

Министерство образования и науки Российской Федерации
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г.ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Кафедра геофизики

**Анализ результатов опробования новой технологии сейсморазведки с
задачей поиска месторождений тяжелых нефтей в пределах Волго-
Уральской НГП**

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

Студентки 4 курса 403 группы
направление 05.03.01 геология
геологического факультета
Половинко Екатерины Алексеевны

Научный руководитель

Д.г.-м.н., профессор

С.И. Михеев

подпись, дата

Зав. кафедрой

К. г.- м.н., доцент

Е.Н. Волкова

подпись, дата

Саратов 2017

Введение

Данная бакалаврская работа посвящена проблеме повышения эффективности сейсморазведки при поисках месторождений тяжелых нефтей. Проблема относительно новая поскольку на настоящий момент не существует универсальной признанной технологии поиска месторождений тяжелых нефтей. Поэтому разработка и опробование новых технологий является актуальным и имеет большое практическое значение, в том числе в пределах Волго-Уральской нефтегазоносной провинции, которая богата такими месторождениями.

Цель выпускной бакалаврской работы состояла в анализе результатов опробования новой технологии сейсморазведки для решения проблемы повышения эффективности сейсморазведки при поисках месторождений тяжелых нефтей.

Для достижения цели были поставлены и решены следующие частные задачи:

- обобщить опубликованные по проблеме тяжелых нефтей материалы;
- изучить и проанализировать геологическое строение территории опытного «полигона»;
- описать и проанализировать особенности новой технологии сейсморазведки, реализованной при работах на полигоне;
- провести анализ полученных результатов опытно-методических работ на предмет оптимальности технологии полевой системы наблюдения.

Материалы исследования были собраны в Акционерном Обществе «Нижне-Волжский научно-исследовательский институт геологии и геофизики» (АО «НВНИИГГ»).

Выпускная бакалаврская работа состоит из введения, трех разделов, заключения, списка используемой литературы, включающего 14 источников. Работа изложена на 52 стр., содержит 4 таблицы и 26 рисунков.

Основное содержание работы

Поставлена цель, сформулированы задачи исследований, обоснована их актуальность, приведены общие сведения о выполненных работах.

Раздел 1 «Общие представления о тяжелых нефтях и использование геофизических методов при поисках их залежей» содержит общие сведения о тяжелых нефтях, их составе и месторождениях как в России, так и в других странах, а также сведения о сейсмических методах поиска зон распространения и месторождений тяжелых нефтей.

Тяжелая нефть является разновидностью сырой нефти битуминозного и вязкого типа, с плотностью 0,917-1,022 г/см³ и характеризующейся наличием в ее составе очень крупных молекул (90% серы и различных металлов). Мировые запасы оцениваются более чем 810 млрд тонн, в России – 6-7 млрд тонн. В тяжелой нефти сосредоточены множество цветных, благородных, редких и редкоземельных металлов [1-6].

Лидерами по разведанным запасам тяжелой нефти являются Саудовская Аравия (месторождения Варфа), Канада (битуминозные пески на севере провинции Альберты) и Венесуэла (одна из богатых нефтяных провинций – Фаха) [7-10].

Несмотря на то, что Россия не является лидером, более 70 % залежей трудных и тяжелых углеводородов находятся в Волго-Уральском и Западно-Сибирском нефтегазоносных бассейнов. При этом лидером является Волго-Уральская провинция, содержащая 60,4% общероссийских запасов тяжелых и 70,8 % - вязких нефтей. Основная масса залежей связана с тремя битуминозными комплексами: уфимский, ниже- и верхнеказанский [8-11].

Если говорить про выбор методики выделения залежей, необходимо отметить набор критериев, зависящих от перспективности изучаемого района. Если работы проводятся на высокоперспективных территориях, то для потенциальной локализации структур достаточно использование сейсморазведки, в других случаях необходимо дополнительно прибегнуть к

другим геофизическим и геохимическим методам [12-13]. Дополнительные геофизические методы:

- определение естественного электрического поля (ЕП) и магнитного поля (МП);
- вертикальное электроразведывание методом вызванной поляризации (ВЭЗ-ВП);
- симметричное электропрофилеирование (СЭП-ВП);
- зондирование становлением поля в ближней зоне (ЗСБЗ);
- низкочастотное сейсмическое зондирование (НСЗ);
- спектральная гамма-съемка, высокоточной гравиразведке;
- комплекс ГИС и лабораторные исследования керна [14].

Раздел 2 «Геолого-геофизическая характеристика территории полигона, выбранного для проведения опытно-методических работ» содержит данные об изученности территории исследований, критериях, положенных в основу выбора полигона опытно-методических работ, информацию о литолого-стратиграфической и геофизической характеристике полигона, сведения об основных чертах тектонического строения исследуемого полигона и сопредельных территориях, нефтеносности разреза.

Выбор территории полигона определялся тем, что в центральной части ВУНГП были открыты множество месторождений высоковязких нефтей и битумов, а также были замечены многочисленные проявления из отложений пермского возраста, позволяющие предположить высокие перспективы данного комплекса и на остальной территории провинции, что указывает на необходимость целенаправленного изучения этого вопроса.

В качестве «полигона» была выбрана территория, отвечающая зоне сочленения Южно-Татарского свода и Мелекесской и Бузулукской впадинами ВУА. Полигон состоит из двух участков: Западный и Восточный. В пределах каждого из участков отрабатывались геофизические профили комплексом сейсморазведочных (методом общей глубинной точки – МОГТ)

и электроразведочных (зондирования становлением электромагнитного поля в ближней зоне – ЗСБЗ) работ.

В геологическом строении осадочного чехла принимают участие образования девонской, каменноугольной, пермской, юрской, меловой, неогеновой и четвертичной систем. Ввиду того, что целевым интервалом для работ послужили пермские (послекунгурские) отложения, ниже приводится описание именно этого интервала осадочного чехла.

В разрезе нижнеказанского комплекса выделяются два стратиграфических уровня, к которым приурочена повышенная концентрация нефти: нижний (камышлинская толща) и верхний (барбашинская толща). Покрышка – глинистые и карбонатно-глинистые породы верхнеказанского возраста, экранирующие свойства непостоянны. В нижнеказанском комплексе дифференцированный характер распределения нефти. В камышлинской толще благоприятные коллекторы связаны с литофациями карбонатных пород. В барбашинской толще не только в карбонатах, но и в песчаниках. В западном направлении интенсивность нефтебитумопроявлений заметно снижается с одновременной сменой терригенных коллекторов на карбонатные.

Размещение нефти в верхнеказанском комплексе в пределах Мелекесской впадины контролирует глинистая толща уржумского яруса.

Наиболее интенсивные нефтепроявления приурочены к центральной литофациальной зоне, представленной морскими терригенно-карбонатными и карбонатно-терригенными отложениями. Повышенная концентрация нефти установлена на восточном борту Мелекесской впадины.

Раздел 3 «Анализ результатов опытных работ на полигоне» содержит два подраздела.

При работе использовалась современная сейсмическая аппаратура и оборудование (система «SCOUT» и сейсмоприемники GS-ONE). Были опробованы 2 типа источников: вибрационный (СВ27/150К) и импульсный (КЭМ-4). Изучение верхней части разреза проводилось методом

преломленных волн (МПВ). Первоначально контроль за качеством полевого материала проводился оператором с бортового компьютера. Затем, после передачи записей, проводился визуальный анализ и редактирование сейсмического материала на базовом компьютере.

Подраздел 3.1 «Методика опытно-методических работ» содержит описание и анализ методики опытно-методических работ, а также описание новой аппаратуры.

Опытные работы МОГТ-2D были выполнены в два этапа и отличительные особенности полевой техники отличались следующим:

- уменьшенные по сравнению с общепринятыми в практике сейморазведочных работ расстояния между пунктами возбуждения ПВ ($\Delta\text{ПВ} = 10 \text{ м}$) и пунктами приема ПП ($\Delta\text{ПП} = 5 \text{ м}$);

- применение для регистрации сейсмических колебаний высокочувствительного сейсмоприемника GS-ONE;

- отказ от группирования источников и приемников;

- применение автономных сейсмических регистраторов SCOUT (разработка АО СКБ СП, Саратов).

Применение высокочувствительного сейсмоприемника GS-ONE обеспечивает возможность отказа от группирования приборов в пунктах приема без потери в амплитудах зарегистрированных волн. Данный сейсмоприемник показан на рисунке 1 и представляет собой одиночный прибор с чувствительностью групп 3x2 или 6x1, характеризуется низкими искажениями, высоким отношением «сигнал/шум» и хорошим качеством сигнала.



Рисунок 1 – Изображение сейсмоприемника GS-ONE

Применение автономных сейсмических регистраторов SCOUT позволяет прокладывать сейсмические профили в неблагоприятных условиях (овраги, водоемы, крутые склоны и др.). Благодаря отсутствию кабелей и наличию беспроводных интерфейсов позволяет организовать гибкую схему выполнения проектов, сэкономить финансовые средства. Данный регистратор показан на рисунке 2.

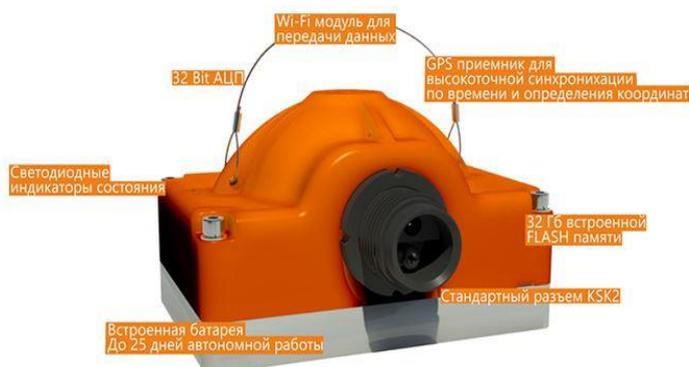


Рисунок 2 – Изображение бескабельной системы «SCOUT»

Подраздел 3.2 «Описание и анализ материалов опытно-методических работ» содержит результаты обработанных материалов, полученные волновые поля упругих волн, количественные и визуальные оценки качества сейсмического материала, содержательный анализ визуальных и количественных оценок качества. На основе комплексного анализа всей совокупности полученных материалов следует сделать вывод об эффективности опробованной полевой технологии при решении задач поиска месторождений тяжелых нефтей.

ВЧР, исследуемой площади, имеет сложное строение с изменением отметок рельефа от 80 до 220м. Обработка была нацелена на верхние интервалы. Сейсмический материал имеет низкочастотный состав с наличием интенсивных волн-помех с прямолинейными годографами. После присвоения геометрии и выполнения редактирования полевого материала были получены априорные временные разрезы по исходным данным с априорными статическими и кинематическими поправками. Были отфильтрованы низкие частоты в области 20/40 Гц, что позволило выделить отражающие горизонты на временах регистрации 0.4-0.7 с. Перед применением деконволюции были отфильтрованы низкочастотные и низкоскоростные волны-помехи. После данной процедуры на сейсмограммах стали прослеживаться годографы отраженных волн. Затем необходимо сделать корректирующую фильтрацию. После деконволюции удалось расширить спектр записи в интервале частот 30-180 Гц на временах регистрации 0.4-0.9с, после чего заметно значительное повышение уровня динамической разрешенности записи относительно элементов геологического разреза и общее улучшение прослеживания осей синфазности в целевой части разреза. После коррекции кинематики проводили коррекцию статики.

Сложность обработки материала была в том, что отражения от целевых горизонтов регистрируются на временах 0.2-0.7с., где также регистрируются различные волны-помехи с прямолинейной формой годографа. Из-за высокого залегания отражающих горизонтов недостаточно подавления волн-помех, это приведет к ослаблению ВЧР. Но в тоже время без ослабления в целевой части невозможно получить временной разрез с хорошей прослеживаемостью и разрешенностью отражающих горизонтов. Для решения этой задачи использовали так называемую FK-фильтрацию.

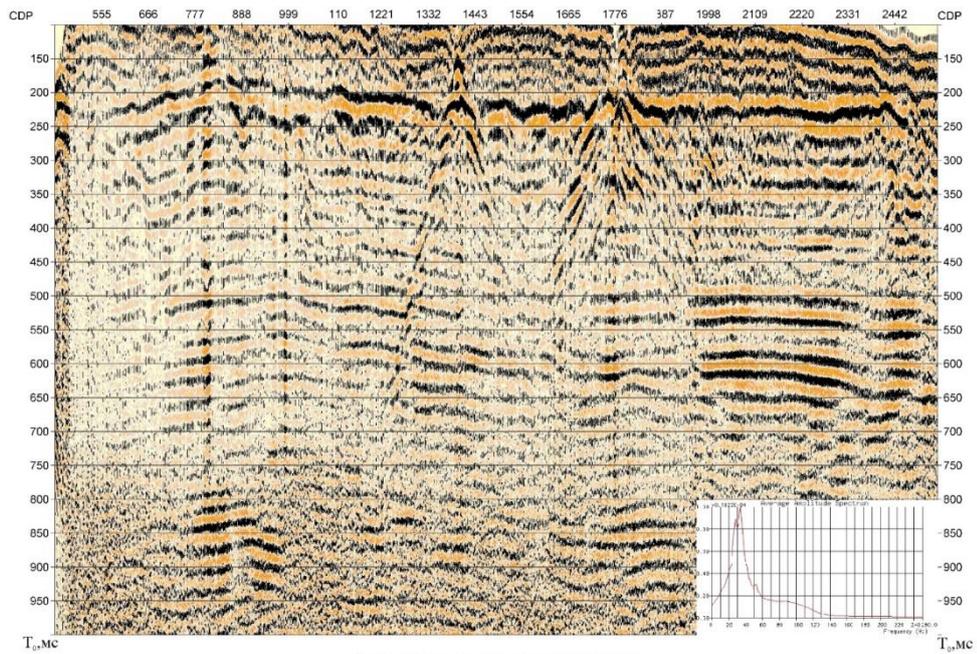
Для сравнения полученных результатов были рассмотрены архивный разрез и новые временные разрезы, который показан на рисунке 3. На рисунке 2 представлен архивный временной разрез прошлых работ, при

проведении которых расстояние между пунктами возбуждения и пунктами приема было в два раза больше по сравнению с новыми профилями и использовались другие сейсмоприемники (группы из 12 сейсмоприемников типа GS 20). При сопоставлении временных разрезов ОГТ «нового» профили №174-14-01 и архивного профиля № 010802, уже на уровне визуального анализа, можно убедиться, что в результате применения сейсмоприемника GS-ONE вместо групп сейсмоприемников GS-20 качество временных разрезов ОГТ улучшилось. Сделанный, на основе визуального сопоставления качества временных разрезов ОГТ вывод в полной мере подтверждается количественными оценками качества сейсмического материала, приведёнными в таблице 1.

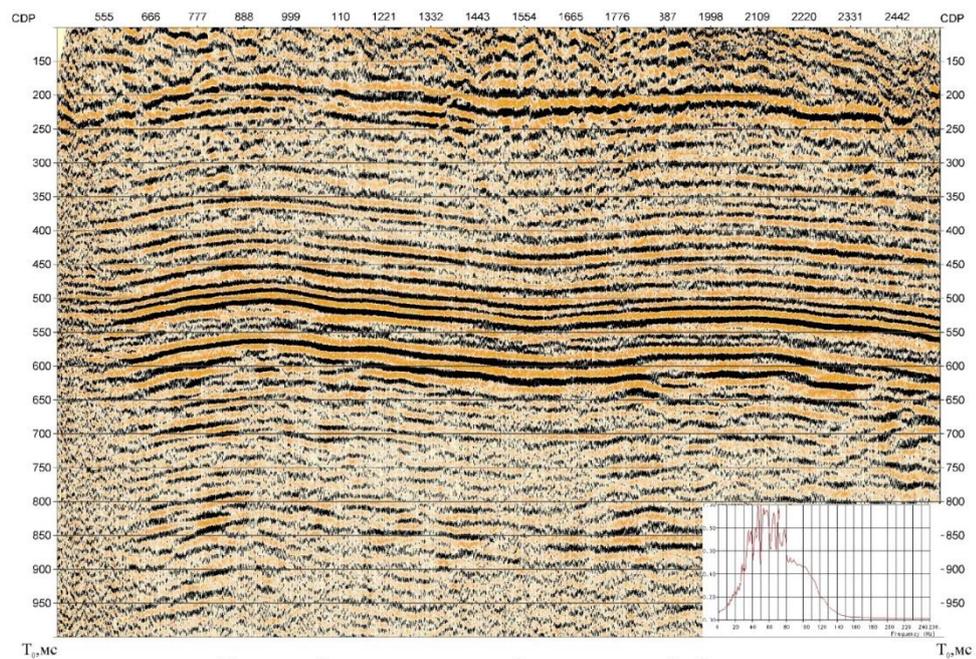
Таблица 1 - Количественные оценки качества сейсмического материала для профилей №174-14-01 («новый») и №010802 («архивный»)

Профиль №174-14-01 («новый»)	
Оценка разрешенности сейсмической записи, RPN	Оценка отношения сигнал/помеха сейсмической записи, S/N
14,31	8,53
Профиль №010802 («архивный»)	
11,86	8,72

Действительно, оценка разрешенности сейсмической записи, RPN для архивного профиля, отработанного с группами GS-20 составляет 11.86, а для «нового» профиля - 14.91. То есть оценка разрешенности повысилась на 26%. Оценка отношения сигнал/помеха (S/N) для архивного профиля №010802 составляет 8.72, а для «нового» профиля №174-14-01, отработанного с применением GS-ONE – 8.53. Изменение по этой характеристике составляет лишь 2%, что не существенно. То есть, существенной потери по отношению сигнал/помеха в случае применения GS-ONE не наблюдается.



Априорный временной разрез



Временной разрез, полученный в результате обработки

Рисунок 3 – Эффективность выполненной обработки по профилю №174-14-01

Таким образом в результате оптимизации технологии полевых наблюдений были получены высокоинформативные суммарные временные разрезы ОГТ для всех отработанных на полигоне профилей. Полученные временные разрезы ОГТ по линиям сейсмических профилей на территории опытного «полигона», отражают основные элементы геологической

неоднородности пермских (послекунгурских) отложений. Оценка разрешенности сейсмической записи, RPN для архивного профиля составляет 11.86, а для «нового» профиля - 14.91. То есть оценка разрешенности повысилась на 26%. Оценка отношения сигнал/помеха (S/N) составляет лишь 2%, что не существенно. То есть, существенной потери по отношению сигнал/помеха в случае применения GS-ONE не наблюдается при значительном выигрыше в разрешенности записи. Все это свидетельствует о предпочтительности применения высокочувствительного сейсмоприемника GS-ONE для решения поставленной геологической задачи на территории исследований.

Заключение

В результате проведения сейсморазведочных работ МОГТ-2D по новой технологии, были получены высокоинформативные результаты. На временных разрезах ОГТ непрерывно прослеживаются все основные сейсмические горизонты в целевой части записи, волновое поле имеет хорошее разрешение, горизонты динамически выражены. Временные разрезы по линиям сейсмических профилей на территории опытного «полигона», адекватно отражают основные элементы геологического строения целевой толщи пермских (послекунгурских) отложений. Оценка разрешенности сейсмической записи, RPN для архивного профиля составляет 11.86, а для «нового» профиля - 14.91. То есть оценка разрешенности повысилась на 26%. Оценка отношения сигнал/помеха (S/N) составляет лишь 2%, что не существенно.

Анализ полученных материалов в целом позволяет рекомендовать опробованную при проведении опытно-методических работ полевую технологию к внедрению в производство.

Автор выпускной работы надеется, что широкое внедрение в практику разработанной технологии сейсморазведки МОГТ-2D будет способствовать повышению качества геологоразведочных работ при поисках тяжелых нефтей и битумов.