

Сейсморазведка вчера, сегодня, завтра

А.В. Николаев

главный научный сотрудник¹
nikavs1@gmail.com

¹Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН, Москва, Россия

Сейсмология и сейсморазведка в течение 100 лет развиваются параллельно. Сейсмология ориентирована больше на решение физических основ метода, сейсморазведка — на решение практических задач, связанных с поиском и разведкой полезных ископаемых. В середине прошлого века в Институте физики Земли был организован Отдел физических основ сейсморазведки, внедривший новые физические принципы, развитые в сейсмологии, в сейсмическую разведку. В настоящее время многие физические и методические результаты прошлого, оказались не востребованными промышленной сейсморазведкой. В ближайшем будущем достижения прошлого будут восстановлены, а отдаленное будущее связано с развитием новых физических основ, внедрением достижений физики, коренным изменением методики исследований, задач и приоритетов, экономики и политики поиска и разведки, государственных отношений.

Материалы и методы

Экспериментальные данные исследования волновых полей и связей между геофизическими полями, эффекты нелинейности, активности и временной изменчивости реальных сред.

Ключевые слова

поле продольных и поперечных волн, иерархическая неоднородность, нелинейность активность реальных сред, флуктуации амплитуд и фаз

Начало сейсморазведки, физические предпосылки

Конец 19 века отмечен созданием инструментальных методов исследований. После Великого японского землетрясения Мино-Овари 1891 года в Японии сейсмолог К. Имамура сделал попытку выявить изменения скоростей сейсмических волн перед сильными афтершоками, используя наблюдения на трех сейсмологических станциях. Свой метод он назвал «Сейсмическая триангуляция», по сути, это первое исследование упругих нелинейных свойств земной коры.

В 1896 году итальянский сейсмолог Д. Росси, в обсерватории Рокадипапа на склоне Везувия создал высокочастотный регистрирующий сейсмический канал на основе угольного микрофона и угольного телефона для прослушивания эндогенных шумов. По его описанию, шумы отличались удивительным разнообразием — удары, скрипы, шумы разной частоты и интенсивности. Росси высказал предположение, что эти шумы могут быть использованы для изучения вулканических процессов и прогноза извержений Везувия.

В 1907 году немецкие ученые Г. Герглотц и Э. Вихерт предложили метод определения скоростей сейсмических волн по годографам первых вступлений для сферической модели скорости, зависящей только от глубины.

В 1910 году академик Б.Б. Голицын обратил внимание на 4-5-секундные микросейсмсы на сейсмической станции Баку. Он предположил, что они связаны с месторождениями нефти и высказал мысль об их использовании для сейсмологической разведки.

Начало промышленной сейсморазведки

Немецкий геофизик Л. Минтроп во время первой мировой войны занимался определением координат взрывов при артиллерийской стрельбе по данным о приходе волн на сейсмические станции. В 1919 г. он запатентовал метод первых вступлений для изучения среды преломленными на границах слоев продольными волнами. Этот год можно считать началом промышленной сейсморазведки в СССР.

В 1923 году В.С. Воюцкий предложил и запатентовал в СССР метод отраженных волн сейсморазведки, метод группового приема и создал электронные устройства-смесители для их выделения на сейсмограммах. В дальнейшем развитии идей группового приема Л.А.Рябинкиным был создан метод РНП — «радионаправленного приема», который в разных модификациях применяется в сейсморазведке и теперь.

Нефтяная сейсморазведка до 1940 года использовала преломленные отраженные волны, лучевые модели их распространения.

В 1940 г. Е.В. Карусом, М.К. Полшковым и Ю.В. Ризниченко были проведены опыты изучению поперечных волн с использованием «молотковой сейсмики» и трехкомпонентных сейсмоприемников, схем наблюдений ХХ, YY и ZZ. Эти исследования положили начало широкому применению поперечных волн в сейсморазведке.

В 1933 г. вышла первая книга-учебник по сейсморазведке для вузов П.Т. Соколова.

Метод сейсморазведки основывается на классической теории упругости и лучевых законах распространения сейсмических волн в геологических средах. В следующем году вышла книга по сейсморазведке Г.А. Гамбурцева и Б.Б. Дерягина, содержащая изложение методики, основанное на представлениях о распространении сейсмических волн в поглощающих средах, элементы теории регистрирующей аппаратуры.

Заметным событием развития методов интерпретации годографов сейсмических волн в однороднослоистых средах явился метод полей времен Ю.В. Ризниченко, основанный на лучевом методе расчетов. В дальнейшем, в 1956 г. он распространил идеи лучевого метода на поля амплитуд сейсмических волн, по сути, тот метод открывал возможность существенного повышения эффективности исследования сложно-построенных сред, обобщения на случайно-неоднородные среды. Ю.В. это знал, но не сделал.

Дальнейшее развитие лучевого метода связано с именами, Г.И. Петрашеня, А.С. Алексеева, Б.Я. Гельчинского в ЛОМИ, Н.В. Зволинского и его группы в ИФЗ создавшими метод «динамической сейсмики», алгоритмы решения прямых динамических задач для объемных волн в однородно-слоистых средах.

В середине 40-х годов прошлого века встает новая актуальная задача, изучение сложно построенных метаморфических сред, поиск и разведка урана. А.Г. Гамбурцевы и И.С. Берзон для решения этой задачи разрабатывают основы высокочастотной сейсмики, сначала секретной темы. И.С. Берзон позже обобщает результаты в книге «Высокочастотная сейсмика», изданной в 1957 году. В дальнейшем метод детального исследования динамических особенностей записей сейсмических волн, по сути, основы нового метода интерпретации и морфологии сейсмического волнового поля, развиты в ИФЗ и изложены в монографии И.С. Берзон, И.Н. Парийской с С.П. Стародубровской «Динамические характеристики сейсмических волн», 1965 г. Обе книги обозначили новый перспективный подход к интерпретации сейсморазведочных данных сложно построенных сред, но прошли малозамеченными.

В 1955 году выходит обобщающая монография Г.А. Гамбурцева и сотрудников отдела сейсморазведки ИФЗ «Корреляционный метод преломленных волн», по существу, эта книга как «Съезд победителей» отмечает достигнутые успехи метода, но обозначенные перспективы нечетки и спорны.

Ключевые слова «Сейсмологии вчера»: МОВ, ОГТ, КМПВ, Лучевая сейсмика, 1Д и 2Д сейсморазведка, тонкослоистые среды, По сути, в прошлом остались и имена замечательных ученых-сейсморазведчиков Г.А. Гамбурцева, И.С. Берзон, А.М. Епинатьевой, Л.А. Рябинкина, М.К. Полшкова, И.И. Гурвича, Н.Н. Пузырева, Г.И. Петрашеня и многих других.

«Сейсморазведка вчера» заканчивается в марте 1983 совещанием Совета по разведочной геофизике под руководством Урупова.

Этот совет рассмотрел новые идеи, частично заимствованные от сейсмологии,

частично полученные с помощью вибрационного источника сейсмических волн. Итог этого совещания выражен словами М.И. Рапопорта «я пришел сюда оппонентом, а ухожу сторонником новых идей».

В общем, сейсморазведка следовала идеям начала века, лучевой сейсмике, Л. Минтропа и В.С. Воюцкого, Г.А. Гамбурцева и Ю.В. Ризниченко.

Предтечи сегодняшней сейсморазведки и сейсморазведки сегодня

В 50–60-х годах Г.А. Гамбурцев, Ю.В. Ризниченко, Е.И. Гальперин, Н.А. Караев, советские сейсмологи и сейсморазведчики ИФЗ АН СССР выступили с новыми идеями.

Сначала несколько слов о Е.И. Гальперине: он одновременно и создатель нового и разрушитель собственных замечательных результатов. Г.А. Гамбурцев и Е.И. Гальперин получили первые результаты по эндогенным микросейсам и сейсмической эмиссии — Гальперин вскоре от них отказался. Они вместе начали КМИЗ «корреляционный метод изучения землетрясений», после смерти Г.А. Гамбурцева Е.И. Гальперин закрыл это направление как ненужное. Е.И. Гальперин обнаружил необычные аномалии спектров отраженных волн от границ нелинейных сред и сам же от них отказался, «так не может быть», что-то, стало быть, неверно. Е.И. Гальпериным сказаны замечательные слова-афоризмы «на каждой сейсмограмме достаточное количество волн, чтоб оправдать любую предвзятую идею», а также «мутность — это мера нашего незнания среды».

«Сейсморазведка сегодня» родилась как сплав идей сейсмологии и разведочной геофизики. В 1970–1990 гг. под влиянием сейсмологии, с одной стороны, атмосферной акустики и радиофизики с другой, а институтах АН СССР, ИФЗ, ИЭФ (Горький), НИРФИ (Горький) проводятся научно-исследовательские работы по изучению нелинейных явлений в широком классе проявлений: нелинейная упругость, тензо- и виброчувствительность,

структурная чувствительность, сейсмоакустическая эмиссия горных пород, связь между физическими полями различной природы, временная изменчивость геофизических полей, новые геофизические эффекты. Многие новые фундаментальные результаты опубликованы А.В. Николаевым и И.Н. Галкиным в семи книгах под общим названием «Нетрадиционная геофизика», 1984–2003 гг.

М.А. Садовским и его учениками обоснована новая физическая концепция «Геофизической среды», сформулирован ее символ веры.

1980–1990 годы — это расцвет сейсморазведки и всей разведочной геофизики. Промышленная геофизика неохотно принимает новые идеи.

Новые ключевые слова и понятия разведочной сейсмике и геофизики: временная изменчивость и 4Д, геофизическая активность среды (сейсмоакустическая и электромагнитная), взаимодействие полей, наведенные эффекты, виброчувствительность и тензочувствительность горных пород, принцип эмерджентности и гомеостаз, мерцающие эффекты, флуктуации амплитуд и фаз волн, интервалы продольной и поперечной корреляции, каустки, самоорганизованная критичность, и еще многое другое.

Перестройка катастрофически повлияла на разведочную геофизику, сейсморазведку, состояние научных исследований в Академии наук и всей геологической отрасли промышленности. Открылись двери зарубежным компаниям и идеологиям. Через Комиссию РАН по лженауке и другими путями осуществляются деятельность агентов зарубежного влияния.

1990–2014 годы — регресс разведочной сейсмике. Конференция по сейсморазведке, состоявшаяся в ИФЗ 19–23 мая 2014, отметила победу «геофизики вчера». Ключевые слова докладов и вопросов показали полный откат на позиции 1980 года, прикрываемый компьютеризацией. Геологические основы разведочной сейсмике показали слабое

понимание заказчиками существа решаемых задач, безразличие исполнителей-геофизиков к полученным результатам. Девиз конференции «Назад, к Берзон» хороший, но надо понимать не только идеи и мысли И.С. Берзон, но и ошибки постановки задачи исследования тонкослоистых сред, которыми занимался отдел сейсморазведки ИФЗ в последние годы ее жизни.

Геофизика и сейсморазведка завтрашнего дня, ближнее будущее

Задачи сегодняшнего дня — это, прежде всего восстановление утерянного и забытого. Необходимо развитие геологических основ сейсмической разведки, которое требуют решения задачи разведочной сейсмике, связанные с поисками сложных объектов, добычи сланцевых углеводородов, изучения субвертикальных неоднородностей и широкого использования «пассивной сейсмике» с использованием микросейсм и волн от землетрясений.

Для решения задач стоящих сегодня перед сейсморазведкой и разведочной геофизикой, требуется создание федеральной научно-технической программы, ориентированной на развитие прорывных направлений и опирающихся на научно-технические достижения последних лет.

Итоги

Количественные характеристики нелинейности, активности, временной изменчивости среды.

Выводы

Продолжение исследований реальных физических свойств геологических сред и процессов их эволюции.

Список используемой литературы

1. Сейсмические свойства неоднородных и мутных сред. Москва: Наука, 1973. 208 с.

ENGLISH

GEOPHYSICS

Seismic exploration: yesterday, today and tomorrow

UDC 550.3

Authors:

Aleksey V. Nikolaev — chief researcher¹; nikavs1@gmail.com

¹institute of physics of the earth O. Schmidt, RAS, Moscow, Russian Federation

Abstract

The seismology and seismic prospecting within 100 years develop in parallel course. The seismology is more focused on making decisions of physical bases of a method, seismic prospecting on the solution of the practical tasks connected with survey and investigation of minerals. In the middle of the last century at Institute of physics of the Earth the Department of physical bases of the seismic prospecting was found, introduced the new physical principles developed in seismology, into seismic investigation. Nowadays many physical and methodical results of the past were forgotten by industrial seismic prospecting. In the

nearest future achievements of the past will be restored, and the long-term future will be connected with development of new physical backgrounds, introduction of achievements of physics, a basic change of a technique of researches, tasks and priorities, economy and politics of survey and investigation, and the state relations.

Materials and methods

Experimental data from a study of the wave fields and the relationships between geophysical fields, the effects of nonlinearity, activity and temporal variability of real-world environments.

Results

Quantitative characteristics of nonlinearity, activity, temporal variability of the environment.

Conclusions

Continued studies of real physical properties of geological environments and processes of their evolution.

Keywords

field of longitudinal and transverse waves, hierarchical heterogeneity, non-linearity of real media activity, fluctuations in the amplitude and phase

References

1. *Seismicheskie svoystva neodnorodnykh*

i mutnykh sred [Seismic properties of inhomogeneous and turbid media].

Moscow: *Nauka*, 1973, 208 p.