

Рис. 8. Определение нижней границы опоры по графикам измеренной напряженности электрического поля Еизм (мкВ). $H_{абс}$ — абсолютная отметка, м; — глубина по скважине, м

3. 3D

Построение 3D геоэлектрической карты по данным РВГИ проводится способом волнового восстановления, который количественно учитывает параметры зоны Френеля и закономерности распределения энергии внутри нее [4]. Преимуществами 3D метода являются возможность одновременной обработки всех данных просвечивания и создание трехмерной матрицы значений $\rho_{эф}$, что обеспечивает полноту ис-

следования межскважинного пространства и позволяет построить любое произвольное сечение.

На рисунке 10 изображены горизонтальное сечение 3D геоэлектрической карты РВГИ на глубине 8 м с нанесенным контуром опоры и поперечное вертикальное сечение по линии I-I, проходящее через середину опоры. В центральной части разреза на изолиниях $\rho_{эф}$ достаточно четко проявляется нехарактерное локальное понижение подошвы пород с низким сопротивле-

нием, что можно объяснить влиянием опоры. Вопрос заключается в том, по какой именно изолинии следует провести нижнюю границу кессона? С обеих сторон разреза приведены диаграммы кажущихся сопротивлений, полученные по данным каротажа ОРВП в скважинах 12 и 38, на которые влияние опоры отсутствует в связи с ограниченной глубиной метода. На обеих каротажных кривых хорошо выделяются интервалы перехода от грунтов с низким сопротивлением к грунтам с более высоким сопротивлением. Стоит заметить, что при отсутствии опоры эта граница и в данных просвечивания прошла бы горизонтально. Изолиния с $\rho_{эф} = 180 \text{ Ом}\cdot\text{м}$, соединяющая указанные интервалы перехода на графиках ОРВП, в средней части разреза опускается вниз по разрезу до глубины с абсолютной отметкой $H_{абс} = 97 \text{ м}$. Это значение можно принять за глубину заложения опоры моста.

Следует отметить, что условия для решения вышеназванных задач методом радиопросвечивания были неблагоприятными. Дело в том, что оптимальной для применения РВГИ является равносторонняя треугольная сеть скважин. Конкретная величина расстояния между скважинами рассчитывается исходя из уровня сопротивлений исследуемой среды и требуемой детальности исследований. Для этих условий определяются рабочие частоты измерений. В рассматриваемом в статье случае, например, оптимальное расстояние между скважинами должно составлять 15-20 м, а оптимальная схема расположения скважин приведена на рис. 11. Преимущества такой сети заключаются в том, что три сечения на-

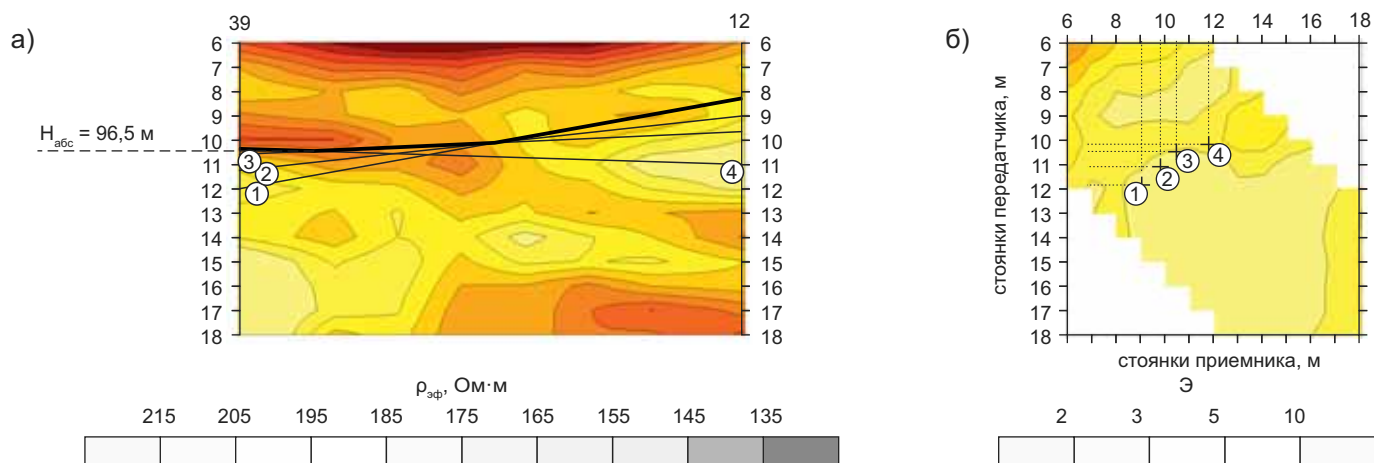


Рис. 9. Выявление нижней границы опоры по величине коэффициента экранирования $k = 2$: а — геоэлектрический разрез в сечении скважин 39–12, б — обобщенная плоскость коэффициентов экранирования между скважинами 39 и 12. $H_{абс}$ — абсолютная отметка, м; $\rho_{эф}$ — эффективное сопротивление, измеренное методом РВГИ, Ом·м; k — коэффициент экранирования

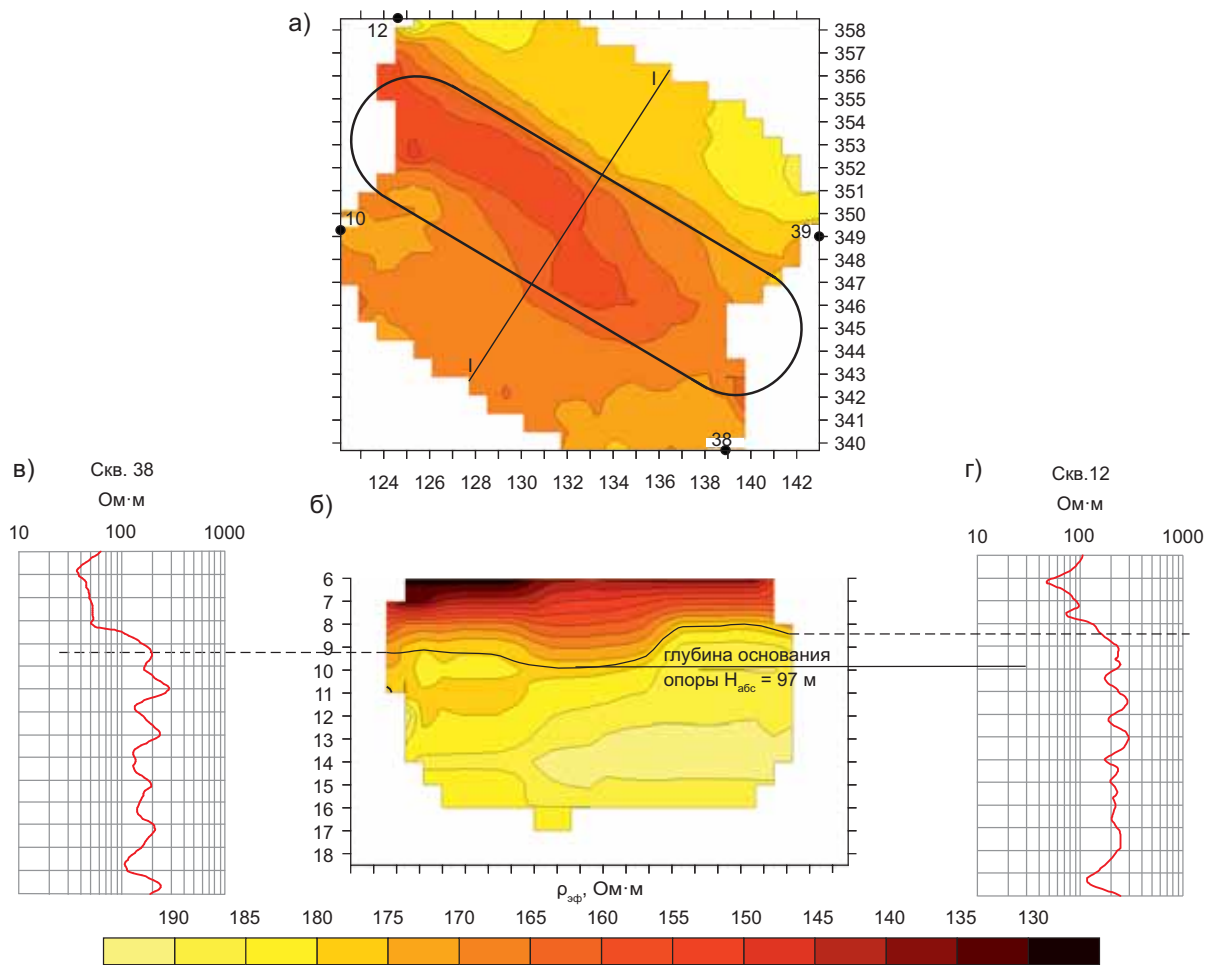


Рис. 10. Определение нижней границы опоры по поперечному разрезу 3D геоэлектрической карты по данным РВГИ: а — горизонтальное сечение 3D геоэлектрической карты РВГИ на глубине 8 м с нанесенным контуром опоры; б — поперечное вертикальное сечение по линии I-I, в — диаграмма каротажа ОРВП по скважине 38; г — диаграмма каротажа ОРВП по скважине 12; H_{abc} — глубина по скважине, м; $\rho_{эф}$ — эффективное сопротивление, измеренное методом РВГИ, Ом·м; $\rho_{корВП}$ — кажущееся удельное сопротивление, измеренное с помощью метода ОРВП, Ом·м

правлены вкрест опоры (исключается одинаковое влияние опоры на всю плоскость просвечивания), а четыре сечения являются «свободными» от ее влияния. В этом случае появляется возможность сравнивать результаты измерений при одних и тех же геологических и технологических условиях изучаемой среды.

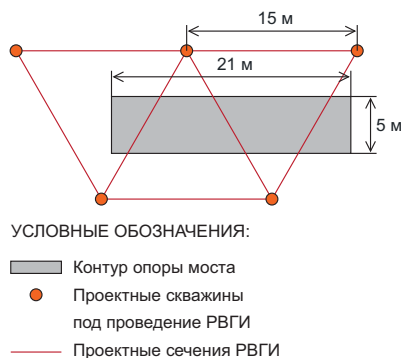


Рис. 11. План оптимальной сети скважин для исследования опор

Заключение

На основе результатов проведенных исследований можно сделать выводы о вкладе каждого из использованных методов при изучении инженерно-геологических объектов рассмотренного типа.

Гамма-каротаж может быть применен для литологического расчленения разреза, основным критерием для которого будет служить глинистость.

При комплексировании ГК и ОРВП становится возможным построение геологических разрезов и выделение в них областей развития локальных неоднородностей, таких как карст. Условием для этого является связь электрического сопротивления со свойствами пород (трещиноватостью, обводненностью).

С помощью метода РВГИ возможно оконтуривать исследуемые объекты в межскважинном пространстве, а также выявлять в исследуемой толще anomalно низкоомные объекты (опоры мостов) и отслеживать их границы.

Список литературы

1. Борисов Б.Ф., Гуревич Г.Ф., Чигирин И.И. Методические указания по обработке и интерпретации результатов радиопросвечивания в анизотропных средах при редкой сети скважин. М.: Изд-во ЦНИГРИ, 1984. С. 7–41.
2. Истратов В.А. Радиоволновые исследования межскважинного пространства // Инженерные изыскания. 2008. № 4. С. 78–83.
3. Истратов В.А., Остапчук С.И., Скрипник А.В., Перекалин С.О. Новая аппаратура для радиоволновой геоинтроскопии горных пород в межскважинном пространстве «РВГИ-2005» // Приборы и системы разведочной геофизики. 2006. № 1(15). С. 20–26.
4. Кузнецов Н.М. Способ 3D обработки данных радиоволнового просвечивания межскважинного пространства // Вестник КРАУНЦ. Науки о Земле. 2012. № 1. Вып. 19. С. 240–246.
5. Фейнберг Е.Л. Распространение радиоволн вдоль земной поверхности. М.: Недра, 1961.