

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г.
ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Кафедра геофизики

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

«РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ТЕСТОВ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ
ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНИКО-МЕТОДИЧЕСКИХ ПРИЕМОВ
СЕЙСМОРАЗВЕДКИ НА ОСНОВЕ ПОЛНОВОЛНОВОГО
ГЕОСЕЙМИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ»

Студента 5 курса 531 группы

направление 21.03.01 Нефтегазовое дело

геологического факультета

Белова Романа Станиславовича

Научный руководитель

Д. г.-м.н., профессор

подпись, дата

С.И. Михеев

Зав. кафедрой

К. г.- м.н., доцент

подпись, дата

Е.Н. Волкова

Саратов 2021

Введение. Выпускная квалификационная работа посвящена проблеме повышения надежности сейсморазведочных данных на основе применения средств математического моделирования полей упругих волн. Для написания выпускной работы привлекались геолого-геофизические материалы, полученные в зоне сочленения Ставропольского свода и системы Манычских прогибов.

Актуальность темы выпускной квалификационной работы определяется:

- ведущей ролью сейсморазведки в комплексе геологоразведочных работ на нефть и газ;
- преобладающим применением виброисточников в современной практике сейсмических исследований и в нашей стране и за рубежом;
- невозможностью подобрать параметры полевой интерференционной системы, которые будут обеспечивать высокое качество сейсмических материалов в любых сейсмогеологических условиях.

Цель выпускной квалификационной работы заключалась в построении системы тестов, привязанных к условиям зоны сочленения Ставропольского свода и системы Манычских прогибов позволяющих изучать эффективность известных и новых технико-методических приемов сейсморазведки. Для достижения поставленной цели в выпускной квалификационной работе были поставлены и решены следующие задачи:

- собрать, систематизировать и проанализировать имеющиеся геолого-геофизические материалы на территории исследований;
- построить толстослоистую сейсмогеологическую модель разреза зоны сочленения Ставропольского свода и системы Манычских прогибов;
- применяя средства полноволнового моделирования вычислить 2D синтетические волновые поля при различных отношениях сигнал/помеха;

- выполнить предварительную обработку и анализ синтетических волновых полей, на этой основе сформулировать рекомендации по применению разработанной тестовой системы.

Данная работа включает введение, 4 раздела («Геолого-геофизическая характеристика района территории исследования», «Методологические аспекты применения моделирования геофизических полей в практике геологоразведочных работ», «Программно-алгоритмический комплекс TESSERAL», «Результаты анализа данных геосейсмического моделирования») содержащих 5 подраздела («Геологическое строение», «Сейсмогеологические условия», «Задачи исследований в связи с перспективами нефтегазоносности», «Построение сейсмогеологических моделей», «Анализ полученных данных»), заключение, список используемых источников, 13 рисунков, 2 таблицы. Объем работы составляет 38 страниц.

Основное содержание работы. В первом разделе «Геолого-геофизическая характеристика района территории исследования» данные выполненного сейсмогеологического моделирования привязаны к условиям молодой Предкавказской платформы в зоне сочленения Ставропольского свода и системы Манычских прогибов. Условия картирования нефтегазоносных объектов в мезозойско-кайнозойском и в палеозойском интервалах разреза существенно различны. Оптимизация систем наблюдений для какого либо одного из указанных интервалов неизбежно ведёт к потере информации для другого. Избежать таких потерь информации можно за счёт оптимизации технологии сейсмических исследований. Это и послужило основанием для постановки выполненных в пределах Ставропольского края исследований, в том числе, на основе средств сейсмогеологического моделирования.

Во втором разделе «Методологические аспекты применения моделирования геофизических полей в практике геологоразведочных работ»

Главной целью моделирования являлась создание тестовых материалов для последующей оценки эффективности различных технико-методических приемов сейсморазведки в сейсмогеологических условиях территории исследований, уточнении результатов интерпретации наблюдаемых данных. сейсморазведки. В результате геосейсмического моделирования можно сопоставить в профильном варианте как в сейсмическом поле отображаются те или иные изменения геологической ситуации и какие ограничения имеет методика сейсморазведки при изучении эффектов от присутствия в разрезе нефтегазоперспективных объектов и многое другое. Это позволяет планировать рациональную интерференционную систему, настроенную на изучение конкретной геологической задачи, формировать оптимальный граф обработки. Более того, можно задать на вход моделирования модель, полученную в результате структурных построений предшествующих работ и оценить все ли было сделано правильно, и если нет, то, что именно нужно изменить в будущем при планировании полевых работ и методик обработки и интерпретации

Третий раздел «Программно-алгоритмический комплекс TESSERAL» общедоступный коммерческий программный пакет Tesseral 2-D(компанияTesseralTechnologiesInc, Канада) моделирования полного сейсмического (акустического) поля с встроенным графическим интерфейсом, реализованный на персональном компьютере. Он позволяет задавать различные системы сейсмических наблюдений, проводить построение числовых моделей сложных сейсмогеологических разрезов и рассчитывать распространение колебаний в неоднородной среде. Пакет использует точную и быструю схему вычислений, основанную на методе конечных разностей, что дает возможность в кратчайшие сроки выполнять моделирование сколько угодно сложных геологических сред, включая комбинацию твердых тел и жидкостей. Пакет создан для интерактивного анализа и проверки глубинно-скоростных моделей и может быть легко

встроен в общепринятый процесс обработки и интерпретации сейсмической информации.

При помощи пакета Tesserat 2-D можно моделировать сейсмограммы и временные разрезы:

- Для моделей практически любой сложности, включающих резкие изменения скоростей по латерали, криволинейность границ, блочные геологические структуры, зоны каустик, сложноотраженные волны, в том числе от вертикальных границ и др.
- В сложных поверхностных условиях, включающих расчлененный рельеф поверхности наблюдений, изменчивость зоны малых скоростей, траппы, вечную мерзлоту и др. и требующих правильного учета кинематики и динамики поверхностных волн, волн спутников, рефракции и т.п.
- В условиях тонкослоистых моделей, формируемых на основе данных акустического и плотностного каротажей.
- Для трансверсально изотропных сред с наклонной осью симметрии, осложненных наклонными системами трещиноватости, что приводит к наиболее сложной для 2D-варианта моноклинной системе симметрии анизотропной среды.
- Для пористых флюидонасыщенных сред в рамках модели Гассмана.

В четвертом разделе «Результаты анализа данных геосейсмического моделирования» было выполнено математическое моделирование полного волнового поля для двумерной модели среды, соответствующей сейсмогеологическим условиям Предкавказья (Ставропольский свод и Манычевский прогиб). Модель объекта была сформирована в отделе разведочной геофизики ФГУП Нижне-Волжского научно-исследовательского института геологии и геофизики (Куколенко О.В. и др.). Она содержит 8 слоев, в пределах каждого из которых значения скоростей распространения

продольных и поперечных волн, а также величин плотностей сохраняются постоянными рисунок 1. В модели заданы 7 границ раздела:

- 1- кровля палеогеновых отложений;
- 2- кровля верхнемеловых отложений;
- 3- кровля нижнемеловых отложений;
- 4- подошва нижнемеловых отложений;
- 5- кровля каменноугольных отложений;
- 6- кровля девонских отложений;
- 7- кровля палеозойских отложений или кровля допермских.

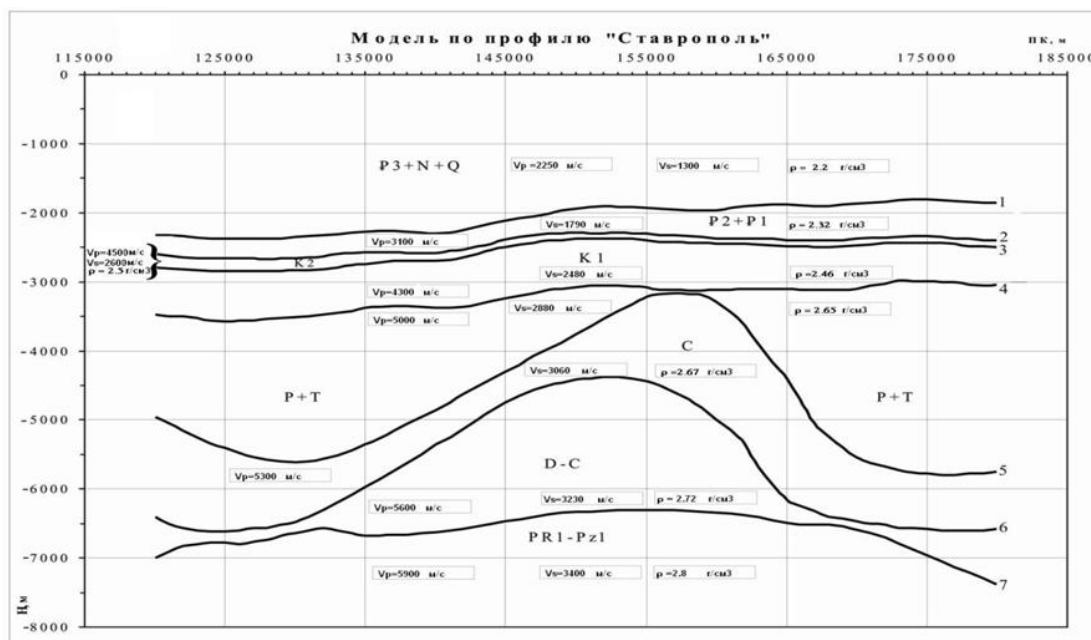


Рисунок 1 - Сейсмогеологическая модель «Ставрополь».

В подразделе 1.1 «Геологическое строение» представление о геологическом строении Предкавказья, а именно к условиям молодой Предкавказской платформы в зоне сочленения Ставропольского свода и системы Манычских прогибов.

В подразделе 1.2 «Сейсмогеологические условия» основные проблемы трассирования отражений, сформировавшихся в кайнозое и

мезозое, определяются тонкослоистостью разреза и наличием интенсивных кратных и частично-кратных волн приведенном на рисунке 2.

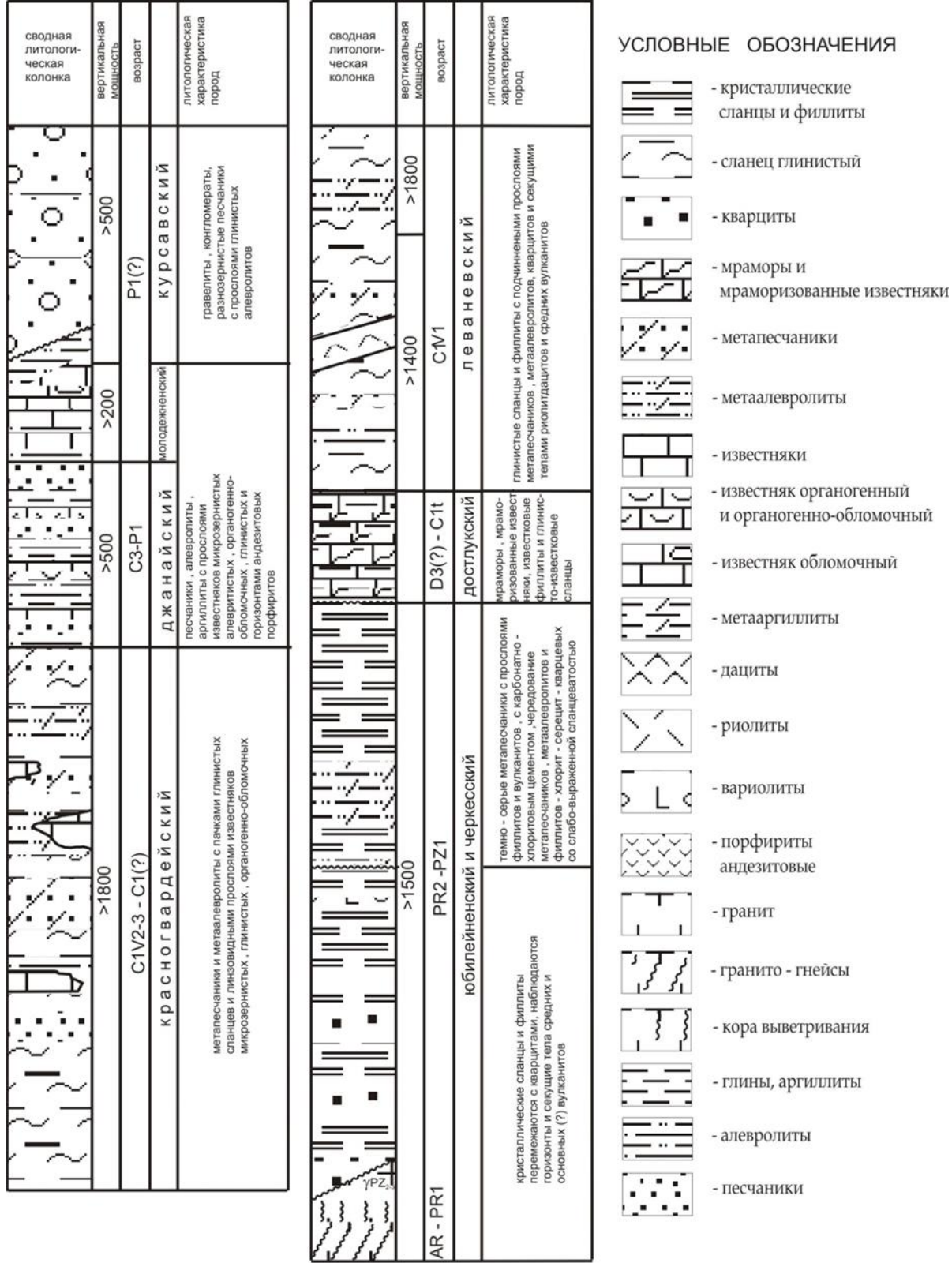


Рисунок 2- Сводный разрез фундамента Предкавказья

В подразделе 1.3 «Задачи исследований в связи с перспективами нефтегазоносности» сложилась двойственная ситуация на территории исследования. Условия картирования нефтегазоносных объектов в мезозойско-кайнозойском и в палеозойском интервалах разреза существенно различны. Оптимизация систем наблюдений для какого либо одного из указанных интервалов неизбежно ведёт к потере информации для другого. Избежать таких потерь информации можно за счёт оптимизации технологии сейсмических исследований.

Подраздел 4.1 «Построение сейсмо-геологических моделей» посвящён математическому моделированию полного волнового поля для двумерной модели среды, соответствующей сейсмогеологическим условиям Предкавказья (Ставропольский свод и Манычевский прогиб). Для расчетов была задана система наблюдений МОГТ со следующими характеристиками:

- система - центральная ПВ на 404-м, 408-м, 412-м и 416-м каналах;
- длина приемной расстановки $L=20.5\text{км}$;
- максимальное расстояние источник-приемник $X_{\max}=10375\text{м}$;
- минимальное расстояние источник-приемник $X_{\min}=50\text{м}$;
- шаг между пунктами приема $\Delta X_{\text{пп}}=25\text{м}$;
- шаг между пунктами возбуждения $\Delta X_{\text{пв}}=100\text{м}$;
- расстановка – 819 каналов;
- длина сейсмической записи $t_k=6,0\text{с}$;
- шаг дискретизации $\Delta t=4\text{мс}$;

В подразделе 4.2 «Анализ полученных данных» посвящен вычислению результатов опытно-методических работ в программных комплексах.

Всего было рассчитано 240 теоретических сейсмограмм для профиля протяжённостью 24 пог. км. Примеры полученных в результате расчетов синтетических сейсмограмм общего пункта возбуждения (ОПВ) для Z (вертикальной) и X (горизонтальной) компонент приведены на рисунок 4.2 и рисунок 4.3 соответственно.

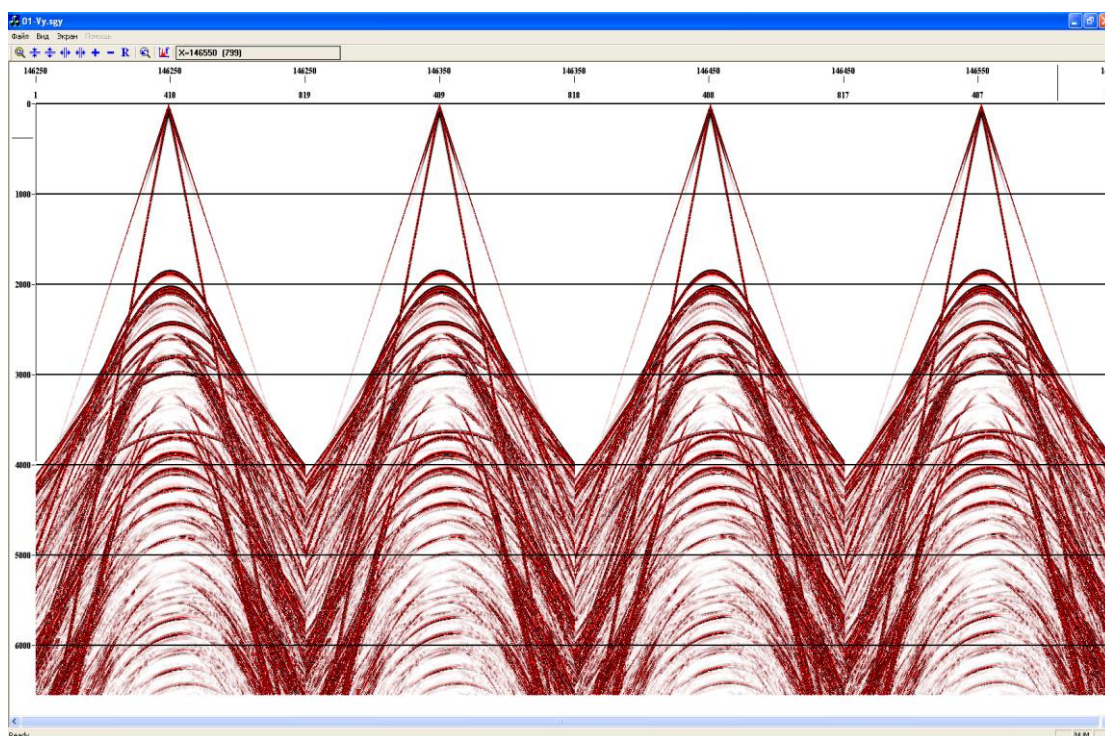


Рисунок 4.2 Пример синтетических сейсмограмм ОПВ (Z-компонента)

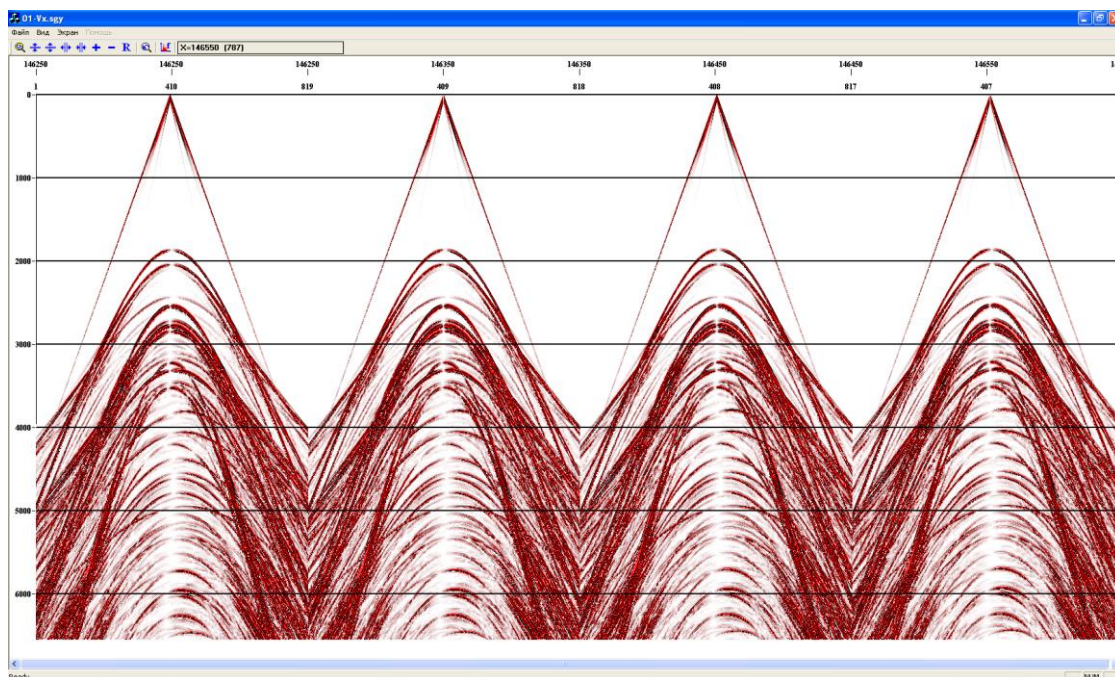


Рисунок 4.3- Пример синтетической сейсмограммы ОПВ (X-компонента)

Заключение. Полученные в ходе подготовки выпускной квалификационной работы результаты позволяют констатировать, что поставленная перед нею цель, заключающаяся в построении системы тестов, привязанных к условиям территории исследований, и позволяющих изучать эффективность известных и новых технико-методических приемов сейсморазведки достигнута.

Основными результатами, полученными в ходе подготовки выпускной квалификационной работы являются данные расчета теоретических волновых полей при разных отношениях сигнал/помеха. Отличительной особенностью выполненных вычислительных экспериментов заключается в использовании алгоритмов, базирующихся на волновой теории. Полученные результаты характеризуются хорошей сходимостью с экспериментальными данными. Они могут быть использованы в практике сейсморазведочных работ для тестирования эффективности известных и новых способов повышения качества сейсмических записей.

По нашему мнению, следует продолжить начатую работу и сделать обработку не только для волн продольного типа (Р- волн), но и для поперечных (типа S) волн. Это позволит получить более полную систему тестов и проанализировать эффективность технико-методических приемов высокоперспективной многоволновой сейсморазведки.