Записки научных
семинаров ПОМИ
Том 274, 2001 г.

**Г. И. Петрашень**

## ВМЕСТО ПРЕДИСЛОВИЯ

Предлагаемый выпуск содержит три статьи, объединенные лишь общностью принадлежности их к феномену сейсморазведки. Некоторые сведения об их содержании дает прилагаемое оглавление. Однако для освещения особенностей статей оказалось уместным прибегнуть и к предисловию.

**1.** Первой в настоящем выпуске "Записок научных семинаров ПОМИ" помещена вторая часть монографии Г. И. Петрашеня, озаглавленной "Распространение сейсмических волновых полей в слоистых средах" (имеющей характер учебного пособия повышенного типа).

Эта часть снабжена титлом "Простейшие волновые процессы на плоских границах раздела однородных анизотропных упругих сред. II". Основное внимание в ней уделено физической наглядности рассматриваемых процессов отражения-преломления волн на плоских границах раздела, а также – явлениям в анизотропных упругих средах, трактуемых в рамках лучевого метода.

**2.** Следующими в выпуске приведены две небольшие, но принципиальные по своему содержанию статьи, посвященные кризисному состоянию современной технологичной сейсморазведки. Причины кризиса восходят, прежде всего, к пренебрежению типичными для механики сплошных сред представлениями о реальной сейсмической (сплошной) среде, как о носителе упругих возмущений в форме сигналов или волн, порождаемых лишь внешними по отношению к среде воздействиями. Возбуждаемые сигналы и волны зависят, как известно, от геометрии среды, вещественного ее состава и от типа прилагаемого воздействия, в частности, – от его "формы". В технологичной сейсморазведке подобные параметры волн не измеряются, а условия возбуждения среды – не контролируются. Вследствие этого представление о первичном сигнале, возбуждающем "локально-известное" поле волн в среде, там фактически полностью утрачивается. Вместе с этим утрачивается и сама идея – изучения свойств участка среды путем "лоцирования" его элементов какими-либо известными импульсами.

И трагично то, что такая утрата ничем не компенсируется, так как не выдвигается никакого альтернативного сейсмического приема, способного эту утрату восполнить! Здесь необходим именно "сейсмический прием", а не применяемые машинно-операторные способы, "сейсморазведочный" смысл которых даже не разъясняется! (То-ли вследствие затруднений это сделать "хорошо", что вполне возможно. То-ли – из-за пренебрежения к читателям, "которые все равно ничего не поймут в нашем программировании!" Такая аргументация здесь также возможна!).

**3.** Немаловажную роль в затруднениях сейсморазведки играет и пренебрежение к точному представлению о существе сейсмических волн и об их количественных характеристиках: об изменчивости скоростей распространения волн; об их поляризации и о влиянии поляризации на результаты регистрации волн на сейсмограммах. И, наконец, – здесь сказывается и утрата представления о формах (колебательной развертки) волн, сохраняющих свою стабильность вдоль профиля при отсутствии взаимодействия с другими полезными волнами, или же – с волнами-помехами.

Такая стабильность, устанавливаемая методами корреляционного прослеживания волн, является (как было известно) лучшим индикатором факта, что волна регистрируется без помех, и потому может быть использована (прямо) в процессе интерпретации результатов наблюдений в сейсморазведке. И вот, такой ценный индикатор оказался утраченным, без тени надежды на физически-правильное его восстановление на основе деконволюции.

**4.** Однако наибольшие (и едва ли преодолимые) затруднения в разработку технологичной сейсморазведки вносит обилие в ней физико-математических понятий и терминов, смысл которых или не определен, или определен неточно, или же, наконец, извращен коренным образом. К таковым, употребляемым в технологичной сейсморазведке наиболее часто относятся, например, следующие понятия: точка и материальная точка среды, решение волнового уравнения (без каких-либо словесных добавок), понятие о центре дифракции (причем здесь дифракция?), как математически представляется центр дифракции (?) каковы его свойства в однородных, неоднородных и разрывных средах (?) как определяется "точечная модель" сейсмической среды, каков ее физический смысл, какие реальные сейсмико-геологические среды она представляет (?). Каково взаимоотношение между миграцией и методом полей-времен? Как оцениваются погрешности реализаций отдельных (основных) процедур процесса обработки сейсмоданных? Как оценивается точность результатов исследований в структурной области? и т.д., и т.п.

Перечисленным, конечно, не исчерпывается список даже самого необходимого. Если же исходить из содержания предлагаемых статей, посвященных технологичной сейсморазведке, то наиболее важными оказываются понятия о материальной точке сейсмической среды; понятие о центрах дифракции волнового поля и, наконец, общее представление о "точечных моделях" сейсмических сред. Как они представляются математически? Каков их точный физический смысл и к чему сводятся основные упрощения (пренебрежения) при использовании точечной модели?

**5.** Читателей книг и статей по современной сейсморазведке не могут не удивлять причины, требующие (практически обязательного) обращения к трактату о свете Гюйгенса[1] – трехсотлетней давности – для того, чтобы подтвердить справедливость "физического явления" – типа "взрывных источников" и "центров дифракции", полагаемых в основу развиваемого универсального метода построения "точечных технологичных моделей сейсмических сред".

Гюйгенс был одним из великих ученых своего времени (2-ая половина 17-го века), уделявший пристальное внимание оптике и теории света. Его трактаты изучались и цитировались не менее великими учеными его времени, а также – великими учеными-физиками 18-го и 19-го столетий, когда во всех областях экспериментальной и теоретической физики (в механике точек, в механике сплошных сред, в теории электричества, переродившуюся в электродинамику в середине 19-го столетия и др.) наблюдался стремительный подъем. При этом почти до середины 19-го столетия теория света разрабатывалась в рамках упругих колебаний, т.е. – "модели светового эфира"[2], что способствовало

[1] Естественно, не в оригинале, а в переизложении в каком-либо учебнике по общей физике.

[2] Гипотетической, строго упругой среды, обладавшей рядом резко-

разработке теории упругости, а несколько позднее, и – теоретических разделов сейсмологии.

Таким образом, с теорией света (и одновременно с этим) с теорией упругости, соприкасались крупнейшие ученые-физики (и математики) 19-го столетия (такие, как Френель, Гельмгольц, Стокс, Кирхгофф, Релей, Зоммерфельд и мн. др.). Все они интересовались распространением и дифракцией световых и упругих волн. В результате, ими были получены в этих областях фундаментальные результаты, составившие основы всех современных естественных наук. Они прекрасно знали результаты Гюйгенса и разделяли его взгляды в области теории света, придавая им более точную современную форму.

При этом основные положения трактата о свете Гюйгенса (в интересующей нас области), с которыми полезно познакомиться, сводились к **Прицconfigured Гюйгенса**, допускающего следующую формулировку:

“Пусть в изотропной упругой среде со скоростью распространения волн $v = v(M)$ в момент времени $t = t_0$ известно положение $S(t_0)$ волнового фронта некоторого поля смещений $\vec{U}(M, t)$.

“Переход от начального положения $S(t_0)$ фронта к его положению $S(t_0 + dt)$ в момент $t = t_0 + dt$ можно представлять себе (по Гюйгенсу) **так, как если бы**: 1) каждая точка $N \in S(t_0)$ начальной поверхности фронта превращалась в момент $t = t_0$ в источник вторичных (виртуальных) волн, заполняющих к моменту $t = t_0 + dt$ виртуальную сферу $\Sigma(N, dt)$, радиуса $|M - N| = v(N)dt$, с центром в точке $N \in S(t_0)$. При этом сферы $\Sigma(N, dt)$ осуществляли бы плотное покрытие исходной поверхности $S(t_0)$. Тогда за новое положение фронта волны $\vec{U}(M, t)$ следовало бы взять огибающую $S(t_0 + dt)$ всего множества виртуальных сфер $\Sigma(N, dt)$.”

Здесь прямо указывается, что любая точка $N$ <u>волнового фронта $S(t)$</u> может рассматриваться, как (виртуальный) источник вторичных колебаний! А отсюда только один шаг до того, чтобы, отбросив слова “волновой фронт” и “виртуальный источник”, сделать смелое утверждение, что произвольная точка $M$ любого волнового поля $\vec{U}(M, t)$, может рассматриваться (локально), как самостоятельный центр колебаний (т.е. – как источник, или “центр дифракции”), излучающий вторичные волны.

противоречивых свойств. Упраздненной вследствие этого в 1904 г. частной теорией относительности.

Получилось в точности то, что требуется для обоснования идеи о взрывных источниках и о центрах дифракции! Однако такое заключение, естественно, нуждается еще в математическом обосновании. Последнее же, как выясняется, требует ряда предположений о структуре и о свойствах гладкости элементов реальной вещественно-геометрической модели рассматриваемой сейсмической среды. (О чем в технологической сейсморазведке предпочитают не упоминать.)

**6.** Подводя итоги, приходится констатировать, что ключевой прием обработки полевого материала современной технологичной сейсморазведки ожидает еще своего математического оправдания. К этому еще добавляется широчайший простор для субъективного вмешательства "обработчика" в процессе обработки и сейсмогеологической интерпретации полевого материала, а также – крайне низкое качество бессистемно-собираемого исходного материала по возбуждению исследуемой среды, осложненного нетронутым полем волн-помех за счет верхней части разреза. Вследствие этого нет достаточно надежных оснований доверять данным технологичной сейморазведки и потому ее недопустимо применять в научных целях сейсмологии, где бы то ни было! В частности, при изучении Земной коры...

Что же касается нефти и газа, о которых идет речь в третьем разделе второй нашей статьи, то их поиск технологичная сейсморазведка производит не в результате численной реализации соответственных прямых сейсмических признаков, а скорее – вопреки им, по-видимому, лишь в рамках поиска сходных геологических ситуаций по методике "распознавание образов". По статистическим законам такое распознавание должно "работать", и оно работает, хотя и не слишком хорошо[3]. При этом оно требует за свою работу непомерно высокую цену, если затраты на технологичную сейсморазведку выражать в денежных эквивалентнах (см. часть 3 второй статьи).

**7.** При ознакомлении с постановками и с ходом решения основных задач по машинной обработке результатов полевых сейсмических материалов возникает впечатление о достаточно высокой

[3] Г. И. Петрашень, А. Г. Рудаков. Об неоднородности измерительных каналов технологичной сейсморазведки, а также об обстоятельствах, сопутствующих ее применению. Зап. научн. семин. ПОМИ, 253 (1999), 150–152.

квалификации ряда исследователей в области технологичного программирования. Правда, они, пожалуй, грешат излишней наивной уверенностью в том, что при хорошем программировании любая научно-естественная задача (со сколь угодно загрязненными помехами исходными данными) приведет, в конце-концов, к правильным результатам, пусть хоть и "волевого типа"! Безграничная вера в возможности компьютера – опаснейшее заблуждение – особенно для тех, кто не силен еще в физике распространения сейсмических волн и не сознает еще этого сам!

Продолжая наблюдения за ходом работ сразу замечаешь, что безграничная вера в мощь компьютера прочнее всего уживается с низким уровнем квалификации сотрудников в области теории волн, а также в области применения теории волн к плохо поставленным задачам практики. Там бытует уверенность, что компьютер, как хороший конь, на верную дорогу всё вытащит!

На самом же деле огрехи теории, равно как и высокий уровень разнообразных помех при возбуждении исходных рабочих волновых полей в сейсморазведке ничем не исправишь! Они лягут несмываемым пятном на результаты всех последующих исследований. Поэтому было бы во много раз выгоднее и дешевле проводить специальные (поисковые) исследования по изучению волн-помех (особенно тонкослоистого типа), а также – организовать при Геофизических ВЦ исследовательские группы сильных специалистов по теории волн и по математической физике, а также вычислителей и программистов (10–15 чел.) для разработки теории волн в незаконченных еще областях исследований, и, конечно, во вновь открытых недавно новых областях[4], заставляющих в корне изменить взгляд на природу волн в сейсмических тонкослоистых средах и на практическое их применение.

С.-Петербургское отделение
Математического института
им. В. А. Стеклова РАН

Поступило 12 апреля 2001 г.

[4] В. В. Решетников. Разработка инженерных подходов к изучению интерференционных волновых полей, возбуждающихся в пачках тонких упругих слоев. II, §4. Зап. научн. семин. ПОМИ, 253 (1999), 223–244.