



УДК 550.89:553.98(268.55)

## Тектоника и нефтегазоносность Восточно-Сибирского моря

Tectonics and Hydrocarbon Potential of the East Siberian Sea



Г.С. Казанин



Ю.Б. Барабанова



Т.А. Кириллова-  
Покровская



С.Ф. Черников



С.П. Павлов



Г.И. Иванов

**Г.С. Казанин**, д.т.н.,  
академик РАН  
kazaning@mage.ru  
info@mage.ru  
Тел. 7 8152 45 07 09

**Ю.Б. Барабанова**

**Т.А. Кириллова-  
Покровская**

**С.Ф. Черников**

**С.П. Павлов**, к.г.-м.н.

**Г.И. Иванов**, д.г.-м.н.

Тел. +7 911 313 11 12

ivanov.gi@mage.ru

/ОАО «МАГЭ»/

G.S. Kazanin, DSc,

Yu.B. Barabanova

T.A. Kirillova-Pokrovskaya

S.F. Chernikov

S.P. Pavlov, PhD

G.I. Ivanov, DSc

/JSC MAGE/

Приводятся результаты региональных комплексных геофизических исследований, выполненных в 2016 г. ОАО «МАГЭ» на северо-западе Восточно-Сибирского моря с целью изучения региональных особенностей геологического строения и оценки перспектив нефтегазоносности осадочных бассейнов Восточно-Арктической части акватории России (Восточно-Сибирской рифтовой системы, поднятия Де-Лонга).

**Ключевые слова:** структурно-тектоническое районирование, нефтегазоносность, Восточно-Сибирское море.

*In 2016 JSC MAGE performed regional integrated geophysical investigations in the northwest of the East Siberian Sea aimed at study of regional geological aspects and hydrocarbon potential assessment of sedimentary basins of the East Arctic part of the water area of Russia (the East Siberian rift system, the De Long high).*

**Key words:** structural and tectonic zoning, hydrocarbon potential, the East Siberian Sea.

Изучение Восточно-Сибирского моря сейсмическими методами происходило не одно десятилетие (рис. 1), тем не менее район исследований характеризуется очень слабой изученностью. Существующие представления о его геологическом строении основаны на данных нескольких профилей МОВ ОГТ (ДМНГ, 2009–2011 гг.; МАГЭ, 1990, 2014 г. [5, 6, 7, 11]).

В 2016 г. ОАО «МАГЭ» по государственному контракту на северо-западе Восточно-Сибирского моря были выполнены комплексные геофизические исследования,

включающие сейсморазведку МОВ ОГТ 2D, надводные гравиметрические измерения, дифференциальные гидромагнитные наблюдения и эхолотирование дна в объеме 4000 км профилей.

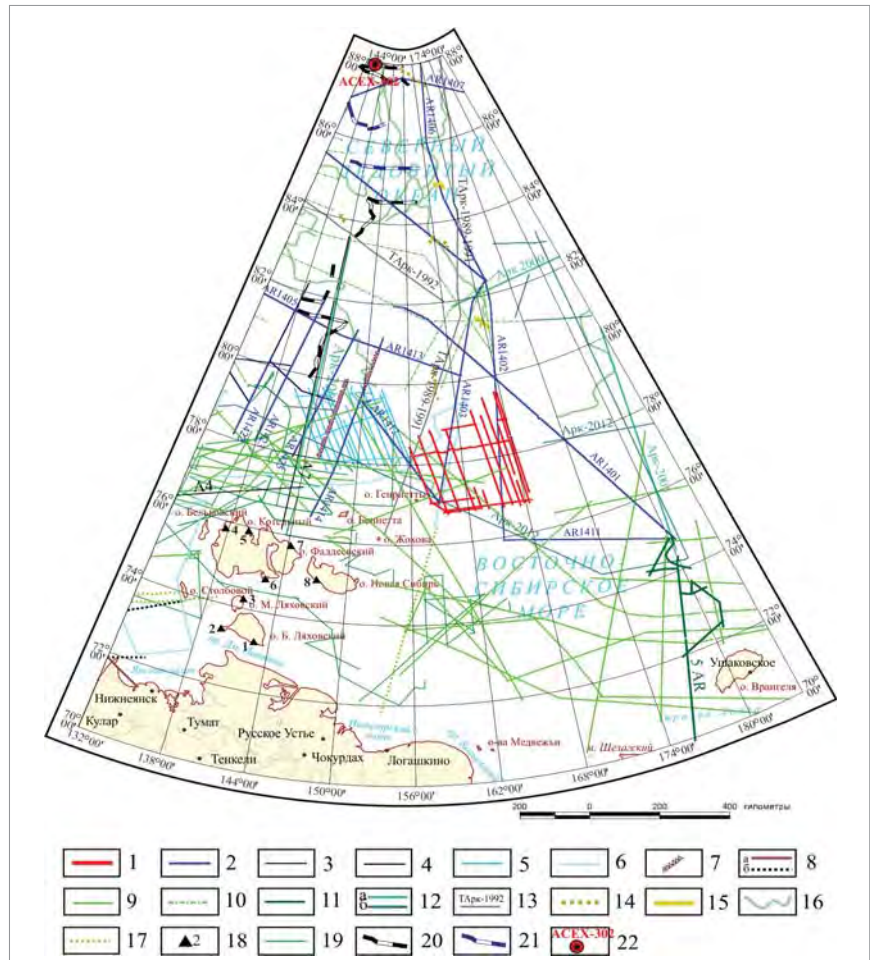
**Методика работ.** Сейсмические работы проводились с использованием следующего оборудования: регистрирующая аппаратура – сейсмостанция Sercel SEAL 428; приемник сейсмических сигналов – цифровая твердотельная сейсмическая коса Sercel SEAL Sentinel Solid 24bit, расстояние между центрами каналов 12,5 м, всего 648 каналов при длине ак-

тивной части 8100 м, длина записи 15 с, дискретность 2 мс; система возбуждения упругих колебаний – источники Bolt 1900 LLX airguns, интервал возбуждения 37,5 м, рабочее давление на выстреле 2000 psi.

**Надводные гравиметрические наблюдения** сопровождались опорными наблюдениями в порту Киркенес (Норвегия). Измерения аномального гравитационного поля осуществлялись гравиметром ЧЕКАН-АМ, диапазон измерений – не менее 10 Гал, погрешность определения аномалий силы тяжести – не хуже  $\pm 0,6$  мГал, чувствительность – 0,01 мГал. Регистрация выходных данных гравиметра выполнялась в цифровой форме с дискретностью 1 с в режиме реального времени программным модулем SeaGrav. Надводные гравиметрические наблюдения сопровождались опорными наблюдениями в порту Киркенес (Норвегия).

**Гидромагнитные наблюдения** проводились по дифференциальной методике с помощью градиентометра SeaSpry. Измерительные преобразователи (датчики) буксировались на удалении от кормы: 260 м – первый датчик, 360 м – второй датчик; база дифференциальной установки составляла 100 м; заглубление датчиков 1 м. Регистрация результатов измерений осуществлялась в цифровом виде с интервалом, соответствующим циклу измерений 10 с. Среднеквадратическая погрешность измерений с «нулевой» базой составила  $\pm 0,168 \div \pm 0,066$  нТл.

**Навигационно-гидрографическое обеспечение** соответствует мировым стандартам UKOOA. Плановая привязка точек геофизических исследований осуществлялась одновременно по спутниковым навигационным системам GPS и ГЛОНАСС в системе координат WGS-84. Непрерывное измерение глубин обеспечивал эхолот Simrad EA600 фирмы Kongsberg. Цифровая регистрация глубин производилась с помощью навигационной системы Orca.



**Рис. 1.** Схема сейсмической изученности Восточно-Сибирского моря:

Профили МОВ ОГТ 2D ОАО «МАГЭ»: 1 – 2016 г.; 2 – 2014–2015 гг.; 3 – 2014 г.; 4 – 2007 г.; 5 – 2011–2012 гг.; 6 – 1990 г.  
 Профили ГСЗ и КМПВ ОАО «МАГЭ»: 7 – 2014 г.; 8 – 1990 г.  
 Профили сторонних российских организаций: 9 – 1990–1991, 2009–2011 гг., ФГУП ДМНГ; 10 – профили Арктика 2011, ГНИГНИ; 11 – региональный профиль 5AR, 2009 г., Севморгео; 12 – профили Арктика: а – 2000, 2005, 2007, б – 2012 г., ВНИИОкеангеология, ПМГРЭ; 13 – Трансарктика, 89–91, 1992, ВНИИОкеангеология, ПМГРЭ; 14 – Трансарктика 89–93, ВНИИОкеангеология, ПМГРЭ; 15 – экспедиция «Север», ВНИИОкеангеология, ПМГРЭ; 16 – дрейфующие станции, ВНИИОкеангеология, ПМГРЭ; 17 – 1989 г., ЛАРЭ; 18 – 1997 г., станции сейсмологических наблюдений МОВ З НПО «Севморгео».  
 Зарубежные сейсмические исследования: 19 – 1993–1994, 1997 гг., СМНГ – BGR; 20 – 1991 г., 1998 г., AWI (Германия); 21 – 1996 г., ODEN (Швеция, Норвегия); 22 – скважины ACEX-302

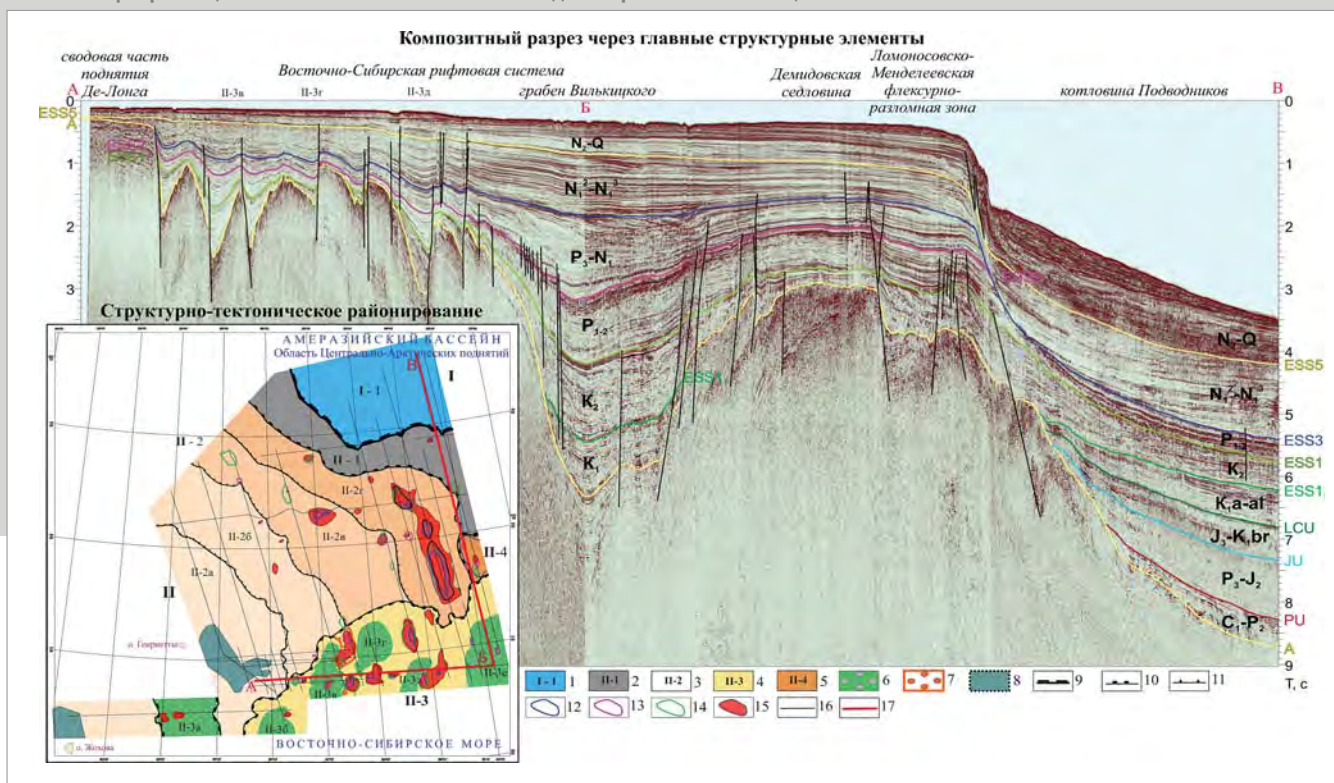
Обработка сейсморазведочных материалов выполнена на комплексе PROMAX-5000.8.5.0, установленном на серверах DEPO Storm 3350P1 на базе ОС Linux (CentOS v.6.5). Дополнительно использовался комплекс Prime ver1.7.

Обработка и интерпретация гравиметрических и гидромагнитных материалов производилась на базе программных комплексов GRAV и Mag001 ver. 3, ArcView GIS 3.2 и Surfer 10.

Интерпретация сейсморазведочных материалов выполне-

на в 2016 г. на базе комплекса KINGDOM-Software 8.5. На временных разрезах прослежены отражающие горизонты, связанные с перерывами в осадконакоплении: ОГ А – поверхность акустического фундамента, разновозрастное диахронное несогласие PZ-MZ возраста; ОГ PU – пермское несогласие, формирование которого обусловлено низким стоянием уровня моря (260 млн лет назад); ОГ JU – юрское несогласие, отражает, вероятно, крупный этап орогенеза, появившийся в Восточно-Арктическом регионе в конце





**Рис. 2. Схема структурно-тектонического районирования:**

Тектонические элементы: I – Амеразийский бассейн (область Центрально-Арктических поднятий): 1 – котловина Подводников; II – шельфовый Восточно-Сибирский бассейн: 2 – Ломоносовско-Менделеевская флексурно-разломная зона; 3 – поднятие Де-Лонга; II-2а – сводовая часть, II-2б – Северо-Восточная терраса, II-2в – Северо-Восточная моноклинал, II-2г – Северо-Восточная ступень (перекиналь); 4 – Восточно-Сибирская рифтовая система: II-3а – Западно-Генриеттинский грабен, II-3б, II-3в, II-3г – Центрально-Генриеттинский грабен, II-3д – Восточно-Генриеттинский грабен [4], II-3е – грабен Вилькицкого; 5 – Демидовская седловина; 6 – грабены; 7 – горсты; 8 – выступы позднекаледонского (элмирского) складчатого основания.

Границы структур: 9 – I порядка; 10 – II порядка; 11 – III порядка.

Локальные антиклинальные поднятия в осадочном чехле: 12 – по ОГ А (поверхность акустического фундамента); 13 – по ОГ ESS1 (K2 - P1); 14 – по ОГ ESS2 (P2 - P3); 15 – по ОГ ESS3 (N11); 16 – линии профилей; 17 – линия композитного разреза через главные структурные элементы

среднеюрского времени. С концом средней – началом поздней юры (162 млн лет) связано и понижение уровня Мирового океана; ОГ LCU – нижнемеловое несогласие, обусловлено раннемеловой орогенцией, охватившей Северный склон Аляски и сопредельные площади, а также, вероятно, понижением уровня моря в раннем готериве (133,6 млн лет); ОГ ESS1<sub>1</sub> – апт-альбское несогласие, отражает процессы растяжения и деструкции континентальной коры, континентального рифтогенеза и апт-альбского платобазальтового вулканизма; ОГ ESS1 – посткампанское несогласие, обусловлено повсеместным выравниванием рельефа и корообразованием, связывается с остановкой гранитоидного плутонизма в Верхоянско-Чукотской складчатой системе в позднем мелу вслед за периодом нивелирования и образования об-

ширных поверхностей планаций, а также выветривания горизонтов; ОГ ESS2 – нижнеолигоценое несогласие, определено по документации эрозионного события в начале олигоцена в некоторых районах на Новосибирских островах и крупному глобальному падению уровня моря рядом с границей рупельского/хаттского ярусов, период сжатия и/или трансгрессии; ОГ ESS3 – региональное предмиоценовое несогласие, отвечающее крупнейшему миоценовому эрозионному перерыву, соответствует этапу тектонической стабилизации, приведшей к формированию кор химического выветривания, выравниванию рельефа и пенепленизации; ОГ ESS5 – мессинское несогласие – регрессия, вызвавшая интенсивное поднятие суши и осушение шельфов [1, 3, 10, 11].

Стратификация поверхностей несогласий выполнена на основе реконструкции истории развития региона с учетом эвстатических колебаний уровня моря, перерывов в осадконакоплении, установленных в обнажениях и данных бурения в береговом обрамлении на островах Новосибирского архипелага, а также в разрезах скважин ACEX-302, пробуренных в приполюсной части хребта Ломоносова. Использовались и данные бурения глубоких разведочных скважин в американском секторе Чукотского моря [2, 10–14].

**Результаты.** Выделены сейсмостратиграфические комплексы, включающие отложения от нижнего карбона до четвертичных. При этом нижнекаменноугольные – юрские отложения представлены лишь в котловине Подводников, они выклиниваются на Ломоносовской флексурно-разломной зоне, а осадочное

заполнение грабена Вилькицкого начинается с нижнемеловых отложений (рис. 2).

Поверхность акустического основания погружается от поднятия Де-Лонга по системе блоков в северо-восточном направлении в котловину Подводников и на юго-восток – в грабен Вилькицкого (рис. 3).

По отношению к перекрывающим отложениям осадочного чехла поверхность акустического фундамента является резким угловым несогласием типа эрозионного среза. Эрозионный характер и грабенообразные формы структурного плана акустического фундамента свидетельствуют о широком развитии процессов рифтогенеза на рубеже мезозоя-кайнозоя.

Мощность осадочного чехла на большей части площади превышает 2 км, достигая в области котловины Подводников и грабена Вилькицкого 11,5 км. Доминирующей областью прогибания и осадконакопления был грабен Вилькицкого. В средне-верхнемиоценовое время депоцентр осадкообразования сместился в глубоководную часть.

Осадочный мегабассейн Восточно-Сибирского моря, как и всего Северного Ледовитого океана в целом, в тектоническом отношении является наложенным на гетерогенный геологический фундамент. Образование глубоководного Центрально-Арктического бассейна произошло в результате миоценового погружения. Единая область континентального рифтогенеза и растяжения коры оказалась разделенной поясом флексурно-разломного смещения на глубоководную и мелководную части.

Современный структурный план изучаемой части Арктического океана (разделение его на мелководные и глубоководные области, образование линейных поднятий, ограниченных системой ступенчатых сбросов) сформировался в результате неотектонического погружения внутренних областей океана и дифференцированного проседания конседиментационных поднятий раннеокеанической стадии

(начавшейся в поздней юре или раннем мелу и продолжавшейся до позднего олигоцена) [9]. При этом ранее сформированная структура осадочного чехла, по-видимому, не претерпела довольно существенных изменений.

Таким образом, современную структуру северо-западного сегмента Восточно-Сибирского моря определяет Ломоносовско-Менделеевская флексурно-разломная зона, которая разделяет единую прежде область континентального рифтогенеза на мелководную и глубоководную части. К мелководной части относятся поднятие Де-Лонга, грабен-горстовая Восточно-Сибирская рифтовая система и Демидовская седловина (выявленная впервые); к глубоководной части – котловина Подводников.

Поднятие Де-Лонга представляет собой обширный блок древней платформы с кристаллическим фундаментом архейско-протерозойской консолидации [8]. В сводовой части поднятия Де-Лонга древние отложения дислоцированного складчатого основания практически выходят на поверхность.

Это подтверждается интенсивными положительными аномалиями магнитного поля, которые, скорее всего, связаны с внедрением большого количества магматических тел, находящихся на небольшой глубине. Фундамент перекрыт чехлом, состоящим из отложений каледонского, киммерийского и альпийского этапов тектонического развития. Причем киммерийский комплекс представлен лишь своим верхним горизонтом (нижний мел) и увенчан плато-базальтами апт-альба. Последние распространяются к северу в сторону котловины Подводников. Они залегают в подошве альпийского (синокеанического) комплекса и на сейсмических профилях прослеживаются в качестве «акустического фундамента». Альпийский комплекс утонен и редуцирован размывами в своде поднятия. Его мощность увеличивается на северо-восток в сторону котловины Подводников, где он достигает практически полного стратиграфического объема.

Восточно-Сибирская рифтовая система определяет строение южного склона поднятия Де-Лонга.

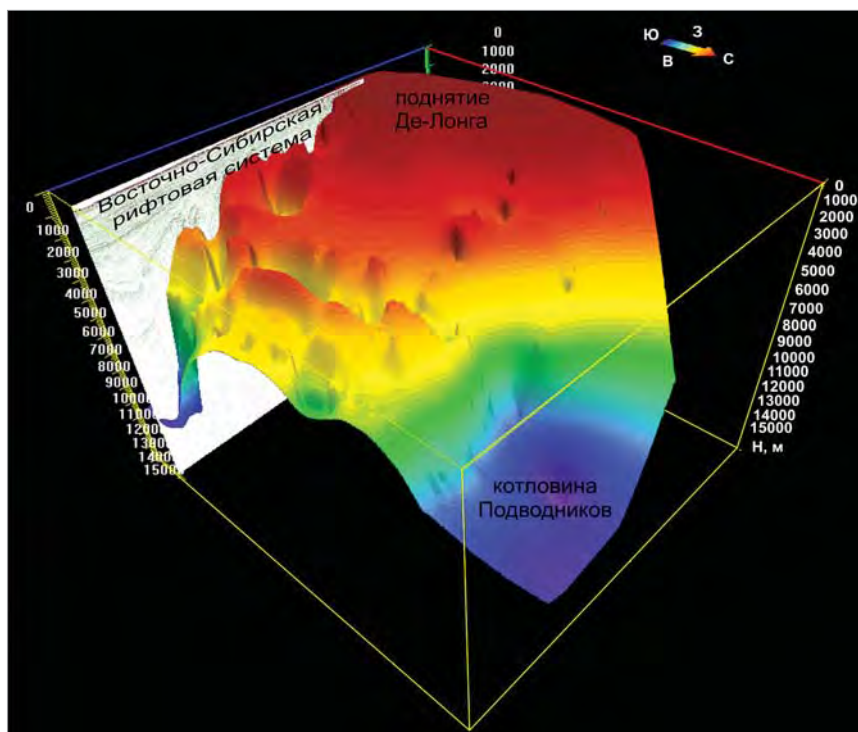
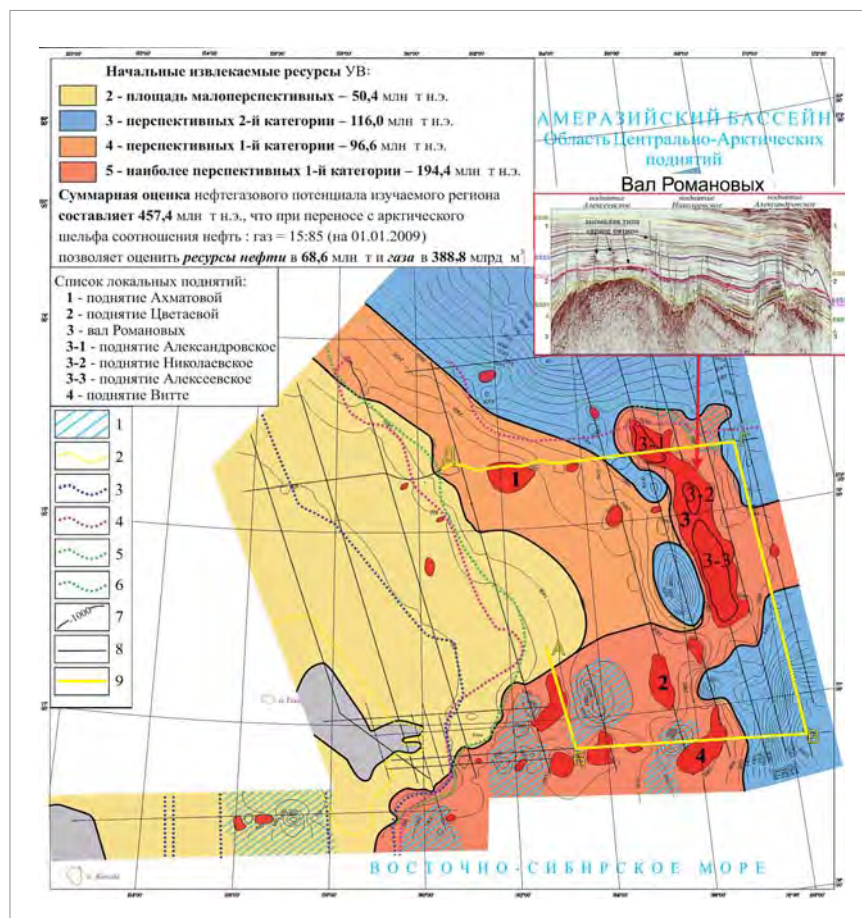


Рис. 3. Поверхность акустического фундамента





**Рис. 4. Схема перспектив нефтегазоносности:**

1 - прибортовые части глубоких депоцентров.

Границы выклинивания меловых и кайнозойских ССК: 2 - средне-позднемиоценовых (N12-N13) отложений; 3 - олигоцен-раннемиоценовых (P2-N11) отложений; 4 - палеоцен-эоценовых (P1-2) отложений; 5 - отложений верхнего мела (K2); 6 - отложений апт-альба (K1);

7 - изопакиты осадочного чехла; 8 - линии профилей; 9 - линия композитного разреза через главные структурные элементы

В ее пределах выделена система грабенов субмеридионального простирания. Рифтовая система вгрызается в тело поднятия, разделяя его южный склон на грабены и горсты. Грабен Вилькицкого – депрессионная зона, осложняющая восточный склон Восточно-Сибирской рифтовой системы. Перепад глубины фундамента по борту составляет от 6,0 до 11,0 км и более. Следует отметить, что осадочный чехол в области контакта грабена Вилькицкого с Восточно-Сибирской рифтовой системой насыщен косвенными признаками УВ, приуроченных к разломным зонам, что позволяет предполагать развитие в осадочном чехле вдоль его борта перспективных на поиски УВ неструктурных ловушек.

Помимо этого, в олигоцен-нижемиоценовой толще грабена Вилькицкого развиты мощные дельтовые комплексы.

Выявлены объекты возможного накопления углеводородов, которые закономерно располагаются на разломно-флексурных блоках и террасированных склонах, приурочены к разрывным нарушениям и флексурным перегибам (рис. 4). Основные перспективы нефтегазоносности, по-видимому, связаны с зонами выклинивания комплексов и развития дельтовых и склоновых фаций, где возможно формирование неструктурных стратиграфических и литологических ловушек УВ.

В синрифтовом комплексе грабена Вилькицкого и котловины Подводников выявлены мощные

толщи нижнемеловых отложений апта и альба, заполняющие неровности древнего субстрата. Западный склон поднятия Де-Лонга формируют мощные толщи верхнемелового проградирующего дельтового комплекса.

В пострифтовых палеоцен-эоценовых толщах кайнозоя определены области развития подводных конусов выноса терригенного материала, которые могут содержать пласты-коллекторы и флюидоупоры.

Повсеместно на площади исследований обнаружены аномалии сейсмической записи типа «яркое пятно», приуроченные к сводам локальных поднятий и разрывным нарушениям. Самая крупная аномалия зарегистрирована в сводовой части Демидовской седловины, ее длина составляет 39,5 км (рис. 5).

Закартировано 20 локальных антиклинальных поднятий. В восточной части площади локализован вал Романовых размерами 130×30 км, на котором оконтурены три достаточно крупные структуры: Александровская, Николаевская и Алексеевская.

Выявленные основные черты строения осадочного чехла, а именно его мощность, зона выклинивания отдельных комплексов и, наоборот, их нарастание в пределах проградиремого шельфа, – дают основание для положительной оценки перспектив нефтегазоносности.

Полученные материалы послужили основой для уточнения региональной количественной оценки ресурсов УВ. Для оценки ресурсной базы был выбран эталон в море Бофорта в пределах дельты (палеодельты) реки Маккензи.

К наиболее перспективным землям были отнесены территории Восточно-Сибирской рифтовой системы, вала Романовых и Демидовской седловины, которые в тектоническом отношении являются самыми подвижными, что резко увеличивает перспективы развития в

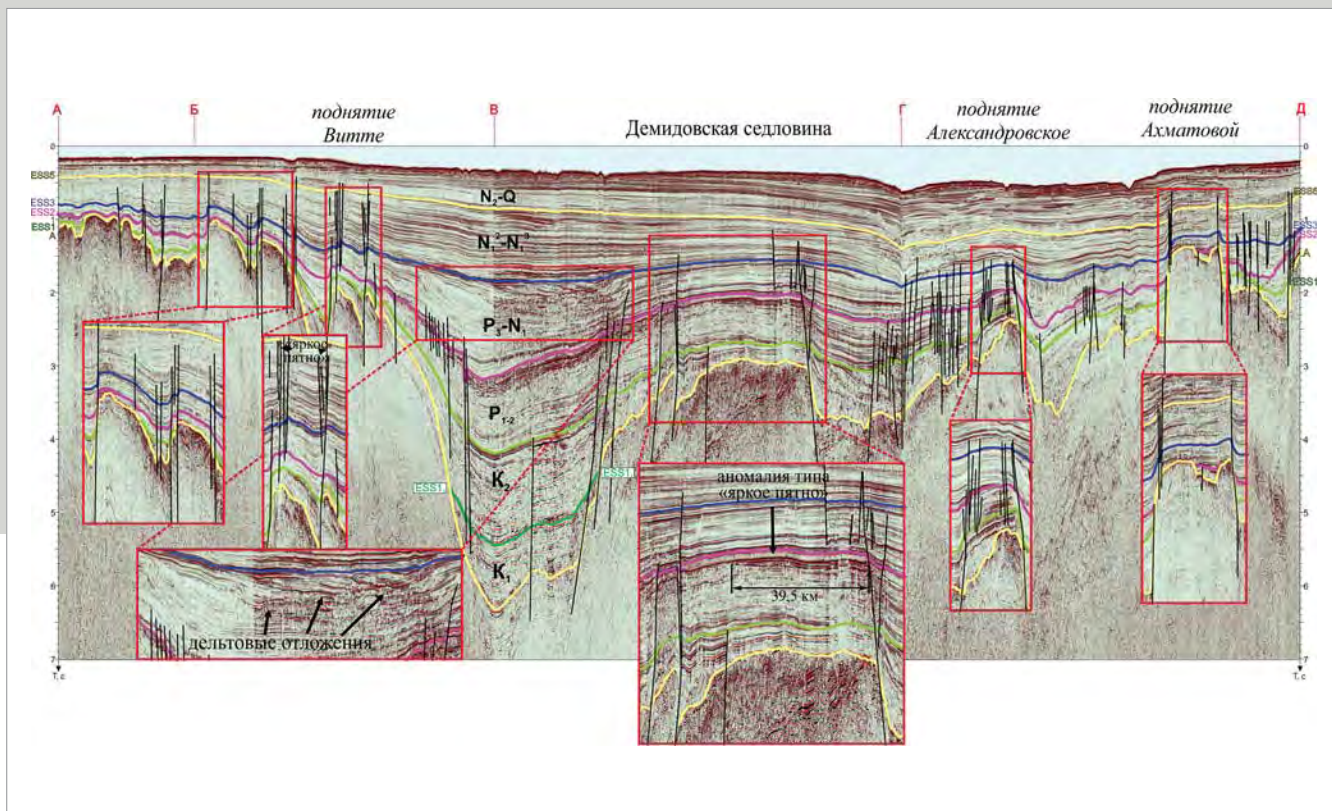


Рис. 5. Композитный разрез через локальные антиклинальные поднятия

этих толщах большого количества тектонически экранированных структурных и неструктурных стратиграфических ловушек УВ. Можно предполагать, что в прибортовых частях глубоких депоцентров доля нефти будет повышенной (за счет вытеснения ее на борта депоцентров, формирующихся в главной зоне газообразования).

Прогнозные ресурсы по верхней мел-кайнозойской части разреза исследованной части Восточно-Сибирского моря были оценены в 0,45 млрд т у.т. По фазовому составу предполагается преобладание газовых ресурсов над нефтяными. Подсчет ресурсов по категории D2лок проводился только для впервые выявленных наиболее крупных локальных ловушек – Ахматовой, Цветаевой, Александровской, Николаевской и Алексеевской, условно выявленные и незамкнутые ловушки не учитывались. В итоге локализованные прогнозные ресурсы в пределах выявленных поднятий составили 128 млн т у.т.

**Заключение.** Новые геолого-геофизические данные, полученные ОАО «МАГЭ» в последнее время, позволяют рассматривать окраинно-шельфовые структуры Восточно-Сибирского моря (Восточно-Сибирской рифтовой системы, поднятия Де-Лонга) и структуры Американо-Сибирского бассейна (котловину Подводников) как единый ансамбль континентальных геологических структур с общей историей геологического развития, сформировавшийся под воздействием синокеанических структурно-вещественных преобразований континентальной коры.

Осадочный чехол изучен до глубины 11,5 км. Выделены сейсмо-стратиграфические комплексы, включающие отложения от нижнего карбона до четвертичных.

Бассейновый осадочный чехол сопрягается с седиментационным бассейном Американо-Сибирской глубоководной котловины и может рассматриваться в качестве ее материкового крыла.

Современный структурный план сформировался в результате неотектонического погружения внутренних областей океана и дифференцированного проседания конседиментационных поднятий раннеокеанической стадии. При этом ранее сформированная структура осадочного чехла, по-видимому, не претерпела существенных изменений.

Проведенные комплексные геофизические исследования на Восточно-Сибирской континентальной окраине позволили существенно уточнить границы и размеры главных структурных элементов.

Прогнозные геологические ресурсы нефти и газа континентальной окраины Восточно-Сибирского моря по категории D2 составили 0,45 млрд т у.т. Соотношение прогнозных ресурсов газ:нефть (в процентах) для района работ принято 64:36. Закартировано 20 локальных антиклинальных поднятий. Оценка ресурсов по категории D2лок составила 128 млн т у.т.



#### Литература

- 1. Барабанова Ю.Б. Континентальная окраина Восточно-Сибирского моря: геологическое строение и перспективы нефтегазоносности** [Электронный ресурс] // Геосочи-2017. Нефтегазовая геофизика и геология: материалы междунар. науч.-практ. конференции, 2017. – Тверь: Полипресс, 2017. – С. 104–107.
- 2. Предпосылки нефтегазоносности «расширенного» юридического шельфа Российской Федерации в Северном Ледовитом океане / В.Л. Иванов, В.Д. Каминский, В.А. Поселов, О.И. Супруненко, О.Е. Смирнов** // Арктика: экология и экономика. – 2016. – № 2. – С. 14–23.
- 3. Континентальная окраина Восточно-Сибирского моря: геологическое строение и перспективы нефтегазоносности / Г.С. Казанин, Ю.Б. Барабанова, Т.А. Кириллова-Покровская, С.Ф. Черников, С.П. Павлов, Г.И. Иванов** // Разведка и охрана недр. – 2017. – № 10. – С. 51–55.
- 4. Тектоническая карта Восточно-Сибирского моря: роль палеозойского комплекса осадочного чехла (по сейсмическим данным МАГЭ) / Г.С. Казанин, М.Л. Верба, Г.И. Иванов, Т.А. Кириллова-Покровская, О.Е. Смирнов** // Разведка и охрана недр. – 2017. – № 10. – С. 61–68.
- 5. Комплексные геофизические исследования в районе Северного Полюса / Г.С. Казанин, И.В. Заяц, Г.И. Иванов, Е.С. Макаров, А.С. Васильев** // Океанология. – 2016. – № 2. – с. 344–349.
- 6. Комплексные геофизические исследования ОАО МАГЭ на хребте Ломоносова / Г.С. Казанин, И.В. Заяц, С.П. Павлов, С.И. Шакурова, Е.С. Макаров, В.А. Кацанюк, В.А. Журавлев, А.И. Васильев, А.В. Кузнецов, Т.А. Кириллова-Покровская, Т.И. Кадыш, А.Б. Дьяченко** // Материалы конференции «ЕАГО». – Сочи, 2010.
- 7. Комплексные геофизические исследования в районе центральной глубоководной части Северного Ледовитого океана / Г.С. Казанин, В.А. Поселов, И.В. Заяц, Г.И. Иванов, Е.С. Макаров, А.С. Васильев, О.Е. Смирнов** // Разведка и охрана недр. – 2017. – № 10. – С. 25–30.
- 8. Площадные комплексные геофизические исследования континентальной окраины Новосибирского архипелага / Г.С. Казанин, В.А. Трофимов, А.И. Васильев, Т.А. Кириллова-Покровская, С.В. Чельшев, Ю.Б. Барабанова** // Материалы конференции «ЕАГО». – Калининград, 2014.
- 9. Кириллова-Покровская Т.А. Разработка актуализированной геологической модели моря Лаптевых и сопредельных глубоководных зон для уточненной оценки его углеводородного потенциала** // Разведка и охрана недр. – 2017. – № 10. – С. 30–38.
- 10. Петровская Н.А., Савишкина М.А. Сопоставление сейсмокомплексов и основных несогласий в осадочном чехле шельфа Восточной Арктики** // Нефтегазовая геология. Теория и практика. – 2014. – Т. 9. – № 3. – [http://www.ngtp.ru/rub/4/39\\_2014.pdf](http://www.ngtp.ru/rub/4/39_2014.pdf).
- 11. Сейсмостратиграфия осадочного бассейна котловины Подводников и Северо-Чукотского прогиба / В.А. Поселов, В.В. Буценко, С.М. Жолондз, А.В. Жолондз, А.А. Киреев** // Доклады Академии наук. – 2017. – Т. 474. – № 5. – С. 1–5.
- 12. Jokat W. The sedimentary structure of the Lomonosov Ridge between 88° N and 80° N. Geophysical Journal Int., 2005.** – V. 163. – P. 698–726.
- 13. Kazanin G.S., Ivanov G.I., Verba M.L., Kirillova-Pokrovskaya T.A. (2016). The Tectonic Map of the East Siberian Sea: the Undisturbed Paleozoic Cover (According to the Data Acquired by MAGE) Paper Number: 676. Abstract 35th International Geological Congress, Cape Town, South Africa. (<http://www.americangeosciences.org/information/igc>)**
- 14. Ivanov G.I., Kazanin G.S., Kirillova-Pokrovskaya T.A., Barabanova Y.B., Chernikov S.F., Pavlov S.P. The East Siberian sea continental margin: geological structure and petroleum potential** // abs: 79th EAGE Conference and Exhibition 2017 79, Energy, Technology, Sustainability – Time to Open a New Chapter. – 2017. – P. 345–350.