

Арктика и Антарктика

*Правильная ссылка на статью:*

Харитонов А.Л. Арктические квазиэллиптические плюм-астеносферные геоморфологические структуры и прогноз сформированных ими углеводород-перспективных зон // Арктика и Антарктика. 2025. № 3. DOI: 10.7256/2453-8922.2025.3.75211 EDN: UMYLGF URL: [https://nbpublish.com/library\\_read\\_article.php?id=75211](https://nbpublish.com/library_read_article.php?id=75211)

## **Арктические квазиэллиптические плюм-астеносферные геоморфологические структуры и прогноз сформированных ими углеводород-перспективных зон**

**Харитонов Андрей Леонидович**

ORCID: 0000-0002-0843-452X

кандидат физико-математических наук

ведущий научный сотрудник; лаборатория главного магнитного поля Земли; Институт земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн им. Н.В. Пушкова РАН

108818, Москва, Десеновское, 3-я Нововатулинская, д.7, кв.56

✉ [Haritonov-magnit@yandex.ru](mailto:Haritonov-magnit@yandex.ru)



[Статья из рубрики "Природные ресурсы Арктики и Антарктики"](#)

### **DOI:**

10.7256/2453-8922.2025.3.75211

### **EDN:**

UMYLGF

### **Дата направления статьи в редакцию:**

18-07-2025

**Аннотация:** Объект исследования – квазиэллиптические допалеозойские плюм-астеносферные геоморфологические структуры. Цель работы – представить результаты прогноза УВ-перспективных квазиэллиптических допалеозойских плюм-астеносферных геоморфологических структур в западном секторе Российской Арктики. Предмет исследования – цифровые данные спутниковых, глубинных геофизических параметров, таких как магнитные аномалии, теплового потока, геоморфологических особенностей строения коры, литосферы. Оцифрованы данные геофизических карт мощности коры, литосферы, осадочного слоя, теплового потока в пределах расположения 45 выявленных квазиэллиптических допалеозойских плюм-астеносферных геоморфологических структур западного сектора Российской Арктики. Актуальность проводимых исследований заключается в том, что из-за постепенного истощения нефтяных месторождений России, основные надежды нефтяников связаны с открытием

новых углеводород-перспективных регионов, расположенных в пределах недостаточно изученных северных частей Баренцева, Карского морей. Использовались стохастические методы для определения наиболее УВ-перспективных структур. Рассчитаны гистограммы, определены плотности распределения по критерию Колмогорова, вероятности для разных видов коры, литосферы, расположенных под континентальным склоном, шельфом, низменностями, платформами. Проведенный анализ показал, что данные о мощности осадочного слоя, коры, литосферы, теплового потока соответствуют распределению Гаусса. Основные выводы проведенного исследования заключаются в том, что по данным аномалий теплового, магнитного полей, сейсморазведки, измеренных в западном секторе Российской Арктики были впервые выявлены квазиэллиптические допалеозойские плюм-астеносферные геоморфологические структуры диаметром 100-300 километров. Построены карты географического размещения этих структур в западном секторе Российской Арктики. Установлены новые закономерности показывающие, что месторождения углеводородов (Приразломное-Штокмановское, Адмиралтейское-Андреевское), входящие в состав квазиэллиптических допалеозойских плюм-астеносферных геоморфологических структур, в западном секторе Российской Арктики также расположены вдоль линейных зон, связанных с двумя (ЮВ-СЗ, ЮЗ-СВ) системами тектонических разломов. Область применения полученных результатов заключается в том, что проведенные исследования позволили провести прогнозирование нефтегазовых перспектив, наметить очередность геологоразведки в пределах квазиэллиптических допалеозойских плюм-астеносферных геоморфологических структур, на акваториях западного сектора Российской Арктики. Выявленная закономерность о связи месторождений углеводородов с глубинными линейными разломами позволит легче найти новые месторождения в слабоизученных частях Баренцева и Карского морей.

**Ключевые слова:**

западный сектор Арктики, квазиэллиптические геоморфологические структуры, оценки потенциальной нефтегазоносности, определение последовательности геологоразведки, стохастические методы прогноза, спутниковые данные, мощность земной коры, аномалии теплового потока, мощность литосферного слоя, мощность осадочного слоя

**Введение**

В исследование глубинного строения Арктического и Субарктического регионов и в поиски месторождений полезных ископаемых на территории Российского сектора Арктики большой вклад внесли многие известные российские и зарубежные ученые-геологи такие как В.В. Белоусов [1], М. Ботт [2], В.И. Богоявленский [3], И.С. Вольвовский [4], И.С. Грамберг [5], Л.П. Зоненшайн [6], Статистические данные о расположении месторождений нефти и газа по всей поверхности Земли показывают, что значительная часть месторождений газообразных и жидких углеводородов (газ, газоконденсат, нефть) сосредоточена в окрестностях глубинных разломов, сформированных вокруг срединно-океанических хребтов (палеорифтовых систем Арктики) [2]; [3]; [7]; [8]; [9]; [10] и в палеосубдукционных зонах [11], а также в квазиэллиптических плюм-астеносферных геоморфологических структур (КЭПАГС) [12]; [13]. Но оказалось, что многие открытые месторождения углеводородов (УВ) на территории палеорифтов Западной Сибири и субдукционной зоне Охотского моря не всегда территориально были связаны с

палеорифтами и тектоническими разломами земной коры. Поэтому автор предположил, что некоторая часть месторождений УВ может быть связана с КЭПАГС [12]; [13], через которые в течение многих миллионов лет шла, а также еще и сейчас продолжает идти дегазация глубинных УВ из астеносферы Земли [14]; [15]; [16].

### Используемые данные

Тектоническое строение западного сектора Российской Арктики (Баренцевский, Южно-Карский тафрогены) тесно связано с тектоникой и геологией прибрежных регионов Восточно-Европейской платформы (Мезенский, Тимано-Печорский, Западно-Сибирский тафрогены) [1-10]; [17] (рис. 1).

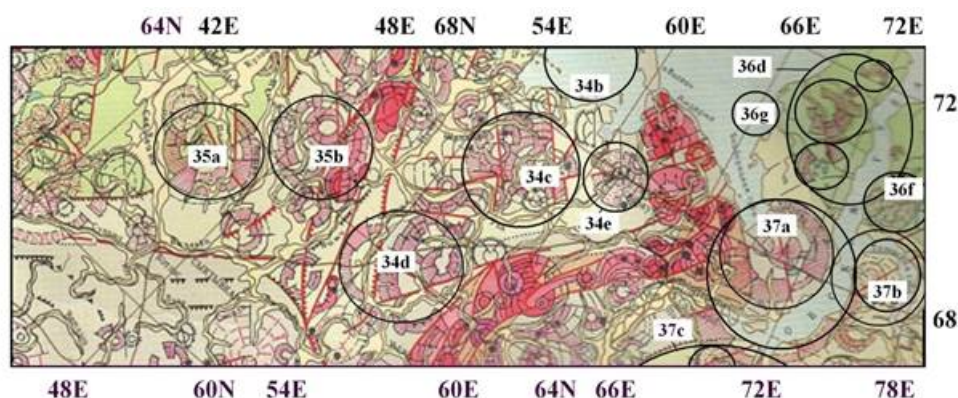


Рис. 1. Фрагмент карты квазиэллиптических плюм-астеносферных геоморфологических структур (КЭПАГС) для прибрежной континентальной части западного сектора Российской Арктики [17 с дополнениями автора]. Номера и названия КЭПАГС, расположенных в прибрежных регионах западного сектора Российской Арктики: 34b – Вайгачская; 34c – Печорская; 34d – Ухтинская; 34e – Воркутинская, 35a – Котласская; 35b – Мезенская; 36s – Южно-Карские (36d – Североямальские, 36f – Среднеямальская, 36g – Шкиперская); 37a – Обскогубская, 37b – Тазовогубская, 37с – Надымская.

Поэтому, тектоническое строение морских регионов в западном секторе Российской Арктики наследует многие геолого-тектонические особенности строения этих прибрежных континентальных территорий. Например, некоторые прибрежные КЭПАГС (Вайгачская, Обскогубская, Шкиперская и др.) и тектонические разломы земной коры этих регионов имеют свое продолжение на акватории западного сектора Российской Арктики. Для изучения географического расположения КЭПАГС на акватории западного сектора Российской Арктики использовались различные аэрокосмические данные [13]; [17]; [18]; [19]; [20], которые, совместно с другими геофизическими данными [4]; [9]; [10]; [18]; [21]; [22]; [23]; [24]; [25]; [26]; [27]; [28], могут представить возможность для выделения наиболее перспективных нефтегазовых областей и спланировать систему последовательного проведения дальнейших детальных геолого-геофизических исследований в этом очень перспективном для поисков УВ-месторождений в западном секторе Российской Арктики. Для выделения на акватории Арктики КЭПАГС в первую очередь были использованы данные космодотосъемки [17] и некоторые данные низкоорбитальных космических аппаратов (НКА) «MAGSAT» [19], «CHAMP» [13], «SWARM» [20], измеряющих значения ортогональных компонент (X, Y, Z) и данные карты модуля вектора (Ba) аномального магнитного поля (АМП), полученного над всей поверхностью российского сектора Арктического нефтегазового бассейна [18]; [19]; [33] и, в частности, над труднодоступной для других видов геофизических измерений (сейсморазведка) в

пределах акватории западного российского сектора СЛО (рис. 2).

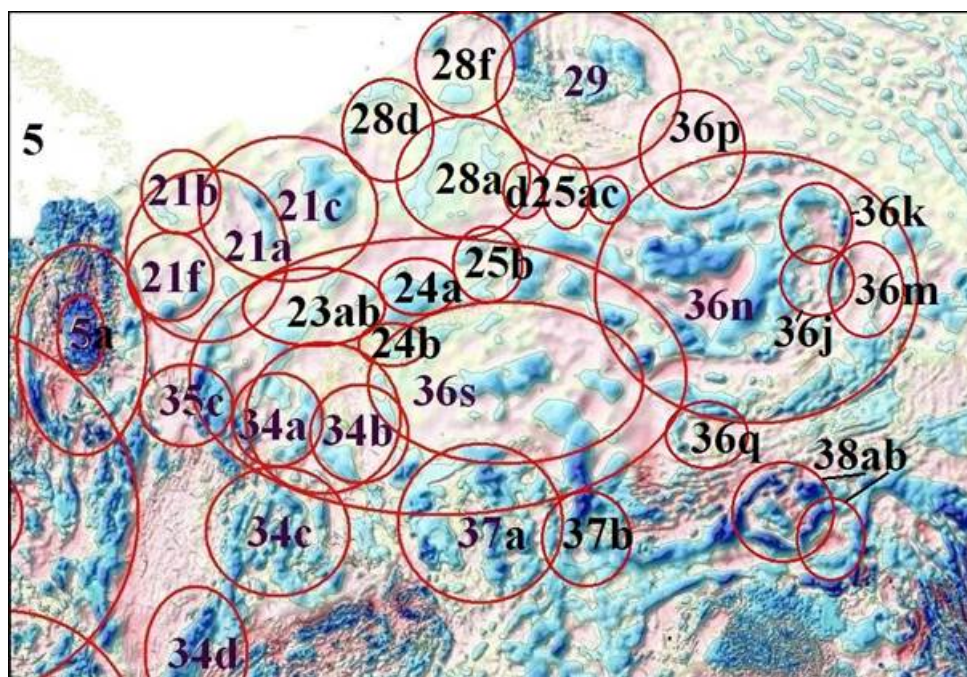


Рис. 2. Фрагмент карты аномального магнитного поля России и прилегающих акваторий (карта модуля  $(B_a)$  вектора индукции АМП для западного сектора Российской Арктики) [18]; [19]; [33] с дополнениями автора. КЭПАГС, выделенных автором по данным АМП: 5 – Скандинавские (5а – Кольская); 21а – Южно-Баренцевская; 21b – Федынская; 21c – Эльдхольмская; 21e – Мурманская; 21f – Прикольская; 23а,b – Восточно-Баренцевские; 24а – Адмиралтейская; 24b – Крестовая; 25а – Альбановская; 25b – Пороговая; 25с – Аннинская; 25d – Сальмоостровская; 28а – Францевская; 28d – Западно-Баренцевская; 28f – Приграничная; 29 – Франц-Иосифовские; 34а – Колгуевская; 34b – Вайгачская; 34с – Печорская; 34d – Ухтинская; 35с – Канинская; 36с – Южно-Карские; 36п – Северо-Карские (36j – Кировская; 36k – Пионерская; 36m – Североземельская; 36р – Ушаковская; 36q – Арктическая); 37а – Обскогубская; 37b – Тазовогубская; 38а,b – Таймырские. Названия других КЭПАГС смотрите в подрисуночных обозначениях к рис.1.

Используя различные геолого-геофизические данные (локальные аномалии магнитного (АМП) [18]; [19]; [33] и гравитационного (АГП) полей [29], значения аномалий теплового потока (ТП) [24]; [25]; [27]) автор выделил ряд более мелких (локальных) КЭПАГС на акватории западного сектора Российской Арктики и прибрежных регионах (рис. 3).



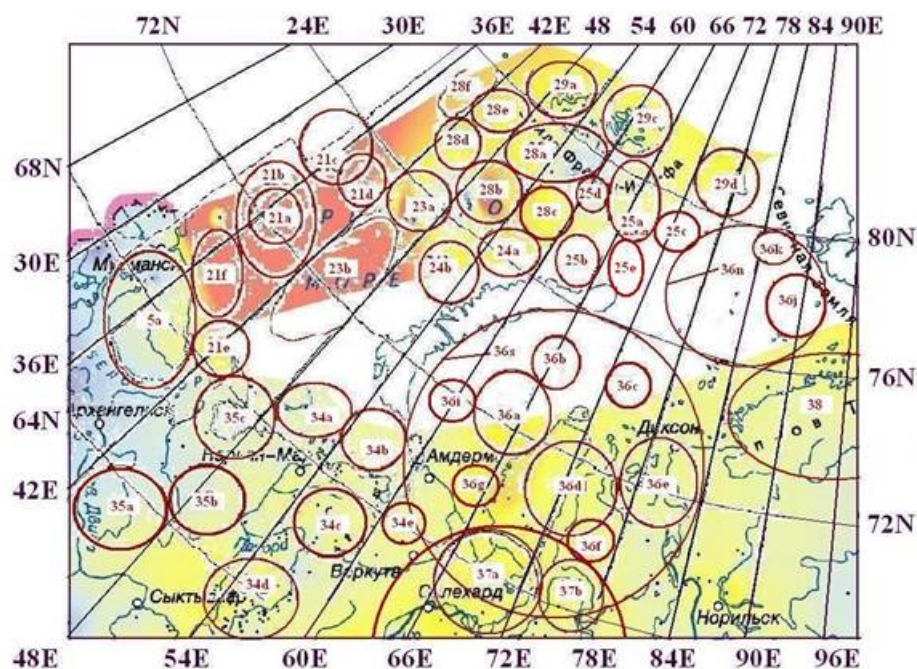


Рис. 3. Фрагмент карты теплового потока территории Российской Федерации [24]. По оцифрованным данным теплового потока ( $Q$ ) [24], [25], [27] автором выделены квазиэллиптические плюм-астеносферные геоморфологические структуры (КЭПАГС) западного сектора Российской Арктики: 21а – Южно-Баренцевская; 21b – Федынская; 21с – Эльдхольмская; 21d – Ферсмановская; 21е – Мурманская; 21f – Прикольская; 23а – Медвежья; 23b – Штокмановская; 24а – Адмиралтейская; 24b – Крестовая; 25а – Альбановская; 25b – Пороговая; 25с – Аннинская; 25d – Сальмоостровская; 25е – Мысожеланьевская; 28а – Францевская; 28b – Орловская; 28с – Восточно-Баренцевская; 28d – Западно-Баренцевская; 28е – Персейская; 28f – Приграничная; 29а – Иосифовская; 29с – Белоземельская; 29d – Ушаковская; 34а – Колгуевская; 34b – Вайгачская; 34с – Печорская; 34d – Ухтинская; 34е – Воркутинская; 35а – Котласская; 35b – Мезенская; 35с – Канинская; 36с – Южно-Карские (36а – Центрокарская; 36b – Приновоземельская; 36с – Свердрупская; 36d – Североямальская; 36е – Гыданогубская; 36f – Среднеямальская; 36g – Шкиперская; 36i – Меньшиковская); 36n – Северо-Карские (36j – Кировская; 36k – Пионерская); 37а – Обскогубская; 37b – Тазовогубская; 37с – Надымские; 38 – Таймырские. Названия остальных КЭПАГС в западном секторе Российской Арктики смотрите в подрисуночных подписях к рис. 1, 2.

Кроме того, для выделения КЭПАГС, автором были проанализированы различные дополняющие друг друга геоморфологические данные оцифрованных карт изолиний вертикальной мощности осадочного слоя ( $D_o$ ) [21] (рис. 4), вертикальной мощности земной коры ( $D_k$ ) [1], [4], [8], [9], [22] (рис. 5), вертикальной мощности литосферы ( $D_l$ ) [23], [30, с. 19], [26] (рис. 6) в пределах выявленных КЭПАГС, расположенных на акваториях и в прибрежных регионах западного сектора Российской Арктики.

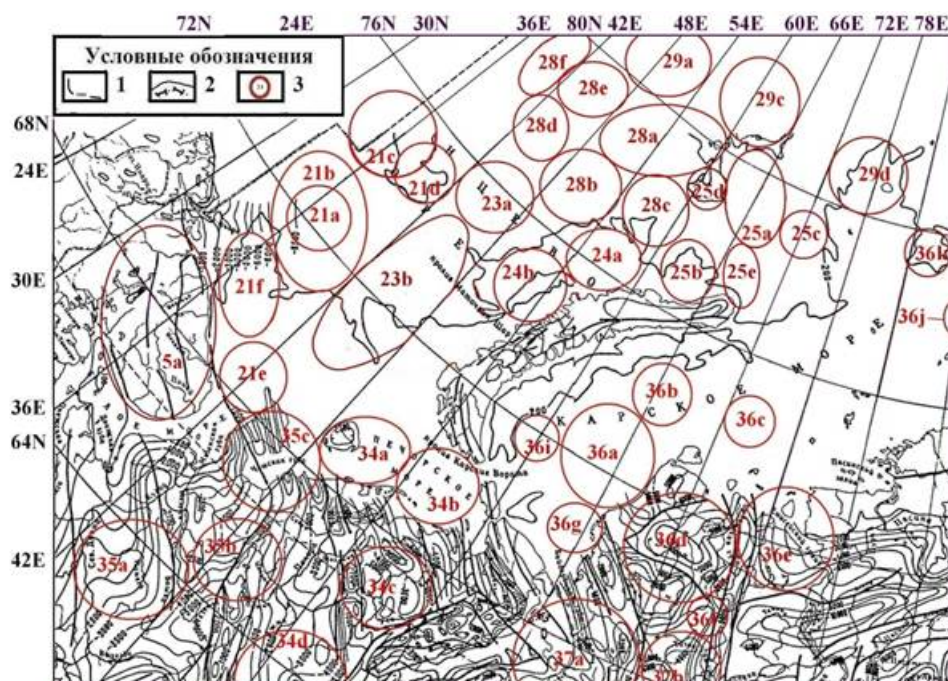


Рис. 4. Фрагмент карты тектонических разломов и изогипс «подошвы» осадочного слоя (мощность осадочного слоя -  $D_o$ ) земной коры в прибрежных регионах западного сектора Российской Арктики [21 с дополнениями автора]. Условные обозначения: 1 – изолинии вертикальной мощности осадочного слоя; 2 – обозначение изолиний глубины морского дна в западном секторе Российской Арктики (верхняя кривая) и границы РФ (нижняя кривая); 3 - названия КЭПАГС в западном секторе Российской Арктики смотрите в подрисуночных подписях к рис. 1 - 3.

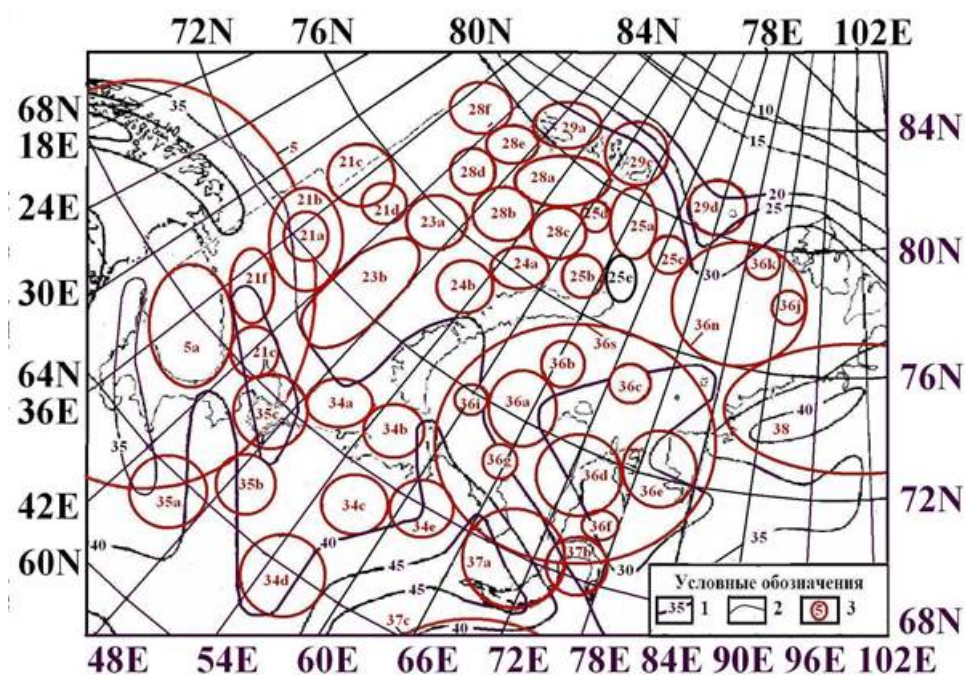


Рис. 5. Фрагмент карты изолиний глубины до сейсмической поверхности Мохоровичича [4 с дополнениями автора] (карта изолиний значений вертикальной мощности земной коры ( $D_k$ ) для западного сектора Российской Арктики). Условные обозначения: 1 – изолинии вертикальной мощности земной коры (в километрах); 2 – обозначение береговой линии в западном секторе Российской Арктики; 3 - названия КЭПАГС в западном секторе Российской Арктики смотрите в подрисуночных подписях к рис. 1 - 3.



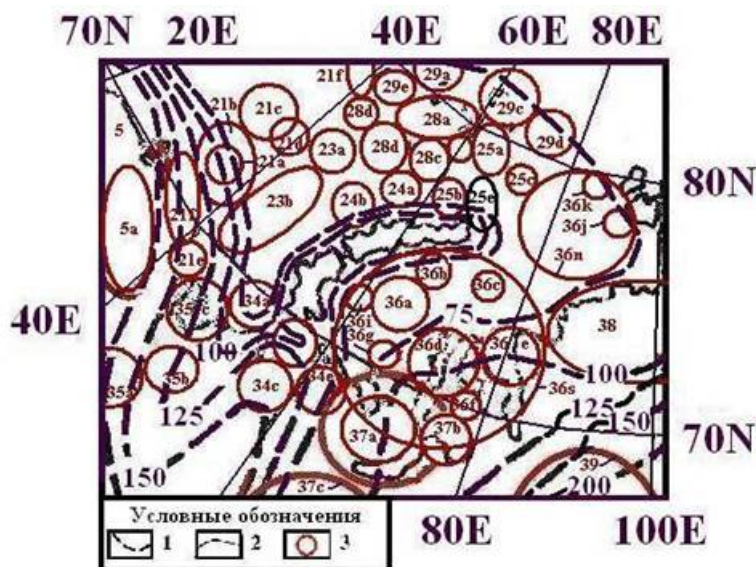


Рис. 6. Фрагмент карты изолиний значений вертикальной мощности литосферы ( $D_l$ ) [26 с дополнениями автора] для западного сектора Российской Арктики. Условные обозначения: 1 – изолинии вертикальной мощности литосферного слоя (в километрах); 2 – обозначение береговой линии в западном секторе Российской Арктики; 3 – названия КЭПАГС в западном секторе Российской Арктики смотрите в подрисуточных подписях к рис. 1 - 3.

На рис. 7 показана, созданная автором, с учетом морфоструктурных и спутниковых геомагнитных данных, схема взаимно-ортогональной реологической сети глубинных дизъюнктивных нарушений (морфоструктурных линияментов) для западного российского сектора Арктического региона, в пределах Баренцева, Печорского, Карского морей и полуострова Ямал, которая самым непосредственным образом связана с расположением цепочек уже разведанных месторождений нефти и газа (или разведанных, и пока не разбуренных перспективных нефтегазовых структур).

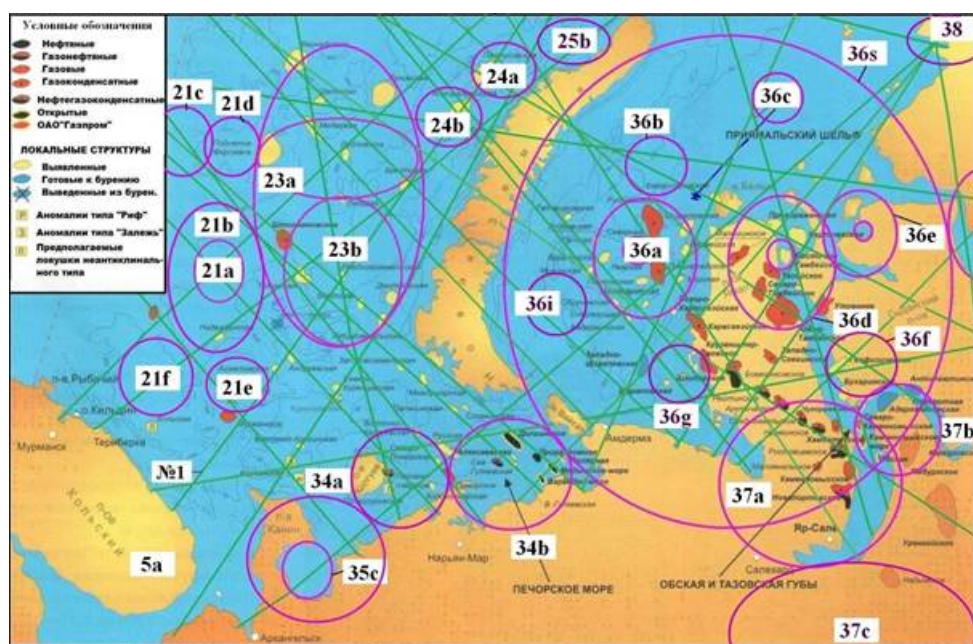


Рис. 7. Схема расположения взаимно-ортогональной реологической сети тектонических разломов (морфоструктурных линияментов - зеленые линии) и КЭПАГС (окружности лилового цвета) [по данным автора], связанных с мантийными допалеозойскими плюмами, в пределах в западного сектора Российской Арктики и связанных с ними

месторождений УВ (красные – газовые месторождения, черные – нефтяные месторождения, желтые – выявленные структуры, голубые – подготовленные к бурению структуры). Некоторые тектонические разломы западного сектора Российской Арктики, выявленные по спутниковым магнитным данным: № 1 – Кольские, № 2 – Обскоямальские; Названия КЭПАГС в западном секторе Российской Арктики смотрите в подрисуночных подписях к рис. 1 - 3.

По результатам анализа интенсивных аэрокосмических аномалий магнитного поля (АМП) [\[13\]](#), [\[18\]](#), [\[33\]](#) были выделены некоторые КЭПАГС (рис. 7) и пересекающие их крупные тектонические разломы (морфоструктурные линияменты) западного сектора Российской Арктики (Кольский - № 1, Обскоямальские - № 2 и некоторые другие), выделенные на рис. 7 зеленым цветом по спутниковым магнитным аномалиям и морфоструктурным данным. Этот факт, как будет показано ниже, очень важен для исследования этого региона, так как многие месторождения нефти и газа на акваториях западного сектора Российской Арктики (Баренцево, Печорское, Карское моря) приурочены именно к глубинным тектоническим разломам, позволяющим природным УВ мигрировать из недр вверх, в приповерхностные зоны накопления (структурные и литологические «ловушки»), в осадочном слое земной коры. По-видимому, особенно могут быть перспективными для поисков УВ те КЭПАГС, которые расположены в узлах пересечений глубинных тектонических разломов (рис. 7). Выделенные автором по аэрокосмическим данным АМП [\[13\]](#), [\[18\]](#), [\[19\]](#), [\[33\]](#) зоны глубинных тектонических разломов (№ 1, № 2 и др.) на акватории Баренцева, Печорского, Карского морей (зелеными линиями), как правило, не выходят на поверхность морского дна, так как погребены под мощным слоем пород осадочного «чехла», но, по-видимому, формируют в его пределах ослабленные зоны повышенного тепломассопереноса и дегазации УВ. Выделенные нами по спутниковым магнитным [\[13\]](#), [\[18\]](#), [\[19\]](#), [\[33\]](#) и наземным геофизическим [\[21\]](#) данным преимущественно диагональные направления (СЗ-ЮВ и СВ-ЮЗ) взаимно-ортогональной реологической сети тектонических разломов на акватории Баренцева, Печорского, Карского морей подтверждаются морфоструктурными данными о расположении тектонических разломов (рис. 7). Если судить по данным сейсмических разрезов, то возраст образования этой реологической сети тектонических разломов, погребенных под слоем осадочных пород, например на акватории Карского моря, по-видимому, может быть доюрского возраста.

### Методы исследований

Для математической обработки и геофизической интерпретации аэрокосмических данных [\[7\]](#), [\[13\]](#), [\[19\]](#), [\[20\]](#), [\[27\]](#), [\[31-32\]](#), [\[33\]](#) автором была разработана система компьютерных программ (рис. 8), включающая различные современные спектральные [\[31\]](#), корреляционные [\[13\]](#) и другие методы математического анализа [\[32\]](#) измеренных цифровых геомагнитных данных, позволяющие исключать ошибки измерений и разделять измеренное поле на составляющие, связанные с различными физическими слоями геосфер Земли (осадочный слой, земная кора, литосфера).



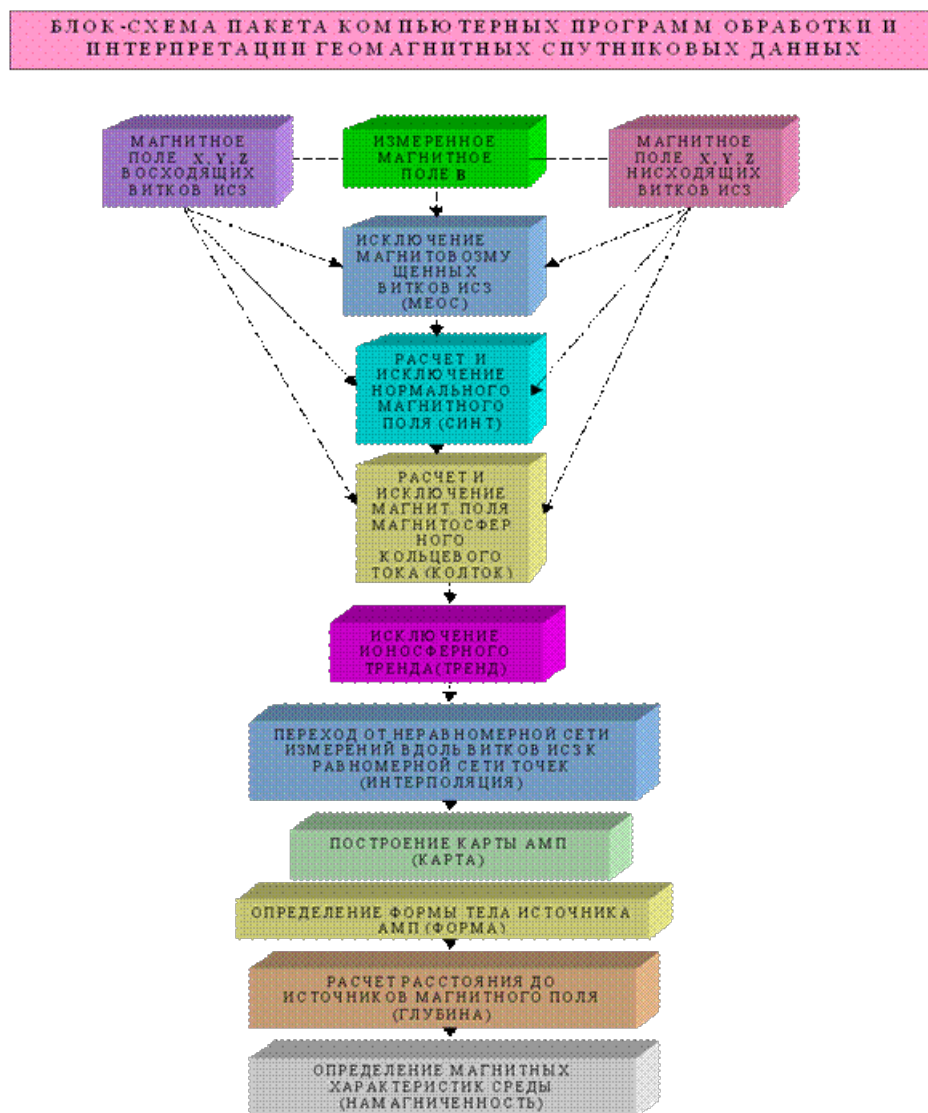


Рис. 8. Блок-схема пакета компьютерных программ для математической обработки и геолого-геофизической интерпретации спутниковых геомагнитных данных [\[13\]](#).

По данным автора крупные Восточно-Баренцевская (23) и Южно-Карская (36s) (рис. 9) чашеобразные квазиэллиптические плюм-астеносферные геоморфологические структуры (КЭПАГС) могут быть сформированы допалеозойскими астеносферными плюмами (ДАП) [\[11\]](#), подобными тем, которые можно выделить в некоторых районах Заполярья [\[13\]](#), [\[17\]](#) и Антарктиды [\[21\]](#).

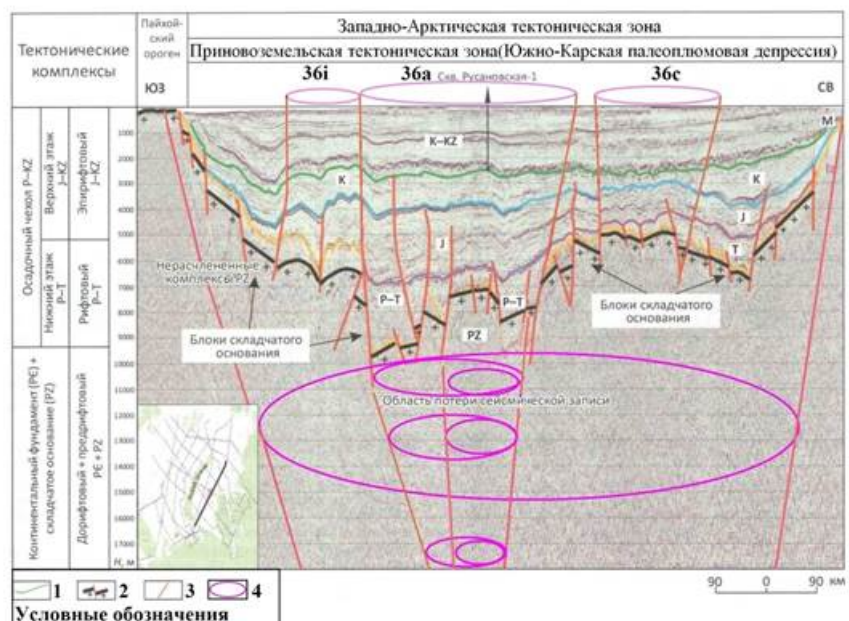


Рис. 9. Сейсмический разрез, пересекающий территорию квазиэллиптической плюм-астеносферной геоморфологической структуры (эллипсы лилового цвета) на акватории Карского моря (блоково-разломное строение осадочного слоя и поверхности складчатого основания крупной Южно-Карской (36s) чашеобразной КЭПАГС) с сателитными КЭПАГС: 36a-Центрокарской, 36c-Свердрупской, 36i-Меньшиковской [34 с дополнениями автора]. Условные обозначения: 1 – сейсмические горизонты; 2 – тектонические блоки по поверхности палеозойского складчатого основания; 3 – тектонические разломы; 4 – изображение месторасположения КЭПАГС на поверхности морского дна и в разных слоях сейсмического разреза.

Кроме того, можно увидеть наличие аналогичной чашеобразной КЭПАГС в пределах нефтегазоносных областей (НГО), расположенных в восточной части Баренцева моря [29]. Крупные тектонические (трансформные) разломы, частично представленные на карте перспектив нефтегазоносности западного сектора Российской Арктики (рис. 10), также показывают, что эти тектонические разломы образуют вокруг себя достаточно обширные перспективные (V, VIII, X) и высокоперспективные зоны (II, IV) со значительными запасами УВ. То есть, независимые оценки перспективности различных районов Северного Ледовитого океана, сделанные по комплексу различных геолого-геофизических ведомственных данных совпадают с перспективными зонами накопления УВ, выделенными нами по спутниковым магнитным, теплового потока и морфоструктурным данным.

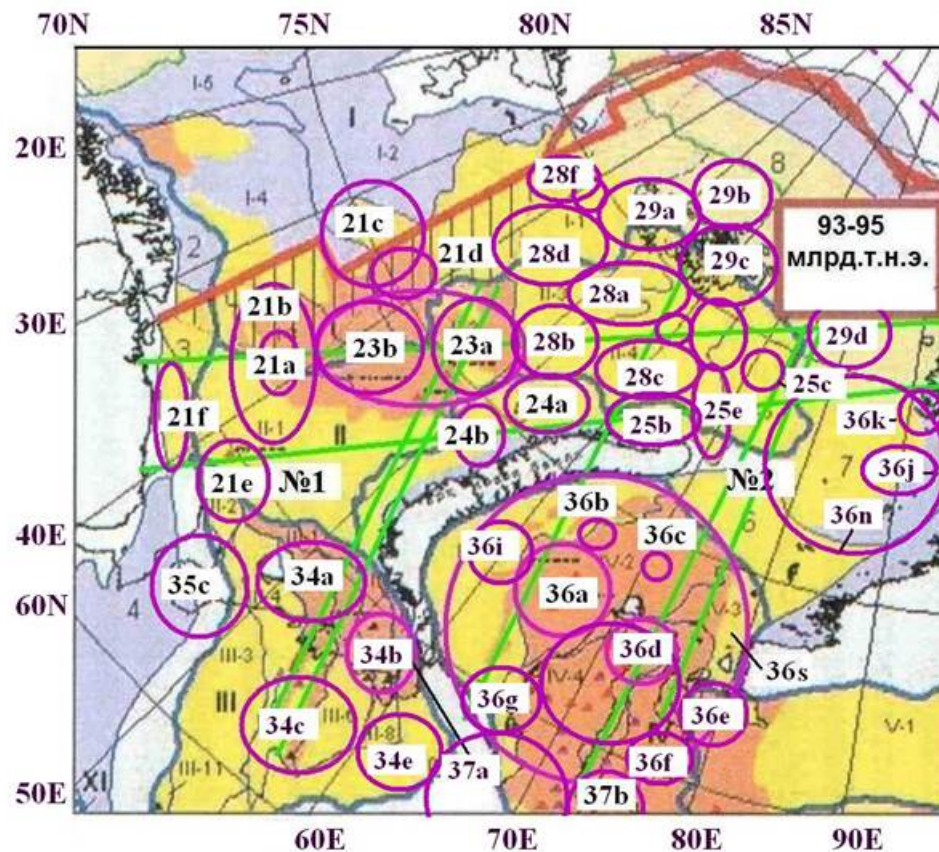


Рис. 10. Фрагмент карты перспектив нефтегазоносности осадочных бассейнов западного сектора Российской Арктики [9 с дополнениями автора]. Условные обозначения: 1 – оранжевым цветом выделены высокоперспективные зоны; 2 – желтым цветом выделены умеренно перспективные зоны для поисков месторождений ПУВ; 3 – зелеными прямыми линиями обозначены зоны трансформных разломов (№ 1 – Кольские, № 2 – Обскоямальские) Арктической рифтовой системы (II а) Северного Ледовитого океана; 4 – названия зон, связанных с квазиэллиптическими плюм-астеносферными геоморфологическими структурами (окружности лилового цвета) смотрите в подрисуночных подписях к рис. 1-3.

На рис. 10 выделены умеренно перспективные зоны расположения месторождений УВ (V, VIII, X). Также выделены высокоперспективные зоны расположения месторождений УВ (I, II, III, IV), которые по нашим данным связаны с зонами повышенного тепломассопереноса углеводородов из недр Баренцева, Печорского, Карского допалеозойских астеносферных плюмажей (ДАП) и, затем, по зонам дробления и повышенной проницаемости коры, вдоль трансформных разломов Арктической рифтовой системы (№ 1 – Кольские, № 2 – Обскоямальские, Печорские) УВ концентрировались в зонах различного вида структурных «ловушек», в приповерхностных слоях осадочного «чехла» океанической коры этих морей, образовав значительные месторождения нефти и газа за многие миллионы лет, прошедшие со времени образования этих ДАП. Эта точка зрения о миграции простейших природных углеводородов из недр ДАП и их последующем преобразовании в более сложные формы УВ нефтяного ряда поддерживается известными российскими учеными [14],[16].

В данной статье были построены гистограммы и были рассчитаны значения статистических плотностей распределения  $p(D_0)$ ,  $p(D_K)$ ,  $p(D_L)$ ,  $Q$  [35] глубины до поверхности Мохоровичича (мощности коры), мощности литосферы, теплового потока, измеренных в различных нефтегазоносных бассейнах на территории РФ. Проведенный



автором на территории РФ статистический анализ значений вертикальной мощности земной коры ( $D_K$ ) и литосферы в целом ( $D_L$ ) показывает, что эти среднестатистические значения зависят от геолого-тектонического строения исследуемого региона (акватории внутренних морей РФ с океаническим типом коры и литосферы, переходные зоны от океанического к континентальному типу коры и литосферы, платформенный тип коры, тип земной коры и литосферы, характерный для древних «щитов») (рис. 11).

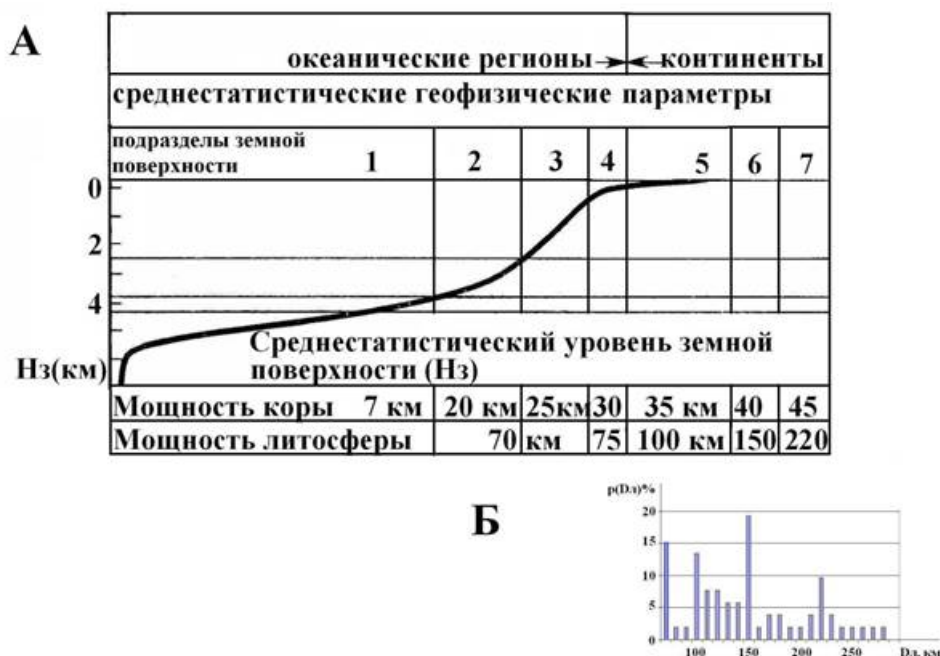


Рис. 11. А - Схема распределения среднестатистических значений геофизических параметров (уровня земной поверхности ( $H_z$ ), мощности земной коры ( $D_K$ ), мощности литосферы ( $D_L$ )) в зависимости от региона с различным типом земной коры и литосферы и характерных для них среднестатистических значений их вертикальной мощности ( $D_K$ ,  $D_L$ ). Подразделы земной поверхности: 1 - глубоководные океанические регионы; 2 - регионы глубоководного склона; 3 - регионы континентального склона; 4 - регионы континентального шельфа; 5 - регионы континентальных низменностей; 6 - платформенные регионы; 7 - регионы древних (докембрийских) щитов; Б - статистическая гистограмма распределения значений мощности литосферы ( $D_L$ ), рассчитанная автором по данным, полученных в разных регионах арктической зоны РФ [по данным автора].

В качестве основного статистического количественного параметра, который может определять объективную возможность возникновения какого-либо события  $\Phi_i$  (например, наличия залежей углеводородов) является вероятность этого события  $P(\Phi_i)$  [35]. В самом общем виде классическое определение понятия вероятности события определяется отношением благоприятствующих событию ( $\Phi_i$ ) исходов ( $m$ ) к общему числу всех равновероятных исходов ( $n$ ) какого-либо эксперимента [35]:

$$P(\Phi_i) = m / n \quad (1)$$

Значения гистограмм (рис. 11) (также как и понятие классической вероятности – формула (1)) описывает распределение частот  $N(\Phi_i) = (m / n)$ , определяемых для каждого из 4-х видов геолого-геофизических данных (ГГД) ( $D_O$ ,  $D_K$ ,  $D_L$ ,  $Q$ ).

Обозначим фиксированную выборку ряда из  $n$  исследуемых значений  $f(x_j)$  какого-либо вида ГГД ( $\Phi(x_j)$ ) как:

$$\Phi_i(x_j) = [ f(x_1), f(x_2), \dots, f(x_n) ] \quad (2)$$

На рис. 11 представлена гистограмма и их среднестатистические значения гистограмм для рядов следующих видов ГГД: мощности литосферы  $N(D_L)$  (рис. 11Б), мощности коры  $N(D_K)$  (рис. 11А), зафиксированных на территории основных НГБ РФ. Из представленной на (рис. 11Б) гистограмме  $N(H_M)$  видно, что многие НГО на территории РФ расположены в регионах, где наблюдаются пониженные значения мощности коры ( $D_K = 35$  км) по сравнению со средними значениями этого параметра по территории РФ ( $D_K = 40$  км). На построенной гистограмме  $N(D_L)$  (рис. 11Б) выделены четыре значения мощности литосферы 70, 100, 150, 220 км, зафиксированных на территории НГБ РФ. Значения гистограммы  $N(Q)$ , показывает, что значения теплового потока в основных НГБ РФ имеют повышенные значения этого параметра. Также были рассчитаны и построены гистограммы  $N(\Phi_i)$  по рядам аналогичных видов ГГД ( $D_K, D_L$ ) для тех регионов РФ, где присутствуют месторождения УВ. Оказалось, что на этих территориях, где в гистограммах глубины поверхности Мохоровичича  $N(D_K)$  помимо основного максимума на 40 км, характерного для Русской платформы (месторождения НГО Татарстана) присутствуют еще два максимума на глубинах 35 км и 45 км, характерные соответственно для низменностей (Западно-Сибирская, Прикаспийская низменности) и древних щитов (Украинского, Анабарского). Эти максимумы на гистограмме  $N(D_K)$  для территории РФ получены по ГГД, которые связаны с расположением НГБ. Аналогичная ситуация наблюдается на гистограмме мощности литосферы  $N(D_L)$  (рис. 11Б), где также выделяются четыре максимума на 70 км, 100 км, 150 км, 220 км. Эти максимумы на гистограмме  $N(D_L)$  для территории НГБ в разных тектонических регионов РФ (континентальный склон, шельф, низменности, платформы).

Полученные, в пределах НГБ РФ данные о статистических гистограммах (рис. 11) затем были использованы при расчетах значений плотностей распределения для гипотез наличия аномалии  $p(\Phi_i/H_1)$  и ее отсутствия  $p(\Phi_i/H_0)$ .

Затем, необходимо было проверить, соответствуют ли значения построенной, по данным гистограммы, статистической плотности распределения определенному виду теоретической плотности распределения (Гаусса, равномерному, Пуассона и др.). Для этого был использован критерий Колмогорова, который можно представить в следующем виде:

$$\lambda = Y [ \sqrt{n} ], \quad (3)$$

где  $Y = \max |F_n(x) - F(x)|$  – максимум модуля разности между статистической функцией распределения  $F_n(x)$  и теоретической  $F(x)$ . Вероятность их соответствия определяется по данным соответствующих таблиц [\[35\]](#). Согласно проведенным расчетам по критерию Колмогорова теоретическое распределение значений плотностей распределения  $p(D_K/H_1)$  мощности земной коры, мощности литосферы  $p(D_L/H_1)$  (рис. 11Б),  $p(D_O/H_1)$  мощности осадочного слоя, значений теплового потока  $p(Q/H_1)$  оказались близкими к закону распределения Гаусса [\[35\]](#).

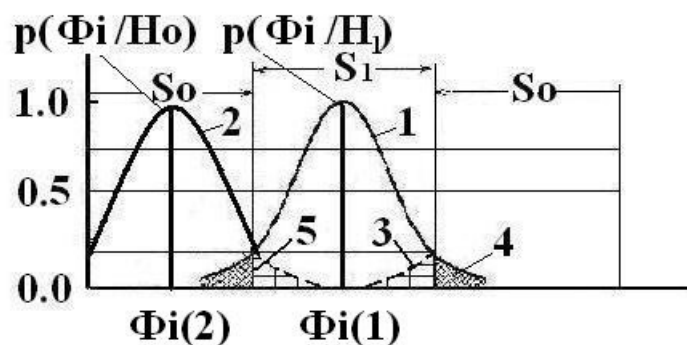


Рис. 12. Кривая теоретической плотности распределения  $p(\Phi_i)$  соответствующая нормальному закону распределения Гаусса значений мощности земной коры ( $D_K$ ), значений мощности литосферы ( $D_L$ ), характерные для НГО РФ. 1 -  $S_1$  - область принятия гипотезы о наличии аномалии ( $\Phi_i(1) = D_K = 35 \pm 10$  км;  $D_L = 75 \pm 25$  км;  $D_O = 10 \pm 7$  км;  $Q = 70 \pm 30$  мВт/м<sup>2</sup>); 2 -  $S_0$  - область отклонения гипотезы о наличии аномалии ( $\Phi_i(2) = D_K < 25$  км и  $D_K > 45$  км;  $D_L < 50$  км и  $D_L > 100$  км;  $D_O < 3$  км и  $D_K > 17$  км;  $Q < 40$  мВт/м<sup>2</sup> и  $Q > 100$  мВт/м<sup>2</sup>); 3 -  $\beta$  - вероятность ошибки II рода; 4 -  $\alpha$  - вероятность ошибки I рода; 5 - значение  $h$  являющееся величиной порога принятия решения.

Из данных, приведенных на рис. 12 можно видеть, что на графике теоретической плотности распределения Гаусса  $p(\Phi_i/H_1)$  существуют две области ( $\alpha$ ,  $\beta$ ), связанные с ошибками I и II рода. Вероятность ошибки I рода, обнаружения ложной аномалии ( $\alpha$ ) определяется следующим интегральным выражением:

$$\alpha = \int p(\Phi_i/H_0) d\Omega(\Phi), \quad (4)$$

где  $d\Omega(\Phi)$  -  $n$ -мерное пространство выборки анализируемых значений ГГД.

Вероятность ошибки II рода, пропуска действительной аномалии ( $\beta$ ) определяется следующим интегральным выражением:

$$\beta = \int p(\Phi_i/H_1) d\Omega(\Phi) \quad (5)$$

По данным, представленным на графиках теоретических функций распределения разных видов ГГД, собранных в пределах территорий занимаемых НГБ РФ были определены значения априорных вероятностей  $P_a(\Phi_i/H_1)$ ,  $P_a(\Phi_i/H_0)$ .

В результате, подсчета суммарных значений этих вероятностных параметров ( $\alpha, \beta$ ), зафиксированных в зонах пересечения кривых плотностей распределения (рис.12) можно определить значение среднего риска принятия решения по формуле:

$$r(h) = C_\alpha \times P_a(\Phi_i/H_0) \times \alpha + C_\beta \times P_a(\Phi_i/H_1) \times \beta, \quad (6)$$

где  $P_a(\Phi_i/H_1)$ ,  $P_a(\Phi_i/H_0)$  - называются априорными вероятностями гипотез наличия  $H_1$  и отсутствия  $H_0$  полезной аномалии;  $C_\alpha$  и  $C_\beta$  - цены ошибок I и II рода.

Используя эти данные определялись значения порога ( $h$ ) принятия, разделяющего пространство  $d\Omega(\Phi)$  значений используемого вида ГГД на две области  $S_1$  и  $S_0$  условной плотности распределения  $p(\Phi_i/H_1)$  и  $p(\Phi_i/H_0)$  (рис. 12). Минимизация среднего риска по



критерию Бейеса приводит к определению значения порога принятия решения равному:

$$h = [C_a \times P_a(\Phi_i/H_0)]/[C_\beta \times P_a(\Phi_i/H_1)], \quad (7)$$

Далее, по каждому виду оцифрованных с карт ГГД в пределах каждой из  $k = 45$  анализируемых КЭПАГС на территории западного сектора Российской Арктики, по двум радиальным направлениям КЭПАГС определялось среднее значение каждого вида ГГД. Затем для этого среднего значения ГГД, полученного в пределах каждой КЭПАГС, на основании сравнения с графиком теоретической плотности распределения, проводился расчет коэффициента правдоподобия ( $\Lambda$ ) для каждой исследуемой КЭПАГС по следующей формуле [35]:

$$\Lambda(\Phi_i) = [p(\Phi_i/H_1) / p(\Phi_i/H_0)] \quad (8)$$

Затем для каждой исследуемой КЭПАГС проводилась сравнение рассчитанного порогового значения ( $h$ ), определенного по каждому виду ГГД на территории НГБ, с коэффициентом правдоподобия ( $\Lambda$ ). Если значения коэффициента правдоподобия ( $\Lambda$ ) для исследуемой КЭПАГС было выше пороговое значение ( $h$ ) исследуемого вида ГГД, то принималось решение о гипотезе наличия ( $H_1$ ) аномалии этого вида ГГД, в противном случае – решение о гипотезе ее отсутствия ( $H_0$ ) в пределах этой КЭПАГС. Если значение коэффициента правдоподобия ( $\Lambda$ ) для исследуемой КЭПАГС было выше пороговое значение ( $h$ ), то тогда уже по значениям теоретической плотности распределения рассчитывалось значение вероятности для исследуемой КЭПАГС по каждому виду ГГД. Для этого использовался график одномерной теоретической плотности распределения  $p(\Phi_i/H_1)$ , расположенный в области  $S_1$ .

Известно, что одномерная теоретическая плотность распределения  $p(\Phi_i/H_1)$  случайного процесса определяет вероятность того, что значения этого процесса в произвольный момент ( $x$ ) расположения на профиле измерений будут заключены в определенном интервале ( $\Delta\Phi_i$ ) и при этом значения вероятности  $P(\Phi_i)$  и теоретической плотности распределения  $p(\Phi_i/H_1)$  случайного процесса, могут быть представлены в виде следующей формулы [35, р. 32, формула 1.18]:

$$P\{\Phi_i < [\Phi_i(x) / H_1] < \Phi_i + \Delta\Phi_i\} \approx p(\Phi_i/H_1) * \Delta\Phi_i \quad (9)$$

Из формулы (9) следует, что вероятность  $P(\Phi_i/H_1)$  наличия определенного события (аномалии ГГД) ( $\Phi_i$ ) с точностью до величины этого интервала ( $\Delta\Phi_i$ ) будет соответствовать значению теоретической плотности распределения  $p(\Phi_i/H_1)$  случайного процесса, которые для анализируемых видов ГГД представлены на рис. 12. На основании вышеизложенных методов обработки данных, был произведен расчет вероятностей по всем 4-м исследуемым видам ГГД в пределах каждой из  $k = 45$  КЭПАГС на территории западного сектора Российской Арктики.

Для получения окончательного результата проведенных исследований по вероятностям всех 4-х видов используемых ГГД  $P(\Phi_i)$  ( $i$  – номер определенного вида ГГД) производилась оценка среднего значения вероятности  $P_c(\Phi_i)$  в пределах каждой из 45-и КЭПАГС. Для вычисления вероятностей всех исследуемых видов ГГД ( $\Phi_o, D_{л}, D_{л}, Q$ ) использовались статистически независимые ГГД. При этом, выявление одного из статистических событий не изменяло вероятности появления других статистических событий по другому виду ГГД. Для статистически независимых событий общая

вероятность этих нескольких событий равна произведению вероятностей [35]:

$$P_c(\Phi_i) = [P_1(\Phi_i) + P_2(\Phi_i) + P_3(\Phi_i) + P_4(\Phi_i)] / 4, \quad (10)$$

где  $P_1(\Phi_i)$  -  $P_4(\Phi_i)$  вероятности, рассчитанные по соответствующим значениям ГГД в пределах месторасположения каждой из  $k = 45$  КЭПАГС на территории западного сектора Российской Арктики:  $P_1(\Phi)$  - значения вероятности, определяемое по данным ( $D_o$ ) мощности осадочного слоя земной коры;  $P_2(\Phi)$  - значения вероятности, определяемое по данным ( $D_k$ ) мощности земной коры;  $P_3(\Phi)$  - значения вероятности, определяемое по данным ( $D_l$ ) мощности литосферы;  $P_4(\Phi)$  - значения вероятности, определяемое по данным значений геотермальной энергии ( $Q$ ).

### Результаты исследований

Основываясь на элементах теории вероятности [35] были проведены расчеты значений вероятности 4-х видов геолого-геофизических данных, расположенных в пределах целого ряда КЭПАГС в западном секторе Российской Арктики. В этом разделе настоящей статьи представлены результаты проведенного автором вероятностного анализа четырех видов ГГД ( $D_o$ ,  $D_k$ ,  $D_l$ ,  $Q$ ) и на этой основе было выполнено математическое прогнозирование КЭПАГС, в которых могут быть расположены новые УВ-перспективные области на территории западного сектора Российской Арктики. В результате проведения вероятностного анализа, выполненного по региональным геолого-геофизическим данным по 45-и КЭПАГС, расположенных в западном секторе Российской Арктики были произведены расчеты (по аналогии с [12]), которые были систематизированы в виде следующей таблицы № 1.

**Таблица № 1.** Расчет значений вероятностей ( $P_1$  -  $P_4$ ) по 4-м видам геолого-геофизических данных и среднестатистического значения вероятности ( $P_c$ ), позволяющих прогнозировать относительную УВ-перспективность различных КЭПАГС, расположенных на территории западного сектора Российской Арктики.

$k$	№	Название КЭПАГС	$D_o$	$P_1$	$D_k$	$P_2$	$D_l$	$P_3$	$Q$	$P_4$	$P_c$
1	21a*	Ю-Баренцевская	9	92	33	95	100	99	70	99	<b>97</b>
2	21b*	Федынская	8	75	35	99	100	99	64	92	<b>92</b>
3	21c	Эльдхольмская	2-5	18	33	95	75	99	62	82	<b>74</b>
4	21d	Ферсмановская	5	18	40	82	75	99	70	99	<b>75</b>
5	21e**	Мурманская	1-8	88	35	99	150	99	44	20	77
6	21f**	Прикольская	1-8	88	40	82	150	99	70	99	<b>93</b>
7	23a	Медвежья	10	99	30	80	75	99	70	99	<b>95</b>
8	23b	Штокмановская	16	9	33	95	75	99	67	98	<b>76</b>
9	24a	Адмиралтейская	14	32	35	99	75	99	92	75	77
10	24b	Крестовая	16	9	35	99	75	99	70	70	70
11	25a	Альбановская	10	99	35	99	75	99	40-50	10-32	78-83
12	25b	Пороговая	10	99	35	99	75	99	50	32	<b>83</b>
13	25c	Аннинская	10	99	35	99	75	99	45	32	<b>83</b>

№	СЗ	Наименование	СЗ	СЗ	СЗ	СЗ	СЗ	СЗ	СЗ	СЗ	СЗ
14	25d	Сальмостровская	14	32	35	99	75	99	45	32	66
15	25e	Мысожеланьевская	3	3	35	99	75	99	45	32	59
16	28a	Францевская	10	99	35	99	75	99	67	98	<b>99</b>
17	28b	Орловская	14	32	30	80	75	99	67	98	<b>78</b>
18	28c	Вост.-Баренцевская	14	32	33	95	75	99	67	98	<b>81</b>
19	28d	Зап.-Баренцевская	6	32	25	48	75	99	80	75	64
20	28f	Приграничная	6	32	25	48	75	99	80	75	64
21	28e	Персейская	1- 8	0- 88	25	48	75	99	75	90	60-82
22	29a	Иосифовская	1- 7	0- 52	25	48	75	99	80	75	60-69
23	29c	Белоземельская	5	18	30	80	75	99	67	98	<b>74</b>
24	29d	Ушаковская	3- 9	3- 32	25	48	75	99	67	98	62-70
25	34a	Колгуевская	3	3	36	97	75	99	42	12	53
26	34b*	Вайгачская	4- 7	10- 52	40	80	100	99	59	70	<b>65-75</b>
27	34c**	Печорская	1- 7	52	40	80	138	48	50	32	40-53
28	34d**	Ухтинская	1- 6	32	40	80	150	99	80	75	64- <b>72</b>
29	34e**	Воркутинская	3	3	38	92	138	48	50	32	44
30	35a**	Котласская	1- 3	0-3	37	95	175	5	50	32	33-34
31	35b**	Мезенская	4- 5	10	40	80	125	5	45	20	26-29
32	35c*	Канинская	1- 5	18	35	99	125	2	50	32	34-38
33	36a	Центрокарская	4- 9	10- 99	32	90	75	99	66- 75	90- 94	<b>73-96</b>
34	36b	Приновоземельская	4- 9	10- 99	30	80	75	99	66- 75	90- 94	<b>70-94</b>
35	36c	Свердрупская	5- 8	18- 88	30	80	75	99	52	15	53-71
36	36d*	Североямальская	4- 8	10- 88	32	90	100	99	50- 60	32- 75	58- <b>88</b>
37	36e*	Гыданогубская	2- 5	1- 18	33	95	100	99	48	28	56-60
38	36f*	Среднеямальская	5	18	30	80	108	88	60	75	65
39	36g	Шкиперская	5- 9	18- 99	30	80	75	99	67	98	<b>74-95</b>
40	36i*	Меньшиковская	10	99	35	99	100	99	60	75	<b>95</b>
41	36j	Кировская	10	99	31	88	75	99	75	90	<b>95</b>
42	36k	Пионерская	4- 9	10- 99	30	80	75	99	75	90	<b>70-93</b>
43	37a*	Обскогубская	2- 4	1- 10	40	80	100	99	50- 66	32- 94	53- <b>71</b>
44	37b*	Тазовогубская	4- 6	10- 32	35	99	112	60	52- 60	15- 75	46-67



45	37с*	Надымские	3	3	37	95	100	99	60	75	<b>68</b>
		$P_c(\Phi)$									<b>68-74</b>

\* - обозначены те КЭПАГС, которые расположены в пределах переходных зон от океанического типа литосферы к континентальному типу литосферы с присущим только этим регионам среднестатистическим значением мощности переходной литосферы ( $D_L = 100$  км) от которого отсчитывается максимальное значение вероятности.

\*\* - обозначены те КЭПАГС, которые расположены в пределах регионов с континентальным (платформенным) типом литосферы с присущим только ему среднестатистическим значением мощности платформенной литосферы ( $D_L = 150$  км) от которого отсчитывается максимальное значение вероятности.

В представленной таблице рассматривалась общая мощность осадочного слоя, ( $D_0$ ) включающего верхний эпирифтовый этаж (с возрастом осадочных пород К-Ј), а также и нижний этаж (с возрастом осадочных пород RF-T), поскольку, например в 34с-КЭПАГС, расположенной в пределах Южно-Карского НГБ (рис. 9) найдены многочисленные месторождения на достаточно больших глубинах в горных породах (с возрастом осадочных пород T-D).

Вместо того, чтобы разбуривать найденные структурные и литологические ловушки в западном секторе Российской Арктики американским методом «дикий кошки» (т.е. случайным выбором), что может быть связано с огромными непродуктивными экономическими расходами автор предлагает использовать для очередности проведения разведочного бурения убывающую последовательность значений вероятностей, представленных в таблице. То есть представленные в таблице данные могут служить некоторыми вероятностными критериями перспективности поиска новых НГО в пределах проанализированных КЭПАГС на территории западного сектора Российской Арктики. Результаты вероятностного анализа показывают, что наиболее информативными прогнозными параметрами из них являются: мощность земной коры ( $D_K$ ); мощность литосферы ( $D_L$ ); значения теплового потока ( $Q$ ). Другой геолого-геофизический вид данных, такой как значения мощности осадочного слоя ( $D_0$ ) [21] оказался менее информативным. Этот параметр ( $D_0$ ) является специфическим для морского или континентального региона. Поэтому он не всегда позволяет хорошо выделять УВ-перспективные КЭПАГС при одновременном изучении морских и континентальных областей входящих в регион исследования. Так, например, на акватории Баренцева моря мощность осадочных пород часто достигает  $D_0 \approx 16$  км в Баренцевоморских, Карских, Печорских впадинах, где найдены месторождения УВ. Поэтому необходимо анализировать этот параметр ( $D_0$ ) отдельно для каждого тектонического региона. Кроме того, на основании проведенных расчетов статистических отклонений от средних значений вероятности ( $P_c$ ) (таблица) можно сказать, что новые нефтегазовые месторождения в западном секторе Российской Арктики, в первую очередь могут быть связаны с территорией следующих новых, но малоизученных КЭПАГС особенно в северных районах Баренцева и Карского морей (рис. 1-7) в следующей последовательности постепенного уменьшения значений вероятности от 98% до 74%: 1) Францевской, 2) Южно-Баренцевской, 3) Медвежьей, 4) Центрокарской, 5) Кировской, 6) Меньшиковской, 7) Шкиперской, 8) Приновоземельской, 9) Прикольской, 10) Пионерской, 11) Федынской, 12) Североямальской, 13) Пороговой, 14) Аннинской, 15) Альбановской, 16) Персейской, 17) Восточно-Баренцевской, 18) Орловской, 19) Мурманской, 20)

Штокмановской, 21) Ферсмановской, 22) Эльдхольмской, 23) Белоземельской, 24) Адмиралтейской (рис. 3-7). Несколько менее УВ-перспективная группа КЭПАГС (со значениями вероятности от 74% до 68%): 25) Ухтинская, 26) Крестовая, 27) Обскогубская, 28) Вайгачская, 29) Свердрупская; 30) Ушаковская, 31) Иосифовская, 32) Надымская (рис. 3-7). Из остальных из 45-и исследуемых КЭПАГС, которые можно рассматривать, по результатам расчетов значений вероятности, как частично-перспективные в некоторых частях территории этих КЭПАГС для поисков месторождений УВ или пока как недостаточно изученные территории из-за недостатка у автора некоторых видов более детальных геолого-геофизических данных.

### **Заключение**

Проведено сопоставление полученных результатов по выделению КЭПАГС под мощным слоем морской воды по данным аэрокосмических магнитных съемок с некоторыми другими опубликованными геолого-геофизическими данными (например, данными аномалий гравитационного поля, волнового поля, теплового потока). Выполнено сравнение полученных данных о нефтегазовой перспективности крупных тектонических разломов, расположенных в пределах КЭПАГС западного сектора Российской Арктики (Баренцево, Печорское, Карское моря) с результатами прогнозов других исследователей и организаций. Можно отметить наличие некоторой закономерности о совпадении направлений СВ-ЮЗ простирания отдельных крупных трансформных разломов (№1, №2) ортогональных к простиранию Арктического срединно-океанического хребта и простирания цепочек выявленных месторождений УВ в пределах выделенных КЭПАГС Баренцева моря. Другая часть месторождений УВ по мнению автора может быть связана с КЭПАГС, пересекаемых другой системой разломов ЮВ-СЗ направления, например в пределах Печорского моря, имеющих свое продолжение на материковой части Печоро-Колвинского региона.

### **Выводы**

По различным геолого-геофизическим [\[10\]](#); [\[18\]](#); [\[19\]](#); [\[24-25\]](#); [\[27\]](#); [\[33\]](#) и морфоструктурным данным [\[17\]](#); [\[21\]](#); [\[22\]](#); [\[23\]](#) из оцифрованных карт было выделено пространственное расположение 45-и крупных КЭПАГС в западном секторе Российской Арктической зоны. Глубинные тектонические разломы в западном секторе Российской Арктики, протянувшиеся через территории выделенных КЭПАГС на акватории Северного Ледовитого океана, образуют достаточно обширные зоны дробления (перетирания) пород и формируют «ловушки» разломного вида с хорошими коллекторскими свойствами внутри-разломной и приразломной части пород земной коры. В некоторых зонах расположения КЭПАГС также зафиксирована повышенная теплоемкопроницаемость нефтегазовых геофлюидов, поступающих из нижележащих слоев коры и мантии Земли [\[11\]](#). С некоторыми перспективными КЭПАГС (Центрокарская, Штокмановская, Медвежья и др.) связаны месторождения нефти, газа, газоконденсата на акваториях западного сектора Российской Арктики (Русановское, Ленинградское, Штокмановское, Шатское) (рис. 7), что подтверждает результаты исследований данной статьи. Большинство выделенных автором статьи КЭПАГС на акваториях западного сектора Российской Арктики более УВ-перспективны, чем КЭПАГС, выделенных на континентальной части исследуемого региона.

### **Благодарности**

Автор искренне благодарит докторов геолого-минералогических наук Тимурзиева А.И., Сейфуль-Мулюкова Р.Б., Сывороткина В.Л. - организаторов ежегодных конференций

«Кудрявцевские чтения» за их огромную работу по организации этих конференций и за возможность проанализировать замечания, поступившие при изложении доклада и устранения их в рамках данной статьи

## Библиография

1. Белоусов В.В. Основы геотектоники. М.: Недра, 1989. 380 с.
2. Ботт М. Внутреннее строение Земли. М.: Наука, 1974. 375 с.
3. Богоявленский В.И., Полякова И.Д. Перспективы нефтегазоносности больших глубин Южно-Карского региона // Арктика: экология и экономика. 2012. № 3(7). С. 92-103.
4. Вольвовский Б.С., Вольвовский И.С. Разрезы земной коры территории СССР по данным глубинного сейсмического зондирования. М.: Советское радио, 1975. 267 с.
5. Грамберг И.С., Супруненко О.И., Вискунова К.В. и др. Нефтегазоносность Арктического супербассейна // Разведка и охрана недр. 2000. № 12. С. 24-30. EDN: UKNAPB
6. Зоненшайн Л.П., Кузьмин М.И., Натапов Л.М. Тектоника литосферных плит территории СССР. М.: Недра, 1990. 334 с.
7. Харитонов А.Л. Обоснование гипотезы существования рифтовых систем Арктики и связанных с ними разломно-устьевых месторождений углеводородов // Уральский геологический журнал. 2022. № 2(146). С. 3-20. EDN: WFDPFQ
8. Kristoffersen Y., Mikkelsen N. Scientific drilling in the Arctic Ocean and the site survey challenge: Tectonic, paleoceanographic and climatic evolution of the Polar Basin // JEODI Workshop, Copenhagen, Denmark. 2003. 83 p.
9. Каминский В.Д. и др. Состояние и перспективы освоения углеводородных ресурсов континентального шельфа России // Бурение и нефть. 2008. № 12. С. 3-7. EDN: KYFWYJ
10. Arctic Geology and Petroleum Potential. In: Proceedings of the Norwegian Petroleum Society Conference (15-17 August, 1990, Tromsø, Norway) T.O. Vorren, E. Bergsagen, O.A. Dolh-Somnes et al. Amsterdam: Elsevier. 1993. 751 p.
11. Гаврилов С.В., Харитонов А.Л. Моделирование глубинного геодинамического строения зоны субдукции Русской платформы под литосферу Уральского палеоокеана и связанное с субдукцией распределение месторождений углеводородов // Уральский геологический журнал. 2021. № 5(143). С. 3-19. EDN: KCPHDL
12. Харитонов А.Л. Прогнозные оценки углеводород-перспективных областей Антарктики по геофизическим данным, измеренным в пределах концентрических геоморфологических особенностей земной коры и ледникового покрова // Арктика и Антарктика. 2025. № 2. С. 117-140. DOI: 10.7256/2453-8922.2025.2.74166 EDN: RLYJKU URL: [https://nbpublish.com/library\\_read\\_article.php?id=74166](https://nbpublish.com/library_read_article.php?id=74166)
13. Харитонов А.Л. Результаты математической обработки геомагнитных данных, измеренных со спутников "MAGSAT" и "CHAMP" над регионом Восточно-Европейской платформы для выявления глубинных мантийных неоднородностей // В сб.: Структура, вещественный состав, свойства, современная геодинамика и сейсмичность платформенных территорий и современных регионов. Материалы XXII Всероссийской с международным участием научно-практической Щукинской конференции. Воронеж. 2020. С. 381-385. EDN: VVVKVN
14. Сейфуль-Мулюков Р.Б. Образование нефти и газа. Теория и прикладные аспекты // Геология нефти и газа. 2017. № 6. С. 89-96. EDN: YMVFCU
15. Сывороткин В.Л. Глубинная дегазация Земли и глобальные катастрофы. М.: Геоинформцентр, 2002. 250 с.
16. Тимурзиев А.И. Миф "энергетического голода" от Хабберта и пути воспроизводства ресурсной базы России на основе реализации проекта "Глубинная нефть" // Бурение и нефть. 2019. № 1. С. 12-20. EDN: YZHFNJ



17. Соловьев В.В. (ред.) Карта структур центрального типа территории СССР. Масштаб 1:10 000 000. (Объяснительная записка) Л.: ВСЕГЕИ, 1982. 44 с.
18. Литвинова Т.Н., Макарова Л.А. (ред.) Карта аномального магнитного поля России и прилегающих акваторий. Масштаб 1:2 500 000. Л.: ВСЕГЕИ, 2016. 4 л.
19. Langel R.A. et al. MAGSAT data processing: a report for investigators // Technical memorandum 82160. USA: NASA. 1981. 328 p.
20. Kharitonov A.L., Fonarev G.A., Serkerov S.A. et al. The calculation of the topology of deep magnetic inhomogeneous Earth's mantle from geomagnetic satellite deep-sounding methods // Proceedings of the first International science meeting "SWARM". 3-5 May 2006. Nantes. France. WPP 261.
21. Беляевский Н.А. Строение земной коры континентов по геолого-геофизическим данным. М.: Недра, 1981. 431 с.
22. Кашубин С.Н., Петров О.П., Андросов Е.А. Карта мощности земной коры циркумполярной Арктики // Региональная геология и металлогения. 2011. № 46. С. 5-13. EDN: NXCHCF
23. Коптев А.И., Ершов А.В. Количественная модель термальной мощности литосферы Земли // Современное состояние наук о Земле. 2011. № 2. С. 924-929.
24. Смирнов Я.Б. (ред.) Карта теплового потока территории СССР и сопредельных районов. Масштаб 1:10 000 000. М.: ГУГК, 1980. 1 л.
25. Цибуля Л.А., Левашкевич В.Г., Кременецкая Е.О. Тепловой поток и сейсмичность Баренцево-Беломорского региона // В кн.: Геотермия сейсмичных и асейсмичных зон. М.: Наука, 1993. С. 27-32 (под ред. Хуторского М.Д., Поляк Б.Г.).
26. Чермак В. (ред.). Геофизические поля, их природа и геофизическая интерпретация // Геодинамика. 1986. Т. 5. № 2. С. 111-156.
27. IHFC. Global Heat Flow Database of the International Heat Flow Commission. 2012. <https://ihfc-iugg.org/products/global-heat-flow-database/data>
28. Scott R.A. et al. Regional paleotectonic interpretation of seismic data from the deep-water of central Arctic // Proceedings of the Fourth International conference on Arctic margins (ICAMIV) / OCS study MMS 2006-003, U.S. Dep. of the Interior, 2006. P. 125-131.
29. Черных А.А. Поздневендский палеоокеан в основании Восточно-Баренцевского мегапрогиба // Геолого-геофизические характеристики литосферы Арктического региона. 2012. Т. 223. № 8. С. 57-64. EDN: VCVJBF
30. Хаин В.Е., Михайлов А.Е. Общая геотектоника. М.: Недра, 1985. 328 с.
31. Rotanova N.M., Kharitonov A.L., Frunze A.Kh. Anomaly crust fields from MAGSAT satellite measurements: their processing and interpretation // Annals of Geophysics. 2004. Vol. 47. No. 1. P. 179-190. EDN: LITZLF
32. Ротанова Н.М., Головков В.П., Фрунзе А.Х., Харитонов А.Л. Анализ спутниковых измерений с помощью разложения поля на естественные ортогональные составляющие // Геомагнетизм и аэрономия. 1999. Т. 39. № 4. С. 92-99. EDN: YPMCLZ
33. Meyer B. et al. Derivation and error analysis of the Earth magnetic anomaly grid at 2 arc min resolution version 3 (EMAG2v2) // Geochem., Geophys., Geosystem. 2017. Vol. 18. P. 4522-4537. DOI: 10.1002/2017GC007280 EDN: YGDARN
34. Шеин В.С. и др. Тектоническое строение и нефтегазоносность фундамента Западной Арктики и сопредельных регионов // Геология нефти и газа. 2018. № 6. С. 5-33. DOI: 10.31087/0016-7894-2018-6-5-33 EDN: YWHBFR
35. Bendat J.S., Piersol A.G. Random data: Analysis and Measurement Procedures. New-York: Wiley-Interscience, 1970. 464 p.

## Результаты процедуры рецензирования статьи

*В связи с политикой двойного слепого рецензирования личность рецензента не*

раскрывается.

Со списком рецензентов издательства можно ознакомиться [здесь](#).

Предмет исследования являются, по мнению автора, многие открытые месторождения углеводородов на территории палеорифтов Западной Сибири и субдукционной зоне Охотского моря территориально не всегда связанные с палеорифтами и тектоническими разломами земной коры, некоторая часть месторождений УВ связанная с квазиэллиптическими плюм-астеносферными геоморфологическими структурами.

Методология исследования автором статьи указана как многолетний план экспериментальных исследований, для математической обработки и геофизической интерпретации аэрокосмических данных автором была разработана система компьютерных программ, включающая различные современные спектральные, корреляционные и другие методы математического анализа измеренных цифровых геомагнитных данных, позволяющие исключать ошибки измерений и разделять измеренное поле на составляющие, связанные с различными физическими слоями геосфер Земли (осадочный слой, земная кора, литосфера). Были построены гистограммы и были рассчитаны значения статистических плотностей распределения  $p(D_0)$ ,  $p(D_k)$ ,  $p(D_l)$ ,  $Q$  глубины до поверхности Мохоровичича (мощности коры), мощности литосферы, теплового потока, измеренных в различных нефтегазоносных бассейнах на территории РФ. Проведен автором на территории РФ статистический анализ значений вертикальной мощности земной коры ( $D_k$ ) и литосферы в целом ( $D_l$ ).

Актуальность затронутой темы связано с тем, что по различным геолого-геофизическим и морфоструктурным данным из оцифрованных карт было выделено пространственное расположение 45-и крупных КЭПАГС в западном секторе Российской Арктической зоны. С некоторыми перспективными КЭПАГС (Центрокарская, Штокмановская, Медвежья и др.) связаны месторождения нефти, газа, газоконденсата на акваториях западного сектора Российской Арктики (Русановское, Ленинградское, Штокмановское, Шатское), что подтверждает результаты исследований данной статьи.

Научная новизна статьи вполне очевидна, так как автор основываясь на элементах теории вероятности провел расчеты значений вероятности 4-х видов геолого-геофизических данных, расположенных в пределах целого ряда КЭПАГС в западном секторе Российской Арктики. Используя различные геолого-геофизические данные (локальные аномалии магнитного и гравитационного (АГП) полей, значения аномалий теплового потока (ТП) автор выделил ряд более мелких (локальных) КЭПАГС на акватории западного сектора Российской Арктики и прибрежных регионах. автором были проанализированы различные дополняющие друг друга геоморфологические данные оцифрованных карт изолиний вертикальной мощности осадочного слоя ( $D_0$ ), вертикальной мощности земной коры в пределах выявленных КЭПАГС, расположенных на акваториях и в прибрежных регионах западного сектора Российской Арктики. По результатам анализа интенсивных аэрокосмических аномалий магнитного поля (АМП) были выделены некоторые КЭПАГС и пересекающие их крупные тектонические разломы (морфоструктурные линияменты) западного сектора Российской Арктики.

Стиль, структура, содержание стиль изложения результатов достаточно научный. Статья снабжена иллюстративным материалом в виде таблиц, картосхемы и расчетных материалов.

Библиография исчерпывающая для постановки рассматриваемого вопроса.

Апелляция к оппонентам представлена в выявлении проблемы на уровне имеющейся информации, полученной автором в результате его анализа.

Выводы, интерес читательской аудитории в выводах есть обобщения, позволяющие применить полученные результаты. Целевая группа потребителей информации в статье

не указана.