

УДК 550.834

КАК УЧИЛИ И УЧАТ В СССР/РОССИИ ГЕОФИЗИКОВ-СЕЙСМОРАЗВЕДЧИКОВ ИСКАТЬ МЕСТОРОЖДЕНИЯ НЕФТИ И ГАЗА

Бондарев В. И., Крылатков С. М., Крылаткова Н. А.

Уральский государственный горный университет, Екатеринбург, Россия, bondarev_v@mail.ru

В тридцатые годы 20-го века один из геофизических методов исследования земных недр – сейсморазведка, благодаря успехам применения ее при поисках и разведке месторождений нефти и газа, выходит на передовые позиции в разведочной геофизике. В связи с этим в СССР в эти годы возникла потребность в подготовке специалистов в области сейсмической разведки. Первым отечественным вузовским учебником по сейсморазведке была монография проф. Соколова П. Т. В силу сложившихся исторических традиций инженерная подготовка в России основывается на высоком теоретическом уровне преподавания. Поэтому даже первые учебники по сейсморазведке были рассчитаны на достаточно глубокое изучение широкого круга вопросов теории, методики и технологии изучаемого метода. В работе рассматриваются основные этапы в создании отечественных учебников по сейсморазведке, комментируется содержание изданных официальных учебников.

Ключевые слова: нефть, сейсморазведка, геофизическое высшее образование, учебник, уровень развития сейсморазведки.

AS TAUGHT AND LEARNED IN THE USSR / RUSSIA GEOPHYSICISTS TO SEARCH OIL AND GAS FIELD

Bondarev V. I., Krylatkov S. M., Krylatkova N. A.

Ural State Mines University, Yekaterinburg, Russia, bondarev_v@mail.ru

In the thirties of the 20th century one of the geophysical methods for studying the Earth's interior – thanks to the success of seismic prospecting for oil and gas comes to the forefront of exploration geophysics. In this regard, in our country there is a need to train geoscientists in the field of seismic exploration. As the first national high school textbook used in seismic monograph of prof. P. T. Sokolov. In view of the historical features of engineering training in Russia is based on a high theoretical level of teaching. Therefore, even the first textbooks on seismic calculated on a fairly thorough study a wide range of issues of theory, methodology and technology of this method. This paper examines the main stages in the creation of national textbooks on seismic data, commented on the content of all the official textbooks.

Key words: oil, seismic, geophysical higher education, textbook, the level of seismic exploration.

Введение. Человечество уже более 150 лет активно использует нефть и нефтепродукты в повседневной жизни. Но особенно резко возрос спрос на нефть в начале 20 века после появления автомобильных моторов. Естественно, возросли потребности в поисках новых месторождений нефти. Стало ясно, что просто бурением скважин нельзя далее обеспечивать потребности промышленности в новых месторождениях. Поэтому начиная с 20-х гг. прошлого века стали востребованы промышленностью косвенные методы поисков месторождений сначала нефти, а потом и газа. Началось бурное развитие геофизических методов исследования Земли, основанных на изучении особенностей распространения в земных недрах различных физических полей. Среди всех геофизических методов особую роль при решении задач поисков месторождений нефти и газа заняли методы исследований, основанные на изучении временных и амплитудных особенностей распространения упругих волн, возбуждаемых искусственными сотрясениями на поверхности земли. Этот вид исследований приповерхностных слоев земли

стали называть сейсмической разведкой или кратко – сейсморазведкой. Сейсмическая разведка уже многие годы играет ключевую роль в геологоразведочном процессе при поисках и разведке месторождений нефти и газа на суше и, особенно, на море [1]. Именно с помощью сейсморазведки были открыты многие малые, средние и крупные месторождения нефти и газа. Только в СССР с ее помощью были открыты такие гигантские месторождения нефти и газа, как Ромашкинское в Татарии, Самотлорское и Уренгойское в Западной Сибири, Тенгизское в Казахстане и др. [14].

На территории СССР производственные сейсморазведочные работы с прикладными целями были начаты в 1930 году. Уже в предвоенные годы в стране был создан целый ряд геофизических предприятий, которые обеспечивали проведение полевых производственных геофизических, в том числе и сейсморазведочных работ. Одновременно возникла потребность в специалистах с высшим и средним техническим образованием, способных выполнять такие работы и руководить ими. К этому времени в трех вузах страны – в Ленинградском горном, Московском геологоразведочном и Свердловском горном институтах – уже велась инженерная подготовка геологов-геофизиков. Позднее, в конце тридцатых годов, подготовка геофизиков началась и в ряде других вузов СССР.

В учебные планы геофизического инженерного образования всех вузов было включено обязательное изучение сейсмического метода геологической разведки. С этой целью централизованно ведущими отечественными специалистами создавались официальные общесоюзные программы по учебным дисциплинам, которые утверждались в Министерстве образования. Для эффективного изучения этих дисциплин стали создавать учебники-монографии с полным изложением всех вопросов в соответствии с официальными учебными программами. Если в такой монографии была изложена лишь часть вопросов программы курса, то ее называли учебным пособием. После независимого рецензирования компетентные вузовские органы хорошим учебникам и учебным пособиям стали выдавать официальные разрешения-грифы двух видов – “допущено”, а при повторном издании – “рекомендовано”.

Отечественные учебники 20 века. Для подготовки специалистов в области сейсмической разведки проф. Соколов П. Т. написал и издал в 1933 году [15] первую в СССР и в мире учебную монографию “Физические и теоретические основы сейсмического метода геологической разведки“, в которой обобщил свой трехлетний опыт руководства сейсмическими работами в СССР (рис.1). И хотя эта монография официально не была утверждена в качестве учебника, фактически она сыграла роль первого учебника по сейсморазведке. В монографии изложены основы теории распространения упругих волн в идеальных средах, основы геометрической сейсмологии, элементы теории интерпретации годографов головных волн, примеры практической интерпретации изохрон первых волн. В

заключение проф. Соколов П. Т. сделал пророческий вывод о том, “что подлинный расцвет сейсмического метода еще впереди”. К сожалению, судьба автора и его монографии оказалась трагической.

В 1937 году был издан первый официальный учебник (утверждено ГУУЗ НКТП СССР) для геологоразведочных высших технических вузов (втузов), написанный Гамбурцевым Г. А. (рис. 2). Учебник был написан по материалам лекций, которые автор уже читал несколько лет в Московском геологоразведочном институте имени С. Орджоникидзе [9]. В предисловии автор отмечал, что “современная стадия развития сейсмических методов геологической разведки характеризуется широким распространением нового метода разведки – метода отраженных волн... и интенсивным усовершенствованием аппаратуры и методики записи сейсмических колебаний”. Учебник состоял из двух книг. В первой книге подробно описана теория сейсмической аппаратуры, во второй – методика сейсмической разведки и интерпретация наблюдений. По этому учебнику учились в вузах страны как в предвоенные, так и первые послевоенные годы. В 1959 году, уже после смерти Гамбурцева Г. А., обе части курса были переизданы под названием “Основы сейсморазведки” [8].

В 1960 году в качестве официального учебника “Сейсмическая разведка” с грифом “Допущено Министерством высшего образования СССР для геологоразведочных, горных и нефтяных институтов и геологоразведочных факультетов университетов” был издан учебник Гурвича И. И. (рис. 3). Он открыл целую эпоху учебников по сейсморазведке для советских вузов [10,11,12].

Учебник 1960 года представлял собой расширенное и переработанное издание ранее изданного (в 1954 году) хорошего учебника этого же автора для студентов техникумов. К этому времени автор имел большой опыт (более 15 лет) чтения лекций по сейсморазведке студентам Московского геологоразведочного института имени С. Орджоникидзе. Учебник разбит на главы, в содержании которых четко прослеживается разделение курса на три части: теоретические и геологические основы сейсморазведки (8 глав), аппаратура и методика работ (7 глав) и основы теории и практики обработки и интерпретации результатов наблюдений (7 глав). В 1970 году было выпущено второе официальное издание учебника Гурвича И. И. “Сейсмическая разведка” [11] с грифом “Допущено Министерством высшего образования СССР для студентов вузов,



Рис.3. Первый вузовский учебник Гурвича И.И., 1960 г.



Рис.1 Первая отечественная учебная монография по сейсморазведке Соколова П.Т., 1933 г.

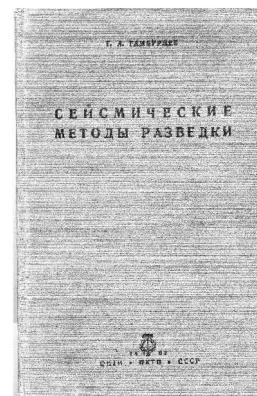


Рис.2. Первый официальный учебник по сейсморазведке Гамбурцева Г. А., 1937 г.

обучающихся по специальности “Геофизические методы поисков и разведки месторождений полезных ископаемых“. Рецензентом и редактором учебника, как и первого издания, был Л. А. Рябинкин. Содержание учебника по аналогии с предыдущим разделено на три части, в первых 6 главах описывались теоретические и геологические основы сейсморазведки, в следующих 8 главах – аппаратура и методика работ и в последних 7 главах – основы теории и практики обработки и интерпретации результатов наблюдений. Впервые в учебнике появляется краткое описание метода ОГТ, однако подробное изложение его методики еще отсутствует.

В 1980 году был издан последний прижизненный учебник Гурвича И. И., написанный совместно с доцентом Богаником Г. Н. (рис. 4). Этот учебник был издан с грифом “Допущено Министерством высшего образования СССР в качестве учебника для студентов вузов, обучающихся по специальности “Геофизические методы поисков и разведки месторождений полезных ископаемых“. Учебник [12] имеет традиционную разбивку на главы. Это последний фундаментальный советский вузовский учебник по сейсморазведке, по которому обучалось целое поколение геофизиков, которые еще и теперь играют ключевую роль на производстве. С позиций сегодняшнего дня можно лишь с грустью констатировать, что авторы этого издания учебника явно недооценили возможности технологии МОГТ: ее описание как одного из видов интерференционных систем слишком кратко и недостаточно для подготовки специалистов для работы на производстве по этой технологии. Также в учебнике мало уделено внимания цифровым регистрирующим комплексам, что, скорее всего, связано с содержанием официальных (министерских) программ по этой дисциплине, которые регламентируют изложение только устоявшихся разделов курса.

В этот же период как в вузах, так среди производителей, весьма популярной была монография Пузырева Н. Н. “Интерпретация данных сейсморазведки методом отраженных волн“, изданная в 1959 году [13]. “Эта монография фактически выполняла функции учебного пособия по методу отраженных волн.

Переходный период (1980–2000 гг.). Преподавание сейсмической разведки в восьмидесятые годы в СССР велось на основе учебника Гурвича И. И. и Боганика Г. Н., изданного в 1980 году. Однако в эти годы шло быстрое развитие отечественной и зарубежной сейсморазведки, которое сопровождалось полным переходом на качественную цифровую запись, широким опробованием простейших площадных систем наблюдений, появлением достаточно совершенных систем обработки данных. Это выявило серьезное отставание

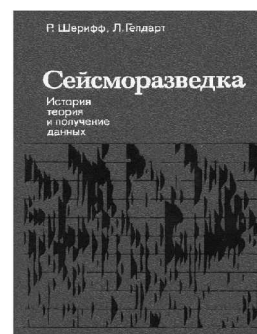


Рис.5. Монография по сейсморазведке Шерифа Р. и Гелдарта Л., 1987 г.



Рис.4. Последний прижизненный учебник Гурвича И. И., 1980 г.

содержания отечественной учебной литературы от технического уровня сейсморазведки на передовых предприятиях, в том числе и от уровня сейсморазведки в США. С целью ликвидации этого отставания в СССР в 1987 году была переведена и издана двухтомная монография “Exploration Seismology” американских авторов Шерифа Р. и Гелдарта Л. [16], написанная и изданная ими в 1982 г. (рис. 5). В силу того, что сейсмическая разведка в США занимала передовые позиции в мире, издание этой монографии, состоявшееся через 7 лет после издания последнего учебника по сейсморазведке Гурвича И. И. и Боганика Г.Н., оказалось весьма своевременным. Монография широко использовалась преподавателями дисциплины “Сейсморазведка” в качестве учебного пособия, несмотря на то, что она не имела соответствующего официального грифа. В эти годы монография Шерифа и Гелдарта стала настольной книгой для многих будущих инженеров-сейсморазведчиков. Авторы монографии, в силу специфики американской системы высшего профессионального образования, считали, что назначение их книги состоит в том, чтобы быть учебным пособием для студентов, глубоко специализирующихся в области сейсморазведки (магистрантов), и слушателей университетских курсов усовершенствования, а также быть справочным руководством для практиков-сейсморазведчиков. В первый том монографии Шерифа и Гелдарта вошли вопросы теории сейсмического метода разведки и описание способов, методик, аппаратуры для получения сейсмических данных. Второй том содержит описание теории, алгоритмов, процедур обработки и геологической интерпретации сейсморазведочных материалов. В конце каждого раздела приводятся задачи, дополняющие и поясняющие изложенный материал. Монографию американских авторов отличают широта, глубина и популярность изложения. В книге в полной мере отражено состояние теории и практики сейсмического метода разведки на начало 80-х годов двадцатого века.

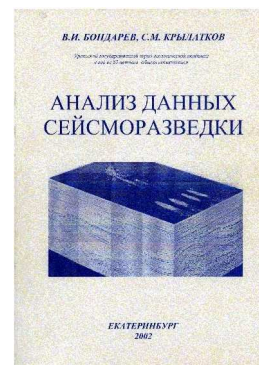


Рис.6. Учебное пособие “Анализ данных сейсморазведки”, 2002г.



Рис.7. Учебное пособие “Основы сейсморазведки”, 2003 г.

Учебники 21 века. Последнее десятилетие 20 века ознаменовалось бурным развитием техники и технологии сейсморазведочных работ: появились надежные многоканальные телеметрические станции (I/O TWO, SN-388 и др.), выросли объемы работ по технологии МОГТ-3D, получили распространение мощные обрабатывающие комплексы, новые интерпретационные технологии построения моделей геологических сред и др. Поскольку в учебниках того времени практически отсутствовало изложение этих вопросов, то преподавание вузовского курса сейсмической разведки на современном уровне было сопряжено с большими трудностями. Один из авторов данной статьи взял на себя смелость, на основе читаемых им

лекций написать учебные пособия, в которых вопросы современного состояния техники и технологии сейсморазведочных работ нашли бы свое отражение. В результате этого в 2002 и в 2003 году появились две книги, получившие официальные грифы учебных пособий: “Анализ данных сейсморазведки” [6] (рис.6) и “Основы сейсморазведки”[3] (рис.7). Первое из этих пособий написано Бондаревым В. И. в соавторстве с Крылатковым С. М.. Фактически эти две книги были учебником по курсу сейсморазведки для студентов специальности “Геофизические методы поисков и разведки месторождений полезных ископаемых“. В последующие годы эти пособия, после исправления и дополнения, были Бондаревым В. И. переизданы в виде авторского (без официальных грифов) учебника “Сейсморазведка“ в трех книгах [4].

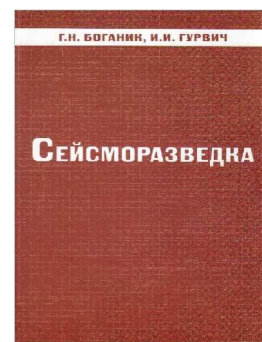


Рис.8. Учебник Боганика Г.Н. и Гурвича И.И., 2006 г.

В 2006 году Г. Н. Боганик (в соавторстве с Гурвичем И. И.) издал официальный учебник “Сейсморазведка“. Он был написан в начале девяностых годов прошлого века как четвертое, исправленное и дополненное издание учебника Гурвича И. И. 1980 года, однако по разным причинам новый учебник тогда не был издан [2]. И только в 2006 году переработанный вариант учебника появился из печати (рис. 8). Он имел сравнительно небольшой тираж (300 экз.).

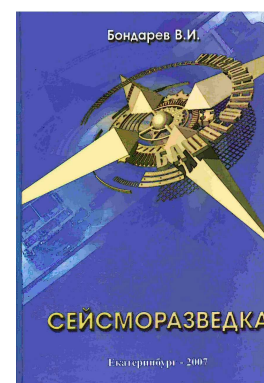


Рис.9. Официальный учебник Бондарева В.И., 2007 г.

Этот учебник имеет структуру – не традиционную для учебников Гурвича И. И. Учебник состоит из трех частей: первая часть - физико-геологические основы сейсморазведки - состоит из 6 глав, вторая часть – получение сейсморазведочных данных – из 3 глав, третья часть – обработка и интерпретация сейсморазведочных данных – из 8 глав. В настоящее время этот учебник используется в ряде вузов страны при изучении курса сейсморазведки. Заметим, что в учебнике иногда используются устаревшая терминология и мало используемые на практике термины. Описание сейсморазведочной аппаратуры и техники очень краткое и неполное.

Практически одновременно с появлением учебника Боганика Г. Н. в начале 2007 года Бондарев В. И. на основе ранее созданных учебных пособий издал с официальным грифом свой вузовский учебник по дисциплине “Сейсморазведка” [5] (рис. 9). Это издание значительно отличается от учебника Боганика Г. Н. как по стилю, так и по содержанию. Оно существенно полнее и объективнее отражает уровень развития отечественной и мировой сейсморазведки в середине первого десятилетия 21 века. Этот учебник в 2010 году получил Национальный сертификат качества РАЕ в номинации “Лучший информационный проект“.

В связи с быстрым исчерпанием немалого тиража (600 экз.) упомянутого учебника, а также необходимостью исправить некоторые недостатки и учесть новейшие достижения в сейсмической отрасли, Бондарев В. И. и Крылатков С. М. к 2011 году совместно подготовили новую редакцию учебника по сейсморазведке [7]. Он получил уже вторую (высшую) форму официального грифа “Рекомендовано” УМО Министерства образования и науки РФ в качестве учебника для студентов, обучающихся по специальности 130201 “Геофизические методы поисков и разведки месторождений полезных ископаемых“. Учебник (рис.10) издан в двух книгах и состоит из трех частей, традиционных для учебников по сейсморазведке. Первая часть “Физико-математические и геологические основы сейсморазведки” содержит 14 глав. Вторая часть “Методы, аппаратура и технология сейсморазведочных работ” включает 16 глав. Третья часть “Обработка, анализ и интерпретация данных” включает 22 главы. Объем и содержание каждой главы примерно соответствует одной двухчасовой лекции, общее число которых ориентировочно равно объему часов, отводимых на лекционную часть (100–120 часов) курса сейсморазведки по образовательному стандарту 2000 года. Рецензентами учебника выступили: Гогоненков Г. Н., доктор технических наук, первый заместитель генерального директора ОАО “Центральная геофизическая экспедиция“, и кафедра прикладной геофизики и геоинформатики Иркутского государственного технического университета, которую возглавлял доктор геолого-минералогических наук, проф. Дмитриев А. Г.

Впервые в этом официальном вузовском учебнике в информационных целях представлена обширная фотогалерея выдающихся отечественных и зарубежных ученых – сейсморазведчиков. Даются презентации кафедр геофизики ряда вузов России. Приводится красочная справочная информация о крупных отечественных сейсморазведочных компаниях, а также о компаниях-производителях сейсморазведочной аппаратуры и оборудования. В учебнике свыше 750 рисунков, из которых более 250 цветных. Первая часть учебника составлена на основе отечественных и зарубежных публикаций, она содержит общие сведения о процессах распространении сейсмических волн в геологических средах, математические основы теории распространения сейсмических волн, теорию линейных годографов сейсмических волн общей точки возбуждения и годографов сейсмических волн на сейсмограммах многократных перекрытий. Во второй части приводятся современная классификация методов и технических средств сейсморазведки, сведения о принципах и технологии современных способов возбуждения упругих колебаний в сейсморазведке, описываются



Рис.10. Последний российский учебник по сейсморазведке в двух книгах.
Авторы: Бондарев В. И. и Крылатков С. М., 2011 г.

теоретические основы и технические средства цифровой регистрации упругих колебаний. Дается представление о структуре и строении отечественной и зарубежной современной цифровой регистрирующей аппаратуры. Впервые в отечественной учебной литературе излагаются современные подходы к проектированию новейших систем наблюдений 3D. Достаточно подробно описывается аппаратура и оборудование для морских сейсморазведочных работ, а также для работ в транзитных зонах. В качестве основы для написания третьей части курса взяты как отечественные издания, так и две фундаментальные, весьма популярные в кругу специалистов монографии известных западных геофизиков “Seismic Data Analysis”(автор Yilmaz Oz. [18]) и “Interpretation of Three-Dimensional Seismic Data” (автор Brown A. [17]). На этой основе рассматриваются история развития методов обработки, их математические основы и начальные процедуры, общие вопросы обработки и интерпретации данных сейсмической разведки, основные процедуры обработки, различные виды фильтрации, деконволюции, а также миграционных преобразований. Изложение указанных вопросов сопровождается большим количеством иллюстраций, заимствованных из вышеназванной литературы. Большое внимание в учебнике уделено теории и практике получения атрибутивных изображений геологической среды и технологии прогнозирования геологического разреза. Примеры применения различных технологий содержат модели основных элементов геологического разреза и их отображение в сейсмических полях. Формулируются общие принципы геологической интерпретации данных сейсмической разведки и способы представления ее результатов. Демонстрируются успешные примеры применения сейсморазведки при решении различных задач при исследованиях земной коры методом ГСЗ, при региональных работах, а также в рудной и инженерной геологии. Особенно подробно иллюстрируются примеры эффективного использования сейсморазведки при поисках и разведке залежей углеводородов. Кратко описываются возможности перспективных технологий сейсморазведки – регистрация волн различной поляризации (многоволновая сейсморазведка), использование волн рассеивания, 4D технологии, возможности сейсморазведки на стадии разработки месторождения и др. В учебнике для интересующихся студентов приводится весьма обширный список отечественной и зарубежной специальной литературы.

Выводы

1. Учебники по сейсморазведке в вузах СССР/России всегда были основой подготовки отечественных геофизиков в области сейсмических методов ведения геологической разведки.
2. Анализ учебной литературы по сейсмической разведке показывает, что ее содержание, как правило, отражает лишь текущий уровень развития сейсморазведочного производства.

3. Происходящие изменения в содержании учебников разных лет издания касаются в основном аппаратуры, методики полевых сейсморазведочных работ и способов обработки и интерпретации.

4. Необходимость изложения в учебниках все более усложняющегося и расширяющегося круга вопросов, относящихся к новым видам технологии сейсморазведки, вынуждает искать возможности упрощенного изложения теоретических разделов и сложных вопросов на базе использования увеличенного количества рисунков и схем.

5. В связи с переходом российских вузов на новый федеральный стандарт ФГОС-2011 будут происходить серьезные изменения в содержании и структуре учебника нового поколения по сейсморазведке. Потребуется изложение новых методов и методик, появившихся на производстве, и включения новых теоретических разделов, ранее бывших уделом специальных исследований. В связи с этим можно ожидать появления учебников по отдельным разделам сейсморазведки. В то же время общий учебник по этой дисциплине должен будет заметно сократить свой объем и глубину изложения материала.

Список литературы

1. Бабенко В. В. Научные и педагогические достижения факультета геологии и геофизики / Известия высших учебных заведений. Горный журнал. 2009. №7. С.68-74.
2. Боганик Г. Н., Гурвич И. И. Сейсморазведка: Учебник для вузов. Тверь: Изд-во АИС, 2006. 744 с.
3. Бондарев В. И. Основы сейсморазведки: Учебное пособие для вузов. Екатеринбург: Изд-во УГГГА, 2003. 338 с.
4. Бондарев В. И. Сейсморазведка: Авторский учебник для вузов. Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2006. Т.1.136 с.; Т.2. 256 с.; Т.3. 324 с.
5. Бондарев В. И. Сейсморазведка: Учебник для вузов. Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2007. 690 с.
6. Бондарев В. И., Крылатков С. М. Анализ данных сейсморазведки: Учебное пособие для вузов. Екатеринбург: Изд-во УГГГА, 2002. 212 с.
7. Бондарев В. И., Крылатков С. М. Сейсморазведка: Учебник для вузов. Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2011. Т. 1. 402 с.; Т. 2. 408 с.
8. Гамбурцев Г. А. Основы сейсморазведки. М.: Гостоптехиздат, 1959. 378 с.
9. Гамбурцев Г. А. Сейсмические методы разведки. ОНТИ-НКТП СССР. М.; Л., 1937; 1938. Т.1. 256 с.; Т. 2.189 с.
10. Гурвич И. И. Сейсмическая разведка: Учебник для вузов. М.: Недра, 1960. 440 с.
11. Гурвич И. И. Сейсмическая разведка: Учебник для вузов. М.: Недра, 1970. 552 с.
12. Гурвич И. И., Боганик Г. Н. Сейсмическая разведка: Учебник для вузов. М.: Недра, 1980. 551 с.

13. Пузырев Н. Н. Интерпретация данных сейсморазведки методом отраженных волн. М.: Гостоптехиздат, 1959. 452 с.
14. Русский В. И. Нефтегазоносные провинции России и зарубежных стран: Учебное пособие. Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2010. 514 с.
15. Соколов П. Т. Физические и теоретические основы сейсмического метода геологической разведки. Горно-геолого-нефтяное изд-во. Л.; М.; Новосибирск, 1933. 215 с.
16. Шериф Р., Гелдарт Л. Сейсморазведка. М.: Мир , 1987. Т. 1. 447 с.; Т. 2 . 400 с.
17. Brown A. R. Interpretation of Three-Dimensional Seismic Data. Tulsa, AAPG Memoir, 2004. 42, 542 p.
18. Yilmaz O. Seismic Data Analysis. Tulsa, SEG, 2001. Vol.1. 1000 p.; Vol.2. 1000 p.

Рецензенты:

Писецкий Владимир Борисович, профессор, доктор геолого-минералогических наук, заведующий кафедрой геоинформатики Федерального бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования “Уральский государственный горный университет”, г. Екатеринбург.

Сковородников Игорь Григорьевич, профессор, доктор геолого-минералогических наук, профессор кафедры геофизики Федерального бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования “Уральский государственный горный университет”, г. Екатеринбург.