



К статье “Смогли ли М. Борн подружить теорию и практику сейсморазведки”

Считаю уместным дать комментарий к моей статье, опубликованной в журнале “Технологии сейсморазведки”, 1, 2009 в разделе “Дискуссии”.

1. Ниже приводится выдержка из цитированной в статье книги К. Аки и П. Ричардса. “*Эффектами рассеяния можно пренебречь как для очень больших, так и для очень малых значений ka* ”¹.

Иначе говоря, малые неоднородности не могут заметно влиять на зарегистрированное волновое поле, и попытки обнаружить в сейсмических данных компоненты, обусловленные взаимодействием с малыми неоднородностями среды, не имеют под собой геофизического обоснования. В том числе, некорректно рассуждать о “точечных дифракторах”, и заметный вклад в наблюдаемое волновое поле вносят только относительно крупномасштабные объекты, взаимодействие волны с которыми описывается теорией отражения или теорией дифракции.

Чуть ниже, проанализировав диаграмму, которая была воспроизведена в статье на рис. 2, К. Аки и П. Ричардс приходят к заключению: “*Рассеяние становится пренебрежимо малым, когда размер неоднородности оказывается много меньше длины волны. В этом случае среда ведёт себя как однородная, характеризующаяся средними значениями упругих параметров*”, что полностью согласуется с рассуждениями и выводами, приведёнными в статье, а также с основными положениями статьи Г. И. Петрашени и А. Г. Рудакова.

Именно вопрос о минимально возможном размере локальных неоднородностей, непосредственно связанный с предметом дискуссии, т.е. с принципом Гюйгенса, был темообразующим, а остальные, в том числе затронутые вскользь вопросы, относящиеся к определению области адекватности борновского приближения, оказываются второстепенными и не имеющими непосредственного отношения к принципу Гюйгенса.

2. Статья содержит ошибочные выводы о границах области адекватности борновского приближения. Причиной этого явилась неточность, допущенная на диаграмме классификации задач рассеяния, приведённой в

книге К. Аки и П. Ричардса, и воспроизведённая в статье на рис. 2. Красная и зелёная линии вовсе не определяют область корректности борновского приближения “снизу” (как это может показаться из оригинальной диаграммы К. Аки и П. Ричардса - см. книгу), а расположены в области, где это приближение адекватно. Иначе говоря, многоугольник синего цвета следует продолжить вниз вплоть до уровня $ka = 0$. Однако именно эти линии имеют непосредственное отношение к основному предмету рассуждений. Так, красная линия отделяет область диаграммы, в которой задача рассеяния на мелкомасштабных неоднородностях ($ka \ll 1$) теряет смысл: в области ниже красной линии, обозначенной как “эквивалентная однородная среда”, энергия рассеянных волн составляет менее 10% энергии волны, взаимодействующей с областью среды, содержащей неоднородные вкрапления. Таким образом, по мнению К. Аки и П. Ричардса (см. выше - раздел 1), эффектами рассеяния в такой среде можно пренебречь.

Для мелкомасштабных неоднородностей (область, расположенная ниже красной линии) борновское приближение оказывается корректным, но не это нас интересует при изучении принципа Гюйгенса. Оказывается, что в этой области рассеяние на неоднородных вкраплениях (оценка их минимального размера, сделанная на основании анализа рис. 2, приведена в статье) настолько мало, что в практически важных ситуациях им можно пренебречь и тем самым утверждать, что при взаимодействии с волной такая среда реагирует почти как сплошная однородная среда. Попытки обнаружить в зарегистрированном реальном волновом поле элементы, обусловленные взаимодействием волны с малыми неоднородными вкраплениями, обречены на неудачу.

3. Дискуссия, развернувшаяся на страницах журнала “Технологии сейсморазведки”, стала выходить далеко за рамки принципа Гюйгенса - темы, заданной в статье Г. И. Петрашени и А. Г. Рудакова. Вдумчивый читатель получил достаточно информации из этой статьи, а также из комментариев к ней, опубликованных в номерах 2, 2008 и 1, 2009 и может самостоятельно разобраться в проблеме.

¹ Где a - характерный линейный размер неоднородных вкраплений; $k = \frac{2\pi}{\lambda}$; λ - длина волны (примечание М. Д.)