

ОГЛАВЛЕНИЕ

ОГЛАВЛЕНИЕ	2
РЕФЕРАТ	3
ВВЕДЕНИЕ	6
ГЛАВА 1	8
ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ БЕРЕЗИНСКОЙ ПЛОЩАДИ СЕВЕРНОЙ ПРИБОРТОВОЙ ЗОНЫ ПРИПЯТСКОГО ПРОГИБА	8
1.1 Стратиграфия	9
1.2 Тектоника	11
ГЛАВА 2	12
СЕЙСМОРАЗВЕДОЧНЫЕ МЕТОДЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО РАЗРЕЗА ПРОДУКТИВНОЙ ТОЛЩИ БЕРЕЗИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ НЕФТИ	12
2.1 Сейсморазведочные работы 3D	12
2.1.1 Площадные сейсморазведочные работы	12
2.1.2 Обработка и интерпретация сейсмических материалов	16
2.2 Строение нефтеносных комплексов по результатам сейсмической интерпретации	19
ГЛАВА 3	23
ОЦЕНКА НЕФТЕНОСНЫХ КОМПЛЕКСОВ ПО ДАННЫМ ГРАВИ- И МАГНИТОРАЗВЕДКИ	23
3.1. Геологическая интерпретация данных гравirazведки и магниторазведки	23
3.2. Итоги грави- и магнитометрической интерпретации	25
3.2.1. Выделение разломной тектоники по карте градиентов глубинной функции гравитационного поля	25
3.2.2. Выделение разломной тектоники по локальным аномалиям поля силы тяжести с радиусом осреднения 560м	27
3.2.3. Отражение выделенных нарушений в магнитном поле	27
3.2.4. Оценка угла падения плоскости сместителя Северо-Припятского краевого разлома	29
ГЛАВА 4	33
СТРОЕНИЕ НЕФТЕНОСНОЙ ТОЛЩИ БЕРЕЗИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ КОМПЛЕКСНОЙ ИНТЕРПРЕТАЦИИ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ	33
4.1 Анализ геолого-геофизических разрезов	33
4.2. Анализ плотностных разрезов	35
4.3. Анализ карт изогипс поверхностей межсолевых и подсолевых терригенных отложений	38
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	40
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	42

РЕФЕРАТ

Стр. – 43, рис. – 18, приложений – 9, использ. источников – 25

СЕВЕРНАЯ ПРИБОРТОВАЯ ЗОНА УСТУПОВ, БЕРЕЗИНСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ, ГРАВИРАЗВЕДКА, МАГНИТОРАЗВЕДКА, СЕЙСМОРАЗВЕДКА, КОМПЛЕКСИРОВАНИЕ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ МЕТОДОВ

Объектом исследования данной дипломной работы является Березинское месторождение нефти, расположенное в Северной прибортовой зоне Припятского прогиба. Целью работы стало изучение строения нефтеносных комплексов Березинского месторождения с помощью геофизических методов.

В данной работе были использованы материалы методов сейсмической разведки 3Д, гравirazведки и магниторазведки, а также комплексной геофизической интерпретации полученных данных. Методология работы основана на применении аналитических, картографических и операционных (составление графиков) подходов.

В ходе интерпретации сейсмических данных по месторождению возникли трудности с выявлением разломов. Поэтому для получения более достоверной информации о положении разломов использовались данные гравirazведки и магниторазведки. Наиболее полную картину строения нефтеносных комплексов удалось получить в ходе комплексной интерпретации геофизических данных.

В ходе написания работы использовались материалы, отобранные во время производственной преддипломной практики, методические данные и публикации отечественных и зарубежных авторов.

Результатом работы является анализ и синтез геофизических материалов, полученных при проведении исследований за предшествующий пятилетний период предприятиями БелНИПИ нефть и РУП «Белгеология». При обработке материалов использовалось новейшее компьютерное программное обеспечение.

Прослеживающаяся в работе структура обработки и обобщения геофизических материалов может быть в дальнейшем полезна для предоставления отчетности о проведенных работах на предприятиях нефтегеологической отрасли. Главными сферами применения являются научно-исследовательская и отчетно-производственная (камеральная обработка). Кроме того, применение комплексирования позволяет увеличить достоверность и подтвердить целесообразность доизучения некоторых площадей.

РЭФЕРАТ

Ст. – 43, мал. – 18, прыкладанняў – 9, крыніц – 25

ПАЎНОЧНАЯ ПРЫБАРТАВАЯ ЗОНА ЎСТУПАЎ, БЯРЭЗІНСКАЕ
РАДОВІШЧА, ГРАВІРАЗВЕДКА, МАГНІТАРАЗВЕДКА,
СЕЙСМАРАЗВЕДКА, КАМПЛЕКСІРАВАННЕ ГЕАФІЗІЧНЫХ МЕТАДАЎ

Аб'ектам даследвання дадзенай дыпломнай работы з'яўляецца Бярэзінскае радовішча нафты, размешчанае у Паўночнай прыбартавай зоне Прыпяцкага прагіну. Мэтай работы стала вывучэнне будовы нафтаносных комплексаў Бярэзінскага радовішча з дапамогай геафізічных метадаў.

У дадзенай рабоце былі выкарыстаны матэрыялы метадаў сейсмічнай разведкі 3Д, гравіразведкі і магнітаразведкі, а таксама комплекснай геафізічнай інтэрпрэтацыі атрыманых дадзеных. Метадалогія работы заснавана на ўжыванні аналітычных, картаграфічных і аперацыйных (складанне графікаў) падыходаў.

У ходзе інтэрпрэтацыі сейсмічных дадзеных па радовішчу узніклі цяжкасці з выяўленнем разломаў. Таму для атрымання больш дакладнай інфармацыі аб становішчы разломаў выкарыстоўваліся дадзеныя гравіразведкі і магнітаразведкі. Найбольш поўную карціну будынка нафтаносных комплексаў ўдалося атрымаць у ходзе комплекснай інтэрпрэтацыі геафізічных дадзеных.

У ходзе напісання работы выкарыстоўваліся матэрыялы, адабраныя падчас вытворчай пераддыпломнай практыкі, метадычныя дадзеныя і публікацыі айчынных і замежных аўтараў.

Вынікам працы з'яўляецца аналіз і сінтэз геафізічных матэрыялаў, атрыманых пры правядзенні даследаванняў за папярэдні пяцігадовы перыяд прадпрыемствамі БелНДПІ нафта і РУП «Белгеалогія». Пры апрацоўцы матэрыялаў выкарыстоўвалася найноўшае камп'ютарнае праграмае забеспячэнне.

У рабоце змешчана структура апрацоўкі і абагульнення геафізічных матэрыялаў, якая можа быць у далейшым карысная для прадастаўлення справаздачнасці аб праведзеных работах на прадпрыемствах нафтагеалагічнай галіны. Галоўнымі сферамі прымянення з'яўляюцца навукова-даследчая і справаздачна-вытворчая (камеральнай апрацоўка). Акрамя таго, прымяненне камплексіравання дазваляе павялічыць дакладнасць і пацвердзіць мэтазгоднасць дадзеных некаторых плошчаў.

ABSTRACT

Pag. – 43, pic. – 18, annexes – 9, references – 25

THE NORTHERN FLANGE ZONE, BEREZINSKOE OILFIELD, THE GRAVITY EXPLORATION, THE MAGNETIC FIELD EXPLORATION, THE SEISMICS, THE COMPLEX APPLICATION OF GEOPHYSICAL METHODS.

The object of this thesis is Berezinskaya oilfield, located in the Northern Flange zone of the Pripyat Trough. The aim of the work is to study the structure of the oil complexes of the oilfield deposits using geophysical methods.

The author used materials of the methods of 3D seismic, gravity and magnetic, as well as an integrated geophysical interpretation data in this work. The methodology of the work is based on the use of analytical, cartographic and operating (scheduling) approaches.

There were difficulties in faults identification during the interpretation of seismic data. Therefore, to obtain reliable information on the status of faults the gravity and magnetic data were used. The most complete picture of the structure of the oil complexes was obtained due to the complex interpretation of geophysical data.

In the course of the work writing the author has used materials, selected during practical training of the pre-diploma practice, as well as methodical information and publications of domestic and foreign authors.

The result of the work is in the analysis and synthesis of geophysical data obtained during researches of the preceding five-year period by oil companies BelNIPI and RUE "Belgeologiya." Due to the processing of materials the author used the latest computer software.

The traced structure of processing and generalization of geophysical data may be further useful for reporting on the work carried out at the oil-geology enterprises. The main areas of application are scientific-research, reporting and production (laboratory processing). In addition, the complex application of geophysical methods allows you to increase the accuracy of research and to prove the reasonableness of exploration of some additional oil areas.

ВВЕДЕНИЕ

Значений нефтегазовой отрасли в экономике Республики Беларусь весомо. Практически все отрасли промышленности, сельское хозяйство, транспорт, медицина и т.д. потребляют нефть, природный газ и нефтепродукты. Их потребление внутри страны из года в год возрастает. Потребность нашего народного хозяйства составляет около 7 млн т нефти в год. Ежегодная добыча – порядка 1,7 млн т. То есть, Беларусь покрывает свои потребности в нефти почти на треть. В связи с таким дисбалансом, перед отечественной нефтяной отраслью стоят следующие задачи: наращивание прироста запасов нефти, открытие новых месторождений, расширение географии поисков. Выполнение поставленных задач имеет принципиальную важность для поддержания экономико-энергетического баланса.

Поскольку наиболее крупные и простые по строению месторождения нефти уже разведаны, то объектом исследований становятся месторождения с более глубоким залеганием и сложным строением нефтевещающих толщ. В связи с этим возрастают требования к точности и достоверности получаемых геофизических данных. Изучение месторождений и подготовка объектов осуществляются при помощи сейсморазведочных работ. Однако и в этом случае результаты бывают искаженными. В связи с этим в настоящее время актуально использование комплексирования геофизических методов разведки что и продемонстрировано в данной работе на примере конкретного месторождения.

Таким образом, объектом исследования стало Березинское месторождение, расположенное на территории Светлогорского и Жлобинского районов Гомельской области. В тектоническом отношении объект исследований представляет собой центральную часть Северной прибортовой зоны Припятского прогиба.

Цель данной работы – изучение методики выявления нефтеносных комплексов по материалам геофизических исследований. Для достижения поставленной цели были определены следующие задачи:

- изучить принципы и методику ведения сейсморазведочных работ, ознакомиться с процессами обработки сейсмических данных, овладеть навыками сейсмической интерпретации;
- изучить геологическую интерпретацию данных гравиразведки и магниторазведки, методику выделения разрывных нарушений по градиентам гравитационного поля, ознакомиться с нарушениями, выделенными по аномалиям магнитного поля;
- выяснить принцип построения геолого-геофизических и плотностных разрезов и проанализировать их;

- произвести комплексирование геофизических методов с анализом карт изогипс межсолевого и подсолевого терригенного комплексов для выявления нефтеперспективных структур.

Личный вклад в работу заключался в постановке задач, необходимых для достижения цели, создания совместно с научным и производственным руководителями структуры и выбора актуального направления в нефтегеологическом секторе. Автором был переработан большой объем информации по данной тематике. Были грамотно подобраны, генерализованы и оцифрованы иллюстрации, необходимые для более полного понимания освещаемых вопросов. Большинство представленных графических материалов претерпели обработку и компоновку с использованием программного обеспечения Corel Draw, Illustrator, Photoshop, AutoCAD и пакетов программного обеспечения Microsoft Office и Microsoft Visio. Кроме того в работе использовались фотоматериалы, сделанные автором в результате поездки на площадку проведения полевых сейсморазведочных работ 3Д.

транспортировка нефти осуществляется по герметизированной системе через узел подготовки нефти и сдается в нефтепровод “Дружба”. Попутный газ утилизируется на Белорусском газоперерабатывающем заводе в городе Речице.

Из полезных ископаемых местного значения имеются строительные пески и глины.

Березинское месторождение (межсолевая залежь второго блока) открыто в 1975 году. В 1976 году промышленный приток нефти был получен в скв.6 при опробовании межсолевых отложений на третьем блоке структуры.

В 1977 году Березинское месторождение введено в пробную эксплуатацию, в мае 1981 года – в промышленную разработку. В настоящее время месторождение разрабатывается.

1.1 Стратиграфия

В геологическом строении Березинского месторождения принимают участие архейско-протерозойские породы кристаллического фундамента и осадочная толща верхнепротерозойских, палеозойских, мезозойских и кайнозойских пород.

Породы кристаллического фундамента представлены гранитами темно-серыми с красноватым оттенком, мелко- и среднекристаллическими, местами трещиноватыми, а также гранито-гнейсами и гнейсами серыми, темно-серыми крупнокристаллическими. Вскрытая толщина фундамента 58 м [6].

Подсолевая терригенная толща сложена отложениями верхнего протерозоя, среднего девона (пярнусским, витебским, наровским и старооскольским горизонтами) и ланским горизонтом верхнего отдела девонской системы. Литологически толща представлена: песчаниками пестроцветными, кварцевыми, разнозернистыми с прослоями глин и мергелей; аргиллитами пестроцветными, плотными с прослоями мергелей и доломитизированных известняков; алевролитами пестроцветными в различной степени сцементированными. Вскрытая толщина подсолевых терригенных отложений составляет от 18 м до 494 м.

Подсолевая карбонатная толща включает отложения саргаевского, семилукского, речицкого, воронежского и кустовницких слоев евлановского горизонтов. Представлена толща доломитами, известняками, мергелями, встречаются ангидриты и глины. Вскрытая толщина данной толщи от 17 м до 457 м.

Нижнесоленосная толща представлена отложениями евлановского (анисимовские слои) и ливенского горизонтов. Литологически толща сложена каменной солью с многочисленными несолевыми прослоями, представленными глинами, мергелями, известняками, реже доломитами. Нижнесоленосные отложения на Березинской площади характеризуются крайне неравномерной

толщиной. Максимальная толщина вскрыта в пределах северной части площади – от 400 м до 656 м. Нормальный разрез нижней соленосной толщи вскрыт в южной части площади. Толщины здесь составляют от 55 м до 169 м. К северо-востоку выделяется зона сокращенных толщин. Минимальная толщина ливенских отложений составляет 8 – 17 м.

Межсолевая толща в составе домановичского, задонского, елецкого и петриковского горизонтов согласно залегает на ливенских отложениях.

Породы домановичского горизонта представлены мергелями темно-серыми, доломитисто-известковистыми с прослоями глин и реже известняков. Толщина пород колеблется от 14 м до 38,5 м.

Отложения задонского горизонта несогласно залегают на домановичских и сложены преимущественно доломитами, в незначительной степени глинами и мергелями. Встречаются прослои сульфатно-карбонатных пород. Окраска пород от светло- до темно-серой, коричневато-серая. Толщина горизонта изменяется от 65 м до 256 м.

Елецкий горизонт, залегающий с несогласием на нижележащих породах, представлен отложениями туровских и дроздовских слоев. Разрез туровских слоев сложен доломитами серыми, плотными, с редкими прослоями плитчатых мергелей. Толщина до 230,5 м. Дроздовские слои представлены доломитами серыми, пористыми, кавернозными, участками нефтенасыщенными, с редкими прослоями мергелей, местами ангидритизированными. Толщина пород дроздовских слоев от 67 м до 101,5 м.

Петриковский горизонт несогласно залегает на елецком и представлен доломитами серыми, пористыми, кавернозными, трещиноватыми, с многочисленными нефтепроявлениями, с прослоями известняков и мергелей. В верхней части разреза встречаются прослои ангидрита. Толщина петриковских отложений составляет 116-169,5 м.

Верхнесоленосные образования состоят из двух толщ: галитовой и глинисто-галитовой и объединяют отложения лебедянского, оресского, стрешинского и нижнеполесского горизонтов. Галитовая толща сложена, в основном, каменной солью с редкими маломощными прослоями сульфатно-карбонатных пород. Глинисто-галитовая толща представлена чередованием пластов каменной соли с глинисто-карбонатными породами: глинами и ангидритами, реже мергелями и известняками. В верхней части разреза переслаивание глин и песчано-алевролитовых пород с единичными маломощными прослоями калийной соли. Общая толщина галитовых и глинисто-галитовых отложений изменяется от 869 м до 1229 м.

Надсолевая толща включает образования девонской (верхнеполесский горизонт), каменноугольной системы палеозойской эратемы; триасовой, юрской и меловой систем мезозойской эратемы; палеогеновой, неогеновой и

четвертичной систем кайнозойской эратемы. Толща представлена терригенно-карбонатными породами: глинами и мергелями, кварцево-глауконитовыми песками и кварцево-полевошпатовыми песчаниками, реже известняками и доломитами; пясчим мелом с обуглившимися растительными остатками; ледниковыми и водно-ледниковыми образованиями: песками, песчано-гравийными отложениями, супесями, суглинками, торфом. Общая толщина надсолевых отложений изменяется от 951 м до 1055 м.

1.2 Тектоника

Березинская структура расположена в центральной части северной прибортовой зоны Припятского прогиба и приурочена к Березинской зоне приразломных поднятий [1].

По сложности геологического строения Березинское месторождение отнесено ко 2-й группе (группа сложного строения).

По кровле межсолевых отложений Березинская структура представляет собой блоково-пликативную структуру, разбитую тектоническими нарушениями на ряд блоков.

Установлено, что на строение межсолевого комплекса большое влияние оказал соляной тектогенез, в результате чего образовался ряд разрывных нарушений, не имеющих продолжения в подсолевом комплексе [8].

Так, IV блок Березинского месторождения примыкает к северному краевому разлому. От I блока он отделен сбросом, амплитудой 50-100 м. Поверхность межсолевых отложений в I и IV блоках погружается в северо-западном направлении.

Блоки I и II разделены разломом субширотного простирания с амплитудой 250 м. Через скважину 143 проходит малоамплитудный сброс (амплитуда 25 м), делящий II блок на две части. Поверхность межсолевых отложений погружается в юго-восточном направлении.

По поверхности продуктивных межсолевых отложений III блок Березинской структуры представляет собой сводовую часть Березинского брахиантиклинального поднятия. Размеры ее в пределах изогипсы -1950 м составляют 2,9 км в длину и 1,15 км в ширину. Северный склон самый крутой с углами падения пород 18° , восточный и западный – более пологие, с углами падения пород соответственно 13° и 10° . С юга и севера блок ограничен тектоническими нарушениями амплитудой от 80 м до 150 м.

ГЛАВА 2

СЕЙСМОРАЗВЕДОЧНЫЕ МЕТОДЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО РАЗРЕЗА ПРОДУКТИВНОЙ ТОЛЩИ БЕРЕЗИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ НЕФТИ

Сейсморазведка является ведущим методом геофизических исследований, поскольку обладает большой глубиной при высокой детальности исследований по сравнению с другими геофизическими методами.

Сейсморазведка представляет комплекс методов исследований геологической среды, основанных на изучении особенностей распространения в ней искусственно возбуждаемых упругих волн. Вызванные источником колебаний у поверхности упругие волны, распространяясь во всех направлениях от источника, проникают в толщу земной коры. В процессе распространения в земной коре упругие волны, взаимодействуя с неоднородностями геологической среды, претерпевают процессы отражения, преломления и дифракции. Вследствие этого, часть сейсмической энергии возвращается к земной поверхности, где она может быть зарегистрирована высокочувствительной аппаратурой [4]. Полученные записи сейсмических волн подвергаются глубокой обработке с применением новейшей вычислительной техники. Анализ и интерпретация полученных после обработки результатов позволяет определить глубину залегания, форму и петрофизические свойства изучаемых объектов, следовательно, их структурные особенности, коллекторские свойства и флюидонасыщение [3].

2.1 Сейсморазведочные работы 3D

2.1.1 Площадные сейсморазведочные работы

На исследуемой площади были проведены площадные (3D) сейсморазведочные работы по регулярной сети профилей методом общей глубинной точки. Для изучения среды использовался продольный тип волн.

Система наблюдений состояла из 1600 активных каналов, размещенных на 10 параллельных профилях (по 160 каналов на каждом профиле). Расстояние между профилями приема 300 м, расстояние между пунктами приема по профилю 50 м. Расстояние между линиями возбуждения 250 м, расстояние между пунктами возбуждения по линии 50 м. Схема расположения профилей приема и возбуждения прямоугольная. Реально пункты возбуждения были расположены с учетом ситуации на местности использовав дороги, просеки и другие удобные участки площади для заезда техники [2].

Степень перекрытия – 80-кратная при бине 25 м × 25 м.

Максимальное расстояние взрыв – прибор определялось исходя из глубины залегания целевых горизонтов (300 – 4500 м) и при выбранной системе

наблюдения максимальные удаление сопоставимо с глубиной целевых горизонтов – 4240 м. При данной системе наблюдения был получен широкий набор азимутов с преобладанием продольных удалений, необходимых для прослеживания глубоких горизонтов 3800 – 4500 м [14].

Расстояние между центрами групп сейсмоприемников составило 50 м, группирование 10 сейсмоприемников GS-20DX на базе 45 м. На заболоченных участках применялись болотные сейсмоприемники (группирование 6 сейсмоприемников на базе 25 м).

Аппаратура и оборудование, применяемые при проведении работ, были представлены сеймостанцией 408-UL (рисунок 2.1), со следующими параметрами записи: дискретность – 2 мс, длина записи – 5 с, усиление - 24 дБ, 6-ти канальные секции телеметрического кабеля длиной 330 м [21].



Рисунок 2.1 – Сеймостанция 408-UL

Возбуждение упругих колебаний осуществлялось путем взрывания взрывчатого вещества в одиночных скважинах глубиной до 20 м, со взрывным интервалом в 50 м.

Ввиду сложных поверхностных условий процент пропусков составил порядка 3%. Из них большая часть попала на южную часть съемки, где основной помехой для проведения работ стала р.Березина и связанная с ней пойма. В южной части съемки проектная кратность (рисунок 2.2) в зоне геологического интереса не достигла проектного значения. Основной причиной этого стало расположение в данной части съемки г.Светлогорска и прилегающих к нему производственных и жилых районов с густой сетью коммуникаций и строений. Проведение в такой ситуации буровзрывных работ было невозможно. Кратность с учетом пропусков и закороченных каналов представлена на рисунке 2.3 [2].

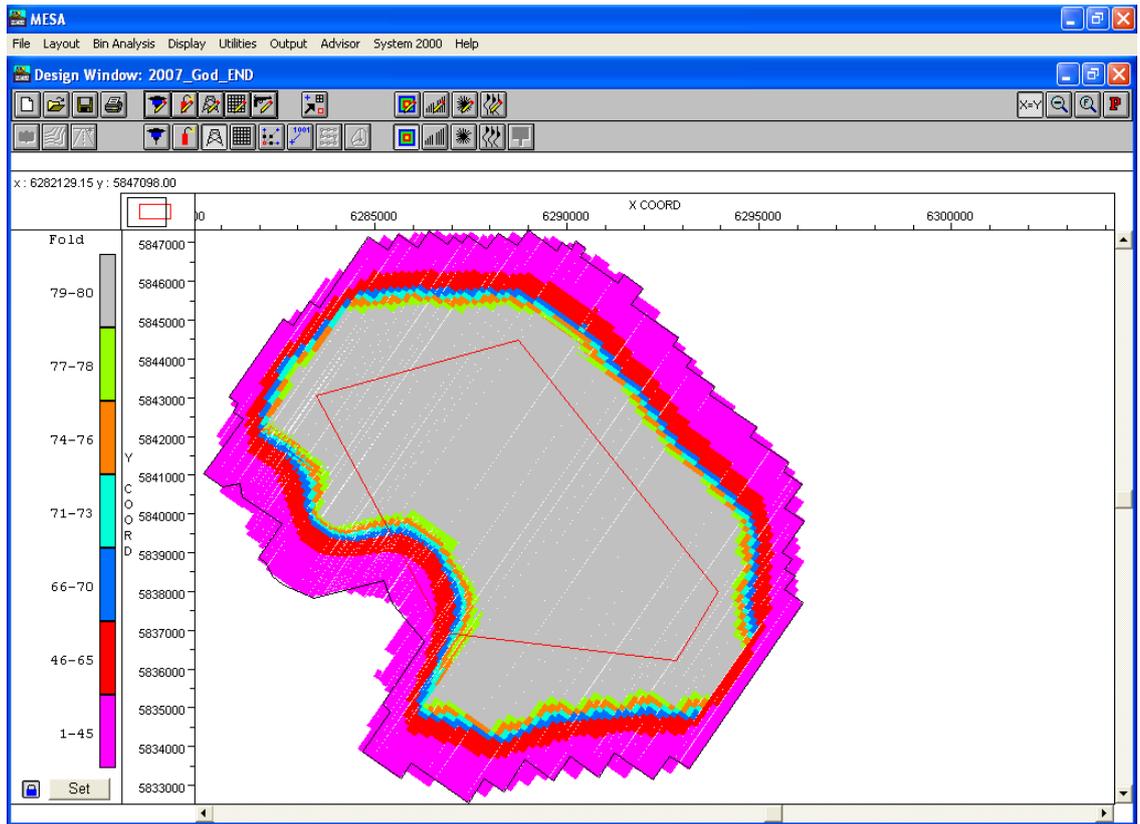


Рисунок 2.2 – Проектная кратность сейсморазведочных работ [2]

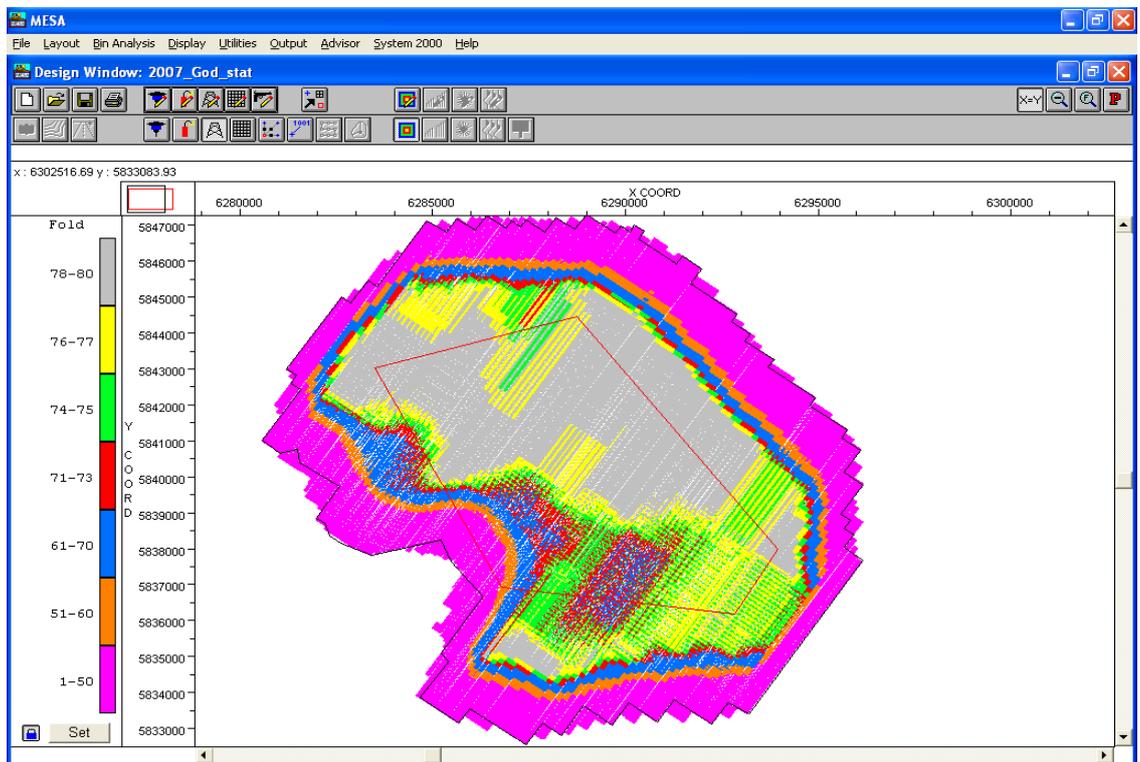


Рисунок 2.3 – Распределение кратности с учетом пропусков в эксклюзивных зонах [2]

Топографо-геодезическое обеспечение сейсморазведочных работ включило в себя разбивку и привязку сети профилей, а также подготовку подъездных путей для передвижения сейсмической аппаратуры, бурового и взрывного оборудования [21].

Для координатной привязки пунктов возбуждения использовалась спутниковая навигационная система (СНС) «Trimble PRO-XR».

Навигационное оборудование и телеметрическая станция (рисунок 2.4), применяемые в топографо-геодезических работах соответствовали следующим требованиям: допустимая точность определения координат – до 2 м, точность определения высоты – до 1,5 м.



Рисунок 2.4 – Навигационное оборудование и телеметрическая станция

Погрешность определения координат не превышала ± 2 м на открытых участках и ± 8 м на закрытых участках (лесных массивах) в связи с затрудненным приемом спутникового сигнала.

Топографо-геодезические работы проводились по следующей методике:

1. Вынос в натуру пунктов приема, возбуждения и определение их планового положения производится СНС в виде профиля. В местах, где СНС не работает, пункты выносятся мерным шнуром.

2. Закрепление на местности пунктов геофизических наблюдений производится кольями высотой не менее 60-ти сантиметров, на которых указывается тип и номер линии, а также номер точки.

3. Ведение пикетажного журнала при разбивке профиля [2].

Взрывные работы выполнялись со взрывами в одиночных скважинах с массой заряда 0,8 кг. В качестве взрывчатого вещества применялись тротиловые прессованные шашки (ТП-400) массой 0,4 кг, а средствами взрывания служили электродетонаторы сейсмические (ЭДС-1) [21].

Бурение взрывных скважин на площади с III категорией трудности осуществлялось самоходными буровыми установками УРБ-2А-2 на шасси автомобиля ЗИЛ-131, а также УРБ-4Т на шасси гусеничного трактора, с промывкой водой и применением армированных долот РХ (рисунок 2.5). В качестве промывочной жидкости применялась вода, набор которой осуществлялся из мелиоративных канав и болот автоцистернами АЦ-6 на шасси автомобиля ЗИЛ-131 и двумя цистернами на шасси гусеничного трактора [2].



Рисунок 2.5 – Бурение взрывных скважин с промывкой водой

2.1.2 Обработка и интерпретация сейсмических материалов

Куб сейсмических данных обработан на вычислительном центре с применением программ комплекса FOCUS и Echos 1.0 фирмы Paradigm Geophysical. На заключительном этапе обработки выполнялись постстекровая и престекровая (до суммирования) глубинные миграции в программном продукте GeoDepth компании Paradigm. По результатам миграции был получен куб сейсмических данных, интерпретация которого стала основой для структурных построений. Используемая при глубинной миграции скоростная модель была составлена в результате анализа данных сейсмокаротажа скважин, пробуренных на Березинском месторождении, с привлечением карт интервальных скоростей. Глубинная миграция выполнялась в несколько итераций с корректировкой скоростной модели с целью наиболее точной привязки отражений к стратиграфическим отметкам в скважинах, а также по критерию минимизации ложных «задилов» отражающих горизонтов, связанных с подсолевым комплексом в зонах крупноамплитудных разломов [19].

По причине ряда несовпадений результатов выполненной интерпретации с данными в скважинах было принято решение о проведении повторной миграции и переинтерпретации сейсмических материалов на Березинском месторождении. По сейсмическому кубу 3Д на Березинском месторождении были выполнены престекровая глубинная и временная миграции по алгоритму Киргофа.

Глубинная миграция Кирхгофа до суммирования, скоростной анализ и построение глубинно-скоростной модели выполнялись с использованием программного продукта GeoDepth компании Paradigm. Этот программный комплекс реализует эффективное построение изображений до суммирования в условиях сложной волновой картины путем создания и использования детальной скоростной модели.

Миграция надсолевой части разреза выполнялась со скоростями, учитывающими градиентное увеличение скорости с глубиной, и ниже – послойно, от известных скоростей в пласте (слое) с последующим их уточнением, с целью наиболее точной привязки отражений к маркерам в скважинах. Отличием данной глубинно-скоростной модели от предыдущей явилось то, что глинисто-галитовая и галитовая толщи были объединены в единый слой глубинно-скоростной модели с целью уменьшения неопределенности и искажений, обусловленных интерпретацией кровли галитовой толщи, которая однозначно не коррелируется, либо отсутствует. Однако, из-за недостаточных возможностей вычислительных мощностей (количество итераций коррекции глубинно-скоростной модели было ограниченным), а также алгоритмических недостатков глубинной миграции, полностью разрешить волновую картину так и не удалось. На отдельных участках куба сохранились интенсивные регулярные волны-помехи невыясненной природы [20].

Информативность сейсмических материалов, кроме зоны краевого разлома и эксклюзивных зон, вызванных поверхностными условиями, относительно неплохая. Однако, прослеживаемость отражающих горизонтов неодинакова как по латерали, так и по вертикали. Хорошо прослеживаются сейсмические горизонты, связанные с поверхностью глинисто-галитовой толщи и межсолевого комплекса, за исключением вышеуказанных зон. Отражающий горизонт 3Д, соответствующий поверхности галитовой толщи, в связи с изменчивостью литологии комплекса, следует фрагментарно и строгой стратиграфической привязки не имеет. Отражения от подошвы межсолевых отложений, из-за влияния разломов разной амплитуды и направления, а также интерференции интенсивных волн-помех, прослеживаются неоднозначно. Сейсмические горизонты, связанные с подсолевым комплексом и кристаллическим фундаментом, уверенно следятся только на отдельных участках площади, на большей же части прослеживание их неоднозначно, наклоны горизонтов на глубинных миграциях часто противоречат геологическим представлениям, а на некоторых участках отмечаются миграционные «эффекты» [20].

Сейсмическая интерпретация проводилась в интерпретационном комплексе Petrel фирмы Schlumberger, которая обеспечивает комплексирование

сейсмических данных по материалам глубинной миграции до суммирования с промыслово-геофизической и геологической информацией в глубоких скважинах, пробуренных на изучаемой площади. В процессе интерпретации, на участках с неоднозначной корреляцией сейсмических горизонтов или отсутствия приуроченных к ним отражений, дано их прогнозное строение на основе данных глубокого бурения, не противоречащих глубинным изображениям. Еще одной отличительной особенностью интерпретации стало создание пространственной структурной модели разломов, учитывающей амплитуды, глубины проникновения, механизм пересечения разломов и их увязку с данными в скважинах (рисунок 2.6). Пространственное положение разломов и корреляция сейсмических горизонтов сопоставлялись также по материалам временной миграции до суммирования. Корреляция сейсмических горизонтов выполнялась по сети ортогональных глубинных динамических разрезов в автоматическом и «ручном» режимах, в зависимости от прослеживаемости горизонтов.

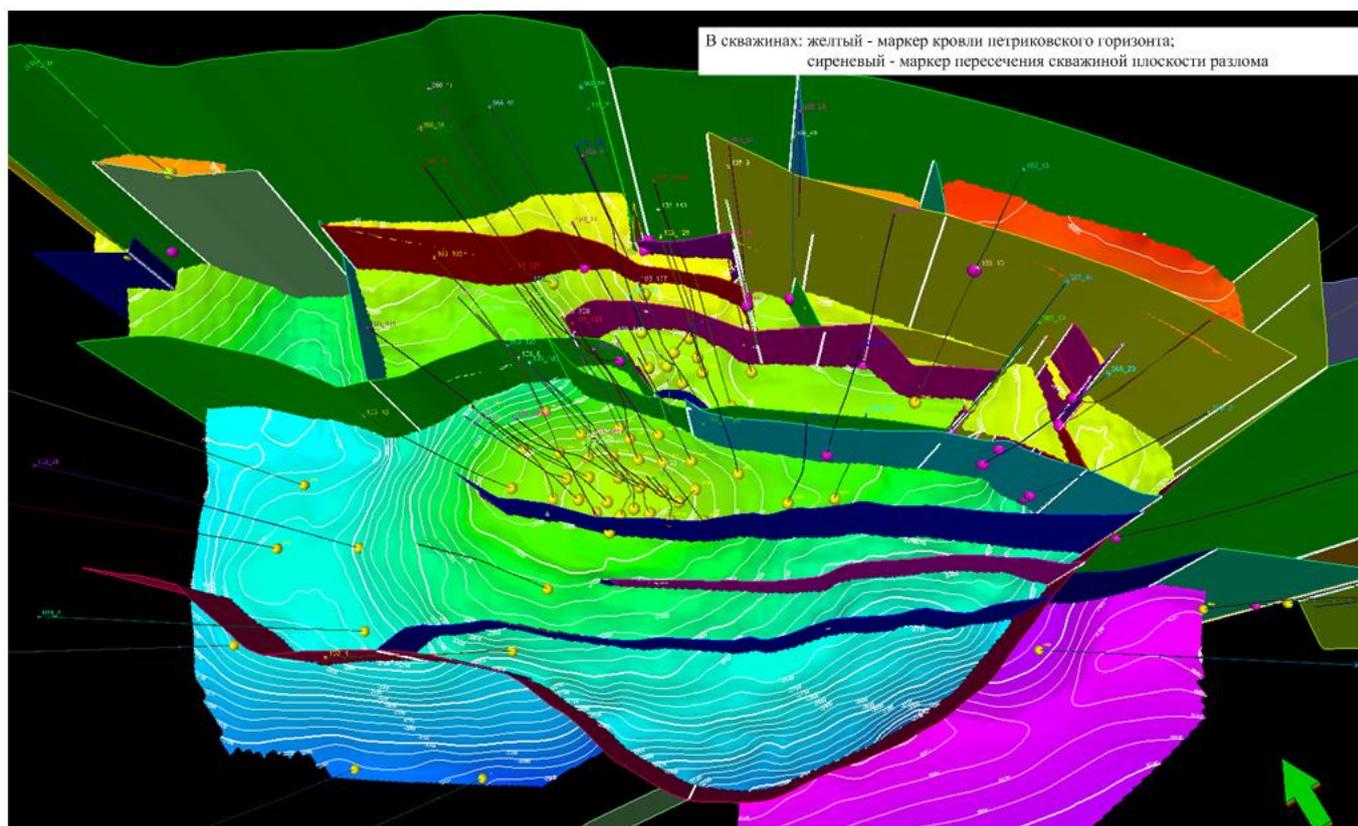


Рисунок 2.6 – Трехмерное изображение кровли и разломов межсолевого комплекса Березинского месторождения

2.2 Строение нефтеносных комплексов по результатам сейсмической интерпретации

Поверхность глинисто-галитовой толщи имеет пликативное строение без выраженных структурных форм (приложение 1). Остальные картируемые поверхности осложнены разрывными нарушениями разного ранга, различной амплитуды и направления.

Основными разломами, преимущественно формирующими тектоническое строение исследуемой территории, являются: Северный краевой разлом, амплитуда которого достигает 2000 м; крупноамплитудный Глуско-Березинский амплитудой порядка 900-1000 м. Эти разломы образуют чечевицеvidный промежуточный блок размерами 17x8 км, примыкающий к краевому разлому и осложненный нарушениями более мелкого ранга. Этот крупный структурно-тектонический элемент имеет некоторые особенности строения, по сравнению с другими площадями Северной прибортовой зоны поднятий. К таковым можно отнести несоответствие структурных планов подсолевого и межсолевого комплексов, выраженное в наличии бескорневых разломов, и разную амплитуду разломов по их кровле и подошве [19].

Поверхность межсолевой толщи (сейсмический горизонт 2Д) в пределах Березинского «мегаблока» представляет собой антиклиналь, разбитую субширотными разломами на ряд вытянутых блоков, причем амплитуда этих нарушений меняется по площади от 200 м до полного затухания. В северной части эти локальные блоки испытывают подъем преимущественно в северном направлении к краевому разлому, что вероятно обусловлено тектогенезом ливенского соленосного комплекса. Оснований для выделения разрывных нарушений субмеридионального направления по сейсмическому материалу 3Д, по сравнению с вариантами предыдущих исследований, не имеется.

По результатам переинтерпретации сейсмических материалов 3Д, в целом, подтвердился структурный план кровли межсолевого комплекса в пределах I и III блоков Березинского межсолевого месторождения и участков, расположенных к югу и западу от них (приложение 2). Южно-Березинский разлом был протрассирован на восток до пересечения с Глусско-Березинским. Таким образом, межсолевой блок оказался полностью локализованным данными нарушениями [19]. В результате переинтерпретации подтверждены Городецкая (рисунок 2.7) и Южно-Доброгощанская (рисунок 2.8) межсолевые структуры, а также выявленная по материалам 3Д съемки Светлогорская структура (рисунок 2.9) [20].

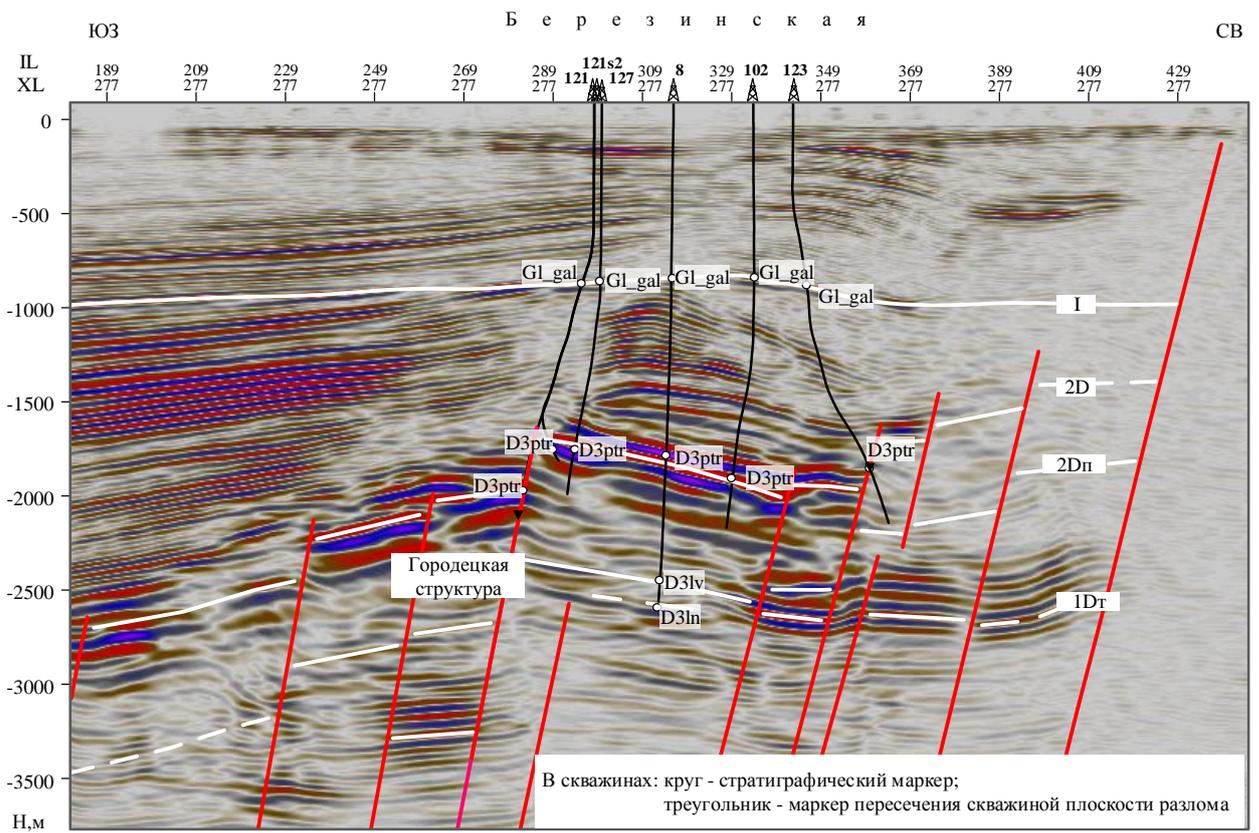


Рисунок 2.7. – Crossline 277. Глубинный динамический разрез [20]

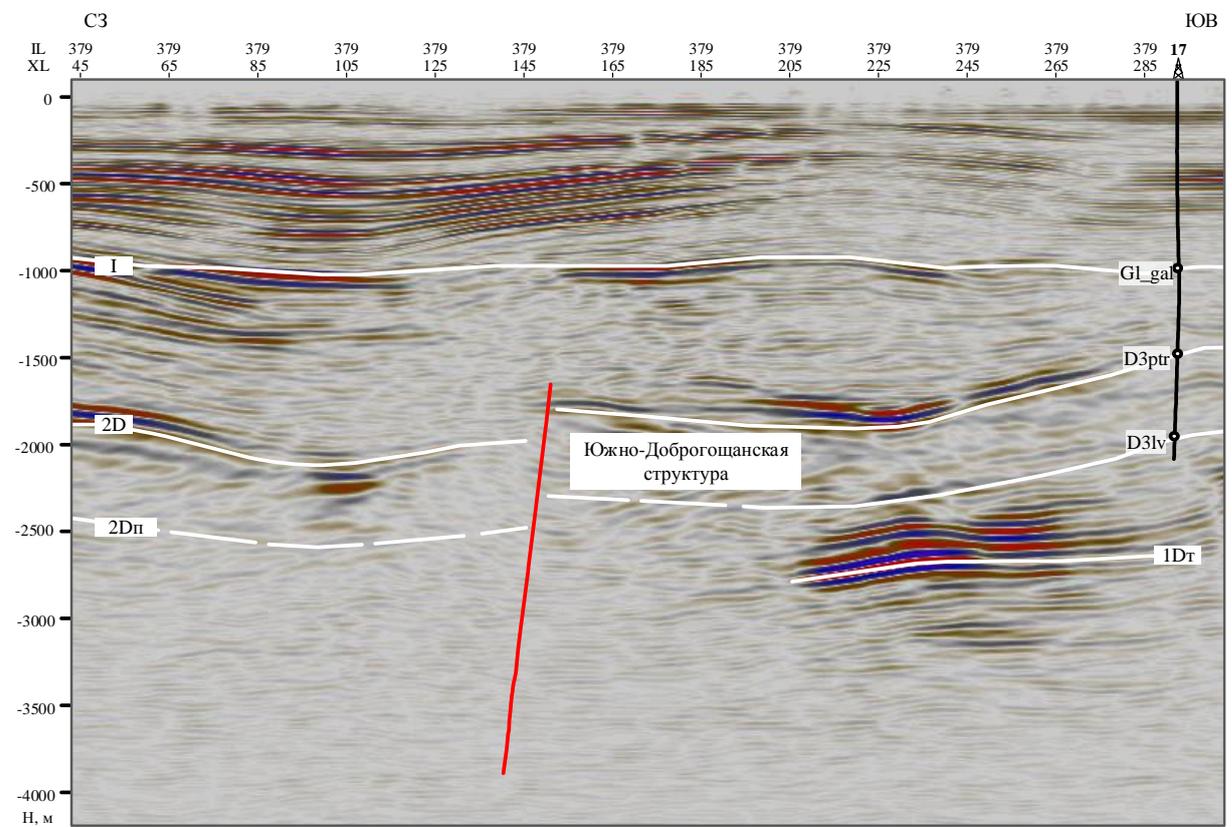


Рисунок 2.8 – Inline 379. Глубинный динамический разрез [20]

Городецкая структура представляет собой полуантиклиналь, опущенную по Березинскому разлому, по сравнению с головной частью III блока, и ограниченную изогипсой минус 2050 м. Восточная периклиналь ее нарушена субширотным разрывным нарушением небольшой амплитуды. Перспективы нефтеносности ее неясны. Здесь пробурена скважина, в которой не установлено наличия углеводородов в разрезе межсолевой толщи [20].

Южно-Доброгощанская межсолевая структура приурочена к западной приподнятой зоне I блока Березинского месторождения.

Светлогорская структура, примыкающая к Глусско-Березинскому разлому, представляет собой полусвод, примыкающий к крупноамплитудному разлому. Размеры ее по замкнутой изогипсе минус 4150 м составляют 2.3 x 1.1 км.

Более сложным, чем представлялось ранее, по данным новых миграций и интерпретации полученных результатов в комплексе с результатами глубокого бурения, представляется строение второго блока Березинского межсолевого месторождения и участка, расположенного к северо-востоку и востоку от него (приложение 2). Это выразилось в мелкоблочном строении межсолевого комплекса, обусловленном пересечением разнонаправленных, в том числе и бескорневых, разломов амплитудой до первых сотен метров. Прослеживаемость отражений, приуроченных к межсолевому комплексу, в пределах выделяемых блоков различна, местами отражения отсутствуют. За основу принята информация в скважинах. Картирование разломов (с разной степенью достоверности) проводилось по результатам престоковых миграций во временной и глубинной области. Границы крайних северных межсолевых блоков контролировались крупноамплитудными разломами – северным сбросом Северного краевого разлома и субширотным разломом, являющимся границей распространения на северо-восток глинисто-галитовой толщи. Разломы, ограничивающие и осложняющие строение II блока Березинского месторождения, картируются более уверенно (рисунок 2.10). По новым данным, пространственные границы и геометрия поверхности межсолевых отложений Восточно-Березинского и Северо-Березинского месторождений практически не изменились (приложение 2) [20].

Поверхность ливенских отложений, с которой сопоставляется сейсмический горизонт 2Дп, в большей части повторяет поверхность межсолевого комплекса, за исключением некоторых участков вблизи краевого разлома (приложение 3). Незначительные расхождения могут быть обусловлены интенсивной соляной или разломной тектоникой. Примеры разломной тектоники в низах межсолевой толщи наблюдаются в пределах восточной периклинали III блока Березинского месторождения, где по данным сейсморазведки и скважины № 6 – Березинская выделено нарушение амплитудой до 70 м (рисунок 2.10) [20].

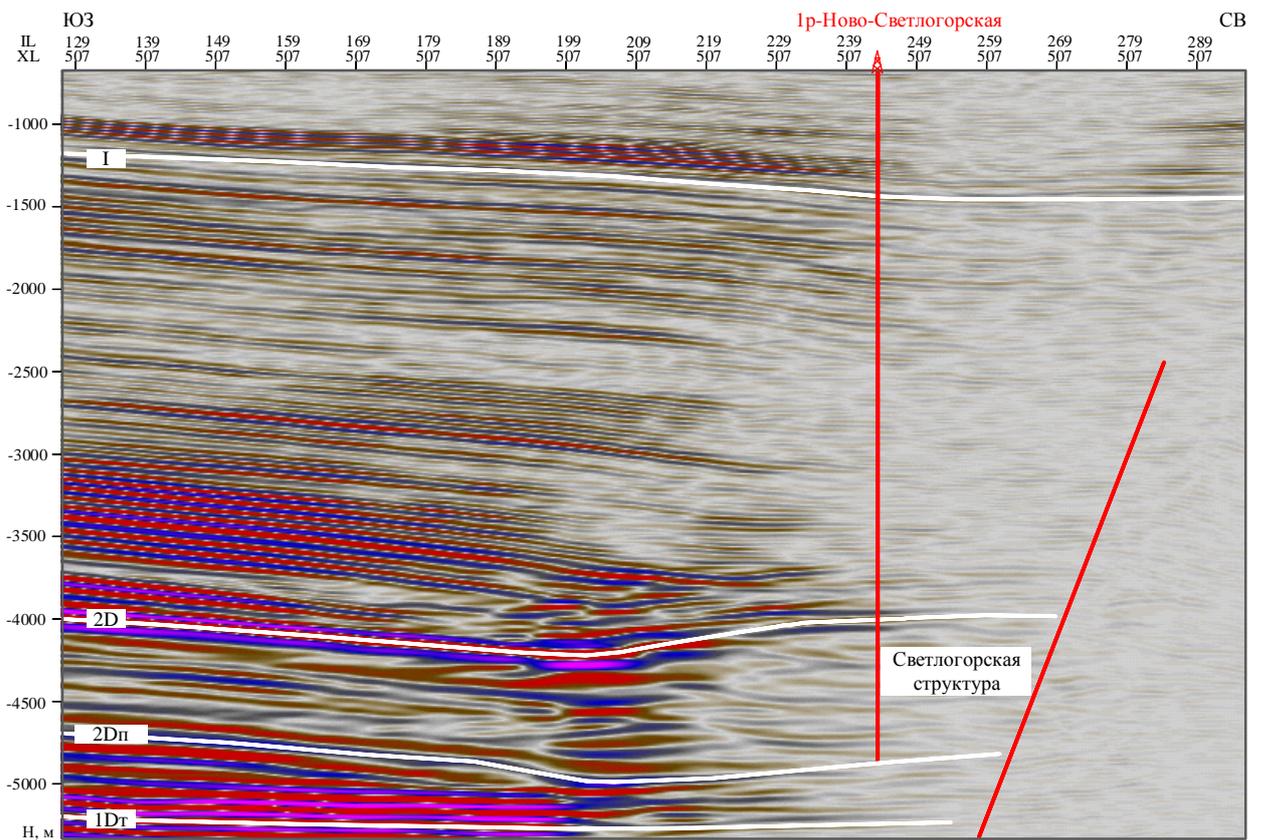


Рисунок 2.9 – Crossline 507. Глубинный динамический разрез [20]

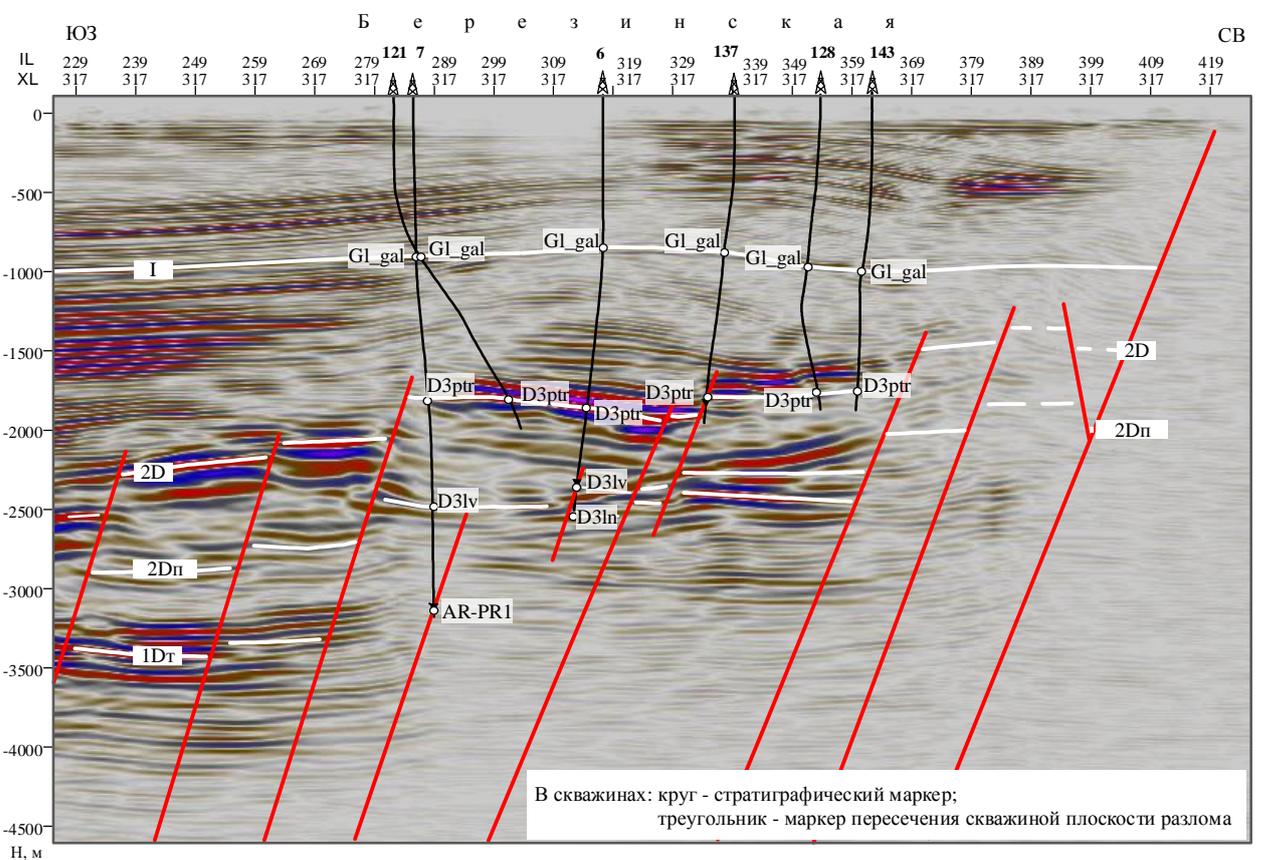


Рисунок 2.10 – Crossline 317. Глубинный динамический разрез [20]

ГЛАВА 3

ОЦЕНКА НЕФТЕНОСНЫХ КОМПЛЕКСОВ ПО ДАННЫМ ГРАВИ- И МАГНИТОРАЗВЕДКИ

Гравиметрическая изученность площади работ хорошая – практическая вся площадь покрыта съёмкой 1:25000 при сети 100x250 м и 100x500 м (рисунок 3.1, слева). Учитывая то, что изучаемые объекты находятся на глубине 1000 м и более, при работах использовалась созданная в 1990-х годах база данных гравитационного поля по сети 250x250 м.

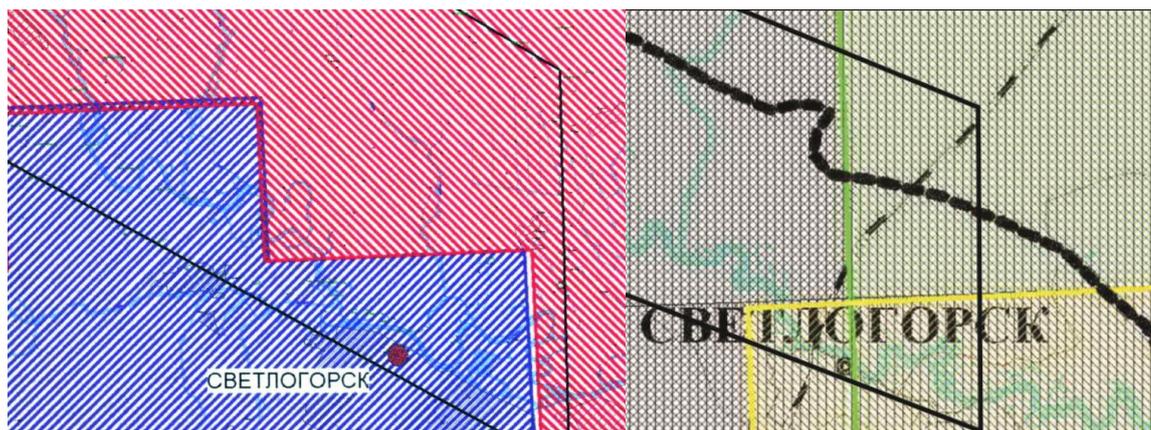


Рисунок 3.1 – Изученность участка работ гравиметрической съёмкой 1:25000 (слева) и аэромагнитной съёмкой 1:25 000 (справа) [24]

Изученность территории аэромагнитной съёмкой масштаба 1:25000 также достаточно хорошая, но привязка маршрутов выполнена фотограмметрическим способом. Современная съёмка со спутниковой привязкой координат маршрутов произведена только на незначительной части территории (контур жёлтого цвета на рисунке 3.1, справа), и поэтому не использовалась. Для работы использовалась база данных магнитного поля по сети 250x250 м.

3.1. Геологическая интерпретация данных гравirazведки и магниторазведки

Наблюдаемое гравитационное поле представляет собой сумму аномалий, созданных разными возмущающими объектами различной формы и плотности и расположенными на разных глубинах. Поэтому важно выделить аномалию от целевого геологического объекта, который представляет полезный сигнал на фоне других аномалий, являющихся геологическими помехами. Другими словами, необходимо усилить аномалию от искомого объекта и ослабить аномалии от остальных возмущающих масс. Для этих целей используют различные способы трансформации гравитационного поля [7].

Для интерпретации гравитационного поля Березинского месторождения применялся способ усреднения аномального поля. Он осуществляется путем

усреднения значений аномалий поля силы тяжести на некоторой площади участка. Выбранный радиус для усреднения поля, позволяет исключить влияние локальных аномалий различной интенсивности и размеров [9]. Для исследуемой структуры были опробованы и проанализированы карты локальных аномалий (GL) с радиусами осреднения (округлённо) 250 м, 500 м, 1000 м, 2000 м, 5000 м и 9000 м. Основной проблемой при интерпретации гравитационного поля на исследуемой площади стала мощная гравитационная ступень – Северо-Припятский краевой разлом. Перепад поля силы тяжести от него составляет 45...50 мгл и гравитационные объекты приходилось выделять на фоне градиента от этого перепада. При малых радиусах зона влияния разлома сужалась, но падала глубинность исследований. При больших радиусах возрастала глубинность, но расширялась полоса влияния бортового разлома.

Поэтому для данной структуры также применялась функция Саксова-Ниггарда, суть которой состоит в том, что из глубинной трансформации (например, с радиусом 5000 м, GL5000) вычитают малоглубинную (например, с радиусом 1000 м, GL1000). В результате глубинность получившейся функции GSN(1000 5000), в сравнении с GL5000, возрастает в 1.5-2 раза без расширения зоны влияния бортового разлома [22].

Местоположение гравитационных ступеней, отождествляемых с зонами разлома, определялось по линиям максимальных градиентов (по местам сгущения изолиний). «Густота» изолиний рассчитывалась на компьютере, в программе расчёта полного горизонтального градиента (операция ХУ). Локальный горизонтальный градиент от функции GSN(1000 5000) – это составная, многоступенчатая трансформация, представленная линейными полосами повышенных значений, которая характеризует местоположение гравитационных ступеней примерно на глубинах 3-4 тыс. м [11].

Интерпретация данных магниторазведки заключается в получении сведений об объектах, вызывающих магнитные аномалии, местоположении, форме и глубине их залегания и в установлении связи источников магнитных аномалий с геологическими данными.

Так же, как и гравитационное поле, наблюдаемое магнитное поле отражает влияние различных магнитовозмущающих масс, расположенных в земной коре, т.е. является суммарным. Поэтому для обнаружения в суммарном магнитном поле аномалии от интересующего источника необходимо выполнить трансформацию магнитного поля путем разложения его на отдельные составляющие. Сущность трансформаций магнитного поля такая же, как и трансформаций гравитационных аномалий [18].

В связи с большой глубиной залегания кристаллического фундамента магнитное поле имеет сглаженный рассредоточенный характер. Для локализации магнитных объектов были применены трансформации выделения

локальной аномалии от осреднённого поля с радиусами 2000 м и 5000 м (TL2000 и TL5000), а также рассчитана функция Саксова-Ниггарда с указанными радиусами (TSN(2000 5000)). Указанные трансформации позволили выделить магнитные объекты в Северо-Припятском краевом разломе, а также на поднятом плече этого разлома и в прогибе [24].

3.2. Итоги грави- и магнитометрической интерпретации

3.2.1. Выделение разломной тектоники по карте градиентов глубинной функции гравитационного поля .

На карте выделения гравитационных ступеней по градиентам достаточно глубинной функции Саксова-Ниггарда, рассчитанной по радиусам 902 м и 4595м (округлённо 1000 и 5000 м) (рисунок 3.2).

Прежде всего, обращает на себя внимание четкое проявление Северо-Припятского краевого разлома в виде полосы наиболее интенсивных на карте градиентов (цифра I).

Кроме этого, наблюдается наличие линий градиентов, параллельных соответствующим сегментам Северо-Припятского краевого разлома (линии коричневого цвета). Предполагается, что эти линии являются проявлением параллельных борту разломов, иногда малоамплитудных (до 50м), а чаще имеющих амплитуду по межсоли и подсоли 50-100 м и более.

Анализ формы краевого разлома показывает, что он состоит из отдельных относительно прямолинейных сегментов, смещённых или повёрнутых по азимуту относительно друг друга. Точно так же смещены или развёрнуты градиенты (разломы) в Прогибе. Это даёт основание предполагать о наличии перпендикулярных к борту Прогиба трансформных разломов (линии голубого цвета) [11].

Третья группа градиентов (нарушений) – дугообразные разломы Березинской структуры. Это нарушение Б1, с внешней стороны которого концентрично к Б1 нарушение Б в виде отдельных сегментов. Нарушение Б2 не столь очевидно, как первые два, но оно не вписывается в другие системы градиентов. Указанные дугообразные разломы являются фрагментами радиально-кольцевого тектоноконцентра (платформенного вулкана), подобного Бобруйскому, центр которого находится южнее г.Жлобина [12].

Красным цветом на данной карте показано положение Глуско-Щербовского разлома (III), ограничивающего с севера так называемую моноклинал. Глуско-Щербовский разлом трассируется соляными куполами по его северному поднятому плечу. К северу от этого разлома находится зона прибортовых поднятий, в пределах которой и расположено Березинское месторождение [24].

3.2.2. Выделение разломной тектоники по локальным аномалиям поля силы тяжести с радиусом осреднения 560м

В первую очередь на карте (рисунок 3.3) видно отражение Северо-Припятского краевого разлома. Он фиксируется резким переходом интенсивных положительных значений поля к интенсивным отрицательным. На территории Припятского прогиба наблюдаются преимущественно отрицательные значения поля, с отдельными положительными аномалиями.

Выделенным по глубинной трансформации градиентам, связанным с разломами, в верхней части разреза должны соответствовать минимумы малоглубинной трансформации. Эти минимумы трассируют «ложбины выщелачивания» в поверхности соленосной толщи, которые возникают над разломами при малоамплитудных подвижках в течение геологического времени.

Активные в послесолевое время разломы вызывают небольшие смещения соленосной толщи (например, во время мощных землетрясений), что приводит к выщелачиванию солей сверху и образованию характерных ложбин в их поверхности глубиной в десятки метров. Они трассируются линейными узкими отрицательными аномалиями гравитационного поля [11].

На Березинской структуре соответствие локальных минимумов разломам межсолевых отложений соблюдается значительно хуже. Это связано со значительным вкладом в строение Березинской структуры дугообразных разломов Б...Б1...Б2.

Лишь к западу от трансформного Западно-Березинского нарушения определяются разломы 0, 1 и 2, параллельные соответствующему сегменту Северо-Припятского разлома.

На площади между Западно- и Центрально-Березинским нарушениями удаётся отождествить только нарушение 2. Восточнее также определяется только нарушение 2.

Из дугообразных нарушений определяется положение нарушения Б и Б1; нарушение Б2 с натяжкой прослежено по смещению аномалий.

Наибольшее несоответствие глубинной (рисунок 3.2) и рассматриваемой трансформаций наблюдается в районе скважин 2 Березинской и 26 Западно-Березинской. Связано это, вероятно, с крутым наклоном плотностных границ на склоне структуры или с наличием на глубине даек плотных пород [24].

3.2.3. Отражение выделенных нарушений в магнитном поле

Для локализации магнитных объектов были применены трансформации выделения локальной аномалии от осреднённого поля с радиусами 2000м и 5000м.

Затем была посчитана глубинная функция Саксова-Ниггарда TSN(2000 5000) для лучшей дифференциации поля по Прогибу (на плече Прогиба магнитные аномалии и без того контрастны). Итоговая карта локальных аномалий магнитного поля приведена на рисунке 3.4 [24].

Северо-Припятский краевой разлом трассируется магнитными телами, создающими на данной трансформации интенсивные и крупные по размерам положительные аномалии. Наиболее вероятное этому объяснение – в момент образования Припятского прогиба по разлому происходило внедрение глубинных пород типа долеритов.

Прибортовые аномалии сопровождаются отрицательными аномалиями в Прогибе (на приложении изолинии имеют обратный знак, положительные значения на самом деле – отрицательные). Кроме того, в этот момент был активен Стрешинский вулканический аппарат, с центром к юго-востоку от Жлобинского поля трубок взрыва; частью Стрешинской структуры являются дуговые разломы Березинского поднятия.

Между Западно-Березинским и Централно-Березинским поперечными разломами отмечается повышенное магнитное поле, которое, вероятно, связано с наличием магнитных тел типа даек в породах фундамента.

Полосу Глуско-Щербовского отрицательного поля к югу сменяют положительные аномалии. Они связаны с магматизмом магнитных плотных пород или с преобладанием диоритов над микашевичскими гранитами в осницко-микашевичском поясе. На это указывает повышенное гравитационное поле над ней и локальная магнитная аномалия (рисунок 3.4).

Нефтеносная восточная часть Березинского поднятия имеет устойчиво пониженное магнитное поле, что указывает на преобладание гранитов в составе кристаллического фундамента [24].

3.2.4. Оценка угла падения плоскости сместителя Северо-Припятского краевого разлома

Общеизвестно, что при сейсмических исследованиях в районе бортового разлома образуется большое количество волн-помех, которые мешают точному определению местоположения разлома. Гравиразведка лишена этого недостатка – субвертикальные плотностные границы являются наиболее благоприятными для определения этим методом. В связи с этим, точность определения положения сместителя в верхней части определяется только детальностью сети наблюдений.

На исследуемой площади сеть гравиметрических наблюдений составляет 100x500 м, соответственно, и точность определения положения сместителя близка к этим величинам: 100-200 м по широте и 250-500 м по меридиану.

Наиболее простой способ определения местоположения разлома – по нулевой линии (т.е. по точке перехода поля от плюса к минусу). На рисунке 3.6 показано положение нулевой линии локальной аномалии гравитационного поля с различным радиусом осреднения: 560, 902, 2015 и 4595 м.

При вертикальном разломе все нулевые линии должны были совпадать. Поскольку разлом имеет наклон, нулевые линии больших радиусов смещаются по падению разлома, а также теряют детальность, становятся более плавными (за счет осреднения плотностного эффекта). Расхождение в плане нулевых линий трансформаций с радиусом 560 м и радиусом 4595 м и угол наклона сместителя имеет обратно пропорциональную зависимость (рисунок 3.5) [24].

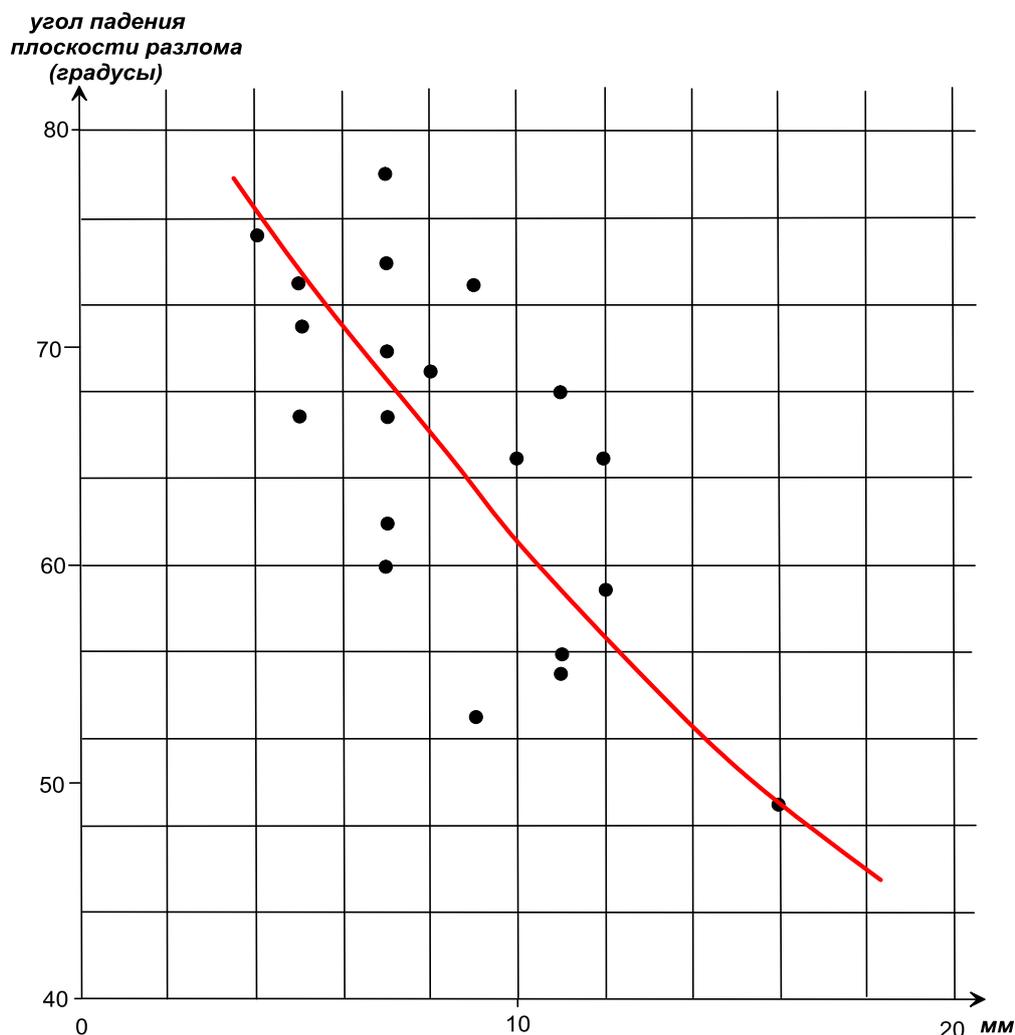


Рисунок 3.5 – Зависимость угла падения плоскости сместителя от расхождений нулевых линий локальных аномалий [24]

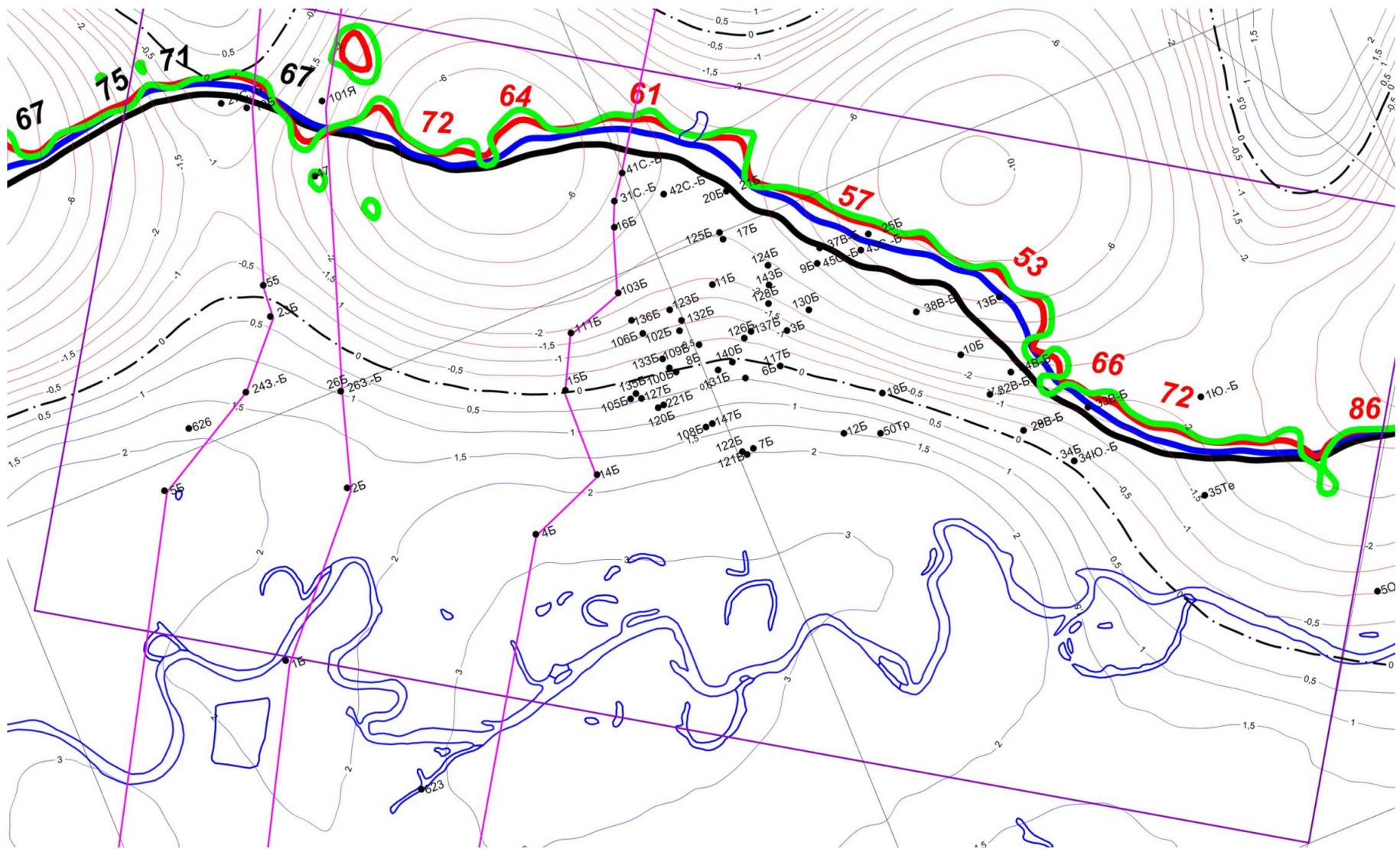


Рисунок 3.6 – Положение нулевой линии [24]

ГЛАВА 4

СТРОЕНИЕ НЕФТЕНОСНОЙ ТОЛЩИ БЕРЕЗИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ КОМПЛЕКСНОЙ ИНТЕРПРЕТАЦИИ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

4.1 Анализ геолого-геофизических разрезов

На западной половине Березинской площади были построены 3 геолого-геофизических разреза вкрест простирания Прогиба. При построении разрезов использовалось положение нарушений, предполагаемых по данным гравиразведки, в том числе и положение Северо-Припятского разлома. Разрезы строились по данным каротажа, а межскважинное пространство отстраивалось по данным сейсморазведки; кроме этого была произведена полная корреляция пластов глинисто-галитовой и вышележащих толщ с целью выделения малоамплитудных нарушений, фиксируемых гравиразведкой. Построение разрезов сопровождалось уточнением сети разломов.

Геолого-геофизический разрез по линии профиля 7-7 (приложение 4) проходит по западному склону Березинской структуры. На разрезе видно ступенеобразное смещение блоков подсолевых пород и отсутствие смещений межсолевых отложений. Хорошо видно, что «ливенский» галит компенсирует опускание подсолевого блока скважины 5 так, что межсолевая пластина выглядит «плавающей» в «ливенской» соли и галитовой подтолще [24].

Скважина 19 вскрыла тектонический меланж. Южнее её предполагается наличие залежи, походящей к разрезу с запада.

Скважина 24 подсекла кровлю малоамплитудной антиклинальной структуры. В ней отмечается приток воды с нефтью дебитом $0.62 \text{ м}^3/\text{ч}$ из интервала 2991-3116 м. Глубже, из интервала 3258-3290 м отмечен приток воды с плёнкой нефти [15].

В погруженной части на разломе Б прогнозируется наличие ловушек как по межсолевой, так и по подсолевой толще, но этот вопрос требует дополнительного изучения этой части разреза сейсморазведкой.

Геолого-геофизический разрез по линии профиля 8-8 (приложение 5). Скважина 101 вскрыла пластину межсолевых отложений из тектонического меланжа или опущенный блок борта прогиба. Структура в районе скважины 26, которая выглядит антиклинальной, на самом деле является частью крутого западного склона Березинской структуры в направлении перпендикулярном к разрезу.

Геолого-геофизический разрез по линии профиля 9-9 (приложение 6) много дал для понимания строения зоны прибортовых уступов в целом. На нем хорошо видна целостность, ненарушенность пластины межсолевых отложений, пликативно «плавающей» в солях, компенсирующих все неровности блоков

подсолевой толщ. Характерное смятие слоёв глинисто-галитовой толщ и глинисто-мергелевой толщ, а также отсутствие пачек глинисто-галитовой толщ выше 12-й на скважинах 15 и 111 указывает на напозание межсолевых отложений на борт в период отложения этих толщ и вспучивание вышележащих слоёв.

Разная мощность межсолевых отложений (380 м по скважинам 16-41 и 600-700 м по скважинам 103 и южнее) указывает на то, что Березинская структура, ограниченная дугообразными нарушениями, уже существовала в процессе накопления межсоли и влияла на условия накопления карбонатов.

Резкое изменение поверхности глинисто-мергелевой толщ между скважинами 103 и 111 (от 215 м до 272 м) указывает на активность разлома 2а в период пермотриасовой активизации. Разломы Б2 и 1а четко характеризуются выпадением ритмопачек глинисто-галитовой толщ: в первом случае 1-5 пачек, а во втором случае 8-10-й пачек.

Линия 9-9 пересекает основные нефтяные залежи Березинских месторождений. По линии выполнены газово-геохимические исследования, которые показали наличие уникальных по содержанию метана и углекислого газа аномалий - метана до 9-14%, а углекислого газа – до 6-8 объёмн.%. Связь указанных аномалий с разломами над месторождениями нефти несомненна, тем более что над разломом 2а наблюдается и аномалия пропана интенсивностью 0.008 объёмных процентов. Определённый интерес представляет аномалия на пикете 7 в южной части профиля. Она может указывать на перспективность структуры 2-й очереди на разломе Б.

Своеобразность Березинской структуры и приуроченность её к массиву гранитоидов даёт основание предположить наличие процессов растрескивания и выщелачивания гранитоидов с образованием вторичной пористости [16]. Березинская структура – наиболее перспективное место для проверки нефтегазоносности кристаллического фундамента, особенно в связи с приуроченностью к ней максимальных тепловых потоков Припятского прогиба [17, 25].

В целом построение разрезов показало, что разломы, параллельные отрезкам борта Припятского прогиба (0, 1, 2, 3) органично встраиваются в геологические разрезы как разломы, плоскости которых примерно параллельны сместителю Северо-Припятского краевого нарушения. Их амплитуда меняется по простиранию Прогиба и составляет на Березинской структуре 500 м и более. Межсолевая толща карбонатов из-за резкого контраста плотности с галитом (2.8 г/м^3 и 2.13 г/м^3) имеет по верхнему и нижнему контакту зоны трещиноватости, по которым в виде высоконапорного флюида поставляется галит, отлагающийся при снижении давления и температуры. Это создаёт условия для постоянного смещения межсоли под действием землетрясения и

миграции её в сторону борта. Процесс движения карбонатов относительно подстилающих отложений является довольно распространённым процессом. Именно движение межсолевой пластины поддерживает её целостность, тогда как остающиеся на месте подсолевые отложения постепенно наращивают амплитуду разломов. На плоскости Северо-Припятского краевого разлома образуется своеобразный тектонический меланж, состоящий из пластин и блоков межсолевых доломитов и галита, который обеспечивает непроницаемость этого меланжа. Поэтому нефтепоисковые скважины рядом с Северо-Припятским краевым разломом должны забуриваться южнее точки перегиба кровли межсолевых отложений [24].

Анализ материалов по выявленным в межсолевых отложениях месторождениям нефти в районе «Северо-Припятских бортовых уступов» показывает, что нефть присутствует только в наиболее высоких частях кровли межсолевых отложений, при экранировании на тектонический меланж (соль+блоки доломита). Месторождений с экранированием на поперечные к Прогибу нарушения или с экранированием на засоленный коллектор в межсолевых отложениях выявлено не было [12].

4.2. Анализ плотностных разрезов

Горизонтам на отстроенных разрезах была придана плотность, в соответствии с многочисленными определениями физических свойств пород Прогиба. После этого были произведены расчёты теоретических аномалий силы тяжести с обоснованной корректировкой разрезов и плотностей разреза в пределах допустимых значений. Подборы подтвердили правильность произведённых построений.

Плотностные свойства пород Припятского прогиба достаточно детально изучены, в связи с этим не представляется сложным придать пластам на построенных геолого-геофизических разрезах плотность и рассчитать от них теоретическое поле. Расчёт производился на компьютерной программе в двухмерном варианте, без учёта изменений разреза по простиранию. Глубина подбора – 8 км, краевые блоки продлевались в стороны на 40 км.

Теоретическое поле после первого расчёта, как правило, отличалось от наблюдаемого до нескольких миллигал (мгл). Подбор разреза на первом этапе заключался в изменениях плотности пород в допустимых пределах. Для осадочного чехла это – 0.01-0.03 г/см³, а для кристаллического фундамента – до 0.1 г/см³. Выполнялось несколько последовательных изменений плотности и расчёта поля, что привело к приближению теоретического и наблюдаемого гравитационного поля. В случае большого несоответствия построенного разреза реальному разрезу, приходилось изменять конфигурацию блоков [11].

В гравиразведке, как и в других методах геофизики, действует принцип эквивалентности: одно и то же гравитационное поле можно подобрать разными сочетаниями объектов. Тем не менее, при достоверном знании плотностей различных отложений и реальном положении на разрезах слоёв, отличающихся по плотности, эквивалентность сужается, а подбор становится мерой правильности произведённых построений

Плотностной разрез приведен в приложении 7. Основная плотностная граница на разрезе – это переход от соленосной толщи (плотность 2.16-2.33 г/см³) к межсолевой толще (плотность 2.68-2.72 г/см³). Смещение этой границы на 50 м создаёт аномалию около 1 мгл. Именно эта граница определяет основную часть перепада поля силы тяжести к югу от борта Припятского прогиба. Существенный вклад даёт конфигурация галитов в галитовой подтолще, особенно солевых диапиров, а также плотность блоков кристаллического фундамента [24].

При подборках плотностных моделей проблем с несовпадением конфигурации плотностных блоков не возникло.

При подборе общей амплитуды гравитационной аномалии от поля на Северо-Припятском плече до поля над южной частью разрезов приходилось подбирать плотность пород кристаллического фундамента. При этом выяснилось, что на Березинской структуре кристаллический фундамент соответствует гранитам 2.65-2.67 г/см³. Получается, что месторождениям нефти соответствует кристаллический фундамент пониженной плотности. Наличие гранитов в кристаллических породах фундамента Березинской структуры может быть связано с приуроченностью его к Осницко-Микашевичскому поясу, сложенному диоритами, гранодиоритами и гранитами. Кроме этого, пониженная плотность кристаллических пород может быть связана и с процессами переработки кристаллического фундамента флюидами высокого давления в результате развития процессов каолинизации и выщелачивания. Даже в настоящее время температура в районе Березинского месторождения на глубине 4000 м превышает 90 °С [17].

Естественно, во время активного развития Прогиба температуры были больше, что способствовало развитию гидротермальных процессов, сопровождавшихся выщелачиванием массива кристаллических пород и образованием вторичной емкости. Вторичные преобразования гранитов приводят к увеличению их объёма и своеобразному диапиризму – внедрению гранитоидов в вышележащие породы [16].

Березинская структура во время образования межсолевой толщи не существовала, и лишь в процессе тектонического развития Припятского прогиба оформилась как куполообразное поднятие, возможно за счёт преобразования гранитоидов и увеличения их объёма. Кроме поднятия

гранитоидных пород, положительным фактором, который может указывать на нефтеперспективность кристаллического фундамента Березинской структуры, является ее приуроченность к району наиболее высокого теплового потока Припятского прогиба (рисунок 4.1) [24].

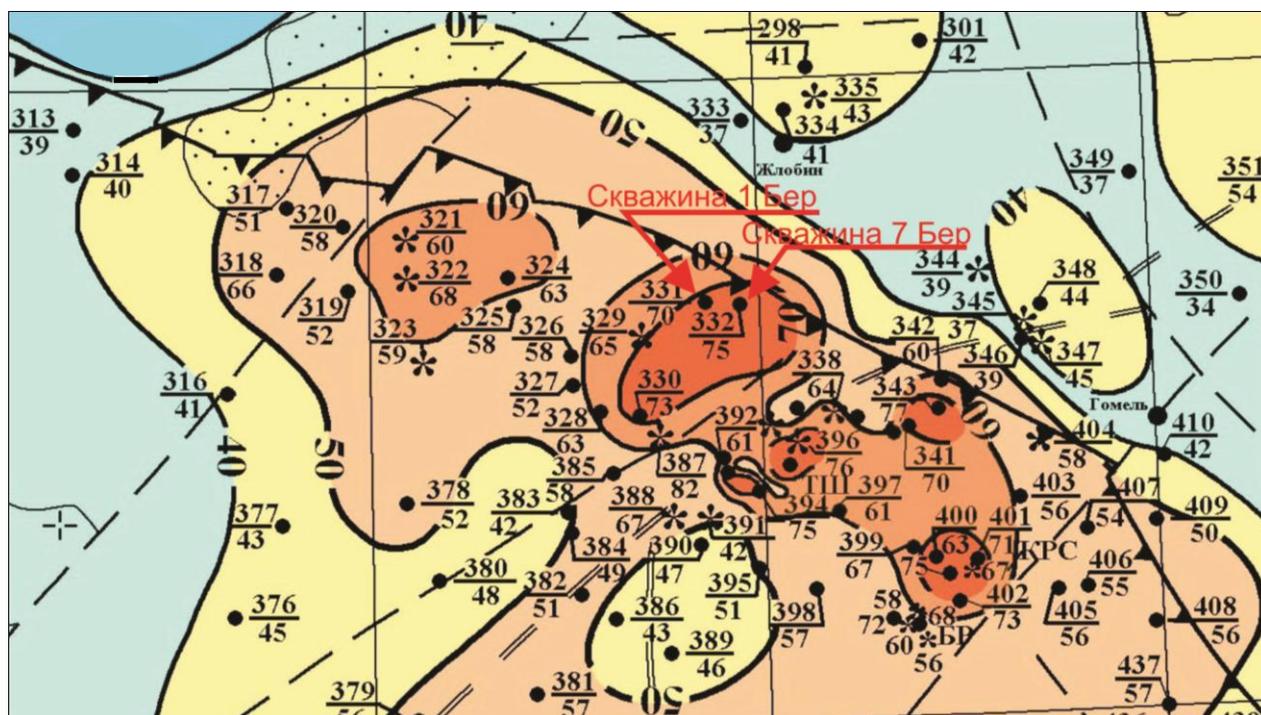


Рисунок 4.1. Тепловой поток Припятского прогиба [25].

4.3. Анализ карт изогипс поверхностей межсолевых и подсолевых терригенных отложений

Карты изогипс поверхности строились на основании геолого-геофизических разрезов, рассмотренных выше, в соответствии с которыми принималось положение тектонических нарушений. Гипсометрия поверхностей межсолевых и подсолевых терригенных отложений принималась по данным сейсморазведки.

Карта изогипс поверхности межсолевых отложений D_{3ptr} по данным гравиразведки, магниторазведки и бурения с учётом данных сейсморазведки (приложение 8).

Березинская площадь наиболее сложная по строению. По межсолевым отложениям, наблюдается несоответствие градиентов гравиразведки сейсмическим данным.

На Березинской площади в районе скважин 19Б и 27СБ выделяется прибортовая ступень с амплитудой 600–900 м и шириной несколько более 1 км. Существование этой ступени обусловлено наличием поднятого блока подсолевых пород

Повышение поверхности происходит в северо-западном направлении, следовательно, там должны быть перспективная структура, экранированная на тектонический меланж [12].

Восточнее, между трансформными нарушениями ЗБ и ЦБ находится подобное повышение поверхности межсолевых отложений к борту - по данным сейсморазведки ЗД. Данная структура требует более детального рассмотрения, поскольку она может представлять интерес ввиду близости инфраструктуры нефтедобычи.

Восточнее трансформного нарушения ЦБ находятся основные месторождения Березинской структуры – Северо-Березинское и Березинское, представленное с севера на юг блоками 1, 2 и 3. Обращает на себя внимание приуроченность месторождений к поднятым участкам межсолевых пород. Залежь 1 экранирована на соляно-карбонатный тектонический меланж. Для возможности существования блока 2 Березинского месторождения нарушение 3 должно иметь экранирующее значение, вероятно, за счёт солевых отложений. Блок 3 представляет собой антиклинальную ловушку [24].

От вершины антиклинали – блока 3 Березинского месторождения, поверхность межсолевых отложений погружается в западном и южном направлениях. К западу от трансформного нарушения ЗБ интенсивность погружения в районе скважины 24-ЗБ замедляется.

Западный склон Березинской структуры кроме района скважины 24-ЗБ, интереса не представляет, поскольку погружение межсолевых отложений

происходит монотонно вплоть до разлома Б1. К югу от вершины антиклинали погружение межсолевых отложений также происходит монотонно. Отмечаемое по данным сейсморазведки нарушение к юго-западу от скважины 4-Б с амплитудой от 300 до 400 м не находит выражения в гравитационных градиентах, поэтому на рассматриваемой карте не показано. Восточнее предполагается по данным гравиразведки нарушение 1а со сравнительно небольшой амплитудой (140 – 200 м).

Основной разлом Березинской структуры – Б1, имеет амплитуду на юго-востоке более 1 км; к западу его амплитуда постепенно понижается и при приближении к Северо-Припятскому разлому составляет около 100 м.

В гравитационном поле отмечается снаружи от разлома Б1 разлом Б, на котором возможно образование структур поверхности подсоли с амплитудой в первые сотни метров. Эти структуры могут представлять поисковый интерес.

Карта изогипс поверхности подсолевых терригенных отложений D3ln по данным гравиразведки, магниторазведки и бурения с учётом данных сейсморазведки (приложение 9).

На Березинской площади по данным сейсморазведки у краевого разлома Прогиба зафиксирована ступень шириной около 1 км и длиной около 8 км, которая к западу постепенно погружается, но не так интенсивно, как основная часть Березинской структуры. Собственно Березинская структура по подсолевым отложениям имеет наиболее высокое положение к востоку от скважин 15Б и 111, где отметки превышают -2600 м. Поверхность подсолевых отложений от этой наиболее высокой точки погружается с наклоном в западном направлении. Собственно наклон поверхности в западном направлении чередуется с разломами, имеющими амплитуду 200 – 400 м. В южном направлении поверхность также погружается по системе разломов, имеющих амплитуду 400 – 600 м и более. Положение подсолевой поверхности в этом направлении полого падает на северо-запад. Скорее всего в процессе развития наклона моноклинали южная часть Березинской структуры наклонилась в согласии с моноклиной, тогда как в центре структуры происходили процессы гипогенного изменения гранитоидов, приводящие к подъёму структуры и падению крыльев от центра. В целом на самом Березинском поднятии нефтеперспективных структур по подсолевым отложениям практически не выделяется [24].

Южнее поднятия на разломе Б выделяются 3 малоамплитудные структуры, которые принадлежат скорее моноклинали, чем Березинскому поднятию. Если эти структуры представляют интерес, требуется дополнительное целевое изучение их сейсморазведкой.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Сейсморазведка является ведущим методом геофизических исследований, поскольку обладает большой глубиной при высокой детальности исследований по сравнению с другими геофизическими методами. В некоторых случаях, однако, полученные в результате сейсморазведки данные не обладают достаточной информативностью, и приходится применять другие геофизические методы [23]. Именно такая ситуация и была рассмотрена в работе.

Первая глава была посвящена общегеологическим сведениям об участке работ – Березинском месторождении, расположенном в центральной части Северной прибортовой зоны Припятского прогиба. В связи с этим на результаты геофизических исследований оказывает сильное влияние Северо-Припятский краевой разлом.

Во второй главе рассмотрены сейсморазведочные методы, применяемые для прогнозирования строения нефтеносных толщ на Березинском месторождении. По результатам обработки и интерпретации полученных данных были составлены структурные карты поверхностей сейсмических горизонтов I, 2D и 2Dп, соответствующих поверхностям глинисто-галитовой, межсолевой и подсолевой толщ девона, а также 3D-модель строения межсолевого комплекса. Глинисто-галитовая толща имеет пликативное строение без выраженных структурных форм. Остальные картируемые поверхности осложнены разрывными нарушениями разного ранга, различной амплитуды и направления. Основными разломами, формирующими тектоническое строение исследуемой территории, являются: Северный краевой разлом и крупноамплитудный Глуско-Березинский. Структурные же планы подсолевого и межсолевого комплексов не совпадают, что выражено в наличии бескорневых разломов и разной амплитуды разломов по их кровле и подошве.

Третья глава включила в себя гравиразведочные и магниторазведочные работы, главным образом их геологическую интерпретацию по выбранным трансформациям. Градиенты гравитационного поля позволили выделить Северо-Припятский краевой разлом и три группы нарушений: градиенты, параллельных соответствующим сегментам Северо-Припятского краевого разлома; перпендикулярные к борту Прогиба трансформные разломы и дугообразные разломы. Северо-Припятский краевой разлом трассируется магнитными телами, создающими на данной трансформации интенсивные и крупные по размерам положительные аномалии. В восточной нефтеносной части Березинского поднятия наблюдается пониженное магнитное поле, что указывает на преобладание гранитов в составе кристаллического фундамента

Четвертая глава была посвящена комплексированию геофизических методов. Были построены геолого-геофизические разрезы, в которых тектоника отражена по данным гравиразведки, а межскважинное пространство – по сейморазведочным данным. В одном из разрезов было зафиксировано внедрение кристаллического фундамента в вышележащие породы, сопоставление этого участка с картой теплового поля Припятского прогиба позволило предположить о нефтеперспективности кристаллического фундамента.

Таким образом, всесторонне рассмотрев применение геофизических методов на Березинском месторождении можно прийти к выводу, что только комплексное геофизическое изучение структур позволяет получить наиболее точную и достоверную информацию об их строении.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бакиров, Э. А. Геология нефти и газа / Э. А. Бакиров. – М.: Недра, 1990. – 259с.
2. Баранов, С.А. Проект на проведение детализационных трехмерных сейсморазведочных работ на Березинском участке в 2007 г. / С.А. Баранов, В.И. Кухарев и др. – Речица, 2006.
3. Боганик, Г.Н. Сейсморазведка: учебник для вузов / Г.Н. Боганик, И.И. Гурвич. – Тверь: Изд-во АИС, 2006. – 744 с.
4. Бондарёв, В.И. Основы сейсморазведки: учебник для вузов: в 2 ч. / В.И. Бондарёв. – Екатеринбург: Изд-во УГГА, 2000. – 252 с.
5. Воскресенский, Ю.Н. Полевая геофизика/ Ю.Н. Воскресенский – М.: ООО «Издательский дом Недра», 2010. – 479 с.
6. Геология Беларуси / А.С. Махнач [и др.], под общ. ред. А.С. Махнача. – Минск, 2001. – 814 с.
7. Гравиразведка. Справочник геофизика / Е.А. Мудрецова [и др.]; под ред. Е.А. Мудрецовой. – М.: Изд-во «Недра», 1990. – 607 с.
8. Грибик, Я.Г. Некоторые особенности геологического строения Припятского прогиба с учётом тектонических деформаций горных пород / Я.Г. Грибик // Геологические проблемы разведки углеводородов в Беларуси: сб. / Изд. ИГГиГ НАН Беларуси. – Минск, 1992. – С. 109-119.
9. Дор, Г. Введение в прикладную геофизику / Г. Дор. – М.: Изд-во Мир, 1984. – 262 с.
10. Знаменский, В.В. Общий курс полевой геофизики / В.В. Знаменский. – М.: Изд-во «Недра», 1989. – 520 с.
11. Иваненко, А.П. Анализ и обобщение данных гравиразведки с целью уточнения геологического строения Северной прибортовой зоны нефтегазоаккумуляции Припятской нефтегазоносной области (от Судовицкой площади на западе до Березинской на востоке) / А.П. Иваненко. – Минск: Геофизическая экспедиция, 2000.
12. Изучение особенностей геологического строения Северной зоны бортовых уступов и южной части Северо-Припятского плеча с целью выделения новых типов ловушек углеводородов: отчет о НИР / Геофизическая экспедиция; А.П. Иваненко. – Минск, 2011.
13. Конценебин, Ю.П. Геофизика: учеб. пособие для студентов вузов геологических специальностей / Ю.П. Конценебин, Ю.Г. Шигаев. – Саратов: Изд-во Гос УНЦ «Колледж», 2001. – 162 с.
14. Кузнецов, В.И. Элементы объёмной (3D) сейсморазведки: учеб. пособие для студентов вузов / В.И. Кузнецов. – Тюмень: Изд-во «Тюмень», 2004. – 272 с.

15. Ланкуть, Л.М. Геологическое строение Северной прибортовой зоны Припятского прогиба на участке от Кнышевичской до Отрубовской площадей: докладная записка / Л.М. Ланкуть – Минск: КОМП, 2000.
16. Лукин, А.Е. Создание учения о нефтегазоносных кристаллических массивах – насущная проблема геологии XXI века / А.Е. Лукин// Дегазация Земли и генезис нефтегазовых месторождений/ А.Е. Лукин – М.: ГЕОС, 2011. – С. 405 - 439.
17. Мясников, О.О. Тектонофизика Припятского рифтогенеза/ О.О. Мясников, Г.И. Урбан // Проблемы водных ресурсов геотермии и геоэкологии – Мн, 2005.
18. Никитин, А.А. Теоретические основы обработки геофизической информации: учеб. пособие / А.А. Никитин, А.В. Петров. – М.: ООО «Центр информационных технологий и природопользования», 2008. – 114 с.
19. Обработка и интерпретация сейсморазведочных данных с целью выявления, подготовки к бурению структур и детализации строения месторождений на территории деятельности РУП «ПО «Белоруснефть» в 2008 году: отчет о НИР / РУП «ПО «Белоруснефть»; рук. В.В. Риштовский. – Гомель, 2009.
20. Обработка и интерпретация сейсморазведочных данных с целью выявления, подготовки к бурению структур и детализации строения месторождений на территории деятельности РУП «ПО «Белоруснефть» в 2011 году. Березинское месторождение, съёмка 3D: отчет о НИР / РУП «ПО «Белоруснефть»; рук. В.М. Громыко – Гомель, 2012.
21. Потапов, О.А. Организация и технические средства сейсморазведочных работ / О.А. Потапов. – М.: Недра, 1989. – 259 с.
22. Серкерев, С.А. Гравиразведка и магниторазведка в нефтегазовом деле: учеб. пособие / С.А. Серкерев. – М.: Изд-во «Нефть и газ» РГУ нефти и газа, 2006. – 512 с.
23. Тимурзиев, А.И. Современное состояние методологии и практики поисков нефти / А.И. Тимурзиев // Дегазация Земли и генезис нефтегазовых месторождений: сб. к 100-летию со дня рожд. акад. П.Н. Кропоткина / – М.: ГЕОС, 2011. – С. 456 – 475
24. Уточнение геологического строения межсолевых и подсолевых отложений Оланско-Искровской площади по данным гравиразведки и магниторазведки: отчёт о НИР / Группа геолого-геофизической информации и геофизической партии гравиразведочных и аэрогеофизических работ; рук. А.В. Беляшов. – Минск, 2012. – 69 с.
25. Хуторской, М.Д. Тепловой поток в солянокупольных бассейнах Евразии / М.Д. Хуторской, Е.А. Тевелева, Л.А. Цыбуля, Г.И. Урбан // Георесурсы: сб. / сравнительный анализ. – М., 2010 – С. 34.