

## ГЕОЛОГИЯ, ПОИСКИ И РАЗВЕДКА НЕФТЯНЫХ И ГАЗОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

УДК 551.24

### Неотектоническая модель нефтидогенеза и минерагеническая роль геодинамических активных зон

И.С. Копылов<sup>а</sup>, С.В. Козлов<sup>б</sup>

<sup>а</sup>Естественнонаучный институт Пермского государственного национально-го исследовательского университета, 614990, Пермь, ул. Генкеля, 4

E-mail: georif@yandex.ru.

<sup>б</sup>ООО «ЛУКОЙЛ-ПЕРМЬ» 614990, Пермь, ул. Ленина, 62.

E-mail: Sergey.Kozlov@lp.lukoil.com .

(Статья поступила в редакцию 20 декабря 2013 г.)

В статье отмечено, что в формировании многих месторождений полезных ископаемых большую роль играют геодинамические активные зоны, которые могут определять минерагенические закономерности размещения месторождений. Разработана геодинамическая (неотектоническая) модель эволюции нефтидогенеза (а также и рудогенеза), которая позволяет после стадии обучения, т. е. увязки наблюдаемых фактов и выделения определяющих показателей, выйти на прогноз нефтегазоносности локальных участков. Прогнозное значение данной модели в пространственно-временном диапазоне показано на примере месторождений нефти и газа Пермского края.

Ключевые слова: *модель, нефтидогенез, геодинамические активные зоны, прогноз нефтегазоносности, Пермский край.*

В формировании месторождений многих (практических всех) полезных ископаемых большую роль играют геодинамическая активность структур, блоковая тектоника, новейшие тектонические движения на их активной стадии развития. Во многих регионах мира отмечена концентрация зон нефтегазонакопления и крупных месторождений нефти и газа в местах пересечений и сгущений разрывных тектонических нарушений, на контактах неотектонических блоковых структур. Минерагенические закономерности на основе различных критериев геодинамической активности существуют также для место-

рождений золота, алмазов, подземных вод и других полезных ископаемых [1, 3, 12, 13, 15, 17, 20, 21].

*Геодинамические активные зоны* – участки земной коры, различные по объему, конфигурации и площади (наиболее часто – протяженные), с концентрацией тектонического напряжения, обусловленного внутренними силами Земли и их активностью на современном этапе неотектонического развития, характеризующиеся пониженной прочностью, повышенной трещиноватостью, проницаемостью и, как следствие, проявлениями разрывной тектоники, сейсмичности, подъёмом флюи-

дов и других процессов. Геодинамическими активными зонами, как правило, являются протяженные мобильные зоны трещинно-разрывных нарушений на границах блоковых структур, узлы пересечения разнонаправленных нарушений, осложняющие неотектонические блоки, внутриблоковые участки сгущения сети нарушений [8, 9, 16, 23].

**Минерагеническую роль геодинамических активных зон** можно показать на примере поисков месторождений нефти и газа с применением методов дистанционного зондирования Земли и аэрокосмогеологических исследований. Высокая информативность данных, полученных этими методами, при прогнозно-поисковых работах на все без исключения виды полезных ископаемых и особенно – на поиски нефти и газа также становится общепризнанным фактом. Многие месторождения нефти и газа были спрогнозированы по материалам аэрокосмогеологических исследований еще до постановки геолого-геофизических методов. С другой стороны, в районах уже известных проявлений углеводородов (УВ), данные по установленной повышенной плотности линейных элементов (фактически – по геодинамическим активным зонам) позволяют выявить места с улучшенными коллекторскими свойствами вмещающих нефть пород и устанавливать предполагаемые миграционные пути углеводородов в зонах нефтегазонакопления. Появляются новые методы дешифрирования цифровых космических снимков и геоинформационные технологии их обработки и распознавания, позволяющие не только фиксировать косвенные признаки наличия локальных тектонических структур, ловушек и других перспективных объектов, но и прогнозировать само рудное тело, углеводороды. Методы аэрокосмогеологических исследований позволяют относительно в короткие сроки при минимальных затратах средств локализовать перспективные площади для постановки детальных поисково-оценочных работ комплексом геолого-геофизических методов.

В настоящее время активно разрабатываются теоретические и методологические основы **геодинамического (неотектонического) прогноза нефтегазонаосности**, в частности глубинной нефти. На основе закона пространственно-стратиграфического распределения углеводородов в недрах земной коры, сформулированного А.И. Тимурзиевым [19], была установлена главная последовательность распределения залежей нефти и газа как по фазовому состоянию, так по запасам в связи с градиентом амплитуд неотектонических движений. Был выявлен верхний предел значения неотектонической активности земной коры, превышение которого приводит к разрушению залежей углеводородов, а также нижний предел нефтегазонаосности, когда тектонический разлом не проникает в осадочный чехол. В последнем случае потенциальные месторождения могут быть приурочены только к кристаллическому фундаменту. И только определенный коридор значений градиента амплитуд неотектонических движений обеспечивает условия как образования, так и сохранности залежей углеводородов. Кроме особенностей строения залежей углеводородов как объектов поисков, в этой же работе [19] подмечены, среди прочих, следующие: древовидное строение залежей с корневой (питающей) зоной с последующим выделением стволовой и кроновой зон «дерева».

Большую роль в разломной тектонике кристаллической коры, разной по возрасту и типу развития многих регионов, играют нарушения листрической формы. А.В. Каракин, Ю.А. Курьянов, Н.И. Павленкова [2], отмечая тесную связь распространения волноводов и листрических разломов, констатируют, что на древних платформах характерная глубина первого волновода 8–15 км. Для коровых волноводов характерны развитая трещиноватость и насыщенность флюидами: смесь на водной основе с углеводородами. Листрический разлом представляет собой тектонический разлом с характерной кризической плоскости смещения. По морфоло-

гии это субвертикально-крутонаклонный ориентированный разлом, сужающийся вниз и выполаживающийся с глубиной (но не всегда) к кровле кристаллического фундамента, плавно переходя в волноводу.

Предложенная авторами см. работы [4, 11] *геодинамическая (неотектоническая) модель рудо- и нефтидогенеза*, отражающая эволюцию нефтидогенеза (а также и рудогенеза), позволяет после стадии обучения, т. е. увязки наблюдаемых фактов и выделения определяющих показателей, выйти на прогноз нефтегазоносности локальных участков. Это привычное трехмерное пространство, одна из осей которого (z) связана с глубиной, а две другие (x, y) характеризуют геодинамическую активность тектонических про-

цессов, охватывающую первые миллионы лет, поэтому именуются неотектоническими и являются теми координатными осями, которые, по крайней мере, не вызывают «искр» в споре «органиков» и «неоргаников». Предложенная схема рассуждений, включающая главную нефтидную ветвь, хорошо аппроксимируется уравнением параболы

$$G^2 = 2PH, \quad (1)$$

где

G – градиент амплитуд неотектонических движений, м/км,

P – параметр параболы,

H – глубина, км.

Предполагается, что для нижнего предела нефтегазоносности параметр параболы равен P=5, для верхнего предела P=20, для главного предела P=11 (рис. 1).

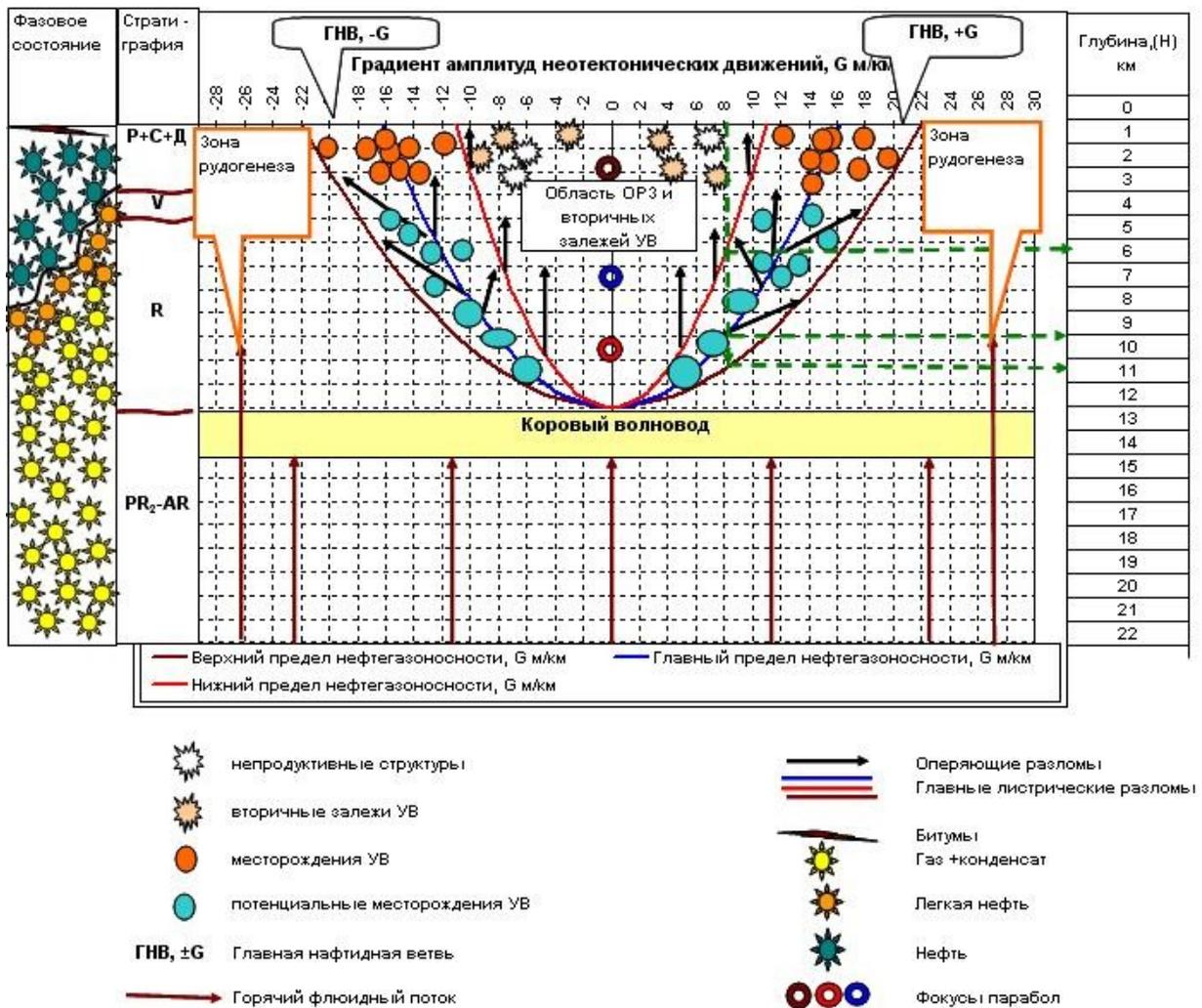


Рис. 1. Геодинамическая модель рудо- и нефтидогенеза [4]

В геодинамически напряженных участках формируются различные тектонические разломы, которые выявляются в земной коре геофизическими, аэрокосмогеологическими или другими методами с той или иной степенью надежности [5, 10, 18, 22]. Принцип неопределенности, являющийся основополагающим в квантовой физике, утверждает: если достаточно точно известна одна величина, то другая ее характеристика определяется с большей погрешностью и только статистически. Данный принцип работает, вероятно, и в геодинамике геологических процессов. Например, в некоторой точке известен градиент амплитуд неотектонических движений ( $G_a = +8$  м/км), тогда продуктивные толщи, попадающие в главную нефтидную ветвь стабильного состояния потенциальных залежей углеводородов, находятся в интервале глубин 5,4-10,3 км.

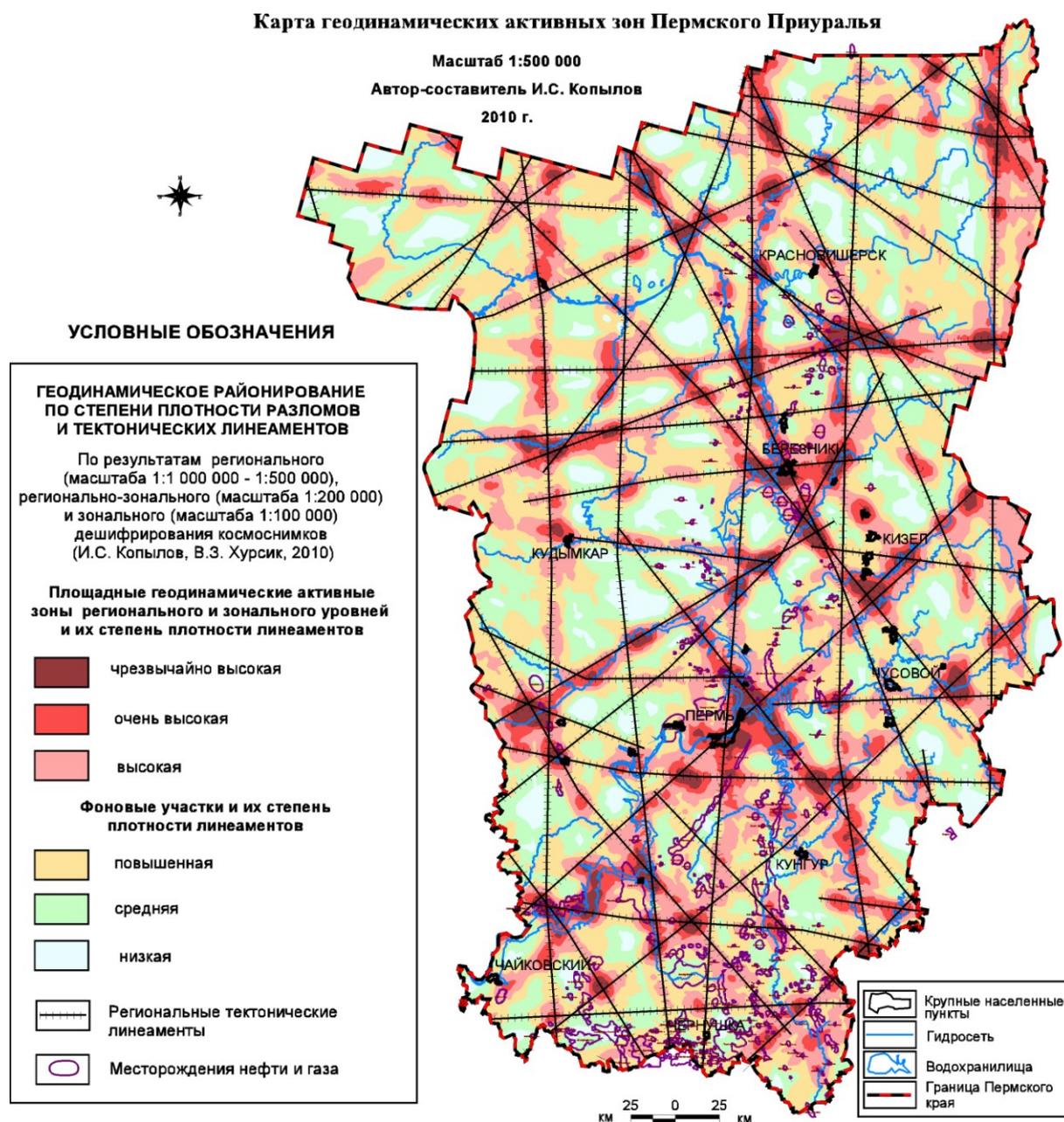
В работах [6, 7, 8] нами предложена методика и систематизированы данные, позволяющие дать оценку геодинамической (неотектонической) активности территории Пермского края. Методика исследований включала подготовку материалов дистанционных съемок, визуальное выделение геоиндикаторов, интерактивное компьютерное структурно-геологическое дешифрирование космических снимков, автоматизированную обработку линеаментов, разработку критериев, различные виды классификаций, создание локальных баз данных, создание цифровых моделей рельефа, линеаментный, морфонеотектонический, геодинамический анализы, сопоставление данных с

геофизическими и другими полями и оценку достоверности результатов, создание итоговых карт районирования, оценки и прогноза. Критериями оценки геодинамической (неотектонической) активности являются различные расчетные показатели. Одним из важнейших показателей является плотность разломов, линеаментов и мегатрещин. Ранжирование геодинамической активности по этому показателю проводится по градациям с учетом баллов статистического распределения по их интенсивности (обычно выделяется 6 градаций с учетом среднего арифметического « $x$ » и стандартного отклонения « $s$ »): 1 балл  $< (x-s)$ ; 2 балла  $(x-s) \div x$ ; 3 балла  $x \div (x+s)$ ; 4 балла  $(x+s) \div (x+2s)$ ; 5 баллов  $(x+2s) \div (x+3s)$ ; 6 баллов  $> (x+3s)$ . Вполне уверенно предполагается, что они отражают соответственно различную степень геодинамической активности (от условно стабильной до условно чрезвычайно высокоактивной). При этом к геодинамическим активным зонам относятся участки с очень высокой и чрезвычайно высокой трещиноватостью и в отдельных случаях – участки с высокой трещиноватостью, отличающиеся высокой контрастностью относительно фона. В пределах Пермского края установлено 60 геодинамических активных зон регионального и зонального уровней (рис. 2).

Они имеют мозаичное строение и при детализации разбиваются на зоны локальных уровней. Геодинамическая активность и степень плотности линеаментов, как указано выше, ранжирована на 6 качественных классов. Каждый класс,

**Таблица 1.** Классификация геодинамической (неотектонической) активности

Класс	Качественная характеристика	Градиент амплитуд неотектонических движений, G м/км
1	Чрезвычайно высокая	21÷22
2	Очень высокая	20÷21
3	Высокая	19÷20
4	Повышенная	14÷19
5	Средняя	9,5÷14
6	Низкая	<9,5



**Рис. 2.** Геодинамические активные зоны Пермского Приуралья [6, 7, 8, 14]

помимо качественной оценки, характеризуется количественным значением градиента амплитуд неотектонических движений (табл. 1).

Рост пространственной энтропии углеводородного вещества, которая характеризует степень беспорядка направленности природных процессов, нарастает от мантии по пути движения исходного вещества к осадочному чехлу, с ее максимальным значением в зоне разрушения залежей углеводородов. Для области разрушения залежей (ОРЗ) углеводородов

характерно наличие вторичных залежей углеводородов с аномальными физико-химическими свойствами нефти и газа. В области разрушения залежей, как эмиграционной зоне, процессы разрушения активизируются после неотектонических циклов с изменением также фазового состояния углеводородов и образованием вторичных газовых шапок.

Попытаемся ответить на некоторые важные вопросы, поставленные сегодня перед геологами и нефтяниками. Важнейший вопрос: в чем состоят принци-

альные отличия месторождений углеводородов глубинных геосфер от месторождений, открытых в верхней части осадочной оболочки. Главная нефтидная ветвь (ГНВ), утвердительно отвечающая на триаду вопросов **коллектор – флюидоупор – ловушка**, образует новый объект с привычным названием – месторождение нефти или газа. И главной нефтидной ветви, и углеводородам совершенно безразлично, какие породы стали «домом» до следующего цикла неотектонических подвижек, которые могут быть и разрушительными. При отрицательном ответе на один из трех принципиальных вышеобозначенных вопросов углеводородный поток уходит в метастабильную зону и в лучшем случае образует вторичные залежи углеводородов. Все месторождения углеводородов тяготеют, прежде всего, к непосредственной близости тектонических разломов как проводящих-подводящих каналов и к зонам, где наиболее контрастно происходят метасоматические преобразования горных пород с формированием достаточной вторичной емкости. Мы также должны помнить, что начиная с глубин 4,5-5 км привычные флюидоупоры (аргиллиты, плотные известняки и т.д.) перестают быть таковыми, и только сульфатно-галогенные породы сохраняют свои экранирующие свойства.

Очень важный и принципиальный вопрос касается отличий в технологии прогнозирования и в методах геологоразведочных работ для месторождений углеводородов с выходом на перспективные области глубинной нефти как по разрезу, так и по площади. Понятно, что чем больший (до определенных значений) градиент неотектонических движений имеет место быть в некотором районе, тем больший этаж нефтегазоносности может возникнуть исходя из мощности осадочного чехла и кристаллического фундамента. Для верхней части осадочного чехла наиболее вероятный эволюционный сценарий для месторождений нефти и газа, образованных до четвертичного периода, – это, скорее, разрушение залежей углеводородов, чем их сохранность, т.к. циклов активизации тектонических подвижек может быть несколько. Битумы в этой нефтидной ветви находятся на конце цепочки. В табл. 2 приведены пограничные значения градиента амплитуд неотектонических движений для выявленных и потенциальных месторождений углеводородов Пермского края Калтасинского авлакогена. Главная нефтидная ветвь стабильного образования и сохранения залежей углеводородов по образному сравнению, приведенному выше, выглядит как дерево: корневая зона, включающая коровый волновод, как

**Таблица 2.** Стратиграфическая приуроченность запасов углеводородов в зависимости от градиента амплитуд неотектонических движений Калтасинского авлакогена ( $G$ , м/км)

Стратиграфия (индекс)	Нижний предел нефтегазоносности ( $G$ ); $2P=10$	Верхний предел нефтегазоносности ( $G$ ); $2P=40$	Главный предел нефтегазоносности ( $G$ ); $2P=22$	Примечание
Верхний предел нефтидогенеза $G > \pm 22,0$				Зона рудогенеза
P	$\pm 10,8$	$\pm 21,0$	$\pm 15,7$	Верхний структурный осадочный чехол
C	$\pm 10,2$	$\pm 20,1$	$\pm 15,0$	
D	$\pm 9,5$	$\pm 19,0$	$\pm 14,2$	
V	$\pm 9,0$	$\pm 18,3$	$\pm 14,0$	Нижний структурный осадочный чехол
R	$\pm 3,0 \div 9,0$	$\pm 5,0 \div 17,0$	$\pm 4,0 \div 13,0$	
PR <sub>2</sub> -AR	$\pm 2$	$\pm 3$	$\pm 2,5$	Кристаллический фундамент
Нижний предел нефтидогенеза $G < \pm 1,0$				Корневая зона ГНВ

начало собственно нефтидного цикла, стволовая зона собственно главной нефтидной ветви ограничена листрическими разломами с месторождениями углеводородов, крона с ветвями (листвой) – это залежи углеводородов.

### Некоторые вероятные прогнозные показатели предложенной модели [4]

1. Если выявленный тектонический разлом характеризуется градиентом амплитуды неотектонических движений более 11 м/км, то вероятность его глубинного заложения до корового волновода очень высока.

2. Неотектонические движения, имеющие значение градиента амплитуд неотектонических движений по абсолютной величине более 22 м/км, порождают *зону рудогенеза*.

3. С глубиной идет укрупнение запасов углеводородов, приходящихся на одно месторождение, с количественным уменьшением месторождений как таковых на единицу площади.

4. Известное значение градиента амплитуды неотектонических движений позволяет прогнозировать потенциально продуктивные стратиграфические горизонты, привязанные по их глубинности ( $H=G^2/2P$ ), а также фазовое состояние углеводородов. Установленные залежи углеводородов, не попадающие в коридор количественных значений градиента амплитуд главной нефтидной ветви, интерпретируются нами как вторичные залежи углеводородов, сформировавшиеся на путях оперяющих разломов.

5. Перспективы нефтегазоносности рифейско-вендских отложений в пределах Калтасинского авлакогена на территории Пермского края в рамках предложенной модели должны тяготеть в своем максимуме распространения к геодинамическим активным зонам 5-6 классов. Главный предел нефтегазоносности по значению градиента амплитуд неотектонических движений прогнозируется минимальными значениями на уровне  $\pm 4,0 \div 14,0$  м/км.

6. Для однопластовых месторождений с установленной нефтегазоносностью только в девонских отложениях, пространственно расположенных в пределах Калтасинского авлакогена и прилегающих территорий, установлена следующая качественно-количественная закономерность. Залежи тяготеют к геодинамическим активным зонам следующих классов: 4 (13 залежей), 3 (8 залежей), 5 (5 залежей). Значение градиента амплитуд неотектонических движений по абсолютной величине находится в интервале  $\pm 9,5 \div 19,0$  м/км с главным пределом нефтегазоносности, равным 14,2 м/км.

7. Для ряда месторождений (а таковых на территории Пермского края предварительно установлено 17), где в настоящее время идут два параллельных процесса: собственно разработка залежей нефти и другой процесс, не менее важный, чем первый, – *процесс подтока нефти в залежь* или его следствие – возобновляемость запасов углеводородов, выявлено следующее. Месторождения, как правило, многопластовые от 5 до 9 залежей. На 40% месторождениях, т.е. практически на каждом втором, имеются помимо чисто нефтяных залежей залежи природного газа. В частности месторождения углеводородов в Соликамской депрессии тяготеют к значениям градиента амплитуд неотектонических движений, относящихся к 2 или 1 классу. Месторождения углеводородов в Калтасинском авлакогене имеют максимум распространения при значениях градиента амплитуд неотектонических движений, относящихся к 4 или 5 классам. В первом и втором вышеназванном тектоническом регионе встречаются месторождения, относящиеся и к 3 классу. Отмечена также следующая интересная закономерность, выраженная в обратно пропорциональной зависимости между мощностью осадочного чехла и значением градиента амплитуд неотектонических движений.

Для месторождений с газовыми залежами, которых на территории Пермского края выявлено более 50, характерными

параметрами градиента амплитуд неотектонических движений являются значения, относящиеся к 4 и 5 классам.

На 13 месторождениях установлена промышленная нефтегазоносность в нижнепермском комплексе. Подавляющее количество залежей (12) находятся в Предуральском краевом прогибе, под мощным региональным эвапоритовым флюидоупором кунгурского возраста. Распределение залежей по классам подчиняется логнормальному распределению с медианным

значением градиента амплитуд неотектонических движений 15 м/км.

Таким образом, установлены минерагенические закономерности в распределении нефтегазовых месторождений в зависимости от геодинамической (неотектонической) активности в пространственно-временном диапазоне и предложен вариант прогнозной геодинамической (неотектонической) модели, отражающей эволюцию нефтидогенеза, позволяющей после стадии обучения выйти на прогноз нефтегазоносности локальных участков

### Библиографический список

1. *Ибламинов Р.Г.* Основы минерагеодинамики / Пермский государственный университет. Пермь, 2001. 220 с.
2. *Каракин А.В., Курьянов Ю.А., Павленкова Н.И.* Разломы, трещиноватые зоны и волноводы в верхних слоях земной оболочки / ВНИИГеосистем. М., 2003.
3. *Кисин А.Ю.* Закономерности размещения и прогноз месторождений полезных ископаемых на основе модели блоковой складчатости: дис. докт. геол.-мин. наук / Пермский государственный университет. Пермь, 2009. 454 с.
4. *Козлов С.В., Копылов И.С.* Прогнозирование нефтегазоносности осадочного чехла на основе неотектонической модели нефтидогенеза // Кудрявцевские чтения: матер. Всерос. конф. по глубинному генезису нефти / ОАО «ЦГЭ». М., 2013. С. 6.
5. *Копп М.Л., Вержбицкий В.Е., Колесниченко А.А., Копылов И.С.* Новейшая динамика и вероятное происхождение Тулвинской возвышенности (Пермское Приуралье) // Геотектоника. 2008. № 6. С. 46–69.
6. *Копылов И.С.* Геодинамические активные зоны Пермского Приуралья на основе аэрокосмогеологических исследований // Геология и полезные ископаемые Западного Урала / Пермский государственный университет. Пермь, 2010. С. 14–18, 336–337.
7. *Копылов И.С.* Линеаментно-блоковое строение и геодинамические активные зоны Среднего Урала // Вестник Пермского университета. Геология. 2011. Вып. 3 (12). С. 18–32.
8. *Копылов И.С.* Теоретические и прикладные аспекты учения о геодинамических активных зонах // Современные проблемы науки и образования. 2011. № 4; URL: [www.science-education.ru/98-4745](http://www.science-education.ru/98-4745).
9. *Копылов И.С., Ликотов Е.Ю.* Структурно-геоморфологический, гидрогеологический и геохимический анализ для изучения и оценки геодинамической активности // Фундаментальные исследования. 2012. № 9 (Ч. 3). С. 602–606.
10. *Копылов И.С.* Линеаментно-геодинамический анализ Пермского Урала и Приуралья // Современные проблемы науки и образования. 2012. № 6; URL: <http://www.science-education.ru/106-7570>.
11. *Копылов И.С., Козлов С.В.* О перспективах развития аэрокосмических методов в геологии и неотектонический прогноз нефтегазоносности // Геология и полезные ископаемые Западного Урала / Пермский государственный университет. Пермь, 2013. С. 68–73.
12. *Копылов И.С.* Поиски и картирование водообильных зон при проведении гидрогеологических работ с применением линеаментно-геодинамического анализа // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2013. №09 (093). URL <http://ej.kubagro.ru/2013/09/pdf/32.pdf>.
13. *Копылов И.С.* Геоэкология нефтегазоносных районов юго-запада Сибирской платформы: монография / Пермский государственный университет. Пермь, 2013. 166 с.
14. *Копылов И.С., Коноплев А.В.* Геологическое строение и ресурсы недр в Атласе Пермского края // Вестник Пермского

- университета. Геология. 2013. Вып. 3 (20). С. 5–30.
15. Копылов И.С., Коноплев А.В., Ибламинов Р.Г., Осовецкий Б.М. Региональные факторы формирования инженерно-геологических условий территории Пермского края // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2012. №10(84). С. 191–201. URL <http://ej.kubagro.ru/2012/10/pdf/15.pdf>.
  16. Ликутев Е.Ю., Копылов И.С. Комплексование методов изучения и оценки геодинамической активности // Вестник Тюменского государственного университета. 2013. №4. С. 125–133.
  17. Наумов В.А. Минералогия и перспективы комплексного освоения золотоносного аллювия Урала и Приуралья / Естественно-научный институт Пермского государственного университета. Пермь, 2011. 162 с.
  18. Середин В.В., Лейбович Л.О., Пушкарева М.В., Копылов И.С., Хрулев А.С. К вопросу о формировании морфологии поверхности трещины разрушения горных пород // Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. 2013. № 3. С. 85–90.
  19. Тимурзиев А.И. К созданию новой парадигмы нефтегазовой геологии на основе глубинно-фильтрационной модели нефтегазообразования и нефтегазоаккумуляции // Геофизика. 2007. № 4. С. 49–60.
  20. Тихонов А.И., Копылов И.С. Изотопно-гидрогеохимический метод и перспективы его использования для поисков коренных месторождений алмазов на территории Пермской области // Проблемы минералогии, петрографии и металлогении. Научные чтения памяти П.Н. Чирвинского: сб. науч. статей. Пермь, 2004. С. 187–192.
  21. Чадаев М.С., Гершанок В.А., Гершанок Л.А., Копылов И.С., Коноплев А.В. Гравиметрия, магнитометрия, геоморфология и их параметрические связи: монография / Пермский государственный университет. Пермь, 2012. 91 с.
  22. Kopp M.L., Kolesnichenko A.A., Verzhbitsky V.E., Kopylov I.S. Recent dynamics and probable origin of the Tulva upland in the Perm Foreurals // Geotectonics. 2008. Т. 42. № 6. P. 448-468.
  23. Likutov E.Yu., Kopylov I.S. Complex of methods for studying and estimation of geodynamic activity // Tyumen State University Herald. 2013. №4. P 101-106.

## Neotectonic Model of Formation of Oil and Gas Fields and Mineragenic Role of Geodynamic Active Zones

I.S. Kopylov<sup>a</sup>, S.V. Kozlov<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Natural Sciences Institute of the Perm State National Research University, 614990, Perm, Genkel st., 4. E-Mail: [georif@yandex.ru](mailto:georif@yandex.ru)

<sup>b</sup>LLC «LUKOIL-PERM, 614990, Perm, Lenina st., 62

The article considers the importance of role of geodynamic active zones in formation of mineral deposits, their distribution, and mineragenic characteristics. Geodynamic model of formation of the oil and gas fields is developed. It reflects the evolution of formation of oil and gas fields and, after the stage of learning, allows predicting the petroleum potential of local areas. The model building procedure uses the integrated analysis of all the available information and determining the most informative indicators for forecasting the oil and gas reserves. The article presents an example of model worked out for oil and gas fields of the Perm Kray.

Key words: *model, formation of oil and gas fields, geodynamic active zone, reserves forecast, Perm Kray.*

## References

1. *Iblaminov R.G.* Osnovy minerageodinamiki [Basics of minerageodynamics]. Perm, PGU, 2001.
2. *Karakin A.V., Kuryanov Yu.A., Pavlenkova N.I.* Razlomy, treshchinovatyie zony i volnovody v verkhnikh sloyakh zemnoi obolochki [Faults, fracture zones and wave-guides in the upper layers of Earth crust]. VNIIGeosistem, Moskva, 2003.
3. *Kisin A.Yu.* Zakonomernosti razmeshcheniya i prognoz mestorozhdeniy poleznykh iskopayemykh na osnove modeli blokovoi skladchatosti [Common factors of location and forecasting of mineral deposits based on the block folding model]. Diss. dokt. geol.-min. nauk, Perm, PGU, 2009.
4. *Kozlov S.V., Kopylov I.S.* Prognozirovaniye neftegazonosnosti osadochnogo chekhla na osnove neotektonicheskoi modeli naftidogeneza [Forecast of the Oil and Gas reserves of sedimentary crust based on the neotectonic model of deposits formation]. 2-yie Kudryavtsevskie Chteniya. Mat. Vseros. konf. po glubinnomu genezisu nefiti. OAO «TsGE», Moskva, 2013, 6 s.
5. *Kopp M.L., Verzhbickiy V.E., Kolesnichenko A.A., Kopylov I.S.* Noveishaya dinamika i veroyatnoe proiskhozhdeniye Tulvinskoi vozvyshennosti (Permskoe Priuraliye) [Modern dynamics and probable origin of Tulva highlands (Perm PriUrals)]. Geotektonika, № 6, 2008, 46-69.
6. *Kopylov I.S.* Geodinamicheskie aktivnyie zony Permskogo Priuralya na osnove aerokosmogeologicheskikh issledovaniy [Geodynamic active zones of the Perm PreUrals based on the remote sensing investigations]. Geologiya i poleznyie iskopayemyie Zapadnogo Urala. Permskiy Universitet, Perm, 2010, – S. 14-18, 336-337.
7. *Kopylov I.S.* Lineamentno-blokovoye stroeniye i geodinamicheskiye aktivnyie zony Srednogo Urala [Lineament-blocky structure and geodynamic active zones of Middle Urals]. Vestnik Permskogo universiteta. Geologiya, Perm, 3 (12), 2011, S. 18-32.
8. *Kopylov I.S.* Teoreticheskiye i prikladnyie aspekty ucheniya o geodinamicheskikh aktivnykh zonah [Theoretical and applied aspects of doctrine of geodynamic active zones]. Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya, № 4, 2011, URL: <http://www.science-education.ru/98-4745>.
9. *Kopylov I.S., Likutov E.Yu.* Strukturno-geomorfologicheskiiy, gidrogeologicheskiiy i geohimicheskiiy analiz dlya izucheniya i ocenki geodinamicheskoi aktivnosti [Structure-geomorphological, hydrogeological, and geological analysis for study and estimation of geodynamic activity]. Fundamentalnye issledovaniya, № 9 (Ch. 3), 2012, S. 602-606.
10. *Kopylov I.S.* Lineamentno-geodinamicheskii analiz Permskogo Urala i Priuralya [Lineamento-geodynamic analysis of Perm Urals and PreUrals]. Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya. № 6, 2012, URL: <http://www.science-education.ru/106-7570>.
11. *Kopylov I.S., Kozlov S.V.* O perspektivah razvitiya aerokosmicheskikh metodov v geologii i neotektonicheskiiy prognoz neftegazonosnosti [About potential of development of remote sensing for geology and neotectonic forecast of oil and gas reserves]. Geologiya i poleznyie iskopayemyie Zapadnogo Urala, Perm. gos. nats. issl. un-t, Perm, 2013, S. 68-73.
12. *Kopylov I.S.* Poiski i kartirovaniye vodobilnykh zon pri provedenii gidrogeologicheskikh rabot s primeneniyyem lineamentno-geodinamicheskogo analiza [Prospection and mapping of water saturated zones during the hydrogeological survey with use of lineamento-geodynamic analysis]. Politematicheskiiy setevoy elektronnyy nauchnyy zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyy zhurnal KubGAU), KubGAU, Krasnodar, №09 (093), 2013, Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2013/09/pdf/32.pdf>.
13. *Kopylov I.S.* Geoekologiya neftegazonosnykh rayonov yugo-zapada Sibirskoy platformy [Geoecology of oil and gas fields of southwestern part of Siberian craton]. Perm. gos. nats. issl. un-t, Perm, 2013.
14. *Kopylov I.S., Konoplev A.V.* Geologicheskoe stroeniye i resursy nedr v Atlase Permskogo kraya [Geological structure and mineral resources in the Atlas of the Perm kray]. Vestnik Permskogo universiteta. Geologiya, 3 (20), 2013, S. 5-30.
15. *Kopylov I.S., Konoplev A.V., Iblaminov R.G., Osovetskiy B.M.* Regionalnyie faktory formirovaniya inzhenerno-geologicheskikh usloviy territorii Permskogo kraja [Regional factors of forming of geoenvironmental conditions of the Perm kray territory]. Politematicheskiiy setevoy elektronnyy nauchnyy zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyy zhurnal KubGAU). KubGAU, Krasnodar, №10(84), 2012, S. 191–201. <http://ej.kubagro.ru/2012/10/pdf/15.pdf>.
16. *Likutov E.Yu., Kopylov I.S.* Kompleksirovaniye metodov izucheniya i otsenki geodinami-

cheskoi aktivnosti [Integrated methods of study and estimation of geodynamic activity]. Vestnik Tyumenskogo gosudarstvennogo universiteta, №4, 2013, S 125-133.

17. *Naumov V.A.* Minerageniya i perspektivy kompleksnogo osvoeniya zolotonosnogo allyuviya Urala i Priuralya [Mineragenesis and potential of integrated development of gold bearing alluvium of Urals and PreUrals], ENI PGNIU, Perm, 2011.

18. *Seredin V.V., Leibovich L.O., Pushkareva M.V., Kopylov I.S., Khrulev A.S.* K voprosu o formirovani morfolologii poverhnosti treshchiny razrusheniya gornyh porod [About problem of formation of morphology of surface of fracture in the rock]. Fiziko-tehnicheskiye problemy razrabotki poleznykh iskopaemykh, Izdatelstvo Sibirskogo otdeleniya RAN, Novosibirsk, № 3, 2013, S 85-90.

19. *Timurziev A.I.* K sozdaniyu novoi paradigmy neftegazovoi geologii na osnove glubinno-filtratsionnoy modeli neftegazoobrazovaniya i neftegazonakopleniya [About creating a new paradigm of oil and gas geology based on depth-filtration model of oil and gas origin and oil and gas accumulation]. Geofizika, № 4, 2007, S. 49-

60.

20. *Tikhonov A.I., Kopylov I.S.* Izotopno-gidrogeohimicheskiy metod i perspektivy ego ispolzovaniya dlya poiskov korennykh mestorozhdeniy almazov na territorii Permskoy oblasti [Isotope-hydrogeochemical method and its potential application for primary diamond prospecting]. Problemy mineralogii, petrografii i metallogenii. Nauchnye chteniya pamyati P.N. Chirvinskogo. Sb. nauch. Statey, PGU, Perm, 2004, S. 187-192.

21. *Chadayev M.S., Gershanok V.A., Gershanok L.A., Kopylov I.S., Konoplev A.V.* Gravimetriya, magnitometriya, geomorfologiya i ih parametricheskie svyazi [Gravimetry, magnetometry, geomorphology and parametric correlation]. Perm. gos. nats. issl. un-t, Perm, 2012.

22. *Kopp M.L., Kolesnichenko A.A., Verzhbitsky V.E., Kopylov I.S.* Recent dynamics and probable origin of the Tulva upland in the Perm Foreurals. Geotectonics. 42(6), 2008, P 448-468.

23. *Likutov E.Yu., Kopylov I.S.* Complex of methods for studying and estimation of geodynamic activity. Tyumen State University Herald. №4, 2013, P 101-106.

*Рецензент – доктор геолого-минералогических наук В.А. Наумов*