



УДК 550.8+551.2+553.98

## РЕГИОНАЛЬНЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ СТРОЕНИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЙ УГЛЕВОДОРОДОВ С ПОЗИЦИИ НЕЛИНЕЙНОЙ ГЕОДИНАМИКИ

### REGIONAL PATTERNS OF THE STRUCTURE OF HYDROCARBON DEPOSITS FROM THE PERSPECTIVE OF NONLINEAR GEODYNAMICS

**Казанкова Эльвира Ромуальдовна**  
старший научный сотрудник,  
Институт проблем нефти и газа РАН  
Elvira.kazankova@mail.ru

**Корнилова Наталья Вячеславовна**  
научный сотрудник,  
Институт проблем нефти и газа РАН  
nataliakornilova@rambler.ru

**Аннотация.** Рассматривается системно-геодинамическое строение некоторых нефтегазовых месторождений, имеющих строгую привязку, проявляющуюся в виде геологических особенностей в разноуровневых полях напряжений разных рангов.

**Ключевые слова:** закономерность, напряженно-деформированное состояние, пространственно-временные структуры, нефтегазоносность.

**Kazankova Elvira Romualdovna**  
Senior Research Worker,  
Institute of Oil and Gas Problems of the RAS  
Elvira.kazankova@mail.ru

**Kornilova Natalia Vyacheslavovna**  
Research Worker,  
Institute of Oil and Gas Problems of the RAS  
nataliakornilova@rambler.ru

**Annotation.** The system-geodynamic structure of some oil and gas fields with strict binding, manifested in the form of geological features in multi-level stress fields of different ranks, is considered.

**Keywords:** regularity, stress-strain state, space-time structures, oil and gas potential.

**Н**ефтегазоносность территории определяют факторы, отражающие условия образования и формирования залежей углеводородов. Бассейновое моделирование отражает многомерные пространства, в которых все процессы ассоциируются с соответствующими структурами. Физические законы соответствуют геометрическим связностям.

В основе соподчинения изучаемых геологических объектов и масштабом их исследования лежит иерархия геодинамических процессов. Фундаментальная особенность неравновесных систем порождает высокоупорядоченные структуры.

В условиях несовпадения поступательного смещения твердых, жидких и газообразных масс Земли с ее вращением создаются разномасштабные и разноуровневые пространственно-временные структуры, адекватные ранжированию геологической среды на блоки, соответствующие ее напряженно-деформированному состоянию в полях напряжений разного ранга. Поля напряжений не могут считаться ни внутренними, ни внешними по отношению к любой изолированной системе и неотделимы от других физических реальностей. Эти поля представляют собой единое фрактальное семейство, повторяющее свою геометрию на различных масштабных уровнях. Проходя в течение геологической истории по одной и той же трассе, векторы поля напряжений могут менять свое направление и контролировать соответственно разновозрастные комплексы [1]. Таким образом, в трехмерном пространстве создается универсальная безразмерная сеть напряжений, которая является опорой, силовым (энергетическим) каркасом, связью на масштабах любых расстояний.

Элементарная форма движения находит свое выражение в материальной среде в виде изменений деформационно-разрушительного характера.

Несмотря на огромное разнообразие форм проявления складчатости, порождающие её механизмы немногочисленны и в разной мере взаимосвязаны между собой и другими геологическими процессами.

В процессе геолого-геодинамической интерпретации по разным регионам результатов дешифрирования космических снимков, данных бурения и тектонических, геофизических, топографических материалов было установлено, что преобразование среды и флюидодинамические процессы имеют строго событийно-пространственную привязку, проявляющуюся в виде геологических особенностей. Все элементы геологической среды условно можно подразделить на 4 основные категории: твдая, жидкая, газообразная фазы и структурные элементы. Составляющие этих категорий находятся в постоянном взаимодействии и взаимопревращении, что приводит к устойчивости геолого-геофизической среды.

Современные геодинамические исследования, проводившиеся на протяжении последних десятилетий, привели к коренным изменениям не только представления об эволюции, геологическом строении и нефтегазоносности осадочных бассейнов в целом, но и для нефтегазовых месторождений [2, 3].

Интерпретация поля напряжений в центральной части Восточно-Европейской платформы позволяет предположить, что наряду с общим сжатием, в пограничных переходных зонах возникает рас-



тяжение, обусловленное разноориентированным вращением отдельных сегментов фундамента. Периодически сменяющие друг друга напряжения вызывают вначале, в условиях растяжения, формирование морфологически разнообразных впадин, а затем, в условиях сжатия, возникновение инверсионных поднятий, причем этот процесс может неоднократно повторяться. Изменение направлений векторов поля напряжений может являться причиной стадийности развития и деформированности осадочного чехла со структурным планом дорифейского фундамента.

Используя поля как диагностический признак многих геодинамических явлений, можно объяснить условия формирования геологических структур, периодически испытывающие деформации сжатия-растяжения разной амплитуды и частоты; ортогональные и диагональные системы разломов; участки с дифференцированными вертикальными движениями земной коры.

При составлении геодинамической карты Восточно-Европейской платформы и сопредельных территорий, в основе которой лежит анализ современных нелинейных геодинамических процессов, происходящих в коре и мантии в масштабе 1 : 5 000 000, установлено, что Оренбургское нефтегазоконденсатное месторождение (ОНГКМ) расположено на территории условно геодинамической устойчивости. Анастасиевско-Троицкое НГКМ, Курчанское НГМ и Западно-Анастасиевское НГМ находятся на территории повышенной сейсмической активности, в условиях сдвиговых деформаций.

В зоне сочленения Волго-Уральской антеклизы с Прикаспийской впадиной и Предуральским прогибом в северной части Соль-Илецкого выступа фундамента расположен Оренбургский вал, имеющий субширотное простираие. Этому валу приурочено Оренбургское нефтегазоконденсатное месторождение.

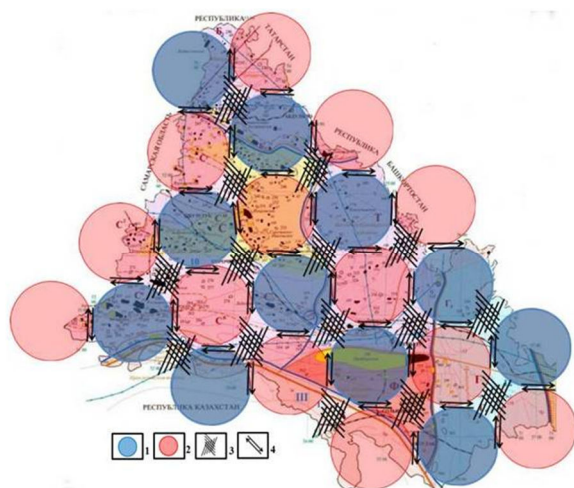
Изучаемая территория отличается сложной и напряженной тектонической обстановкой, кроме множественного числа перерывов в отложениях, об этом же свидетельствует Соль-Илецкий соляной купол с выходом кепрока на дневную поверхность [4].

Продолжительное и всестороннее изучение геологии Восточно-Европейской платформы и Урала подтвердили, что реальная картина дислокаций включает в себя в качестве обязательного элемента разрывные нарушения. Вокруг Оренбургского вала разломы существуют с хорошо выраженными в рельефе семействами с псевдо-спиралеобразными ортогональными, выпуклыми и вогнутыми формами. Основной срыв дислоцированных пород ордовика, причем в сторону северного крыла вала надвиг выкручивается и переходит во взброс; следующая поверхность срыва приурочена к подошве кунгурских солей.

Карбонатные отложения каменноугольного и нижнепермского периода, мощностью 1130–1270 метров подстилаются преимущественно терригенными отложениями ордовика. В своде Оренбургского вала полностью отсутствуют девонские и часть отложений нижнего карбона. На северном и западном склонах Соль-Илецкого выступа отложения фаменского яруса несогласно залегают на отложениях эйфельского яруса. Перерывы зафиксированы и внутри каменноугольных отложений.

В результате структурных построений, при интерпретации имеющегося комплекса геолого-геофизических материалов создана геодинамическая карта-схема западной части Оренбургской области (рис. 1) в масштабе 1 : 1 000 000.

Структура поля напряжений, представленная на карте-схеме, находится в системе взаимодействия 120-километровых блоков земной коры



*1 – участки действия преимущественно восходящего вектора поля напряжений, действующего с глубины 180 км; 2 – участки действия преимущественно нисходящего вектора поля напряжений; 3 – участки, сопредельных территорий, спокойного залегания осадочной толщи для данного масштаба исследований; 4 – участки одновременного сжатия и растяжения со сдвига-надвиговыми деформациями*

**Рисунок 1** – Западная часть Оренбургской области. Геодинамическая карта-схема (Казанкова Э.Р., Корнилова Н.В., составлена на основе [5])

Большой материал получен по закономерностям распределения в различных структурно-вещественных комплексах и структурно-формационных зонах Большого Кавказа разномасштабных дизъюнктивов. Установлена связь дизъюнктивов широтного и северо-западного простираия со структурами сжатия, а меридионального и северо-восточного простираия со структурами растяжения [6].

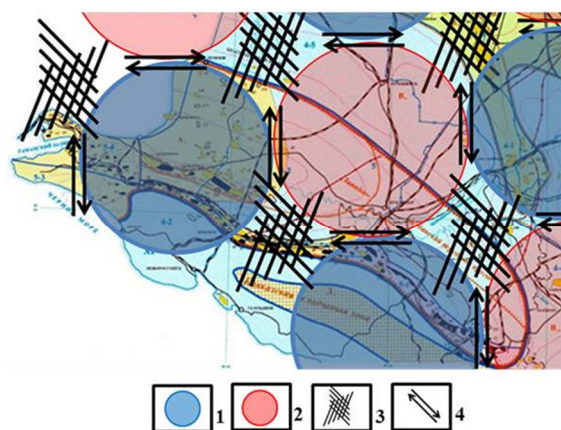


По разрезу залежи углеводородов приурочены к 6-ти нефтегазоносным комплексам. Основные перспективы роста углеводородного потенциала Северо-Кавказской НГП связывают с верхнеюрскими залежами системы Предкавказских передовых прогибов [7].

Проведенная геодинамическая интерпретация комплекса имеющихся данных по Северо-Кавказской нефтегазоносной провинции позволила охарактеризовать напряженно-деформированное состояние территории и геодинамическое состояние среды на подземных хранилищах газа и уникальных месторождениях нефти [8, 9].

На территории Западно-Кубанского прогиба разведано большое число месторождений нефти и газа, различных по геологическому строению и характеру нефтегазоносности разреза. Анастасиевско-Троицкое НГКМ, Курчанское НГМ и Западно-Анастасиевское НГМ приурочены к одноименным линейным и брахиморфным крипто и диапировым складкам западной части Анастасьевско-Краснодарской системы (антиклинальная зона), выявленной в центральной части Западно-Кубанского прогиба, вблизи его осевой зоны. Антиклинальная зона разграничивает Западно-Кубанский прогиб на две синклинали – Адагумо-Афипскую и Славянско-Рязанскую. Сам прогиб имеет размеры в длину более 250 км и ширину около 90 км и представляет собой асимметричную депрессию, субширотного простирания. С юга Западно-Кубанский прогиб отделен Ахтырским разломом, сбросо-взбросового характера, от складчатой области Большого Кавказа, а с севера он ограничивается Новотитаровским разломом. На западе прогиб граничит с Керченско-Таманским межпериклинальным прогибом, а на востоке с Адыгейским выступом [10].

В результате геолого-геодинамических исследований построена геодинамическая карта-схема Западно-Кубанского прогиба, масштаба 1 : 1 000 000 (рис. 2).



*1 – участки действия преимущественно восходящего вектора поля напряжений, действующего с глубины 180 км; 2 – участки действия преимущественно нисходящего вектора поля напряжений; 3 – участки, сопредельных территорий, спокойного залегания осадочной толщи для данного масштаба исследований; 4 – участки одновременного сжатия и растяжения со сдвиго-надвиговыми деформациями*

**Рисунок 2** – Западно-Кубанский прогиб. Геодинамическая карта-схема (Казанкова Э.Р., Корнилова Н.В., составлена на основе [11])

При рассмотрении региональных планов изучаемых территорий, установлено, что Оренбургская структура, (одноименное нефтегазоконденсатное месторождение), западная часть Анастасьевско-Краснодарской системы (антиклинальная зона) и приуроченные к ней Анастасиевско-Троицкое НГКМ, Курчанское НГМ и Западно-Анастасиевское НГМ расположены в зоне действия преимущественно восходящих векторов поля напряжений, действующих с глубины 180 км.

Проведенные исследования подтвердили сходные геодинамические условия формирования Астраханского, Восточно-Перевального и других месторождений. Исследования показывают, что на больших глубинах перспективны поиски легкой нефти и газоконденсатов в нетрадиционных коллекторах. Формирование крупных скоплений углеводородов и мощного флюидопотока происходит в участках восходящих векторов поля напряжений.

Воздействием восходящих и нисходящих векторов можно объяснить и мозаику фациальных обстановок. Изменения направления векторов поля напряжений может определять геодинамическую ситуацию участков осадочных бассейнов и влиять на интенсивность миграции и аккумуляции углеводородов.

Геодинамические исследования отдельных регионов дают возможность утверждать, что преобразование среды и флюидодинамические процессы имеет строго событийно-пространственную привязку, проявляющуюся в виде геологических особенностей.

Изученные структурные рисунки повторяются в разных местах, что дает возможность утверждать, что повторяемость структур одного и того же типа в сходных ситуациях не может быть случайной. Системно-геодинамические исследования в полях напряжений позволяют проводить разномасштабное геолого-геодинамическое районирование среды, прогнозировать скопления углеводородов, связанные с оконтуриванием участков развития повышенной трещиноватости и определять вероятные направления естественной миграции углеводородов.



*Работа выполнена в рамках государственного задания «Фундаментальный базис энергоэффективных, ресурсосберегающих и экологически безопасных, инновационных и цифровых технологий поиска, разведки и разработки нефтяных и газовых месторождений, исследование, добыча и освоение традиционных и нетрадиционных запасов и ресурсов нефти и газа; разработка рекомендаций по реализации продукции нефтегазового комплекса в условиях энергоперехода и политики ЕС по декарбонизации энергетики (фундаментальные, поисковые, прикладные, экономические и междисциплинарные исследования)», № FMME-2022-0004, 122022800270-0.*

#### Список литературы:

1. Николаев А.В. О возможности искусственной разрядки тектонических напряжений с помощью сейсмических и электрических воздействий // Двойные технологии. – 1999. – № 2. – С. 6.
2. Казанкова Э.Р., Корнилова Н.В., Судо Р.М. Закономерности формирования геологических структур с позиции нелинейной геодинамики (на примере центральных районов Восточно-Европейской платформы) // Фундаментальный базис новых технологий нефтяной и газовой промышленности. Сб. ст. – М. : ГЕОС, 2002. – С. 85–98.
3. Казанкова Э.Р., Корнилова Н.В. Структурирование геологической среды на различных уровнях организации // Актуальные проблемы нефти и газа: Науч. сет. изд. 2018. – Вып. 1 (20). – 15 с. – URL : <http://www.oilgasjournal.ru>
4. Айзенштадт Г.Е.-А. Нефтегазоносность и разломная тектоника Прикаспийской впадины // Геология нефти и газа. – 1998. – № 11. – С. 24.
5. Карта нефтегазоносности Оренбургской области / Б.А. Соловьев [и др.]. – М. : ВНИГНИ, 1996. Масштаб 1 : 1 000 000.
6. Тверититнова Т.Ю. Соотношение региональных структурных направлений и ориентировок осей главного структурообразующего и действующего полей напряжений на примере Большого Кавказа // Разломообразование и сейсмичность в литосфере: тектонофизические концепции и следствия: материалы Всероссийского совещания, г. Иркутск, 18–21 авг. 2009. – Иркутск, 2009. – Т. 1. – С. 111–113.
7. Лебедько А.Г. Геолого-экономическая оценка ресурсного потенциала углеводородного сырья Северного Кавказа // Проблемы экономики и управления нефтегазовым комплексом. – 2014. – № 3. – С. 29–34.
8. Казанкова Э.Р., Корнилова Н.В. Структурно-геодинамический метод выявления закономерностей геологического строения (на примере объектов нефтегазового комплекса) // Естественные и технические науки. – 2021. – № 10 (161). – С. 131–139.
9. Казанкова Э.Р., Корнилова Н.В. Неустойчивость геолого-геофизической среды как процесс самоорганизации пространства на примере Западно-Кубанского прогиба // Инновационные технологии в нефтегазовой отрасли. Проблемы устойчивого развития территорий: сборник трудов II Международной научно-практической конференции, посвященной 10-летию Северо-Кавказского федерального университета. – Ставрополь, 2021. – С. 48–55.
10. Панина Л.В. Новейший структурный рисунок Скифской плиты // Вестник Московского Университета. – Сер. 4. – Геология. – 2009. – № 1. – С. 23–31.
11. Шумова Т.Ф., Жорина З.И., Чернышев С.М. Карта нефтегазоносности Западного Предкавказья (Краснодарский край, Республика Адыгея, южные районы Ростовской области) // Ред. Э.М. Халимов. – М. : ВНИГНИ, 1996. Масштаб 1 : 1 000 000.

#### List of references:

1. Nikolaev A.V. On possibility of artificial discharge of tectonic stresses by means of seismic and electric influences // Dual Technologies. – 1999. – № 2. – P. 6.
2. Kazankova E.R., Kornilova N.V., Sudo R.M. Laws of geological structures formation from position of nonlinear geodynamics (by example of Central regions of East-European platform) // Fundamental basis of new technologies of oil and gas industry. Collection of papers. – M. : GEOS, 2002. – P. 85–98.
3. Kazankova E.R., Kornilova N.V. Structuring of geological environment at different levels of organization // Actual problems of oil and gas: Nauch. set. izd. 2018. – Vyp. 1 (20). – 15 p. – URL : <http://www.oilgasjournal.ru>
4. Eisenstadt G.E.-A. Oil and gas content and fault tectonics of the Caspian depression // Geology of oil and gas. – 1998. – № 11. – P. 24.
5. Map of oil and gas bearing capacity of the Orenburg region / B.A. Solov'ev [et al.]. – M. : VNIGNI, 1996. Scale 1 : 1 000 000.
6. Tverititnova T.Yu. Correlation of regional structural directions and axis orientations of the main structural and acting stress fields on an example of the Greater Caucasus // Faulting and seismicity in litho-



sphere: tectonophysical concepts and consequences: Proceedings of the All-Russia Conference, Irkutsk, 18–21 August, 2009. – Irkutsk, 2009. – V. 1. – P. 111–113.

7. Lebedko A.G. Geological and economic evaluation of the resource potential of hydrocarbon raw materials of the North Caucasus // Problems of Economics and Management of the Oil and Gas Complex. – 2014. – № 3. – P. 29–34.

8. Kazankova E.R., Kornilova N.V. Structural–geodynamic method of revealing patterns of geological structure (on the example of objects of oil and gas complex) // Natural and Technical Sciences. – 2021. – № 10 (161). – P. 131–139.

9. Kazankova E.R., Kornilova N.V. Instability of geological and geophysical environment as a process of self–organization of space on the example of the West Kuban trough // Innovative technologies in oil and gas industry. Problems of sustainable development of territories: Proceedings of the II International Scientific Conference on the 10th anniversary of the North Caucasus Federal University. – Stavropol, 2021. – P. 48–55.

10. Panina L.V. New structural pattern of the Scythian plate // Bulletin of Moscow University. – Ser. 4. – Geology. – 2009. – № 1. – P. 23–31.

11. Shumova T.F., Zhorina Z.I., Chernyshev S.M. Map of oil and gas bearing capacity of Western Fore-Caucasus (Krasnodar Territory, Adygea Republic, southern districts of Rostov region) // Ed. E.M. Khalimov. – M. : VOGNI, 1996. Scale 1 : 1 000 000.