

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

Кафедра геофизики

**«Оптимизация характеристик вибрационного источника на основе
опытно-методических работ в пределах Самарского участка
Бузулукской впадины»**

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

Студента 4 курса 403 группы
направление 05.03.01 геология
геологического ф-та
Кондратьева Дениса Сергеевича

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 2019

Введение. В основу настоящей бакалаврской работы был положен геолого- геофизический материал, собранный во время производственной практики в АО «НИЖНЕ –ВОЛЖСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ГЕОЛОГИИ И ГЕОФИЗИКИ» (АО «НВНИИГГ»). Данная организация проводила сейсморазведочные работы на территории Самарской области, на восточном склоне Жигулевского свода и на западном склоне Бузулукской впадины. Целью указанных работ являлось локализация зон развития ловушек УВ неантиклинального типа, уточнение геологического строения Самарского участка и перспектив нефтегазоносности осадочного чехла, определение первоочередных направлений дальнейших поисковых работ на данной территории.

Достижение поставленной цели базировалось на выполнении значительного (240 пог. км.) объема полевых работ методом ОГТ 2Д. Указанные работы и выполнялись филиалом СГЭ АО НВНИИГГ.

При подготовке выпускной квалификационной работы изучались возможности оптимизации параметров виброрейса. Оптимизацию параметров вибрационного возбуждения можно трактовать как выбор параметров свип - сигнала, который обеспечивает наиболее высокое качество полевого материала при минимальных затратах.

Актуальность выбранной темы определяется невозможностью подобрать параметры виброрейса, которые будут обеспечивать высокое качество сейсмических материалов в любых сейсмогеологических условиях. Поэтому на каждой исследуемой территории цикл опытных работ приходится делать вновь. Кроме того, вибрационный способ возбуждения упругих колебаний имеет при поисках и разведке нефтегазовых месторождений наибольшие масштабы применения и в нашей стране и за рубежом.

Цель бакалаврской работы заключалась в анализе результатов опытно-методических экспериментов выполненных в пределах Самарского участка, расположенного на юго-западном борту Бузулукской впадины, на предмет

обоснования оптимальных параметров вибрационного возбуждения упругих колебаний.

Для достижения поставленной цели были поставлены и решены следующие частные задачи:

- обобщить и проанализировать опубликованные данные по теоретическим и экспериментальным основам виброрейсморазведки с позиции решения проблемы оптимизации параметров вибрационного возбуждения;

- рассмотреть основные положения обоснования оптимальных управляющих сигналов;

- проанализировать результаты опытно-методических работ, выполненных в пределах Самарского участка Бузулукской впадины, на этой основе выбрать оптимальные параметры виброрейса.

Бакалаврская работа состоит из введения, трех разделов, заключения, списка литературы, включающего 14 источников. Работа изложена на 44 страницах, содержит 16 рисунков и 4 таблицы.

Основное содержание работы. При виброрейсмических исследованиях сейсмический вибратор используют для формирования управляемого волнового пакета, который проходит через грунт и регистрируется сейсмическими приемниками. Оператор вибратора выбирает временной интервал возбуждения свип-сигнала, а так же последующий период времени, в течение которого вибратор не возбуждает сигналов. Отраженные сигналы принимают в течение временного интервала, когда вибратор работает и когда не работает. Обычно возбуждение имеет форму синусоидальных колебаний с непрерывно изменяющейся частотой, прикладываемых к поверхности грунта (или к толще воды) в течение длительности свип-сигнала, продолжающейся от около 2 до около 20 с или даже больше.

Возможны свип-сигналы различных видов, в каждом из которых используют убывание амплитуды некоторого вида в начале и в конце свип-сигнала, для гарантирования плавного спада к нулю амплитуды свип-сигнала

в его конечных точках. Частота свип-сигнала может изменяться со временем линейно или нелинейно. Обычным сигналом является линейный свип-сигнал. Линейный свип-сигнал представляет собой сигнал синусоидального типа, имеющий по существу постоянную огибающую амплитуды, при этом частота сигнала изменяется линейно со временем, монотонно увеличивается или уменьшается в пределах заданного частотного диапазона, а частота качания (зондирования) постоянная. Нелинейный свип-сигнал представляет собой сигнал синусоидального типа, при этом частота изменяется со временем нелинейно.

При вибросейсмических исследованиях для получения коррелированной записи осуществляют корреляцию данных, которые формируются в результате действия вибрационного источника, с опорным свип-сигналом. Коррелированная запись напоминает обычную сейсмограмму, получаемую в случае использования взрывных или импульсных сейсмических источников.

Начальная частота выбирается по возможности низкой. Обычно она составляет около 10 Гц, при более низких частотах вибраторы начинают работать не стабильно. Конечная частота выбирается порядка 80-100 Гц и выше (использование более высоких частот становится неэффективным из-за их высокого поглощения геологической средой).

Для достижения сопоставимых результатов с взрывными источниками (в тротиловом эквиваленте) вибраторы обычно группируются, то есть на пикете работает не один вибратор, а группа (обычно из 5 вибраторов).

Опытные работы были проведены с использованием группы виброисточников R-Vib и телеметрической сеймостанции «Прогресс Т-2».

Расстояние между центрами групп сеймоприемников 50 м.

Система наблюдений - центрально-симметричная.

Минимальное расстояние ПВ-ПН-0м.

Максимальное расстояние ПВ-ПН-4500м.

Тип и количество сеймоприемников в группе - 8.

Длительность записи-6 с.

Период дискретизации-2 мс.

В процессе ОР предполагалось уточнить частотный диапазон свип-сигнала, его длину, количество накоплений на физ. точке, количество вибрационных установок на физ. точке, базу группирования, усилие на грунт, длину переходной зоны свип-сигнала, тип свип-сигнала. Опытные работы выполнены путём последовательного перебора указанных характеристик при одиночных сейсмических зондированиях на полной расстановке.

В тектоническом строении данной территории принимают участие разнопорядковые положительные и отрицательные структурные элементы, осложняющие Волго-Уральскую антеклизу и зоны ее сочленения с Рязано-Саратовским прогибом.

Современное строение осадочного чехла региона определяется по особенностям развития, как образований кристаллического архейско-нижнепротерозойского фундамента, так и отложений осадочного чехла, сформировавшихся на верхнепротерозойском, палеозойском и мезозойском этапах геологического развития.

По вещественному составу и степени постседиментационных образований на территории планируемых работ выделяются три стратиграфические толщи: фундамент, промежуточный и плитный комплексы. Первый сформировался в результате Карельского тектономагматического цикла, к концу которого территория была пенепленизирована. Одной из характерных особенностей является нарушенность фундамента многочисленным разломами. Помимо целевых отражений в зарегистрированном волновом поле территории исследований наблюдается широкий спектр волн-помех. В их число входят:

- случайные;

- низкоскоростные (скорость 300-1000м/с);

- среднескоростные (скорость 1000-1500м/с);

- высокоскоростные (скорость больше 1500м/с).

На территории Волго-Уральской нефтегазоносной провинции промышленные залежи нефти и газа приурочены к додевонским, девонским, каменноугольным и пермским отложениям. В них выделяется до восьми основных, продуктивных комплексов: терригенный среднего и верхнего девона, карбонатный верхнего девона и турнейского яруса нижнего карбона, терригенный нижнего карбона, карбонатный и терригенно-карбонатный нижнего и среднего карбона, карбонатный верхнего карбона и нижней перми, карбонатно-терригенный верхней перми. В девонских отложениях сосредоточено 30% разведанных запасов нефти и 2% газа. В каменноугольных – 58% нефти и 80% газа и в пермских нефти 40%, и 90% газа. Терригенный, продуктивный комплекс девона принят в объеме от подошвы эйфельского или живетского ярусов до кровли тиманского горизонта. Наиболее широко развиты пласты песчаников живетского яруса и нижнефранского подъяруса. Промышленная нефтеносность этих пластов установлена на большей части провинции.

Материалы опытных работ обработаны на ВЦ «СГЭ» АО «НВНИИГГ» в программном комплексе ProMAX. При определении амплитудно-частотных характеристик были использованы программы TraceStatistics, SequenceAttributeAnalysis (статистические оценки по трассам, анализ атрибутов последовательностей).

Были рассчитаны следующие атрибуты сейсмической записи:

1. Средняя энергия трассы.
2. Отношение сигнал/помеха в окне целевых горизонтов с выборкой каналов визуально свободных от регулярных и нерегулярных помех.
3. Доминантная частота.

4. Эффективная ширина полосы частот в окне целевых горизонтов.
5. Мах амплитуда.

Данные опытно методических работ (полевые сейсмограммы и временные разрезы ОГТ) оценивались визуально и на основе сопоставления количественных оценок качества, полученных для различных условий выполненных экспериментов (в нашем случае, разных параметрах свип-сигналов).

Оценки качества сейсмического материала, полученные на основе визуального анализа сейсмических волновых полей, несут в себе элементы субъективного взгляда того или иного специалиста. Поэтому в современной практике сейморазведочных работ стали применять количественные оценки качества наблюдаемых полей упругих волн. С содержательных позиций указанные количественные оценки подразделяются на две группы:

- оценки амплитуд (энергий) сигнала или помехи либо отношения сигнал/помеха;
- оценки разрешенности сейсмических данных (преобладающая частота, ширина спектра, вычисляемая по тому или иному алгоритму оценка разрешенности записи и др.).

Достижение высоких амплитуд (энергий) сигнала или отношений сигнал/помеха обеспечивает возможность прослеживания целевых волн в наблюдаемых волновых полях, высокие же оценки разрешенности сейсмических данных (большая ширина спектра, высокая преобладающая частота и др.) показывают возможность выделения объектов малых размеров (как по вертикали, так и по горизонтали).

К сожалению, как показывает практика и теоретические расчеты, методические приемы, увеличивающие отношения сигнал/помеха и амплитуд сигналов целевых (в МОГТ – отраженных) волн приводит к уменьшению разрешенности записи и наоборот. Поэтому выбор оптимальных оценок качества является сложным процессом, основанном на

компромиссных решениях. Специалисту необходимо обеспечить хорошую прослеживаемость целевых сейсмических горизонтов при приемлемой разрешенности сейсмической записи.

Прослеживаемость определяется такими параметрами как: средняя энергия трассы и сигнал/помеха в окне целевых горизонтов.

Разрешенность определяется параметрами: доминантная частота, эффективная ширина полосы частот в окне целевых горизонтов.

Нижняя частота свип-сигнала варьировалась: 8, 10, 12 Гц, при постоянной верхней частоте 110 Гц. Длина свипа 8 с, 3 вибратора на минимальной базе 25 м, 4 накопления на физической точке, усиление на грунт 60%.

Анализ представленных графиков показывает преимущество частоты 8 Гц при более высоких значениях средней энергии трассы регистрируемого ЛЧМ свип-сигнала.

Количественные оценки сейсмограмм, полученные с использованием НЛЧМ свип-сигнала, также свидетельствуют о преимуществе частоты 8 Гц.

Далее были произведены физические наблюдения с разными верхними частотами свип-сигнала – 100 Гц, 110 Гц, 120 Гц и 130 Гц. При частоте 110 Гц, в большинстве случаев, достигаются наилучшие значения рассчитанных атрибутов сейсмической записи.

С частотными параметрами свип-сигнала 8-110 Гц, выбранными на предыдущем этапе, были произведены физические наблюдения с длительностью 8, 10, 12, 14 и 16 с. Количественные оценки сейсмограмм показывают, что наилучшего соотношения сигнал/помеха при наибольшей ширине амплитудно-частотного спектра, а также максимальных значениях средней энергии трассы и доминантной частоты регистрируемого сигнала, позволяет достигнуть длительность свип-сигнала – 12 с.

При применении ЛЧМ свип-сигнала результат не такой однозначный. Однако следует заметить, что количественные атрибуты сейсмограмм с длительностью 12, 14, 16 с, показывают их незначительное расхождение.

Рекомендуемая длительностью свип-сигнала – 12 с.

Выполнены физические наблюдения: база возбуждения 25м – для 3-х виброисточников, 6 накопчиваний, 3-мя виброисточниками база группирования 37,5 м – 4 накопчивания, 4-мя виброисточниками база группирования 37,5 м – 4 накопчивания, 4-мя виброисточниками база группирования 37,5 м – 6 накопчиваний. При группировании источников их взаимное положение в группе – “нос к корме”, база группы определялась расстоянием между плитами крайних источников.

Следует заметить, что количественные оценки сейсмограмм показывают их незначительное расхождение. Существенного ухудшения характеристик от уменьшения числа вибраторов не наблюдается. Сравнение исходных сейсмограмм позволяют принять решение о возможности применения трех источников возбуждения и базы группирования 25 м с 6 накопчиваниями.

На Рисунке 16 представлен априорный временной разрез по профилю S210071719, полученный с выбранными параметрами. Его качество-прослеживание отражающих горизонтов, разрешенность записи свидетельствуют о том, что выбранные параметры обеспечивают необходимую информативность разреза.

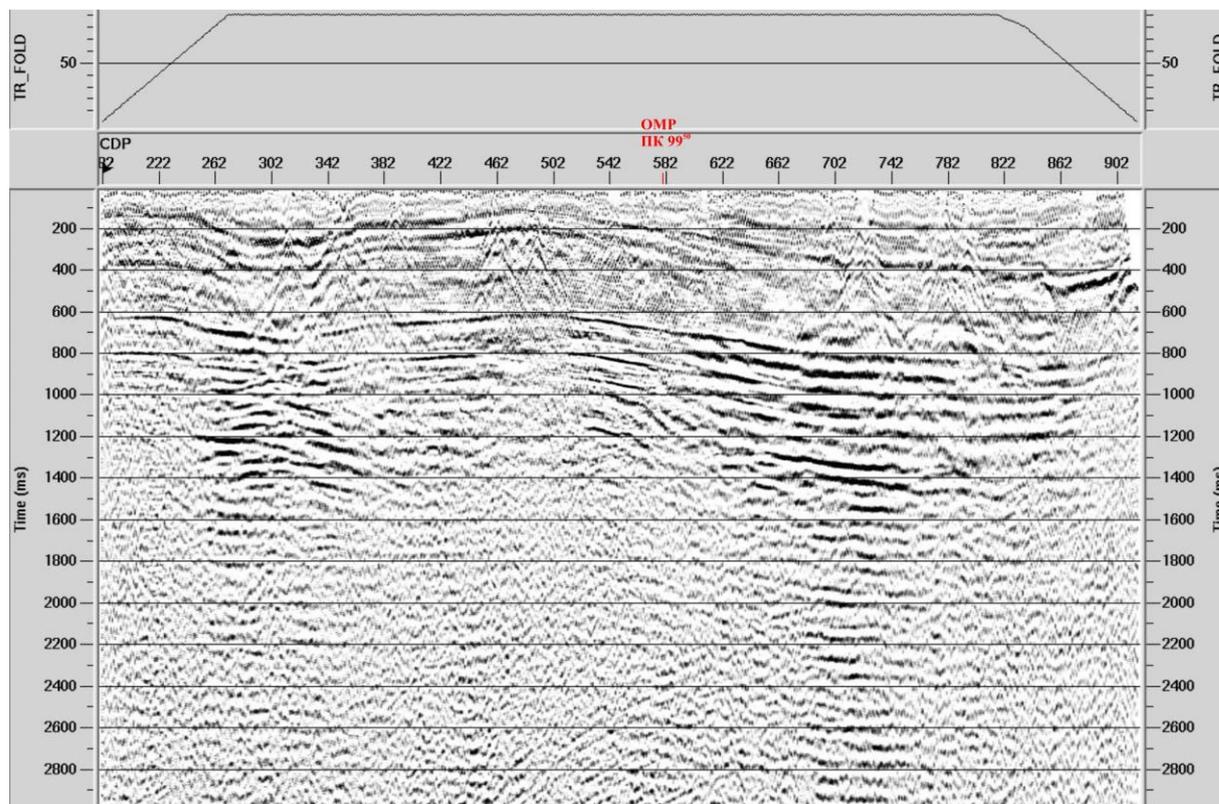


Рисунок 16- Априорный временной разрез по профилю S210071719

В целом по результатам опытных работ были рекомендованы следующие параметры для производственных работ:

- тип свипа –ЛЧМ,
- частотный диапазон свип-сигнала 8-110Гц,
- длина свип-сигнала - 12с,
- количество виброустановок в группе - 3,
- база группирования источников - 25 м,
- количество накоплений вибровоздействий на одно физическое наблюдение 6.

Заключение. В данной бакалаврской работе на примере Самарского участка Бузулукской впадины были рассмотрены вопросы определения оптимальных параметров вибрационного возбуждения упругих колебаний.

По результатам выполненных исследований цель бакалаврской работы, заключающаяся в анализе результатов опытно-методических экспериментов

на предмет обоснования оптимальных параметров вибрационного возбуждения упругих колебаний, была достигнута. Для достижения поставленной цели было решено несколько частных задач:

- обобщены и проанализированы опубликованные данные по теоретическим и экспериментальным основам вибросейсморазведки с позиций решения проблемы оптимизации параметров вибрационного возбуждения;
- рассмотрены основные положения обоснования оптимальных управляющих сигналов;
- проанализированы результаты опытно-методических, выполненных в пределах Самарского участка Бузулукской впадины, обоснованы оптимальные для данной территории параметры вибросейса.

В результате анализа данных опытных работ были обоснованы следующие характеристики управляющих сигналов:

- частотный диапазон свип-сигнала 8-110Гц;
- длина свип- сигнала - 12с;
- количество виброустановок в группе - 3;
- база группирования источников - 25м;
- количество накоплений вибровоздействий на одно физическое наблюдение - 6.

Определенные в качестве оптимальных параметры вибрационного источника рекомендованы при продолжении геологоразведочных работ на изученной и сопредельных территориях.