

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

Кафедра геофизики

**«Применение и оценка информативности сейсморазведки МОГТ-  
2D с нелинейной разверткой управляющего сигнала» (на примере  
Больше-Челыклинского-4 лицензионного участка Саратовской области)**

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

Студента 5 курса 532 группы  
направления подготовки 21.03.01 «Нефтегазовое дело»  
геологического факультета  
Никитина Дмитрия Алексеевича

**Научный  
руководитель**

Д. г.-м.н., профессор

\_\_\_\_\_

С.И.Михеев

Зав. кафедрой

К. г.- м.н., доцент

\_\_\_\_\_

Е.Н. Волкова

Саратов 2024

**Введение.** Волго-Уральская нефтегазоносная провинция является одной из старейших в России. Её перспективность доказана выявленной промышленной нефтегазоносностью девонских и каменноугольных отложений. В Саратовском Заволжье, входящем в состав указанной провинции, выделяется ряд районов, каждый из которых отличается особенностями геологического строения, степенью изученности и развития инфраструктуры. Один из таких районов в тектоническом отношении приурочен к Пугачевскому своду и его обрамлению. Это обширная территория имеет на сегодняшний день невысокую оценку ресурсного потенциала УВ сырья. Однако, высокая степень и перспективы нефтегазоносности сопредельных территорий, а также геолого-геофизические данные, полученные в последние годы, позволяют более оптимистично подойти к оценке нефтегазоносности изучаемой территории. В последнее десятилетие месторождения, расположенные на территории Пугачевского свода, активно вовлекаются в эксплуатацию. Успех в реализации перспектив обсуждаемой территории естественно связывать с повышением информативности ведущего метода геофизики – сейсморазведки и, в частности, с повышением детальности изучения разреза. Это достигается повышением разрешенности метода, чему препятствует, в частности, повышенное поглощение высокочастотных составляющих спектра сигнала. Для компенсации потерь высоких частот можно использовать, как это продемонстрировано в настоящей выпускной работе, вибрационные источники с нелинейной разверткой управляющих сигналов.

В связи с вышеизложенным, уточнение перспектив нефтегазоносности месторождений, расположенных на территории Пугачевского свода с применением усовершенствованной технологии, является актуальной геологической задачей. Целью настоящей выпускной квалификационной работы стало изучение возможности применения сейсморазведки МОГТ-2D с нелинейной разверткой управляющего сигнала для решения данной

геологической задачи на примере Быковской площади Больше-Чалыклинского-4 лицензионного участка.

Для достижения данной цели поставлены следующие задачи:  
изучение геологического строения района работ,  
обоснование методики и технологии полевых работ,  
освоение контроля качества над полевыми работами,  
выполнение дополнительного теоретического анализа материалов  
опытно-методических работ;  
оценка информативности полевых материалов.

В ВКР использованы результаты полевых сейсморазведочных работ МОГТ-2Д в объёме 360 пог. работ, проведенных в пределах Больше-Чалыклинского-4 лицензионного участка Саратовской области силами сейсморазведочной партии ОАО "Саратовнефтегеофизика", а также материалы обработки, интерпретации сейсмического материала МОГТ-2Д. По участку проведенных исследований получен сейсмический материал, позволяющий провести структурные построения.

**Раздел первый «Общие сведения о районе исследований».**  
Административное положение районов исследований - Марксовский и Балаковский районы Саратовской области.

Рельеф местности – слабохолмистая степная равнина, наклоненная на север в сторону р. Большой Иргиз, расчленена долинами рек Большой и Малый Кушум. Абсолютные отметки рельефа колеблются от +15 м до +50 м. Крутизна склонов возвышенностей не превышает 20°.

Климатические условия – климат резко континентальный. Лето жаркое с температурой до +40°С, зима малоснежная, с морозами до -30°С. Среднегодовое количество осадков 300-350 мм. Снежный покров устанавливается с конца ноября и достигает толщины 30-40 см. Сходит снежный покров в начале апреля. Глубина промерзания почвы до 1 м.

Гидрографическая сеть, крутизна берегов, глубина промерзания зимой – с севера площадь работ ограничена долиной р. Большой Иргиз.

Возможность (или невозможность) применения механизированной размотки сейсмических кос – на всех профилях размотка-смотка до 40% длины сейсмических кос будет осуществляться вручную и не менее 60% - вручную с движущегося транспорта.

### **Раздел второй «Геологическое строение района исследований».**

Наиболее древними породами, вскрытыми скважинами в пределах Больше-Чалыклинского-4 лицензионного участка и на сопредельных площадях, являются отложения рифейского возраста. Они представлены песчаниками кварцитовидными серого, зеленовато-серого и розового цвета, разномерными, прослоями полевошпатово-кварцевыми и кварцево-глауконитовыми, с прослоями аргиллитов зеленовато-серых, алевритистых. Вскрытая толщина рифейских отложений в скв. Чапаевской 9, расположенной у восточной границы площади проектируемых работ, составляет 418 м.

В разрезе осадочного чехла установлен ряд поверхностей несогласия, наиболее значимые из которых это преддевонская, предфаменская, предбобриковская, предьюрская и преднеогеновая, образовавшихся в результате длительных перерывов в осадконакоплении. Каждая из указанных поверхностей характеризуется значительным размывом нижележащих литологических комплексов и угловым несогласием.

В тектоническом отношении площадь работ располагается в пределах Балаковской вершины Пугачёвского свода.

Прямые признаки нефтегазоносности каменноугольных и девонских отложений установлены в пределах Балаковской вершины, а также на сопредельных территориях.

На сопредельной площади, в непосредственной близости от северной границы участка находится Балаковское нефтяное месторождение. К югу от участка расположено Коптевское газоконденсатное месторождение, к юго-западу – Мечеткинское, Преображенское, Вознесенское и другие месторождения.

На участке и сопредельных площадях Саратовской области в разрезе осадочного чехла выделяются следующие продуктивные нефтегазоносные комплексы:

- средне-верхнедевонский (карбонатно-терригенный);
- верхнедевонско-нижнекаменноугольный (преимущественно карбонатный);
- ниже-верхневизейский (терригенный);
- серпуховско-нижнебашкирский (карбонатный);
- верейско-мелекесский (преимущественно терригенный);
- верхнемосковско-нижнепермский (карбонатный).

### **Раздел третий «Методика и технология полевых работ».**

Обязательным предварительным этапом работ является топографическая привязка - опознавание на местности пунктов государственной геодезической сети (ГГС).

Параллельно была проведена съёмка существующих коммуникаций с помощью навигационного приёмника фирмы Trimble серии 5700. По данным разбивки составлена абрисная схема с помощью ПО AutoCAD.

Опытные работы на Больше-Чалыклинском лицензионном участке были проведены на полной расстановке профиля № 15 с пикетом возбуждения 751. Программа опытных работ была составлена на основании результатов ранее проведенных работ в данном регионе. По результатам сейсморазведочных работ прошлых лет для данного региона спектр частот полезных волн находится в диапазоне 10 - 110 Гц.

При анализе выбора и обоснования методики полевых работ выявлена основная сложность выбора параметров. Улучшение по одному из оптимизированных параметров обычно приводит к ухудшению по другому (Например, повышение верхней граничной частоты с целью повысить детальность изучения разреза приводит к снижению отношения сигнал/помеха (ухудшение прослеживаемости отражений). Увеличение времени развертки ведет к повышению отношения сигнал/помеха, то есть к улучшению прослеживаемости на сейсмических разрезах целевых объектов, но ведет к экономическим издержкам. Поэтому исполнитель работ старается выбрать минимальную длительность. По той же причине старается выбрать минимальное количество накоплений. Снижение нижней граничной частоты приводит к росту амплитуд низкоскоростных поверхностных помех, проблемам со здоровьем у работников.)

Для оптимального выбора при обосновании методики полевых работ необходимо учитывать теорию. Практически всегда такое обоснование сводится сейчас к проведению небольших объемов опытно-методических работ. Это делается в исключительных случаях, что ведет к возникновению ошибок при выборе оптимальных параметров сейсмических съёмки. Чтобы избежать таких ошибок, автор выпускной работы выполнил дополнительный теоретический анализ выбранной на основе опытно-методических работ технологии. В качестве инструмента теоретического анализа использовано математическое моделирование.

Выполненные автором выпускной работы вычислительные эксперименты подтвердили, в частности, целесообразность изменения крутизны изменения частоты управляющего сигнала. Для вычислений использовалась программа SVIPMOD, составленная профессором кафедры геофизики СГУ Михеевым С.И.

С учетом вышеприведенных соображений в качестве окончательных были выбраны следующие параметры возбуждения:

нижняя частота СВИПа 12 Гц,  
верхняя частота СВИПа 100 Гц,  
длительность СВИПа 10 с,  
источник возбуждения группа из 3-х вибраторов на базе 25 м.,  
количество воздействий 8,  
усилие на грунт 70%,  
тип свип-сигнала НЧМ, const=3.  
крутизна изменения частоты сигнала -3 дб/о

С такими параметрами отработаны все производственные профили.

При отработке производственных профилей использовался вибрационный источник упругих колебаний с генерацией управляющего сигнала (свип-сигнала) с нелинейной разверткой. Проект отработки площади был составлен в программном комплексе «Mesa12» по регулярной схеме. После выноса пикетажа на местность происходила необходимая корректировка системы наблюдений, и подготавливались по очередности для каждого профиля SPS-файлы (номера пикетов возбуждения, приема, координаты, значения альтитуд рельефа) и параметры активной расстановки для каждого ПВ (номера крайних ПП на линии, наличие висячек, количество активных каналов). По этим данным для каждого профиля создавался рабочий проект

Оператор сейсмостанции формировал в порядке отработки выходные SPS-файлы с присвоенными номерами полевых записей. Регистрация сейсмических сигналов производилась сейсмоприемниками GS-20DX, производства ООО «ОЙО-ГЕО-Импульс Интернешл», РФ.

Обработка наблюдений проводилась со следующими параметрами полевой методики:

расстановка линейная 48-ми канальная с неравномерным шагом;

расстояние между ПП – 1-5м (1-9 каналы - 1м, 9-17 каналы – 2м, 17-24 каналы – 3м, 24-25 каналы – 5м, 25-32 каналы – 3м, 32-40 каналы – 2м, 40-48 каналы – 1м);  $X_{\max}$  - 100 м;  $X_{\min}$  - 5м.

В качестве источника возбуждения применяется источник сейсмических колебаний «Енисей КЭМ-2». Регистрация проводилась телеметрической сейсмостанцией «Прогресс-Л».

**Раздел четвертый «Результаты».** Контроль качества состоял из следующих этапов:

1. Установка групп сейсмоприемников на профиле.
2. В процессе регистрации каждого возбуждения с помощью аппаратурно-программных средств сейсмической станции осуществлялся контроль над состоянием используемых групп сейсмоприёмников.

Для обеспечения контроля над качеством геофизического материала и состоянием аппаратуры и оборудования предусматривалось:

1. Ежедневная приемка первичных материалов по полевым воспроизведениям сейсмических записей (визуализация сейсмограмм выполнялась на одном усилении с выключенным АРУ и в 100% объеме).
2. Ежедневная экспресс-обработка и расчет динамических параметров (среднеквадратичная амплитуда в заданном окне).
3. Проверка соблюдения требований “Инструкции по сейсморазведке”, “Инструкции по контролю качества первичного полевого материала для полевых сейсморазведочных партий”, “Требований к проведению сейсморазведочных работ 2D ”.

4. Контрольные проверки состояния геофизического оборудования, подтвержденные соответствующими сейсмограммами, графиками, тестовыми записями.

Контроль над качеством работы виброисточников состоял в просмотре и анализе ежедневных сверок источников по радиоканалу с использованием программы VibQC32 и построении графиков усилия воздействия на грунт, нелинейных искажений и фазовой характеристики.

Параметры допусков работы вибраторов:

- отклонение по пиковой силе –  $\pm 20\%$ ;
- отклонение по средней силе –  $\pm 10\%$ ;
- величина пиковой фазовой ошибки – 10 град;
- величина средней фазовой ошибки – 5 град;
- ограничение по пиковым нелинейным искажениям – 60 %;
- ограничение по средним нелинейным искажениям – 30 %.

Параметры и качество возбуждения контролировалось оператором после каждого возбуждения по монитору, установленному в сейсмостанции с помощью программы VibSig32 фирмы PELTON.

Все параметры работы виброисточников сохранялись в электронном виде и передавались в полевую обработку вместе с сейсмоматериалом.

Экспресс-обработка геофизического материала проводилась аппаратурой, оборудованием и программным обеспечением:

Компьютер Intel® Core™2 CPU – 2400 ГГц, 3.25 Гб RAM, HDD 800 Гб  
монитор NEC TFT 19" (2 шт.)

система бесперебойного питания UPS APC Smart 1500 VA

Программное обеспечение:

операционная система Linux

обрабатывающий комплекс Focus, версия 5.3

операционная система Windows XP

программы: Word, Excel, Surfer8, Mesa 12

Заключение. Для оценки качества получаемого полевого геофизического материала в условиях полевого вычислительного центра выполнялась экспресс-обработка в программном комплексе “FOCUS” версии 5.3.

Основной задачей экспресс-обработки материалов 2D-съёмки был всесторонний контроль качества полевых материалов. Приемка материалов осуществлялась ежемесячно. По результатам приемки составлялся акт промежуточной приемки первичных полевых материалов сейсморазведки МОГТ-2Д.

В целом, качество первичных материалов можно оценить как хорошее. Анализ предварительных временных разрезов, полученных после предварительной обработки на полевом вычислительном центре, показал, что отражения от горизонтов в целевом интервале разреза прослеживаются с разной степенью надёжности.