

*С. А. Моисеев<sup>1,2</sup>, А. М. Фомин<sup>1\*</sup>*

## **Обобщение результатов региональных геологоразведочных работ на территории Непско-Ботуобинской НГО**

<sup>1</sup> Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука СО РАН,  
г. Новосибирск, Российская Федерация

<sup>2</sup> Новосибирский государственный университет, г. Новосибирск, Российская Федерация  
\* e-mail: fominam@ipgg.sbras.ru

**Аннотация.** Проанализированы результаты региональных геологоразведочных работ за счет федерального бюджета РФ на территории Непско-Ботуобинской НГО за последние 20 лет. Эти работы позволили уточнить представления о геологическом строении и оценке перспектив нефтегазоносности исследуемой территории, а также определиться с направлениями дальнейших геологоразведочных работ, в том числе бурения параметрических скважин. По комплексу методов сейсморазведки, электроразведки и геохимической съёмки были локализованы нефтегазоперспективные объекты в карбонатных и терригенных резервуарах венда. Показано, что детальные работы, которые были выполнены недропользователями, в целом подтвердили структурные построения, выполненные в рамках региональных работ.

**Ключевые слова:** Непско-Ботуобинская НГО, региональная сейсморазведка, поисковые объекты, венд, кембрий

*S. A. Moiseev<sup>1,2</sup>, A. M. Fomin<sup>1\*</sup>*

## **Generalization of the results of regional exploration work on the territory of the Nepa-Botuoba petroleum region**

<sup>1</sup> Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics SB RAS,  
Novosibirsk, Russian Federation

<sup>2</sup> Novosibirsk State University, Novosibirsk, Russian Federation  
\* e-mail: fominam@ipgg.sbras.ru

**Abstract.** The results of regional geological exploration at the expense of the federal budget RF on the territory of the Nepa-Botuobinskaya petroleum region over the past 20 years are analyzed. These works made it possible to clarify the understanding of the geological structure and assess the prospects for oil and gas potential of the study area, as well as determine the directions for further exploration work, including the drilling of parametric wells. Using a set of seismic, electrical and geochemical survey methods, oil and gas promising objects were localized in Vendian carbonate and terrigenous reservoirs. It is shown that the detailed exploration work that was carried out by subsoil users generally confirmed the structural constructions carried out as part of regional work.

**Keywords:** Nepa-Botuoba petroleum region, regional seismic, prospecting objects, total initial resources, Vendian, Cambrian

### ***Введение***

Непско-Ботуобинская нефтегазоносная область (НГО) выделена в 1974 г. А. Э. Конторовичем, М. М. Мандельбаумом, Н. В. Мельниковым, В. В. Самсоновым, В. С. Старосельцевым, В. С. Сурковым, А. А. Трофимуким на террито-

рии центральной части Сибирской платформы. Площадь Непско-Ботуобинской НГО в современных границах составляет 229 тыс. км<sup>2</sup> [1].

Осадочный чехол Непско-Ботуобинской НГО сформирован отложениями венда, кембрия и перекрытыми маломощными осадочными образованиями ордовика, силура и юры. Толщина чехла составляет от 1.5 до 3 км. В отдельных грабенах вскрыт рифей. Терригенные отложения венда отсутствуют в центральных, северных и северо-западных районах НГО. В палеозойских образованиях присутствуют пластовые интрузии долеритов толщиной до 150 м.

Залежи углеводородов приурочены к толбачанскому, осинскому (Б<sub>1</sub>), устькутскому (Б<sub>3-4-5</sub>), преображенскому (Б<sub>12</sub>), ербогачёнскому (Б<sub>13</sub>) горизонтам карбонатного венд-нижнекембрийского комплекса и верхнетирскому (В<sub>3</sub>), ботуобинскому (В<sub>5</sub>), хамакинскому (В<sub>10</sub>), улаханскому (В<sub>12</sub>), талахскому (В<sub>13</sub>) и вилючанскому (В<sub>14</sub>) горизонтам вендского терригенного комплекса. Единичные притоки нефти и газа получены также из атовского и христофоровского горизонтов карбонатного нижнекембрийского комплекса. [2].

### ***История исследований***

Геологоразведочные работы здесь были начаты в конце 50-х годов прошлого столетия. За более, чем 60-летнюю историю на ее территории было пробурено более 1500 параметрических, поисковых и разведочных глубоких скважин. По состоянию на 01.03.2023 года на территории НГО открыто 52 месторождения нефти и газа.

Сейсморазведочные работы на территории Непско-Ботуобинской НГО, которые были выполнены в 60-70 годов проводились методом ОВ и носили преимущественно поисково-рекогносцировочный характер.

Сейсморазведочные работы, выполненные в 80-90 годы прошлого столетия показали относительно невысокую точность структурных построений, а также прослеживаемость отражённых волн на площади работ. За счёт сгущения шага наблюдений и приёма отмечалось некоторое улучшение качества полевых материалов МОГТ, но радикально это не помогало решать проблему уверенного прослеживания целевых отражений.

Всего до 2000 года было отработано более 115 тыс. км, из них методом ОГТ 72 тыс. км.

Средняя плотность сейсмических работ составила 0.3–0.4 км/км<sup>2</sup>, на отдельных площадях она достигла 1 км/км<sup>2</sup>.

### ***Региональные сейсморазведочные работы***

Современные региональные сейсморазведочные работы на Непско-Ботуобинской НГО проводились в период с 2003 по 2017 гг. Процесс совершенствования полевых методик наблюдений, использование при выполнении современных работ новейшей аппаратуры и технологий, комплексирования с другими геофизическими методами, повышение кратности наблюдений, позволило повысить информативность разрезов до 80 %.

За этот период работы были выполнены по двенадцати проектам: Мулисьминскому, Верхне-Ботуобинскому, Западно-Ботуобинскому, Ичерскому, Чонско-Преображенскому, Кутулейскому, Ромашихинскому, Алтыбскому, Тетейскому, Чулайскому, Чуньско-Тетейскому, Восточно-Тэтэрскому (рис. 1).

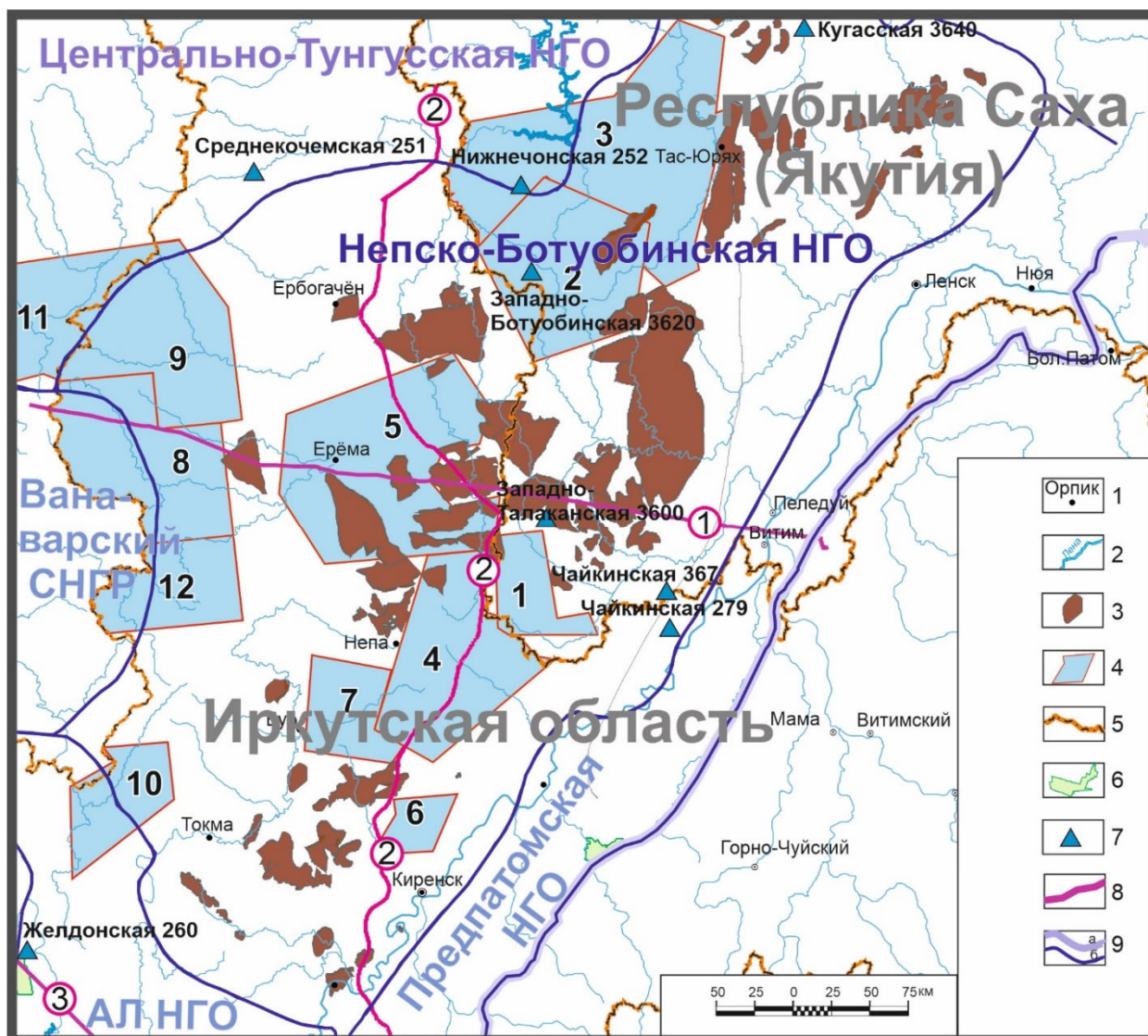


Рис. 1. Карта размещения профилей региональных сейсморазведочных работ и параметрического бурения на территории Непско-Ботуобинской НГО.

1 – населенные пункты, 2 – реки, 3 – месторождения нефти и газа, 4 – территории проектов региональных работ, 5 – административные границы, 6 – особо охраняемые территории, 7 – параметрические скважины, 8 – региональные сейсмопрофили; 9 – границы: а – НГП, б – НГО. Проекты региональных работ: 1 – Мулисьминский, 2 – Верхне-Ботуобинский, 3 – Западно-Ботуобинский, 4 – Ичерский, 5 – Чонско-Преображенский, 6 – Кутулейский, 7 – Ромашихинский, 8 – Алтыбский, 9 – Тетейский, 10 – Чулайский, 11 – Чуньско-Тетейский, 12 – Восточно-Тэтэрский. Региональные сейсмопрофили: 1 – 1СБ «Батотит», 2 – Присяно-Ленский, 3 – Кежда-Предпатомский прогиб

Площадь региональных сейсморазведочных работ составила 87844 км<sup>2</sup>. Всего на территории перечисленных проектов было отработано 9192 км профилей сейсморазведки МОГТ 2D. Плотность сети сейсмических профилей достигла 0,12 км/км.

Работы проводились ФГУНППГП Иркутскгеофизика и ОАО Якутскгеофизика. Ответственными исполнителями работ являлись Афанасьева С.А., Гогоузева Е.И., Иванов Н.К., Калашникова А.С., Кривошёков А.Л., Куделина Г.И., Попов А.И. и Поспеева Н.В.

На территориях проектов выполнение сейсморазведочных работ сопровождалось электроразведочными работами ЗСБ, гравиметрической съемкой и литогазогеохимическим опробованием по сейсмопрофилям.

На территории Республики Саха (Якутия) сейсморазведочные работы были выполнены по трем проектам – Мулисьминскому в 2003-2004 гг., Верхнеботуобинскому в 2004-2006 гг. и Западно-Ботуобинскому 2005-2007 гг.

При проведении сейсморазведочных работ по Мулисьминскому проекту, расположенному к югу от открытого и разведенного еще в 80-е гг. прошлого века крупного Верхнечонского месторождения, по существу, решалась задача снижения рисков поисковых работ при переводе территории проекта в распределенный фонд недр. Объем сейсморазведочных работ МОГТ 2D на территории проекта составил 300 км.

Верхнеботуобинский и Западно-Ботуобинский проекты решали задачу выполнения региональных работ на малоизученной на начало нулевых годов территории к западу от Среднеботуобинского и к северу от Чаяндынского месторождений. Площадь территории выполнения этих двух проектов более 23 тыс. км<sup>2</sup>, суммарный объем работ МОГТ 2D – 2100 км.

Целевым назначением работ на территории Иркутской области изучение геологического строения южного и северо-западного склонов Непско-Ботуобинской антеклизы с целью локализации прогнозных ресурсов УВ на стадии выявления структур, оценки перспективных и прогнозных ресурсов по категории D<sub>1</sub>л, разработка рекомендаций по постановке дальнейших поисково-оценочных работ и заложению глубоких скважин, а также подготовка к лицензированию нефтегазоперспективных объектов.

При региональных сейсморазведочных исследованиях использовались взрывные источники возбуждения сейсмических колебаний (большинство иркутских проектов), а также группы из 3–4 импульсных электромагнитных источников Енисей КЭМ-4 (якутские проекты, Чулайский проект) или из 2–3 вибрационных источников СВ14-15 или СВ-30/120М (Тетейский, Чуньско-Тетейский проекты). При этом различия в методике работ на разных площадях были связаны, прежде всего, с увеличением кратности наблюдений.

На площадях большинства проектов кратность перекрытия составляла не менее 60. На Чулайском она составила 80 крат, а на Чуньско-Тэтэйском – 100 крат. Длина записи изменялась от 3 до 12 с (Алтыбский проект).

Стратиграфическая привязка опорных отражающих горизонтов временных разрезов проводилась путём их сопоставления с синтетическими сейсмограм-



мами, полученными по пластовой литолого-акустической модели глубоких скважин. При её формировании использовался следующий комплекс ГИС: ГК, НГК, АК, кавернометрия и вертикальный годограф по СК или ВСП.

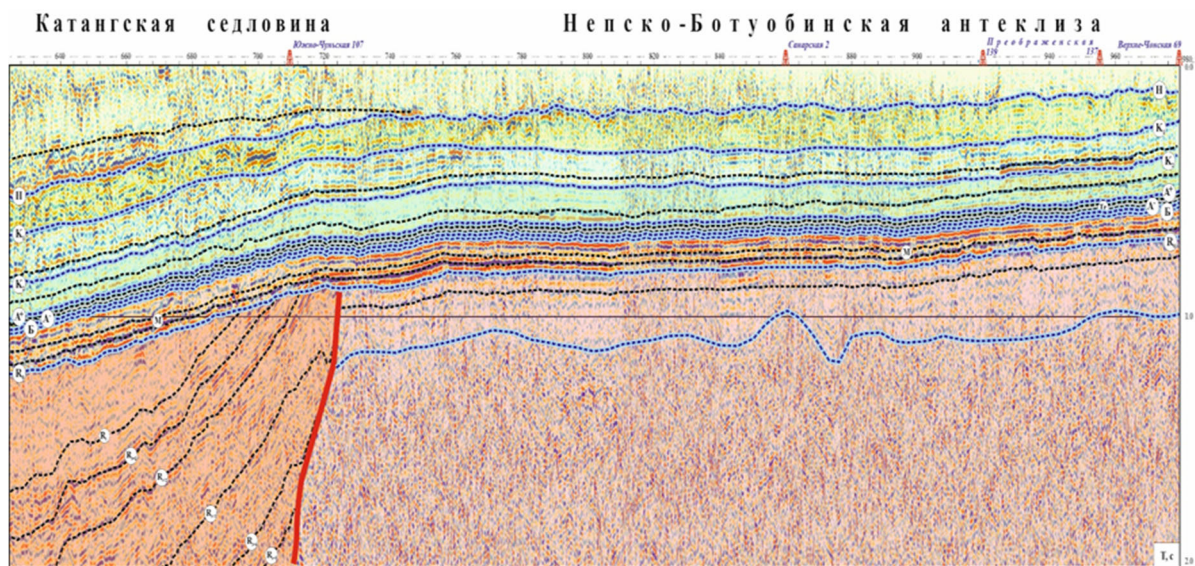


Рис. 2. Фрагмент временного разреза по опорному региональному профилю Батолит

Горизонт У – кровля усольской свиты. Отражение отрицательного знака высокоамплитудное, хорошо выделяется на временных разрезах.

Горизонт А прослежен в нижней части усольской свиты и характеризуется интенсивным экстремумом положительного знака, выдержанного на большей части территории. При анализе временных разрезов Чонско-Преображенского проекта особое внимание было уделено разрезам, проходящим через выделенный ранее в осинском горизонте Игнялинский риф. Он закартирован в виде полосы шириной от 8 до 24 км и дугообразно протягивается с запада на восток площади проекта. Игнялинскому рифу соответствуют участки увеличенной временной толщины –  $\Delta T$  А-Б от 20 до 40 мс с появлением между ними дополнительного слабовыраженного экстремума.

Горизонт Б – кровля даниловского горизонта импульс положительного знака, на сейсмических разрезах он имеет наилучшую динамическую выразительность и прослеживаемость. Отождествляется с кровлей верхнего пласта усть-кутского горизонта,  $\Delta T$  А-Б, составляет 20–35 мс.

Горизонт  $M_2$  – кровля терригенных отложений непской свиты и её аналогов.

По опорным отражающим горизонтам венд-нижнекембрийской части разреза были построены структурные карты масштаба 1:200000 и карты толщин интервалов между отражающими горизонтами Б и  $K_2$ ,  $M_2$  и Ф.

Материалы региональных сейсморазведочных работ по Ичерскому, Чонско-Преображенскому, Ромашихинскому и Кутулейскому проектам подтвердили наличие трансгрессивного выклинивания тирских и непских отложений. Это видно по изменению толщины между отражающими горизонтами  $M_2$  и Ф. Так в западном направлении на территории Ичерского проекта происходит уменьшение толщины этих отложений с 240 до 60 м и для Чонско-Преображенского проекта – с 87 до 12 м.

На территории Верхне-Ботуобинского проекта происходит региональное выклинивание терригенных отложений, к которым приурочены основные продуктивные нефтегазоносные горизонты, что подтверждается результатами моделирования волновых полей (рис. 3). В пределах площади работ поверхность кристаллического фундамента моноклинально погружается в сторону Курейской синеклизы, образуя так называемую Чонскую террасу. Абсолютные отметки горизонта КВ меняются от минус 1400 до минус 1850 м. Средний градиент погружения составляет 4-5 м на 1 км.

Абсолютные отметки поверхности фундамента на территории Ичерского и Чонско-Преображенского проектов меняются от -1280 м до -1540 м в северном и западном направлениях, и до -1380 м в южном направлении. Перепад глубин составляет 240–260 м в северном и западном направлениях и 100 м в южном. На территории Ромашихинского и Кутулейского проектов, находящихся на южном склоне Непско-Ботуобинской антеклизы, погружение фундамента происходит в юго-восточном направлении с -1650 до -2000 м.

На фоне моноклинального залегания выделяются малоамплитудные (до 25 м) структурные блоки, структурные носы, заливы и террасы. Большинство минивыступов ограничены разломами.

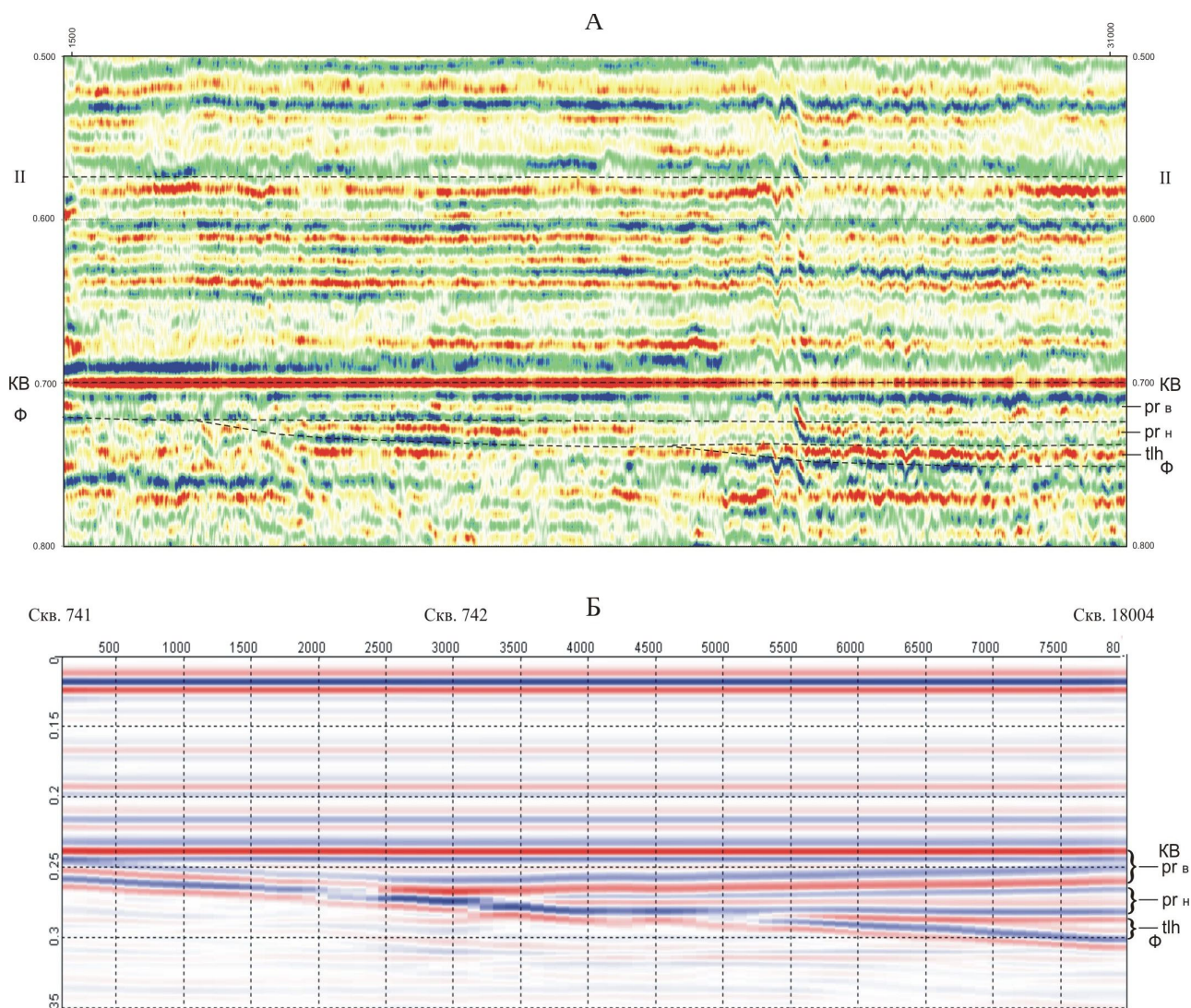


Рис. 3. Сопоставление реального временного разреза по ПР 040311 (А) и синтетической модели (Б) по линии скв. 741, 742, 18004 (Поспеева Н. В., 2004)

Структурный план по отражающему горизонту  $M_2$  идентичен структурному плану по поверхности фундамента, но изолинии более сглажены за счет нивелировки отмечаемых ниже по разрезу структурных осложнений фундамента.

Структурный план горизонта Б представляет собой устойчивую моноклинал, погружающуюся в юго-западном и южном направлениях. Абсолютные отметки кровли карбонатного венда меняются от -1350 м на севере до -1725 м на юге.

Для выделения тектонических нарушений использовались результаты линейamentного анализа полей. Тектонические нарушения фундамента выделялись по региональной составляющей магнитного поля, картам горизонтальных градиентов гравитационного поля и цифровых моделей рельефа (ЦМР). Для выделения разломов чехла использовались карты средне- и высокочастотных составляющих потенциальных полей и ЦМР, а также их трансформанты: карта горизон-



тальных градиентов гравитационного поля, карта базисной поверхности рельефа и карта поверхностей выравнивания.

По результатам линеаментного анализа потенциальных полей, ЦМР и их трансформант, выделены предполагаемые тектонические нарушения, произведена оценка их глубинности.

### ***Результаты***

Материалы региональных сейсморазведочных работ позволили уточнить имеющиеся сведения о геологическом строении территории, а также определиться с направлениями дальнейших геологоразведочных работ, в том числе бурения параметрических скважин.

По комплексу методов сейсморазведки, электроразведки и геохимической съёмки были локализованы нефтегазоперспективные объекты в карбонатных и терригенных резервуарах венда.

Значительная часть территорий, на которых были выполнены региональные сейсморазведочные работы, в настоящее время находится в распределённом фонде недр. Детальные геологоразведочные работы, которые были выполнены недропользователями в целом подтвердили структурные построения, выполненные в рамках региональных работ. Другими словами, можно говорить, что в настоящее время для условий центральных и западных районов Непско-Ботуобинской НГО, где развиты преимущественно неантиклинальные залежи нефти и газа, уплотнение сети сейсморазведочных работ МОГТ 2D мало информативно. Недропользователи это поняли достаточно быстро. По этой причине в последние годы значительно увеличились объёмы сейсморазведочных работ МОГТ 3D и разведочного бурения.

### ***Благодарности***

Работа выполнена в рамках проекта фундаментальных научных исследований № FWZZ-2022-0008 «Цифровые геолого-геофизические модели Лено-Тунгусской и Лено-Вилуйской нефтегазоносных провинций, анализ закономерностей размещения нефтяных и газовых месторождений, оценка перспектив нефтегазоносности в основных продуктивных комплексах верхнего протерозоя и фанерозоя, включая карбонатные горизонты венда и кембрия с трудноизвлекаемыми ресурсами, изучение влияния интрузий траппов на нефтегазоносность».

### **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Непско–Ботуобинская антеклиза – новая перспективная область добычи нефти и газа на Востоке СССР / Под ред. А. Э. Конторовича, В. С. Суркова, А. А. Трофимука. – Новосибирск: Наука, 1986. – 245 с.
2. Нефтегазоносные бассейны и регионы Сибири. Вып. 7. Непско-Ботуобинский регион / Конторович А. Э., Сурков В. С., Трофимук А. А. и др. – Новосибирск, 1994. – 77 с.

© С. А. Мусеев, А. М. Фомин, 2023