

44. Pyle D.M., Mather T.A., Biggs J. (eds). Remote Sensing of Volcanoes and Volcanic Processes: Integrating Observation and Modelling. Geological Society, London, Special Publications, 2013, 380, pp. 1–13.
45. Richards J.A. Remote Sensing Digital Image Analysis. An Introduction. 5<sup>th</sup> ed. Berlin: Springer–Verlang, 2013, 503 pp.
46. Sugawara Sh. Plants of Saghalinen, Toyohara Saghalien, 1937, 490 p.

УДК 528.94

DOI: 10.24057/2414-9179-2017-3-23-194-204

**И.П. Баранов<sup>1</sup>, В.И. Степанова<sup>2</sup>, О.В. Пикуленко<sup>1</sup>**

## **ВЫЯВЛЕНИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЙ УВ АФРИКИ ПО ЕДИНОЙ ТЕКТОНИЧЕСКОЙ СЕТИ НА ОСНОВЕ КАРТ ПЛАСТИКИ РЕЛЬЕФА**

### **АННОТАЦИЯ**

*Основная цель статьи – представить возможности метода пластики рельефа при прогнозе месторождений нефти. Метод разработан, формализован и математически подтверждён группой учёных Пуцинского научного центра под руководством профессора И.Н. Степанова в 80-х г.г. XX в. [Степанов и др., 1977; Степанов, 2006] В процессе многолетнего изучения поведения литодинамических структур и систем, метод был успешно апробирован на месторождениях Краснодарского края, Астраханской области, Западной Сибири, Калмыкии, Аргентины, Венесуэлы, Кувейта, США и др. В настоящее время данный комплекс операций учёными-разработчиками метода именуется литодинамическим или палеоструктурным анализом. Метод включает в себя: технологию визуализации литодинамических структур и систем земной поверхности по горизонталям структурных, топографических и батиметрических карт; анализ форм литодинамических структур и систем; прогноз (рекомендации) положения месторождений углеводородов. На примере Африки показан анализ литодинамических структур, выявленных методом пластики рельефа и возможность их использования. В статье делается предположение о взаимосвязи крупнейших месторождений углеводородов Африки. Предложенная нами в статье схема литодинамических систем и линейных структур хоть и является картографической моделью, тем не менее, имеет высокую степень вероятности, что было доказано при исследованиях месторождений не только Африки, но и Западно-Кубанского прогиба (совместная работа с ОАО «НК «Роснефть»»), Западной Сибири (ОАО «НК «Лукойл»»), Калмыкии (ОАО «НК «Калмнефть»») и других месторождений шара (Аргентина, Кувейт, США, Казахстан). Данный метод может быть использован при поиске новых месторождений нефти и газа в пределах всей земной поверхности.*

### **КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:**

*Африка, нефть, метод пластики рельефа, анализ, литодинамика*

### **ВВЕДЕНИЕ**

До Второй мировой войны африканский континент в отношении нефтегазоносности рассматривался как бесперспективный. Однако открытие в 1954–1956 гг. месторождений

<sup>1</sup> Институт биологического приборостроения РАН; 142290, Россия, Московская область, Пушкино, ул. Институтская, 7; e-mail: agroecology@inbox.ru

<sup>2</sup> Институт биологического приборостроения РАН; 142290, Россия, Московская область, Пушкино, ул. Институтская, 7; e-mail: agroecology@inbox.ru

нефти и газа в Алжирской Сахаре, в 1956–1959 гг. – нефтяных месторождений в Нигерии и в 1959 г. – группы нефтяных месторождений в Ливии окончательно утвердило мнение о наличии богатых запасов нефти и газа в Африке. Теперь Алжир, Ливия и Египет входят в число 20 крупнейших мировых производителей нефти.

«Уже к 2010 году на долю Африки пришлось 30 % мирового уровня добычи жидкого углеводородного сырья и 25 % сжиженного природного газа», – заявил Рон Мобед (Ron Mobed), президент и исполнительный директор энергетического подразделения компании IHS, ведущего поставщика информации и консультационных услуг в нефтегазовой отрасли.

По ресурсам нефти первое место среди стран Африки занимает Ливия – 41% общеафриканских запасов или более 3 млрд т. Всего в Ливии открыто 140 нефтяных, 81 газовое и 28 газонефтяных месторождений. Крупнейшее из них – гигантское месторождение нефти Сарир с запасами 1068 млн т – открыто в 1961 г. Вторым по величине в этой группе месторождений является нефтяное месторождение Нассер (Зелтен) (204 млн т), открытое в 1959 г. На втором месте Нигерия – 31%. Нигерия входит в первую десятку крупнейших нефтедобывающих стран мира. Добыча нефти здесь превысила 100 млн т. Достоверные запасы нефти в стране достигают 2,7 млрд т. Запасы природного газа оцениваются в 1,2 трлн м<sup>3</sup>. В стране выявлено более 160 нефтяных, 7 газовых и 24 газонефтяных месторождения. Они расположены в основном в дельте Нигера и в прилегающей части акватории Гвинейского залива, где было открыто 285 месторождений нефти. Добыча нефти на морских площадях значительно превышает добычу на месторождениях суши. На третьем – Алжир (14,5%). Но по запасам природного газа Алжир занимает первое место (62%), значительно опережая Нигерию (20%) и Ливию (11%). На его территории выявлено более трёх млрд м<sup>3</sup> газа. (15% мировых запасов). До 1948 г. добыча нефти в стране осуществлялась на единственном небольшом месторождении Тлиуане. Лишь в 50–60-е годы XX в. в Алжире были открыты крупные нефтяные и газовые месторождения. Ныне добыча нефти ведётся на 43 месторождениях. Половину добычи нефти в стране обеспечивает гигантское месторождение Хасси-Месауд (в переводе – «Колодец счастья»). Оно расположено в 690 км к юго-востоку от г. Алжир. Начальные потенциальные геологические запасы нефти оцениваются в 5 млрд т. На четвёртом – Египет. К настоящему времени открыто 46 нефтяных и 5 газовых месторождений, где 514 млн т нефти и свыше 90 млрд м<sup>3</sup> природного газа. Основная часть месторождений расположена в районе Суэцкого залива, на побережье залива Красного моря и Синайском полуострове. Это – крупнейшие нефтяные месторождения. В их числе – месторождение Эль-Морган с запасами нефти более 600 млн т. Около 300 млрд. баррелей нефтяного эквивалента, две трети которого находится в жидкой фазе, было разведано в Африке. 85 % этих запасов расположены в 10 тектонических бассейнах, из которых бассейн Sirte в Ливии обладает наибольшими запасами (22 % от всех запасов Африки). На сегодняшний день Алжир, Ливия и Египет входят в число 20 крупнейших мировых производителей нефти [Африка..., 1985].

Однако потенциал континента предполагает наличие и других крупных месторождений, что и будет рассмотрено в данной статье.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Наряду с традиционными, классическими методами поиска месторождений УВ (углеводородов) используются и альтернативные – малоизвестные, отчасти субъективные, а от того и малоиспользуемые подходы. К их числу относятся: анализ данных космосъемки и аэрофотосъемки; морфометрия; выявление геохимических признаков присутствия УВ и др. В подавляющем своем большинстве обрабатываются данные земной поверхности, в пределах которой выявляются аномалии: морфологические, химические, условно тектонические. Нередко такие методы дают результат. Тем не менее, несмотря на низкую стоимость таких работ, почти все геологи мира предпочитают оперировать классическими способами получения информации – геофизика и бурение скважин. Конечно, прямое получение информации из створа скважин всегда даст стопроцентный результат, но стоимость каждого отверстия в

земной коре, в зависимости от глубины залегания перспективного горизонта, составляет несколько миллионов долларов. При этом положительной считается результативность бурения 10-20% или 1-2 скважины из десяти. Эффективность некоторых альтернативных методик может составлять 30-50 и более процентов, что значительно сокращает и финансовые расходы, и сроки получения результата. Напрашивается вопрос: «Почему некоторые (не все) методы не находят своего массового заказчика?» Ответ прост: «Конкуренция». Так как в большинстве добывающих компаний штат составляют классические геологи и геофизики, то разработка и совершенствование инновационных технологий искусственно сдерживается. При этом данные, полученные различными методами, могут совпадать по причине выявления неких аномалий, которые разными методами фиксируются по своему, равно как и человеку свойственно получать информацию об одном и том же предмете извне с помощью пяти чувств.

Одним из таких альтернативных методов является «Пластика рельефа». Он включает в себя: технологию визуализации литодинамических структур и систем земной поверхности по горизонталям структурных, топографических и батиметрических карт; анализ форм литодинамических структур и систем; прогноз (рекомендации) положения месторождений УВ на территории исследования. Метод разработан, формализован и математически подтверждён группой учёных Пущинского научного центра под руководством профессора И.Н. Степанова в 80-х г.г. XX в. [Степанов и др., 1977; Степанов, 2006] В процессе многолетнего изучения поведения литодинамических структур и систем, метод был успешно апробирован на месторождениях Краснодарского края, Астраханской области, Западной Сибири, Калмыкии, Аргентины, Венесуэлы, Кувейта, США и др. В настоящее время данный комплекс операций учёными-разработчиками метода именуется литодинамическим или палеоструктурным анализом. Первый термин отражает распределение литологического вещества в верхних горизонтах земной коры под воздействием эндогенных, экзогенных и гравитационных процессов в виде динамичных потоковых структур и систем. Второй – выявление древних литодинамических образований, большей частью скрытых многометровым слоем геологических отложений. Так как потоковые структуры и системы возникают везде, где есть градиент высот или глубин, то ими покрыта вся земная поверхность суши и Мирового океана, геологических глубинных горизонтов, образуя единый каркас земной коры. Любая форма рельефа земной поверхности является верхней частью этого каркаса.

Неоднородность земной коры представляет собой повсеместное распространение впадин и повышенных участков (горные страны и возвышенности), и чем выше градиент высот, тем стремительнее происходят процессы эрозии коры. В каждую впадину будут стремиться не только водные потоки, но и геологические массы. Это отображается на топографических, батиметрических и структурных картах дугами горных стран, осями хребтов и антиклиналей, которые изгибаются в направлении ближайших крупных впадин (аттракторов). В горной местности отображением этих процессов являются конуса выноса, на равнине речная сеть гор так же ориентируется на впадины-аттракторы. Удалённость аттрактора от горной страны не важна. Поверхностные и подземные воды, частицы аллювиальных и делювиальных наносов, геохимические элементы, горные породы образуют литодинамические, гидродинамические и геохимические потоки, которые преодолевают значительные расстояния – от десятков до нескольких тысяч километров, в зависимости от скорости перемещения и времени. В ландшафте они представлены в виде наносных образований, геохимических аномалий, водных потоков рек. Несмотря на низкую скорость в поле гравитации, огромные геологические массы также приходят в движение. Их перемещение мы можем наблюдать только в периоды землетрясений, обвалов, вулканической деятельности и оползней.

Технология «Пластика рельефа», разработанная профессором И.Н. Степановым, позволяет выявлять такие потоки, структуры и системы, используя горизонталы карт градиентов высот: топографических, батиметрических и структурных. Использование технологией тематических данных рельефа, делает и саму технологию высокоинформативной. На картах

пластики рельефа можно увидеть земную поверхность в динамике, с дифференциацией на повышения и понижения. Однонаправленные и исходящие из единого центра литодинамические потоки образуют структуры. Группа однонаправленных близкорасположенных структур с единым исходящим центром образует системы. В системе структуры могут располагаться как параллельно, так и последовательно. Как правило, начало каждой системы расположено в горной местности (на суше, на дне Мирового океана, структурных горизонтах геологических отложений).

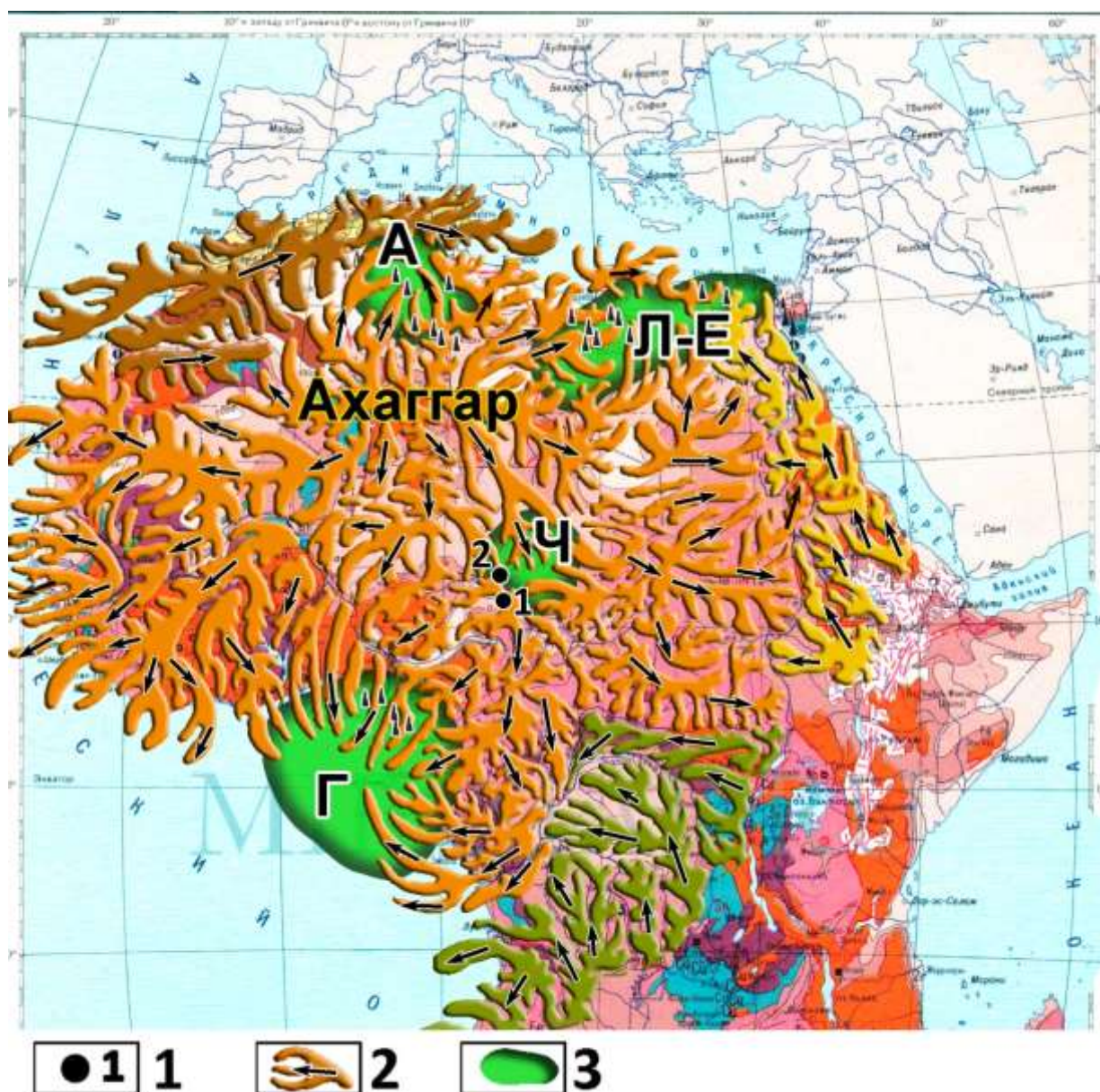
Для наглядности авторами метода изначально было принято выделять и цветом и объёмом только повышенные участки потоковых структур и систем. Понижения между потоками также учитываются в обработке информации. Детальный анализ литодинамических образований позволяет визуализировать: дельтовые и палеodelьтовые структуры, формы речных наносов, вулканические потоки, погребённые возвышенности, карстовые и оползневые образования, области аккумуляции геовещества различных уровней (промежуточные и конечные аттракторы), геохимические барьеры, подземные водные потоки.

Более детальный анализ карт пластики рельефа позволяет определить местоположение участков повышенной напряжённости земной коры в виде линейных структур (ЛС), литодинамических кольцеобразных структур (ЛКС) и зон контакта литодинамических потоковых структур и систем. Все эти данные стали основанием для выявления коренных и осадочных рудных месторождений (в т.ч., золота и драгоценных минералов), прогноза нефтегазоносности. Послойное картографическое наложение вышеперечисленных критериев позволяет выявить наиболее вероятные области возникновения наилучших условий для образования залежей металлов и резервуаров УВ.

Таким образом, метод пластики рельефа повышает информативность карт изолиний, являясь математическим инструментом в изучении геологии Земли, понимании генезиса процессов природы, что позволяет производить поиск и рационально использовать ресурсы нашей планеты. Помимо этого, метод находит применение и в других направлениях жизни государства: сельское хозяйство, градостроение [Баранов, 2014], экология и территориальное планирование [Степанова, Пикуленко, 2014]. Преимущество метода состоит и в масштабности рассмотрения территории. Так, на локальном и детальном уровнях он позволяет решить конкретную задачу, а на региональном или планетарном – показать эволюцию развития материка или океана.

## **РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ**

В рамках договора по исследованию потокового рельефа двух месторождений на северо-востоке Нигерии, нами был проведён анализ литодинамики территории и составлен прогноз нефтегазоносности. В качестве основного инструмента использовался метод пластики рельефа. Работа проводилась по принципу от общего к частному – от положения участков в общей картине потокового рельефа региона до детального анализа и составления прогноза по каждому из лицензионных участков. Достаточно мелкий масштаб топографической карты (М 1:16 000 000) позволил охватить значительные площади для того, чтобы выявить литодинамический каркас Африки и установить, как распределены известные месторождения нефти и газа Северной и Центральной Африки относительно литодинамических потоковых структур и систем. После проведения процедуры визуализации литодинамического каркаса, на карту были нанесены участки исследования и группы известных месторождений УВ Алжира, Ливии, Египта, Гвинейского залива – рисунок 1.



**Рисунок 1.** Карта литодинамической ситуации северной части Африки. М. 1:16 000 000.

Условные обозначения: 1 – местоположение исследуемых участков АОЕ-1 и АОЕ-2;

2 – литодинамические потоки разной направленности;

3 – впадины: А – Алжирская, Л-Е – Ливийско-Египетская, Ч – Чадская, Г – Гвинейская.

**Figure 1.** Map of lithodynamic situation in North Africa. Scale 1:16 000 000.

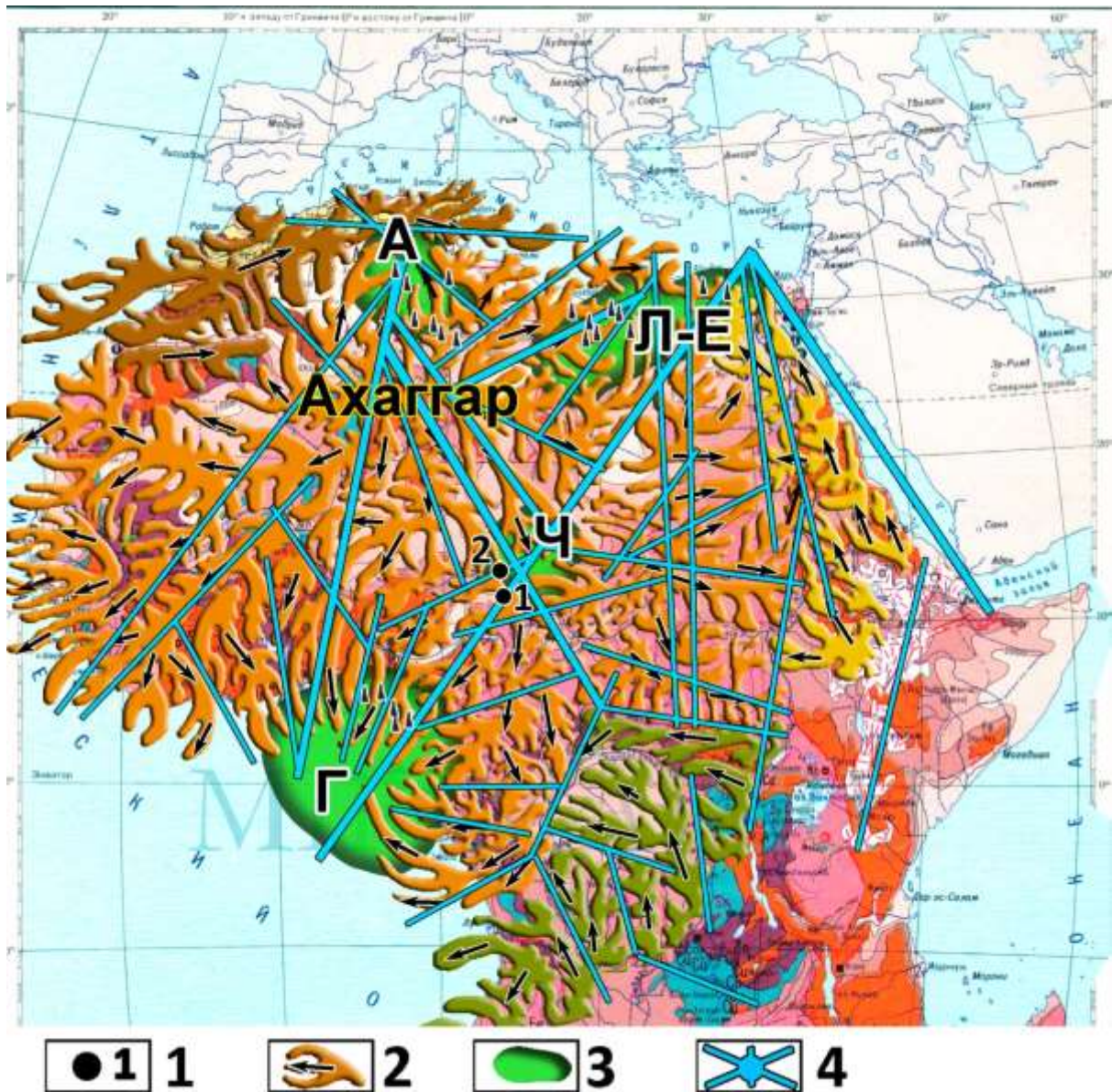
Legend: 1 – location of the АОЕ-1 and АОЕ-2 study plots;

2 – lithodynamic flows of different direction;

3 – trench: А – Algerian, L-E – Libyan-Egyptian, Ч – Chad, Г – Guinean

Рисунок пластики позволил выявить принадлежность потоков-повышений и образованных ими потоковых структур к определённым системам. На рисунке 1 они показаны различными оттенками цветов. Центральное место занимает система, берущая начало в нагорье Ахаггар. Здесь расположена начальная точка расхождения потоков (репеллер), из которой потоки устремляются по всему северу Африки. Ахаггар представляет собой фундамент Сахарской платформы, вышедший на поверхность 2 млрд лет назад. Сначала нагорье было приподнято на высоту до 2 тысяч метров, а позднее расчленено глубокими тектоническими разломами, неоднократно проявляла себя вулканическая деятельность. Самая высокая точка Ахаггара – гора Тахат высотой 2918 метров.





**Рисунок 2.** Комплексная карта литодинамических потоков, впадин и сети линейных литодинамических структур. М 1:16 000 000.

Условные обозначения: 1 – местоположение исследуемых участков АОЕ-1 и АОЕ-2;  
 2 – литодинамические потоки разной направленности;  
 3 – впадины: А – Алжирская, Л-Е – Ливийско-Египетская, Ч – Чадская, Г – Гвинейская.;  
 4 – линейные литодинамические структуры

**Figure 2.** Comprehensive map of lithodynamic flows, depressions and networks of linear lithodynamic structures. Scale 1:16 000 000.

Legend: 1 – location of the AOЕ-1 and AOЕ-2 study plots;  
 2 – lithodynamic flows of different directions;  
 3 – trench: А – Algerian, L-E – Libyan-Egyptian, Ч – Chad, G – Guinean.;  
 4 – linear lithodynamic structures

На окраинах эта система (условно назовём Ахаггарская) контактирует с менее обширными по площади системами: Алжирско-Марокканской – на севере; Египетской – на востоке и Конголезской (Центральной) – на юге. Из начальной точки (репеллера) потоки Ахаггарской системы устремляются в области крупных впадин-аттракторов, где происходит аккумуляция литологического вещества. Две впадины расположены в Атлантическом океане – на

западе и в районе Гвинейского залива. Еще две впадины представляют протяжённые аттракторы, т.к. относятся к долинам крупных рек – Нила и Конго. Следующие впадины расположены на материке: Алжирская на севере; Ливийско-Египетская и Чадская.

Наибольший интерес представляют материковые впадины и впадина Гвинейского залива. Такого внимания они заслуживают тем, что их положение совпадает с положением крупных бассейнов УВ. За исключением Чадской впадины, где только идут поисково-разведочные работы, в остальных впадинах более полувека ведётся промышленная добыча нефти, газа и газоконденсата.

Помимо потоков распределения литологического вещества в поле гравитации, пластика рельефа позволяет выделить и линейные зоны напряжённости земной коры – рисунок 2.

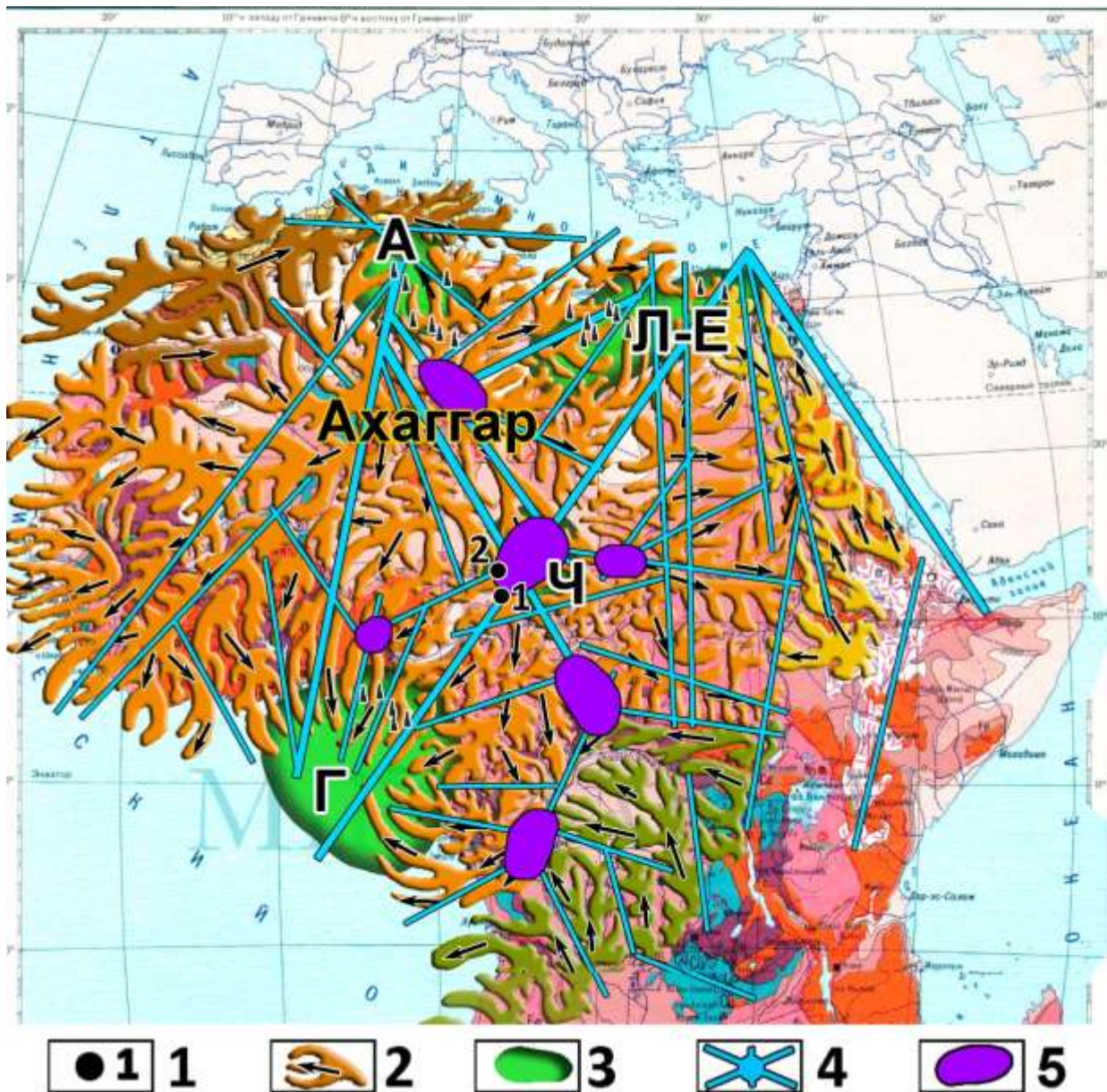
Как правило, выделяются такие структуры по следующим признакам: по протяжённым линейным впадинам или цепочкам впадин, выстраивающимся в линию; по протяжённым литодинамическим потокам-повышениям или группе потоков, расположенных и ориентированных в одном направлении. Линейные впадины или повышения могут местами прерываться, но общий вектор тренда будет преобладать. Как показано на карте (рисунок 2), линейные структуры устремлены во впадины, в которых они образуют узлы схождения или распределения. Это даёт возможность установить следующую закономерность – впадина Чада в такой схеме занимает центральное положение. Линеаменты, исходящие или пересекающие её, устремлены к другим трём нефтегазоносным впадинам, что позволяет предположить не меньшую перспективность Чадской впадины на наличие УВ, чем связанных с ней линейными структурами открытых месторождений Алжира, Ливии, Египта и Нигерии.

При этом линейные структуры могли играть роль каналов, по которым мигрировали углеводороды. Данное предположение основано на том, что Чадская впадина была сформирована в период становления кристаллического фундамента Африки. Древние кристаллические породы фундамента, прикрытые четвертичными отложениями, местами выходят на поверхность в виде отдельных гранитных холмов и скал. В нынешнем состоянии озеро Чад представляет собой остаток намного более крупного древнего водоёма – Мега-Чада, акватория которого достигала 300—400 тыс. км<sup>2</sup>. Точный возраст Мега-Чада пока уточняется по мере исследований (в частности, при помощи радиоуглеродного анализа), но уже известно, что за последние 12 тысяч лет площадь Чада минимум трижды очень сильно возрастала. 7 тысяч лет назад, в период максимального разлива, Мега-Чад простирался на сто километров на северо-восток (примерно, до Файя-Ларжо), занимая площадь около 1 миллиона км<sup>2</sup>, и был связан с Атлантическим океаном через цепочку рек Майо-Кеби→Бенуэ→Нигер. Это также объясняет, каким образом в озеро Чад попали ламантины [Дмитревский, 1967], [Дмитревский и др., 1979].

Долгие годы во впадине шло накопление органического вещества, что привело к формированию здесь значительной по площади области генерации УВ. В дальнейшем, посредством линейных зон напряжённости земной коры (тектонических разломов?), углеводороды могли мигрировать из Чадской котловины в соседние области, занимая наиболее благоприятные по пористости горных пород участки. На основании данной модели линейных структур нами было сделано предположение о наличии различных по площади перспективных областей, в пределах которых происходит пересечение двух, трёх и более линейных структур – рисунок 2.

Рассмотрим основные условия формирования месторождений УВ Алжира, Ливии, Египта и Нигерии в свете предложенной нами картографической модели.





**Рисунок 3.** Прогнозная карта месторождений УВ Северной и Центральной Африки.  
М 1:16 000 000.

Условные обозначения: 1 – местоположение исследуемых участков АОЕ-1 и АОЕ-2;  
2 – литодинамические потоки разной направленности;  
3 – впадины: А – Алжирская, Л-Е – Ливийско-Египетская, Ч – Чадская, Г – Гвинейская;  
4 – линейные литодинамические структуры; 5 – прогнозные области

**Figure 3.** Forecast map of hydrocarbon deposits in North and Central Africa. М 1:16 000,000.

Legend: 1 – location of the AOE-1 and AOE-2 study plots;  
2 – lithodynamic flows of different direction;  
3 – trench: A – Algerian, L-E – Libyan-Egyptian, Ч – Chad, G – Guinean;  
4 – linear lithodynamic structures; 5 – predicted regions

**Алжир и Ливия.** Месторождения этих двух стран приурочены к Алжиро-Ливийскому нефтегазоносному бассейну. Расположены они большей частью на северо-востоке и северо-западе Сахарской области. Часть ливийских месторождений относится к области Сирт, которая является частью Сахаро-Средиземноморского нефтегазоносного бассейна. Крупнейшее месторождение нефти — Хасси-Месауд локализовано в песчаниках кембрия-ордовика. Другие древние месторождения также приурочены к тому же периоду. Нефти лёгкие (до 840



кг/м<sup>3</sup>), малосернистые. Более молодые залежи расположены в отложениях нижнего триаса, мела и палеоцена.

Обратим внимание на перспективные древние отложения кембрия-ордовика. Они интересны тем, что сам кембрий представлен кристаллическими метаморфизированными песчаниками, который не может являться основой (материнской породой) для генерации УВ. Нижние этажи представлены архейскими гранитами. Откуда тогда здесь могла появиться нефть, причём, в значительном количестве? Геологи выдвигают две гипотезы – нефть могла прийти из отложений ордовика или из недр Земли, подтверждая теорию о неорганическом происхождении УВ. Мы же считаем, что наличие в кембрийских породах месторождений обусловлено глобальной латеральной миграцией углеводородов из области Чадской впадины по каналам напряжённости земной коры.

**Египет.** Здесь нефть выявлена в отложениях от палеозоя (девон) до кайнозоя (миоцен). Вполне вероятно, что и здесь старшие месторождения девона сформировались в течение длительной латеральной миграции УВ из Чадской впадины.

**Нигерия.** Месторождения – многопластовые, глубина залегания продуктивных пластов на суше – 1500-2000 м, на шельфе – 2500-3600 м. Ловушки структурного типа, а также тектонически экранированные, что подтверждается высокой концентрацией линейных структур. Помимо этого, выявленные по карте пластики рельефа палеодельтовые литодинамические структуры Нигера и Конго в пределах шельфа подтверждают длительность процессов накопления органических отложений. Попадая в области высокой напряжённости земной коры с благоприятным температурным режимом, органическое вещество проходило стадию преобразования в УВ, с дальнейшим заполнением высокопористых песчаников свит агбада (пористость 40%) и бенин, являющихся основой литодинамический палеодельт.

На основании карты литодинамики и схемы линий напряжённости земной коры нами сделан прогноз нефтегазоносности северной и центральной частей Африки – рисунок 3. Большинство из прогнозных областей расположены в пределах тяжёлых условий пустыни или влажного климата. Эти данные требуют дополнения геологическими данными. Но выявленные методом пластики рельефа закономерности могли являться основой для пересмотра потенциала данных перспективных территорий.

## ВЫВОДЫ

Сегодня Африка занимает далеко не последнее место в когорте нефтедобывающих районов мира с её 12 процентами разведанных на планете запасов нефти и 11 процентами мирового объёма добычи. Темпы роста разведанных месторождений и масштабов добычи говорят о том, что в будущем столетии роль Африки в нефтяных вопросах будет только расти. Предложенная нами схема литодинамических систем и линейных структур хоть и является картографической моделью, тем не менее, имеет высокую степень вероятности, что доказывалось при исследованиях месторождений Западно-Кубанского прогиба (совместная работа с ОАО «НК «Роснефть»»), Западной Сибири (ОАО «НК «Лукойл»»), Калмыкии (ОАО «НК «Калмнефть»») и месторождений земного шара (Аргентина, Кувейт, США, Казахстан и др.). Данный метод может быть использован при поиске новых месторождений нефти и газа в пределах всей земной поверхности.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Африка в цифрах (Статистический справочник). – М.: Наука, 1985. – 422 с.
2. Балуховский А.Н., Ронов А.Б., Хаин В.Е. Атлас литолого-палеогеографических карт мира. Мезозой и кайнозой континентов и океанов. – Л., 1989. – 89 с.
3. Баранов И.П. Использование концепции пластики рельефа в решении проблем современного градостроения // Сборник материалов международной конференции «ИнтерКарто/ИнтерГИС 20». – Белгород, 2014. – С. 505–517.

4. Божко Н.А., Милановский Е.Е., Хаин В.Е., Поникаров В.П. Геология и полезные ископаемые Африки. – М.: Недра, 1973. – 544 с.
5. Дмитриевский Ю. Д. Внутренние воды Африки и их использование. – Л., Гидрометеоздат, 1967. – 380 с.
6. Дмитриевский Ю. Д., Олейников И. Н. Озёра Африки. – Л., Гидрометеоздат, 1979. – 184 с.
7. Степанов И.Н. и др. Методика составления серии среднемасштабных тематических карт «Природно-мелиоративная и сельскохозяйственная оценка Срединного региона СССР» // Материалы Всесоюзной конференции «Оценка природно-мелиоративных условий и прогноз их изменений». – Пушкино, 1977. – С. 23–93.
8. Степанов И.Н. Теория пластики рельефа и новые тематические карты. – М.: Наука, 2006. – 230 с.
9. Степанова В.И., Пикуленко О.В. Территориальное планирование экологических поселений с помощью карт пластики рельефа // Материалы международной конференции «ИнтерКарто/ИнтерГИС 20». – Белгород, 2014. – С.536–543.
10. Мазарович А.Н. Основы региональной геологии материков в 2 томах. Часть 2. южные материки, океаны и общие закономерности развития структуры земной коры. – М.: Московский Университет, 1951.– 490 с.
11. Дю Тойт. Геология Южной Африки. – М.: Издательство иностранной литературы, 1957. – 490 стр.
12. Thomas Schluter. Geological Atlas of Africa. – Springer, 2008. – 307 p.

Igor P. Baranov<sup>1</sup>, Vera I. Stepanova<sup>2</sup>, Olga V. Pikulenko<sup>1</sup>

## REVEALING REGULARITIES OF DISTRIBUTION OF HYDROCARBON DEPOSITS OF AFRICA ON A SINGLE TECTONIC-BASED NETWORK USING MAPS OF RELIEF PLASTIC

### ABSTRACT

*The main purpose of the article is to present possibilities of the method of relief plastic with the forecast of oil deposits. The method is developed, formalized and mathematically confirmed by the group of scientists of Pushchino scientific center headed by Professor I.N. Stepanova in the 80-ies of 20th century [Stepanov et al., 1977; Stepanov, 2006] In the process of long-term studies of the behavior of lithodynamic structures and systems, the method was successfully tested in the fields of Krasnodar Region, Astrakhan Region, Western Siberia, Kalmykia, Argentina, Venezuela, Kuwait, USA, etc. Currently, this set of operations is called by scientists-developers of the method lithodynamic or paleostructural analysis. The method includes: the imaging technology of lithodynamic structures and systems in the Earth's surface by contours of the structural, topographic and bathymetric charts; analysis of the forms of lithodynamic structures and systems; outlook (recommendations) of the provisions of the hydrocarbons. The case study of Africa has highlighted the analysis of the lithodynamic structures identified by the method of relief plastic and the possibility of their use. It is assumed that the largest deposits of hydrocarbons in Africa are interrelated. Our roadmap of lithodynamic systems and linear structures, though just a cartographic model, however, has a high degree of probability that has been proven in research fields not only in Africa but in the West Kuban trough (joint work with JSC "NK Rosneft"), West Siberia (JSC "LUKOIL"), Kalmykia (JSC*

<sup>1</sup> Institute of Biological Instrument RAS; 142290, Russia, Pushchino Moscow Region, Institutskaya 7; e-mail: agroecology@inbox.ru

<sup>2</sup> Institute of Biological Instrument RAS; 142290, Russia, Pushchino Moscow Region, Institutskaya 7; e-mail: agroecology@inbox.ru

“NC “Kalmneft””) and other deposits of the globe (Argentina, Kuwait, USA, Kazakhstan). This method can be used in the search for new oil and gas deposits within the earth's surface.

#### KEYWORDS:

*Africa, oil, the method of plastic relief, analysis, lithodynamic*

#### REFERENCES

1. Africa v tsifrah (Statisticheskij spravochnik) [Africa in numbers (Statistical directory)], Moscow: Nauka, 1985, 422 p. (in Russian).
2. Baluchowsky A.N., Ronov A.B., Khain V.E. Atlas litologopaleogeograficheskikh kart mira. Mezazoj i kajnozoj kontinentov i okeanov [The Atlas of lithologic-paleogeographic maps of the world. Mesozoic and Cenozoic of continents and oceans], Leningrad, 1989, 89 p. (in Russian).
3. Baranov I.P. Ispolzovanie kontsepcii plastiki reljefa v reshenii problem sovremennogo gradostroenija [Using the method of plastic relief in solving problems of modern urban planning], Sbornic materialov mezhdunarodnoj konferencii “InterCarto/InterGis 20”, 2014, Belgorod, pp. 505–517 (in Russian).
4. Bozhko N.A., Milanovsky E.E., Khain V.E., Ponikarov V.P. Geologija i poleznye iskopajemye Afriki [Geology and mineral resources of Africa]. Moscow: Nedra, 1973, 544 p. (in Russian).
5. Dmitrevskij U.D. Vnutrennie vody Afriki i ih ispolzovaniye [Inland waters of Africa and their use], Leningrad: Gidrometeoizdat, 1967, 380 p. (in Russian).
6. Dmitrevskij U.D., Olejnikov I.N. Ozyora Afriki [Lakes of Africa], Leningrad: Gidrometeoizdat, 1979, 184 p. (in Russian).
7. Stepanov I.N. *et al.* Metodika sostavlenija serii srednemashtabnyh tematiceskikh kart “Prirodno-meliorativnaja b selskohozajstvennaja ocenka Crednego regiona SSSR” [Methods of compiling a series of medium-scale thematic maps of “Natural reclamation and agricultural assessment of the Middle region of the USSR”], Materialy Vsesouznoj konferencii “Otsenka prirodno-meliorativnyh uslovij i prognoz ih izmenenij. Pushchino”, 1977, pp. 23–93 (in Russian).
8. Stepanov I.N. Teorija plastiki reljefa i novye tematiceskije karty [The theory of plastic relief and new thematic maps], Moscow: Nauka, 2006, 230 p. (in Russian).
9. Stepanova V.I., Pikulenko O.V. Territorialnoje planirovanije ekologicheskikh poselenij s pomoschju kart plastiki rel'efa [Territorial planning of ecological settlements using cards of plastic relief], Materialy megdunarodnoj konferencii “InterCarto/InterGis 20”, 2014, Belgorod, pp. 536–543 (in Russian).
10. Mazarovich A.N. Osnovy regionaknoj geologii materikov v 2 tomah. Chast 2. Uzhnie materiki, okeany i obschie zakonomernosti razvitija struktury zemnoj kory [Fundamentals of regional Geology of continents in 2 volumes. Part 2. The south continents, oceans and general laws of development of the Earth crust structure], M., Moskovskij Universitet, 1951, 490 p. (in Russian).
11. Du Tojt. Geologija Uzhnoj Afriki [Geology of South Africa], Moscow: Izdatelstvo inostranoj literatury, 1957, 490 p. (in Russian).
12. Thomas Schluter. Geological Atlas of Africa. Springer, 2008, 307 p.