

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования**

**«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»**

Кафедра геофизики

**«Геофизические критерии зон возникновения глубинного диапиризма
древних платформ (Восточно-Европейской и Африканской)»**

АВТОРЕФЕРАТ МАГИСТЕРСКОЙ РАБОТЫ

Студента 2 курса 261 группы

направление 05.04.01 геология

профиль «Геофизика при поисках нефтегазовых месторождений»

геологического факультета

Мбомио Бейенг Моисес Мета

Научный руководитель

Д. г.-м.н., профессор

подпись, дата

В.А. Огаджанов

Зав. кафедрой

К. г.- м.н., доцент

подпись, дата

Е.Н. Волкова

Саратов 2022

Введение. Научная новизна данной работы:

- выделены геофизические критерии зон возникновения глубинного диапиризма для Восточно-Европейской и Африканской платформ;
- по выделенным геофизическим критериям обосновывается прогнозирование месторождений полезных ископаемых, районов вероятного возникновения очагов землетрясений и вулканизма.

Цель настоящей работы – определение главных геофизических критериев зон возникновения глубинного диапиризма в пределах древних платформ, Восточно-Европейской и Африкано-Аравийской.

Для достижения этой цели поставлены следующие задачи:

1. Изучение теории определяющей понятие диапиризм и их критерии.
2. Исследование территория Восточно-Европейский и Африканский платформ в зоне Европейско-Африканского тектонического пояса.
3. Сбор и анализ геолого-геофизического, материала для определения главных геофизических критериев зон возникновения глубинного диапиризма Восточно-Европейской и Африкано-Аравийской платформ.

Структура выпускной квалификационной работы:

Введение

- 1 Понятие диапиризма и главные геофизические критерии зон возникновения глубинного диапиризма.
- 2 Геофизическая характеристика, тектоника и геодинамика зон возникновения глубинного диапиризма Восточно-Европейской и Африканской платформ.
 - 2.1 Прикаспийская впадина.
 - 2.1.1 Тектоническая характеристика.
 - 2.1.2 Геофизические данные.
 - 2.1.3 Нефтегазоносность.
 - 2.2 Афарский плум.

2.2.1 Тектоническая характеристика.

2.2.2 Геофизические данные.

2.2.3 Нефтегазоносность.

2.3 Камерунская вулканическая линия (CVL).

2.3.1 Тектоническая характеристика.

2.3.2 Геофизические данные.

2.3.3 Нефтегазоносность.

3 Результаты исследования.

Заключение

Основное содержание работы. Диапиризм это явление прорыва слоев твердых горных пород лежащих выше пластически деформирующихся разуплотненных пород. Условием для возникновения диапиризма является понижение плотности горных пород с глубиной. Одной из причин понижения плотности является их дилатация.

К главными геофизическими критериями зон возникновения глубинного диапиризма относятся:

1. *пониженным значениями плотности,*

2. *повышенной намагниченностью,*

3. *повышенную сейсмичность.*

4. Разуплотненные диапировые структуры по данным электроразведки в зависимости от насыщающего их флюида (вода, нефть, газ) отображаются как *повышением проводимости, так и ее понижением.*

5. В сейсмическом волновом поле зонам возникновения глубинного диапиризма могут соответствовать как *понижения скоростей сейсмических волн, так и их повышение,* что зависит от напряженного состояния в зоне разуплотнения.

6. *повышенными значениями геотермического градиента.*

Общей чертой тектонического строения и геодинамического развития древних Восточно-Европейской и Африканской платформ является наличие

сквозного Европейской-Африканского тектонического пояса. Этот пояс пересекает юго-восточную часть Европейской плиты, включающей Восточно-Европейскую докембрийскую платформу, альпийскую складчатость Кавказа и на юге древнюю Африкано-Аравийскую платформу и выделяется по наземным и спутниковым геофизическим данным, как показано на рисунке 1.

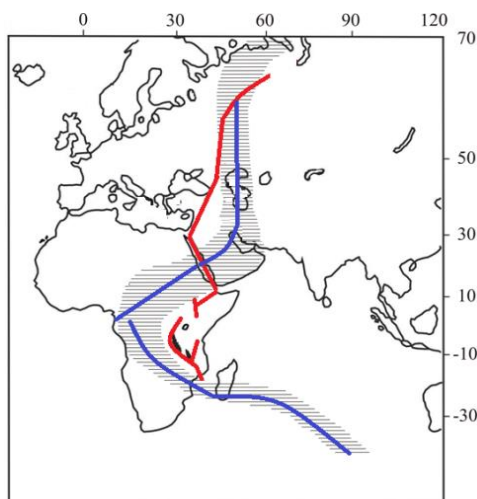


Рисунок 1 - Сравнение положений Европейско-Африканского тектонического пояса по материалам наземной (красные линии) и спутниковой (синие линии) геофизики.

Тектонические дислокации сквозных поясов возникают в зоне наиболее интенсивных геодинамических проявлений платформенных территорий; с ними связаны условия формирования полезных ископаемых, зон возникновения очагов землетрясений и специфичных инженерно-геологических условий территорий.

Для изучения зон возникновения глубинного диапиризма в пределах Восточно-Европейской и Африканской платформ было выбрано три района, Прикаспийская впадина, Афарский плум (восточная Африка) и Камерунская вулканическая линия (западная Африка).

1. Тектоническая и геофизическая характеристика Прикаспийской впадин

По данным интерпретации профилей глубинных сейсмических зондирования «Элиста - Бузулук (I-I)», «Челкар - Волгоград (II-II)», «Саратов - Гурьев (III-III)», «Батолит-2 (IV-IV)»; показаны на рисунке 2, Прикаспийская впадина характеризуется следующей сейсмической моделью.

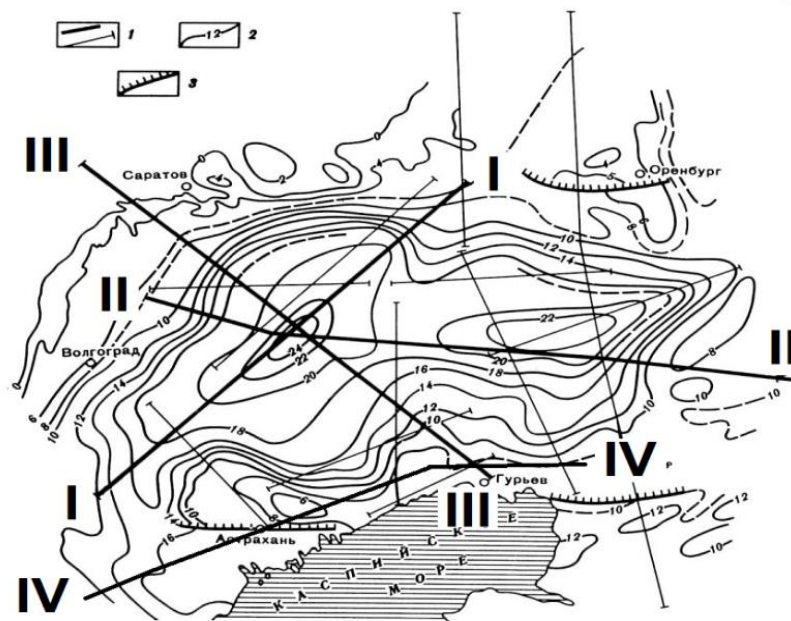


Рисунок 2 - Профили глубинного сейсмического зондирования. 1 - сейморазведочные профили, 2 - изолинии по кровле докембрийского фундамента, 3 - разломы.

Осадочная толща представлена сложной соляной тектоникой: переслаиванием высокоскоростных слоев известняков и солей. Мощность осадочного чехла надсолевых отложений впадины ($V_p = 3,0-3,5$ км/с) составляет более 5 км. Верхний скоростной этаж консолидированной коры - подсолевые отложения с $V_p = 5,8-6,2$ км/с мощностью до 15 км. Мощность пород среднего этажа кристаллического фундамента ($V_p = 6,4-6,5$ км/с) не превышает 15 км. Породы нижнего этажа ($V_p = 6,7-7,0$ км/с) образуют мощный слой в 15-20 км, поверхность которого поднимается к центру впадины.

Новейшая и современная геодинамика этой части плиты определяется активностью сквозного Европейско – Африканского тектонического пояса и проявляется наличием активных тектонических структур, сейсмичности, газогеохимических аномалий глубинного генезиса, а также аномалий теплового потока.

На рисунке 3 показан модель литосферы по профилю Элита - Бузулук, расположенной в Прикаспийской впадине.

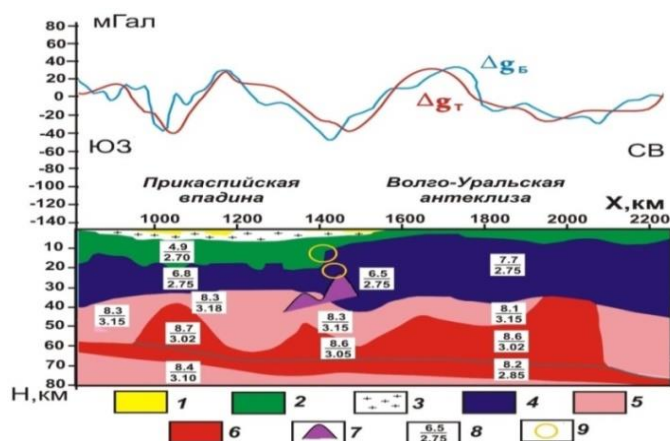


Рисунок 3 - Модель литосферы по профилю Элишта - Бузулук: Осадочные комплексы: 1 - терригенный кайнозойский, 2 - терригенно-карбонатный палеозой - мезозойский, 3 - соленосные толщи кунгура. Комплексы кристаллической коры: 4 - нормально уплотненные метаморфические породы архейского фундамента, 5 - нормально уплотненные породы мантии, 6 - разуплотненные породы мантии, 7 - зона повышенной электропроводности по данным МТЗ, 8 - значения физических параметров (в числителе - скорости продольных волн, в знаменателе - плотности), 9 - гипоцентры землетрясений.

Глубинные диапиры в данной модели выделяются по данным сейсморазведки и гравиразведки в районе пикета 1000 и по данным сейсморазведки, гравиразведки и электроразведки - в районе пикета 1400. Глубинному диапиру в районе пикета 1400 соответствует очаговая зона землетрясений.

На участке Мынтобинского выступа докембрийского фундамента выявлена наиболее крупная аномалия теплового потока Прикаспийской впадины, показана на рисунке 4. Величина геотермического градиента, превышает 50°C/км, при средних значениях по региону 15-20°C/км.

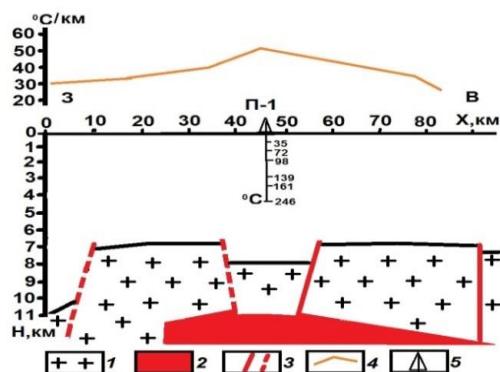


Рисунок 4 - Геолого - геофизический профиль через Мынтобинский выступ докембрийского фундамента вдоль профиля Батолит-2. 1 - толща кристаллического докембрийского фундамента, 2 - зона разуплотнения кристаллического фундамента, 3 - разломы, 4 - кривая значений геотермического градиента, 5 - параметрическая скважина П-1 со значениями температуры по глубине.

Нефтегазоность. Главные месторождения Прикаспийской впадины являются: на территории Атырауской области нефтяной гигант Тенгиз, Кашаган (акватория Северного Каспия). В Астраханской области России открыто крупное газоконденсатное месторождение Астраханское. В Актюбинской области открыты крупные месторождения как Жанажол, Кенкияк, Алибекмола, Урихтау, Акжар, Кокжиде и др. Также открыты мелкие и средние нефтегазоконденсатные месторождения: Тепловское, Гремячинское и газовые Цыгановское, Ульяновское, Токаревское.

2. Тектоническая и геофизическая характеристика Афарский полигон

Афарская впадина показана на рисунке 5, представляет собой область рифтинга треугольной формы на тройном стыке между Нубийской, Сомалийской и Аравской плитами.

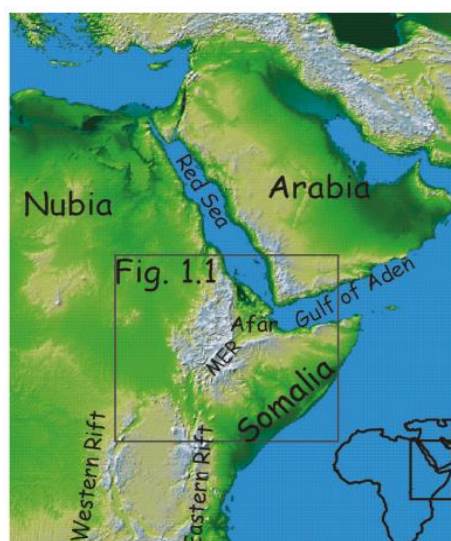


Рисунок 5 - Региональная обстановка изучаемой области, показывающая взаимодействие трех пластин (Нубия, Аравия и Сомали) в Афаре.

Для этого региона характерны интенсивной вулканической деятельности и сейсмической активности, вызванной апвеллингом мантии.

На рисунке 6 представлена карта расположение сейсмических данных и активных вулканов.

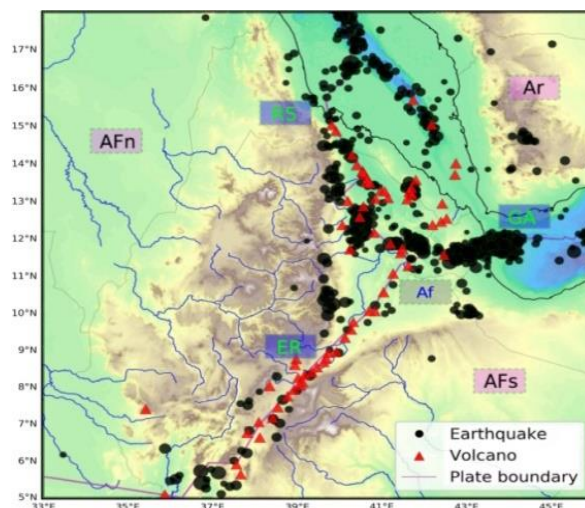


Рисунок 6 - Тектоническая обстановка Афарского тройного сочленения. Красные треугольники - действующие вулканы голоцена. Пурпурная линия представляет собой границу плиты. Черные кружки обозначают расположение эпицентров землетрясений ($M_w > 4$). Большинство землетрясений в регионе имеют небольшую глубину. Черный текст в пурпурной рамке содержит названия различных плит: Afn - Африканская (нубийская) плита; АФс - Африканская (сомалийская) плита; Аг - Арабская тарелка. Зеленый текст в синей рамке содержит названия трех разломов: ER, разлом Эдема; Джорджия, Аденский залив; RS - Разлом Красного моря. Синий текст в коричневой рамке (Af) указывает на расположение тройного соединения Афар.

На рисунке 7 представлены исходные данные, использованные в интерпретации гравитационного поля.

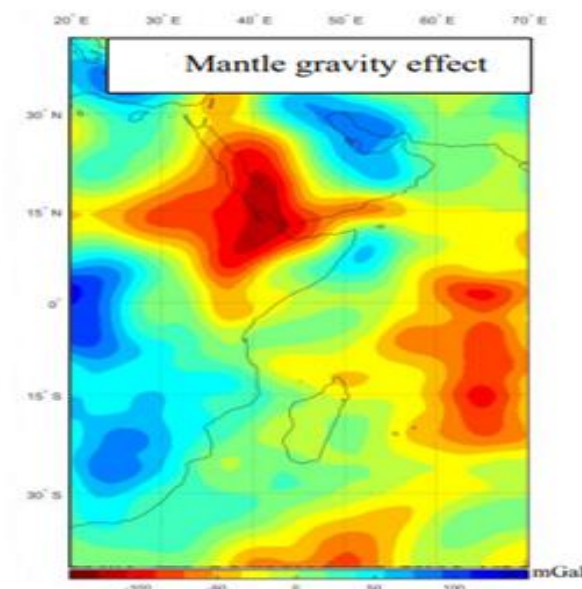


Рисунок 7 - Исходные данные, использованные в инверсии силы тяжести в этом исследовании. Красные цвета указывают на отрицательную аномалию силы тяжести, параллельную более низкой скорости поперечной волны в модели сейсмической томографии, и синие цвета также указывают на положительную аномалию силы тяжести, которая соответствует высокой скорости поперечной волны томографическая модель.

Нефтегазоносность. Нефтегазоносность установлена для восточных (Огаденский бассейн) и южных (близ границы с Кенией) районов. Имеются месторождения бурых углей, руд платины (Юбдо), железа, марганца, никеля, полиметаллов; барита, серы, драгоценных камней (аметист, аквамарин, гранат, изумруд, опал, сапфир, турмалин), цементного, стекольного, керамического, содового сырья, природных строительных материалов.

Важнейшие полезные ископаемые - руды редких металлов, золота; калийные и каменная соли. Месторождения руд тантала, ниобия, бериллия приурочены к пегматитовым жилам и гранитным интрузиям; выявлены в штате Оромия.

3. Тектоническая и геофизическая характеристика Камерунской вулканической линии (CVL)

Камерунская вулканическая линия (CVL) изображена на рисунке 8, расположена в Западной Африке и представляет собой цепь кайнозойских вулканических и субвулканических комплексов без четкой возрастной градации, длиной 1600 км, которая охватывает границу между континентом и океаном и простирается от Гвинейского залива до внутренней части Африканского континента.

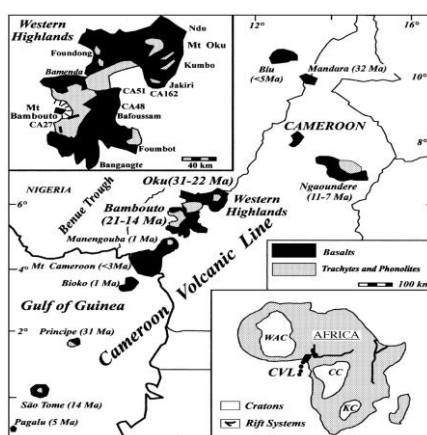


Рисунок 8 - Камерунской вулканической линии (CVL). Указанные возрасты относятся к стратоидному вулканизму континентального сектора и к началу базальтового вулканизма на океанических островах. Врезка вверху слева: схематическая карта нагорья Западного Камеруна; Показана кальдера горы Бамбуто, а также расположение базальтовых образцов. На вставке внизу справа: кратоны - это кратон Западной Африки (WAC), кратон Конго (CC) и кратон Калахари (KC).

Океанический сектор CVL состоит из шести крупных вулканов, по одному на каждом из островов Пагалу, Сан-Томе и Принсипи и трех (Санта-Исабель, Бяо и Сан-Карлос) на острове Биоко. Континентальный сектор состоит из горы Этинде, горы Камерун, горы Румпи, горы Маненгуба, горы Бамбуто, горы Мбам и горы Оку, которые построены на горстах, чередующихся с грабенами (Кумба, Томбель, Мбо, Ндоп, равнина Тикар), где преобладают моногенные конусы.

Юго-западная континентальная зона Камерунской тектонической линии находится в области гавитационного минимума GfN . На рисунке 9 показаны аномалии гравитационного поля в трех разных районах от запада Африканской платформ до центральной части к главному направлению горизонтального напряжения. Напряжения привели к разуплотнению литосферы и последующих отрицательных значениях кривых гравитационных аномалии.

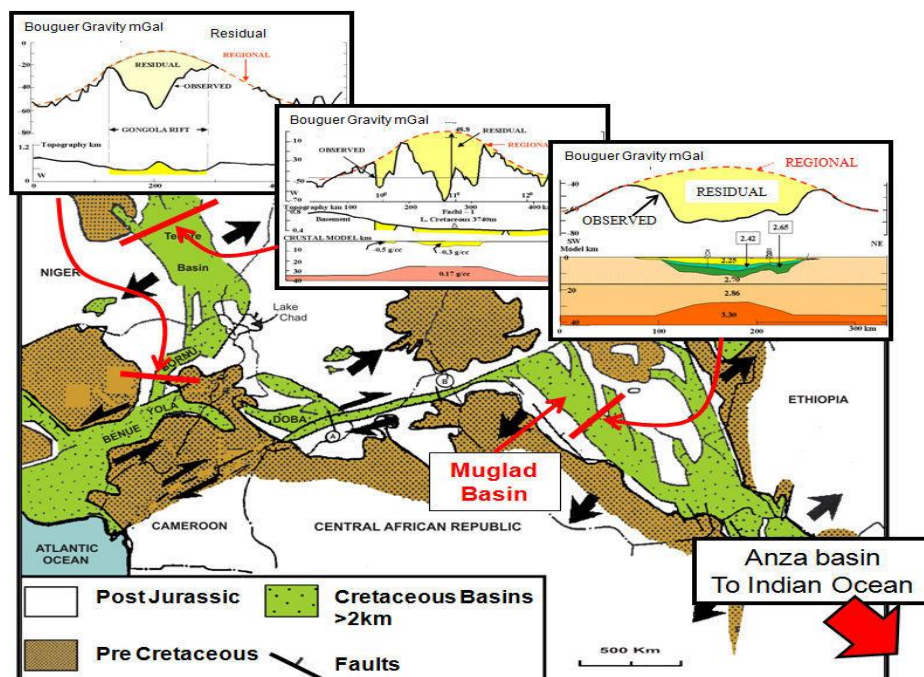


Рисунок 9 – Гравитационные аномалии западно-центральноафриканского региона.

На рисунке 10 изображены эпицентры землетрясений вдоль CVL.

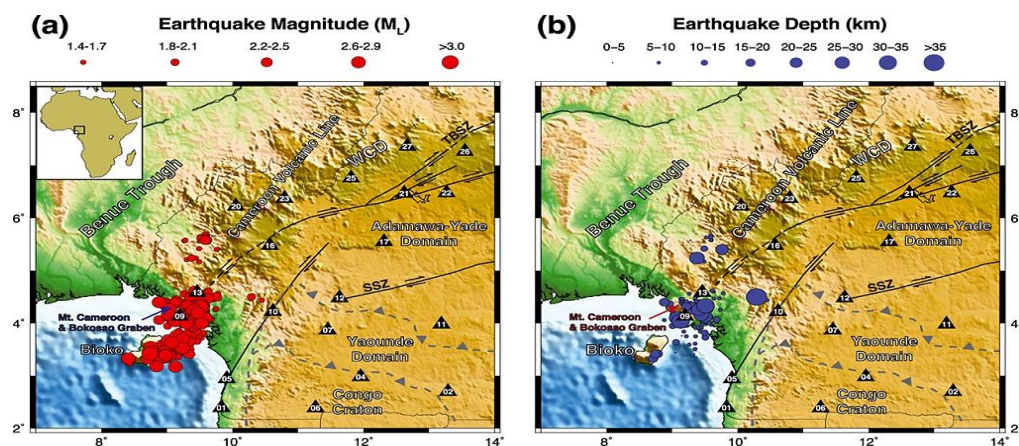


Рисунок 10 - Сейсмичность вдоль CVL в феврале – мае 2006 г. (а) магнитуды местных землетрясений и (б) локальные глубины землетрясений в Камеруне. Жирные пунктирные линии - надвижки. Домены модифицированы, WCD: Западный Камерун (неопротерозой). Жирные черные линии - основные сдвиговые разломы Центральноафриканской зоны сдвига, SSZ: Зона сдвига Санага. Треугольники с черными номерами - это места расположения сейсмографических станций.

Нефтегазоносность. Нефтегазоносный бассейн в Западной Африке, в прибрежных районах Ганы, Того, Бенина, Нигерии, Экваториальной Гвинеи, Камеруна; открыт в 1953 году. Продуктивные отложения находятся на глубине 1,5-4 км. Основные нефтегазоносные горизонты приурочены к неогеновым, палеогеновым, миоценовым, меловым отложениям.

❖ **Нигерийский нефтегазоносный бассейн;** является крупнейшим бассейном Африки. В нем уже открыто более 350 месторождений нефти и газа, а годовая добыча достигает 150 млн т. нефти. Бурением изучен только кайнозойский продуктивный комплекс мощностью более 5 км, в составе которого присутствуют три главные свиты: Аката (палеоцен), Агбада (эоцен) и Бенин (олигоцен). Большинство залежей приурочено к песчаникам свиты Акбада (поздний эоцен – олигоцен).

❖ **Кванза-Камерунский осадочно-породный мегабассейн;** трассируется вдоль побережья Камеруна, Конго и Анаголы на расстояние почти 5 тыс. км и общей площади 2 млн км². В состав рассматриваемого мегабассейна входят четыре нефтегазоносных бассейна (с севера на юг): Дуала, Огове, Нижнеконголезский и Кванза.

❖ **Бассейн Рио-Мун (Экваториальная Гвинея);** Разведка нефти в Экваториальной Гвинеи начиналась в 1979 году. До сегодняшнего дня

открыто газоконденсатное месторождение Alba, нефтяные Зафиро, Окуме и Себа и др.

Результаты исследований

В ходе выполнения работы, выявлены общие геофизические, геотектонические и геодинамические критерии проявления глубинного диапиризма в пределах Восточно-Европейской и Африканской платформ.

К общим геофизическим критериям исследуемых территории относятся зоны разуплотнения литосферы, выявляющиеся по региональным гравитационным минимумам.

В качестве общего геотектонического критерия рассматривается сквозной Европейско – Африканский тектонический пояс.

В качестве общих геодинамических критериев рассматриваются сейсмичность и современный вулканизм. Очаги современного вулканизма отчетливо проявляющиеся на Африканской платформе, в пределах Восточно-Европейской платформы прогнозируются по наличию интенсивных геотермических и газогеохимических аномалий.

Заключение. При исследовании зон возникновения глубинного диапиризма на территориях, находящихся в пределах Европейско-Африканского тектонического пояса (Прикаспийская впадина, Афарский плюм и Камерунская вулканическая линия) сделан вывод, что выделение этих зон может быть использовано в качестве поискового признака при исследовании геологических объектов. Эти признаки могут быть использованы при поисках нефти и газа, термальных вод, прогнозе зон эндогенного оруденения. Кроме того выделение зон глубинного диапиризма может быть использовано при прогнозе зон сейсмической опасности и вулканизма, в частности и при планировании строительства и размещения гражданских и промышленных объектов.