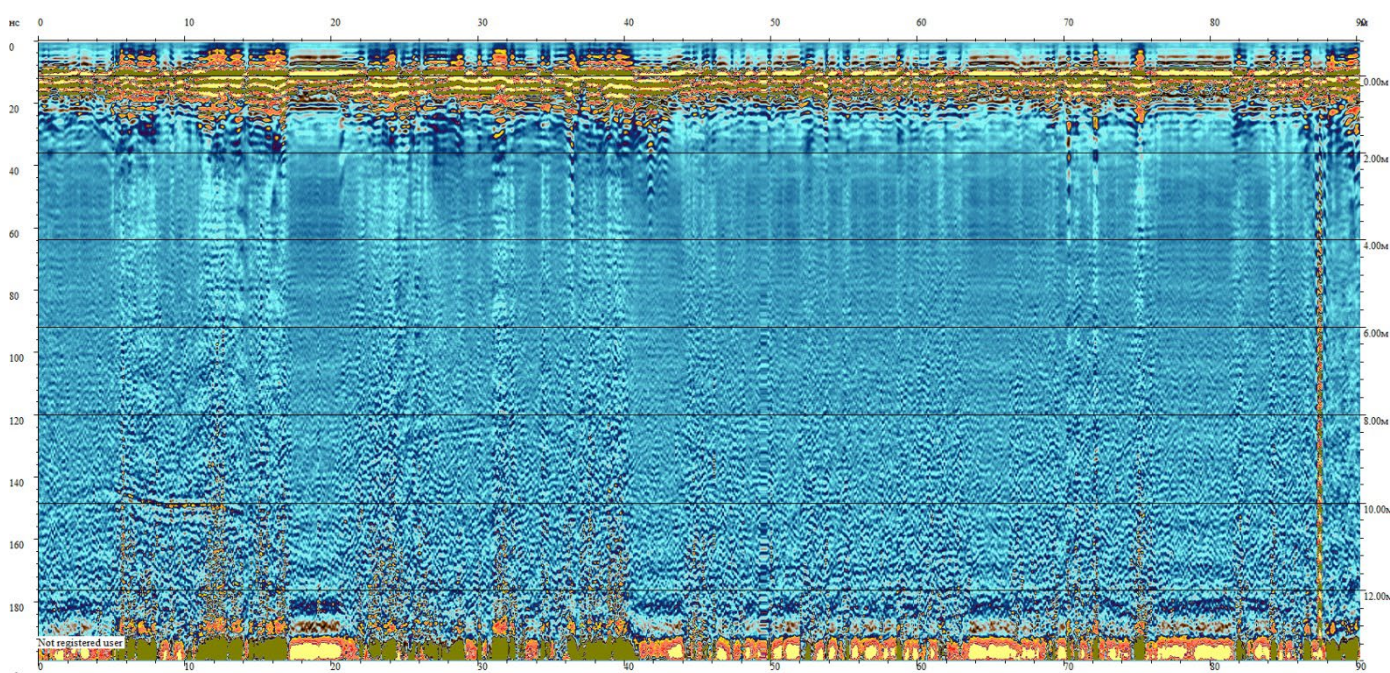
- В левой и центральной части — обширное затухание сигнала, дифракционные искажения, «пятнистая» структура:
 - Вероятны очаги суффозии, каверны, внутренние эрозионные процессы;
 - Потеря структуры указывает на нарушение геометрии слоя.

11–14 м (нижняя граница):

- По всей ширине почти полное исчезновение отражений:
 - Вероятно, глинистое или сильно увлажнённое основание, обладающее высокой диэлектрической проницаемостью и поглощающее сигнал.

1.1. Результаты исследований в виде георадарных снимков/сечений и карт №3

Рисунок 6 Профиль №23



Пояснение:

0–3 м (верхний слой):

- Отражения чёткие и стабильные, горизонтальные, равномерные по всей ширине.
- Интерпретация: уплотнённая, сухая насыпь, без признаков повреждения.

3–7 м (средний слой):

- В центральной части — ослабленные и прерывистые сигналы, волнистая структура:
 - Признаки разуплотнения, локального обводнения или начала фильтрации;
 - Структура слоёв нарушена, возможны неоднородности.

7–11 м (глубинная зона):

- Левый сегмент и центр — полное затухание сигнала, дифракции, «провалы» в структуре:
 - Вероятное проявление суффозии, размыва, внутреннего разрушения;
 - Зона с высоким риском потери плотности.

11–14 м (нижняя часть):

- Отражения полностью исчезают по всей ширине снимка:
 - Вероятно, глинистый или водонасыщенный подстилающий слой, поглощающий радиосигнал.