

ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ И ПРИКЛАДНАЯ ГЕОФИЗИКА ДЛЯ ПРОБЛЕМ ПОИСКА И ДОБЫЧИ УГЛЕВОДОРОДОВ

А.В.Николаев

(Институт физики Земли РАН, Москва)

FOUNDAMENTAL AND APPLIED GEOPHYSICS FOR PROSPECTING AND EXPLORATION OF HYDROCARBONS

A.V.Nikolaev

(Insitute of Physics of the Earth, RAS, Moscow)

Поиск, разведка и эксплуатация месторождений углеводородов на протяжении почти 100 лет является главным двигателем развития этих методов. Облик, методы, аппаратура формировались в основном теми требованиями, которые предъявляли к ним задачи нефтяной геофизики – геофизической разведки. Параллельно этому развивалась и иная геофизика, изучение земных физических полей, ориентированное задачами исследования глубоких недр Земли, ее геодинамических процессов, строения, физическими и химическими свойствами геовещества.

Геофизическая разведка зародилась сравнительно недавно. Первый патент на метод изучения строения земных недр сейсмическими волнами был выдан в 1919 году немецкому профессору Минтропу, который перед тем использовал сейсмическую регистрацию взрывов артиллерийских снарядов для коррекции стрельбы во время Первой мировой войны. Таким образом, сейсморазведка была порождена военной сейсмологией.

Сейсмология – древняя наука. До середины 19 века она развивалась как раздел геологии и географии, опираясь на географические описания сильных землетрясений. В середине прошлого века появились первые сейсмографы со сравнительно низкой чувствительностью, до 100. В 1900 году была создана первая международная организация, объединившая примерно 30 сейсмических станций для изучения землетрясений – вообще, и для их прогноза – в частности.

В 1902 году академиком Б.Б.Голицыным была создана высокочувствительная аппаратура для регистрации слабых сейсмических сигналов – местных слабых и удаленных землетрясений, микросейсм. Развитие сети сейсмологических наблюдений происходило неравномерно. Оно было и остается теперь в зависимости от актов возникновения разрушительных землетрясений, цунами. Наиболее значительные землетрясения минувшего столетия в России: Верненское землетрясение 1910 года, Ялтинское землетрясение 1927, Ашхабадское (Туркмения) 1958, Хаитское (Таджикистан) 1949, Ташкентское (Узбекистан) 1966, Спитакское (Армения) 1948, Нефтегорское (Сахалин) 1995, Ноглицкое (Сев. Камчатка) 2002 года. Ташкентское землетрясение заурядно по магнитуде $M=5,5$, но оно дало мощный импульс развитию методов прогноза землетрясений, основанных на обработке многодисциплинарной информации.

Задачи разведочной и большой геофизики похожи по содержанию, их методы различны и обогащают друг друга.

В 70-80-х годах прошлого века произошло изменение общего мировоззрения в науках о Земле. В основе геофизики лежат представления о свойствах, присущих горным породам. Классическая модель горной породы, использовавшаяся в геофизической разведке и в «большой геофизике», предполагала локальную однородность и непрерывность геофизических характеристик в пределах определенных областей Земли, неизменность ее свойств во времени, линейность физических характеристик и геофизических процессов, пассивность (среда поглощает энергию зондирующих ее полей, но не излучает ее) и отсутствие взаимодействия полей между собой. Новая концепция свойств горных пород, «геофизической среды», создана 30-40 лет назад школой академика М.А.Садовского. Она отвергает эти постулаты: реальная среда иерархически неоднородна, «кусковата» во всем диапазоне пространственных масштабов, нелинейна по физическим свойствам и соответственно по характеру протекающих в ней динамических процессов, изменчива во времени, активна – излучает энергию в виде тепла, сейсмической, акустической и электромагнитной эмиссии, характеризуется взаимодействием геофизических полей разной природы.

Новая модель геофизической среды таит в себе много неудобств, начиная со сложности аналитического описания и невозможности предсказания событий даже на относительно небольших временах их развития. Однако только она способна правдиво описать огромное разнообразие возможных путей развития процессов, объяснить, а не отвергнуть как неправдоподобные, удивительные, редко наблюдаемые события.

Сказанное не означает, что существующая линейная модель среды не имеет права на существование. Она не только обладает простотой и необыкновенной аналитической привлекательностью, но и достаточно верно описывает волновые и медленные геологические процессы и несет при этом информацию о нелинейных свойствах среды в виде сравнительно небольших добавок, которые можно выявить и использовать в качестве ценной дополнительной информации о структуре и свойствах среды.

Новые технические возможности. Точное позиционирование плюс точное время обеспечивают возможность применения криволинейных профилей и свободной расстановки приборов. Непрерывная регистрация, отсутствие проводных соединений. Большой частотный и динамический диапазоны обеспечивают глубокую обработку данных. Это создало и в сейморазведке, и в сейсмологии возможность применения новых методов геофизического мониторинга. Эти методы используют идеи сейсмической томографии и ее модификаций, основанных на применении взрывных и невзрывных сейсмических источников, в том числе источников шумовых: потока микроземлетрясений, сейсмической эмиссии, шума, сопровождающего крип, медленные деформационные процессы.

Вездесущность сейсмической эмиссии, ее широкий динамический диапазон, нелинейность и чувствительность к внешним воздействиям позволило создать новые методы геофизического мониторинга, основанные на приливных деформациях, связанных с вращением Земли и связанные с ним относительными движениями Луны и Солнца. В данном случае земной прилив – это стандартный механический сигнал известной формы, проявляющийся в ритмических изменениях полей разной природы – сейсмических, сейсмо- и электромагнитных эмиссионных, электрических, магнитных, гравитационных.

Институтом физики Земли разработаны методы сейсмической томографии на пассивных источниках – микросейсмах и землетрясениях. Методы прошли технические испытания и были применены для поиска термальных вод в Исландии, для изучения сейсмоактивных зон литосферы Исландского шельфа, для изучения вулканов Камчатки и Японии, нефтяных месторождений на Северном Кавказе, в Астраханской области, Татарии. Метод назван «эмиссионная томография», он прошел в свое время аттестацию на месторождениях Боливии (по договору с Бритиш Петролеум. 1984-1986гг). В настоящее время разработан метод вертикальной сейсмической томографии на поверхностных волнах Релея. Его опробование в Астрахани, в Белоруссии, в Татарии, в Забайкалье показало уникальные возможности метода, использующего волны Релея в полосе длин волн 100 – 10000 м. Таким образом, пассивная сейсмика открывает новые перспективы применения для поиска и разведки углеводородов в сложных нефтепоисковых условиях.

Таким образом, возможности геофизики применительно к задачам непрерывного мониторинга многократно расширяются, они позволяют решить те проблемы, которые прежними методами не решались вообще, либо их решение было связано с преодолением слишком больших трудностей.

Новые идеи часто с трудом внедряются в науку, поначалу отвергаются общественным мнением и часто забываются. Часто считают, что новое – это забытое старое. Тому много примеров, когда идеи сначала отвергались, забывались, а затем возникали снова. Сейчас это происходит с результатами исследования влияния орбитального движения планет Солнечной системы на сейсмологические, геодинамические и некоторые другие процессы.

Неразгаданные загадки геофизики, парадоксы: сверхскорости распространения сигналов, в том числе сверхслабых, влияние сверх удаленных источников геофизических полей, телекинез и многое другое. Отвергаемые современным мировоззрением, эти факты ждут, возможно, своего часа, нового признания и внедрения в поиск и добычу углеводородов, прогноз землетрясений и других геодинамических процессов и явлений.

FUNDAMENTAL AND APPLIED GEOPHYSICS FOR PURPOSES OF SURVEY AND PRODUCTION OF HYDROCARBONS

A.V. Nikolaev

(Institute of Physics of the Earth, RAS)

During nearly last 100 years, retrieval, survey and operation of hydrocarbon deposits is the main motor for the development of these methods. Profile, methods and hardware were mainly formed by the requirements specified for them by petroleum geophysics tasks - geophysical surveying. In parallel, different geophysics was developed, which studied physical fields of the Earth oriented by tasks of surveying deep entrails of the Earth, its geodynamic processes, structure, physical and chemical properties of the geosubstance.

Geophysical survey was originated rather recently. The first patent on the method of studying the entrails of the Earth by seismic waves was issued in 1919 to German Professor Mintrop, who has previously used seismic registration shell explosions for shooting correction during the World War I. Thus, seismic survey originated from the military seismology.

Seismology is the ancient science. By the mid 19th century, it was developed as a section of geology and geography, basing on geographical descriptions of strong earthquakes. In the mid 20th century, first seismographs with relatively low sensitivity, up to 100, were made. In 1900, the first international organization that united about 30 seismic stations for studying earthquakes, generally and for their forecasting, in particular.

In 1902, Academician B.B. Golytsyn created a highly sensitive device for registration of weak seismic signals – local weak and remote earthquakes, microseisms.

The seismic observation network was developed irregularly. It was and remains still depending on acts of occurrence of destructive earthquakes and tsunamis. The most significant earthquakes of the past century in Russia are: Vernenskoe earthquake in 1910, earthquake in Yalta in 1927, Ashkhabad (Turkmenia) in 1948, Khaitskoe (Tadzhikistan) in 1949, Tashkent (Uzbekistan) in 1966, Spitak (Armenia) in 1988, Neftegorskoe (Sakhalin) in 1995, Nogliki (North Kamchatka) in 2002. The earthquake in Tashkent was of ordinary magnitude $M = 5.5$, but it gave a powerful pulse to development of earthquake forecasting methods based on processing of multidisciplinary information.

The tasks of survey and large geophysics have similar content, but their methods are different and enrich one another.

In 1970-80's the common outlook to sciences about the Earth changed. Geophysics is based on the ideas about properties inherent to mountain rocks. Classical model of the mine rock used in geophysical survey and in the "large geophysics" suggested local homogeneity and continuity of geophysical characteristics within definite areas of the Earth, stability of its properties with time, linearity of physical characteristics and geophysical processes, passivity (the medium absorbs energy of fields probing it, but does not irradiate it) and the absence of field interaction with one another. A new concepts of mine rocks, the

“geophysical medium”, was created in 30-40 years ago by the school of Academician M.A. Sadovsky. It ignores these postulates: the real medium is hierarchically inhomogeneous, “dustless” in the whole range of spatial scales, nonlinear by physical properties and, correspondingly, by type of processes proceeding in it, variable with time, active – that means it irradiates energy as heat, seismic, acoustic and electromagnetic emission, and is characterized by interaction of geophysical fields of different nature.

The new model of the geophysical medium shows many drawbacks, including complexity of the analytical description and impossibility to predict events for even relatively short times of their development. However, it is the only one capable of truly description of the exceeding variety of possible ways of the process development, explanation rather than override both improbable, amazing, and rarely observed events.

The above-said does not mean that the existing linear model is dead. It is not just simple and rather attractive as an analytical model, it also rather well describes wave and slow geological processes and, hence, is informative about nonlinear properties of the medium in the form of relatively small additives, which may be detected and used as an important complementary information to the structure and properties of the medium.

New technical capabilities. Precise positioning plus exact time provide a possibility of applying nonstraight lines and free location of devices, continuous registration, and wireless connections. Broad frequency and dynamic ranges provide deep data treatment. This gave an opportunity to use new methods of geophysical monitoring both in seismic survey and in seismology. These methods apply ideas of seismic tomography and its modifications based on the application of explosive and non-explosive seismic sources, including sound ones: microearthquakes flow, seismic emission, noise accompanying creep, slow deformation processes.

Ubiquity of the seismic emission, its broad dynamic range, new methods of geophysical monitoring based on tidal deformations due to rotation of the Earth and relative movements of the Moon and the Sun. In this case, the earth tide is a standard mechanical signal of the known shape manifested in rhythmic changes of the fields of different nature – seismic, seismomagnetic and electromagnetic emission, electrical, magnetic, and gravitational.

Recently a new method of vertical seismic tomography is developed in IPE RAS. Its consist of surface Releigh Waves in the range of 100 to 10000 wavelenth, depth of investigations is 10-10000m.

Thus, capabilities of geophysics applied to the tasks of continuous monitoring are multiply increased; they allow solving those problems which might not be solved by previous methods or their solution was associated with overcoming too many obstacles.

Very often new ideas are hardly introduced into the science, are primarily rejected by the public opinion and are often forgotten. It is often considered that the new is the forgotten old. There are many examples of this, when ideas was first rejected, forgotten, and then appeared again. Now this happens with the results

of study of orbital motion of planets in the Solar system on geodynamic, geodynamic and some other processes.

Unsolved mysteries of geophysics and the paradoxes are: ultra speeds of signal spreading, including superweak ones, the influence of super remote sources of geophysical fields, telekinesis and many others. Rejected by the modern world outlook, these facts, apparently, are waiting for their time coming, their new recognition and introduction to surveying and production of hydrocarbons, forecasting of earthquakes and other geodynamic processes and phenomena.
