

УДК. 553.98.

АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ НАФТИДНЫХ СИСТЕМ В СВЕТЕ СИНЕРГИЧЕСКОЙ ТЕОРИИ ИНФОРМАЦИИ

Симонян Г.С.

Ереванский государственный университет, Ереван, Армения, e-mail: Sim-gev@mail.ru

С помощью синергетической теории информации проведен анализ состояния нафтидных систем. Нефть самообразуется в ловушке в основном из мантийного высокоэнергетического флюида, обогащенного компонентами нефти, которые создают неравновесное энергетическое состояние, инициируя ряд переходных физико-химических процессов, протекающих под управлением закона сохранения энергии и в направлении достижения устойчивого равновесия. Показано, что в ряду: природный газ → попутный газ → нефть энтропия уменьшается, а синтропия растет. Для природного газа $R = 15.2$, что свидетельствует о высокой степени свободы газовой фазы. Для нефти R функция стремится к единице, что свидетельствует о том, что структурная организация системы является равновесной. Наряду с другими геоинформационными методами и технологиями можно также использовать синергетическую теорию информации для разведки и оценки зрелости нефтяных залежей.

Ключевые слова: нафтиды, нефть, газ, синергетическая теория информации, энтропия, геоэкологическая синтропия

ANALYSIS OF THE STATE NAFTIDNY SYSTEMS IN LIGHT OF SYNERGISTIC INFORMATION THEORY

Simonian G.S.

Yerevan State University, Yerevan, Armenia, e-mail: Sim-gev@mail.ru

With the help of theory of synergetic information the analysis of oil's system was done. The oil was self-generated mainly from high-energetic fluids in the trap, enriched by the oil's components, which have created nonequilibrium energetic states and initiated a series of transitional physical-chemical processes under the control of the law of conservation of energy and towards sustainable equilibrium. It is shown that in the order natural gas-passing gas-oil the entropy decreases and the syntropy increases. For the natural gas $R=15.2$ indicating the high level of freedom of gas phase. The function R tends to unity which indicates that the structural organization of systems is equilibrium. Along with other geographic information technologies and methods can also be used synergetic theory of information for the exploration and evaluation of the maturity of oil deposits.

Keywords: naphthides, oil, gas, synergetic information theory, entropy, geoeological syntropy

Введение

Залежи нефти и газа – эти сложные открытые флюидодинамические системы с быстро меняющимися параметрами, что обусловлено природной флуктуацией глубинно-земных, поверхностных, космических процессов и техногенным воздействием. Характеризуя флюидодинамические залежи нефти и газа, можно отметить, что они весьма неустойчивы, так как представляют собой открытые, фрактальные системы. Фрактальная самоподобность, которая сохраняет свою структуру на разных уровнях масштабирования, характерна для множества реальных систем, в том числе для объектов нефтяных месторождений, вмещающих коллекторов и самой нефти [1].

Нефть самообразуется в ловушке в основном из мантийного высокоэнергетического флюида, обогащенного компонентами нефти, которые создают неравновесное энергетическое состояние, инициируя ряд переходных физико-химических процессов, протекающих под управлением закона сохранения энергии и в направлении дости-

жения устойчивого равновесия. Самоорганизация – процесс спонтанного увеличения порядка или организации в системе, состоящий из многих элементов, происходящий под действием внешней среды. Концепция глубинного происхождения нефти и газа основана на представлениях о том, что образование углеводородов происходит в мантийных очагах вследствие неорганического синтеза [2]. Флюид – это водная, водно-газовая, паровая или газовая среда, состоящая из компонентов флюида в соединении с петрогенными, рудными и иными элементами, заключенная или переносимая в массе горных пород литосферы. Образовавшиеся в мантии Земли флюиды по глубинным разломам перемещаются и проникают в земную кору, где и образуют нефтегазовые месторождения. Нефть представляет собой смесь низко- и высокомолекулярных соединений, относящихся к различным гомологическим рядам. Низкомолекулярные соединения представляют собой, в основном, парафиновые, нафтено-парафиновые и ароматические углеводороды. Высокомолекулярная

часть нефти состоит из высокомолекулярных парафиновых углеводородов, моно- и конденсированных нафтено-парафиновых, моно- и бициклических ароматических углеводородов ряда бензола и нафталина, смол и асфальтенов. Таким образом, нефть – это сложная многокомпонентная смесь, которая в зависимости от внешних условий проявляет свойства молекулярного раствора или дисперсной системы.

Целью данной работы является с помощью синергетической теории информации оценить состояния нафтидных систем.

Для нефти и газа используется также обобщающий термин «нафтиды», включающий углеводороды в газовом, жидком, полутвердом и твердом состояниях или в виде смеси этих фаз.

Энтропийно-синергический подход к геоэкологическим системам

В геоэкологических системах нафтидов могут идти процессы как с возрастанием, так и уменьшением энтропии. Понятие энтропии (S) имеет множество трактовок в самых разнообразных областях человеческих знаний. Впервые понятие энтропии было введено Р.Клаузиусом как мера необратимого рассеяния энергии. Л. Больцман дал физическую трактовку энтропии, исходя из понятий статистической физики. Энтропия является мерой молекулярного хаоса, а закон возрастания ее отражает возрастающую дезорганизацию системы. Энтропия каждого макроскопического состояния связана с вероятностью реализации этого состояния. Одно и то же макроскопическое состояние реализуется огромным числом микросостояний. Это число микросостояний называется термодинамической вероятностью.

Качественно, чем выше энтропия, тем в большем числе существенно различных микросостояний может находиться объект при данном макросостоянии. Наряду с энтропией Клаузиуса появилась статическая, информационная, математическая, лингвистическая, интеллектуальная и другие энтропии. Энтропия стала базисным понятием теории информации и стала выступать как мера неопределенности некоторой ситуации. В каком-то смысле она – мера рассеяния, и в этом смысле она подобна дисперсии. Открытые системы могут обмениваться с окружающими телами, энергией, веществом и, что не менее важно, информацией. Макроскопические открытые системы состоят из многих объектов, принимае-

мых за элементы структуры. Эти элементы могут быть микроскопическими, например, атомы или молекулы в физических и химических системах. Они, однако, могут быть малыми, но все же макроскопическими. Это, например, макромолекулы в полимерах, клетки в биологических структурах. В открытых системах, к которым относятся и экологические, могут идти процессы как с возрастанием, так и с уменьшением энтропии. При этом в экосистеме вещество распределяется таким образом, что в одних местах энтропия возрастает, а в других резко снижается. В целом же, система не теряет своей организованности или высокой упорядоченности. Система – совокупность элементов со связями между ними, подчиняющимся соответствующим законам композиции. Система взаимодействует с внешним миром как единое целое. Каждый элемент системы внутри себя считается неделимым. Элементный состав может содержать однотипные (гомогенные системы) и разнотипные (гетерогенные системы) элементы. Элементы могут быть вещественные, энергетические и информационные. Информационное описание системы дает представление об организации системы. При этом сам термин “информация” имеет несколько значений. В биологии – совокупность биохимически закодированных сигналов, передающихся от одного живого объекта к другому (от родителей к потомкам) или от одних клеток другим в процессе развития особи. В математике, кибернетике – количественная мера устранения энтропии (неопределенности) или мера организации системы. Если трактовать информацию как меру упорядоченности системы, то ее количество будет соответствовать синтропии, выражающей потенциальную меру предсказуемости будущего системы (или оценку возможности экстраполяции ее состояния). Чтобы экосистема действовала и взаимодействовала со средой, она должна потреблять информацию из среды и сообщать информацию среде. Этот процесс называется информационным метаболизмом, который совместно с вещественным и материальным метаболизмом образует полный метаболизм. Системы бывают изолированные (закрытые), которые могут только деградировать, и открытые, способные к прогрессивному развитию, условно. Все реальные системы сначала зарождаются и прогрессируют, а затем деградируют. Си-

стема открыта для энергии, массы, информации до заполнения соответствующих емкостей, после чего закрывается (как сосуд в водоеме). Переток субстанций из внешней среды и прогресс открытой системы так же естественны, как износ и рассеяние закрытой. В этом смысле все природные системы самоорганизующиеся.

Способность системы снижать неупорядоченность внутри себя иногда интерпретируют как способность накапливать отрицательную энтропию – синтропия (I). Впервые понятие «отрицательной энтропии» предложил австрийский физик Эрвин Шредингер. Он объясняет, как живая система экспортирует энтропию, чтобы поддержать свою собственную энтропию на низком уровне. Позже американский физик Леон Бриллюэн в своей работе «Научная неопределенность и информация» сократил это выражение до слова *негэнтропия* и ввел его в таком виде в теорию информации. Учитывая вышесказанное, можно записать своеобразный **закон сохранения энтропии — информации**. Он, как и другие законы сохранения, абсолютно точно выполняется только в идеализированных (закрытых) системах: $S + I = const$.

В литературе о самоорганизующихся системах для описания этого процесса также используются термины экстропия и эктропия. Альберт Сент-Дьёрди предложил заменить термин *негэнтропия* на синтропию [3], термин, впервые предложенный итальянским математиком Луиджи Фантаппие [4], который пытался в своей теории объединить биологический и физический мир. Надо отметить, что термин синтропия в медицине используется давно, при анализе сочетания двух болезней. В 1921 году немецкие медики М.Пфаундлер и Л.Зехт впервые использовали термин синтропия [5]. Синтропия - это наличие двух или более связанных между собой и закономерных взаимосвязанных заболеваний.

Илья Пригожин ввел термин «диссипативные структуры» [6]. Это чрезвычайно емкое и точное название объединяет все виды структур. Чтобы подчеркнуть роль коллектива, роль кооперации при образовании диссипативных структур, Герман Хакен ввел термин синергетика, что означает совместное действие [7]. Синергетика - не самостоятельная научная дисциплина, но новое междисциплинарное научное направление; цель синергетики — выявление

общих идей, общих методов и общих закономерностей в самых разных областях естествознания, более того, в рамках синергетики происходит кооперирование различных специальных дисциплин. Синергетика родилась на базе термодинамики и статистической физики. Основным предметом исследований для синергетики выступают процессы самоорганизации в сложных, открытых, неравновесных объектах-системах. Ее в первую очередь интересуют два типа трансформаций, через которые проходят сложные системы, включая социальные:

- Переходы от хаоса к порядку, то есть процессы возникновения новых форм, динамика самоорганизации в новообразующихся системах.

- Переходы от порядка к хаосу, то есть деструктивные процессы распада систем.

В рамках синергетического подхода удается характеризовать общие качественные закономерности, которые можно конструктивно использовать при анализе процессов эволюции сложных систем различной природы. Достаточно удачно такого рода закономерности описаны в работе В. Эбеллинга [8]. В принципе структуры могут возникать в природе во всех тех случаях, когда выполняются следующие четыре необходимых условия:

- Система является термодинамически открытой, т. е. может обмениваться веществом и энергией со средой.

- Динамические уравнения системы нелинейны.

- Отклонение от равновесия превышает критическое значение.

- Микроскопические процессы происходят кооперативно.

В целом же, система не теряет своей организованности или высокой упорядоченности. Способность системы снижать неупорядоченность внутри себя иногда интерпретируют как способность накапливать синтропию. Система - это совокупность элементов со связями между ними, подчиняющиеся соответствующим законам композиции. Каждый элемент системы внутри себя считается неделимым. В понимании структурной организации и закономерностей развития природных систем неопределимую помощь может оказать синергетическая теория информации, в рамках которой установлен информационный закон отражения системных объектов. Для оценки структурной организации системы Вяткиным

введено понятие *R*-функции, которая характеризует структурную организацию дискретных систем со стороны соотношения порядка и хаоса, мерами которых являются геоэкологическая синтропия $-I_{\Sigma}$ и энтропия отражения *S*, соответственно $R = I_{\Sigma} / S$ [9]. Значения *R*-функции говорят о том, что и в какой мере преобладает в структуре системы: хаос или порядок. Так, если $R > 1$, то в структуре системы преобладает порядок, в противном случае, когда $R < 1$ – хаос. При $R = 1$ хаос и порядок уравниваются друг друга, и структурная организация системы является равновесной. Следует отметить, что с помощью синергетической теории информации проведена оценка хаоса и порядка в структуре таких систем, как электронные системы атомов, паутины пауков, поэтические произведения [9], гидроэкологические системы [10], рудные объекты [11], белковые молекулы [9, 12] и РНК [12].

Для нафтидов элементами системы может быть химический компонентный состав.

Для расчета значений I_{Σ} , *S* и *R*, пользуемся следующим вычислительным алгоритмом:

- 1) Определяется процентное содержание каждого компонента: *m*
- 2) Оценивается общий процент: $M = \sum m$
- 3) Вычисляется произведение: $m \log_2 m$
- 4) Определяется сумма: $\sum m \log_2 m$
- 5) Рассчитывается аддитивная синтропия: I_{Σ}
- 6) Рассчитывается энтропия отражения: $S = \log_2 M - I_{\Sigma}$
- 7) Определяется *R*-функция: $R = I_{\Sigma} / S$.

В соответствии с целью работы и постановки задачи произведены расчеты функции природного газа, попутных газов нефтяных месторождений, газовой фазы, включенной в минералы, и нефтяных фракций.

Соответствующие расчеты функций хаоса и порядка для природного газа приведены в таблице 1.

Таблица 1

Расчет значений информационно-синергетических функций хаоса и порядка природного газа

Вещество	<i>m</i> , (мол. %)	$m \log_2 m$
CH ₄	94.0	615.8
C ₂ H ₆	3.0	4.75
C ₃ H ₈	0.4	0
N ₂	2	2
CO ₂	0.6	0
$M = 100$		$\sum m \log_2 m = 625$
$I_{\Sigma} = \sum m \log_2 m / M = 623 : 100 = 6.23$		$S = \log_2 100 - 6.23 = 6.64 - 6.23 = 0.41$
$R = 6.23 : 0.41 = 15.2$		

В таблицах 2, 3 приведены расчеты функций хаоса и порядка попутных газов нефтяных месторождений и нефтяных фракций.

Таблица 2

Химический состав (мол. %) и значения I_{Σ} , *S*, *R* попутного газа нефтяных месторождений

Месторождение	Самотлорское	Узеньское	Ромашкинское
CH ₄	53.4	50.2	38.4
C ₂ H ₆	7.2	20.2	19.1
C ₃ H ₈	15.1	16.8	17.8
C ₄ H ₁₀	8.3	7.7	8.0
C ₅ H ₁₂	6.3	3.0	6.8
N ₂	9.6	2.3	8.0
CO ₂	0.1	0	1.5
I_{Σ}	4.60	4.69	4.28
<i>S</i>	2.04	1.59	2.36
<i>R</i>	2.23	2.40	1.81

Значения I_{Σ} , S , R для фракций ряда нефтей

Фракция нефти	I_{Σ}	S	R
Первая фракция нефти Кумколь	3.85	2.79	1.38
Вторая фракция нефти Кумколь	3.45	3.19	1.10
Бензиновая фракция нефти Каражанбас	3.18	3.46	0.91
Керосиновая фракция нефти Каражанбас	3.28	3.36	0.976
Бензиновая фракция нефти Акшабулак	3.72	2.92	1.27

Из таблиц следует, что в ряду: природный газ → попутный газ → нефть энтропия уменьшается, а синтропия растет. Для природного газа $R = 15.2$, что свидетельствует о высокой степени свободы газовой фазы. Расчеты функции хаоса и порядка газовой фазы, включенной в минералы по данным почти 6 тысяч образцов [13], показывают, что $I_{\Sigma} = 5.15$, $S = 1.45$ а $R = 3.45$.

Для нефти R функция стремится к единице, что свидетельствует о том, что при образовании ловушки нефти в основном из мантийного высокоэнергетического флюида структурная организация нефтяной залежи является равновесной.

Таким образом, можно констатировать:

- Синергическая теория информации применима также и к нефтяным системам.

- Наряду с другими геоинформационными методами и технологиями можно рекомендовать использовать синергическую теорию информации для разведки и оценки зрелости нефтяных залежей.

Список литературы

1. Симонян Г. С. Фрактальность руд и нефтяных залежей // Сборник научных докладов Современная наука. Новые перспективы Бидгощ (30.01.2014 - 31.01.2014) - Warszawa: Wydawca: Sp. z o.o. «Diamond trading tour».- 2014. - S.56-60. str.

2. Симонян Г.С., Пирумян Г.П. Роль азота в генезисе нефти // Сборники научных трудов «Фундаментальные и прикладные проблемы науки». – М., РАН, – 2013. С.142-152.

3. Szent-Gyorgyi A. Drive in Living Matter to Perfect Itself // Synthesis 1. – 1977. – V.1. – №1. – P. 14 – 26.

4. Fantappi L. Principi di unateoria unitaria del mondo fisico e biologico. – Rome: Accademia d'Italia, – 1942.

5. Pfaundler M., von Seht L. Weiteres über Syntropiekindlicher Krankheitszustände // Zeitschr. f. Kinderheilk. – 1921. – Bd. 30. – S. 298–313.

6. Пригожин И., Стенгерс И. Порядок из хаоса. – М., Прогресс, 1986. – 432 с.

7. Хакен Г. Синергетика. – М., Мир, 1980. – 404 с.

8. Эбелинг В. Образование структур при необратимых процессах. – М., Мир, – 1979. – 279 с.

9. Вяткин В.Б. Хаос и порядок дискретных систем в свете синергической теории информации. // Научный журнал КубГАУ [Электронный ресурс]. – Краснодар, КубГАУ, – 2009. – №47(1): сайт-URL: <http://ej.kubagro.ru/2009/03/pdf/8.pdf>

10. Симонян Г.С. Оценка состояния гидроэкологических систем в свете синергической теории информации // Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Экологическая безопасность и природопользование: наука, инновации, управление. – Махачкала, АЛЕФ, 2013. – С.275-280.

11. Вяткин В.Б. К вопросу информационной оценки признаков при прогнозно-геологических исследованиях // Известия Уральского горного института. Сер.: Геология и геофизика. – 1993. – Вып. 2. – С. 21 – 28.

12. Симонян Г.С. Хаос и порядок биологических систем в свете синергической теории информации // Тезисы докл. международной конференции «Современные проблемы химической физики». – Ереван, 2012. – С.227-228.

13. Миронова О.Ф. Летучие компоненты природных флюидов по данным изучения включений в минералах: методы и результаты. // Геохимия. – 2010. – №1. – С.89-97.