

ПРОБЛЕМЫ КЛАССИФИКАЦИИ ОБЪЕКТОВ СТРАТИГРАФИИ
ОСАДОЧНЫХ БАССЕЙНОВ. СИСТЕМНО-ИЕРАРХИЧЕСКИЙ ПОДХОД

Э.М. Хакимов¹, Ю.Н. Карогодин², Р.З. Мухаметшин¹

¹Казанский федеральный университет, ул. Кремлёвская, 18, Казань 420008, Российская Федерация, e-mail: miki38@mail.ru, geoeng111@yandex

²Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука СО РАН, просп. Акад. Коптюга, 3, Новосибирск 630090, Российская Федерация, e-mail: karogodin@academ.org

На основе анализа некоторых классификаций показана необходимость использования в этом процессе общенаучных принципов. Предлагаемый системный подход позволяет упорядочить качественно разные и различные по масштабу объекты с позиции иерархии, а также открывает возможность формально, на основании числовых отношений, описывать взаимоотношения абстрактных уровней и объектов. Значимость работы состоит в возможности предложенной системно-иерархической модели получения новой информации по взаимоотношениям объектов стратиграфии разного уровня геологической организации и их формального описания на основании числовых отношений.

Ключевые слова: система, классификация, иерархия, уровни, модель, объекты, стратиграфия, отношения.

В последние годы возникает много вопросов к теории и методологии классификации объектов стратиграфии, которые обусловлены сложностью структурной организации последних, различием их размеров и классификационных признаков. Эти проблемы достаточно подробно изложены в работах [7–9]. Из анализа публикаций следует, что классификация (ранжирование) геологических тел только на основании языка законов и принципов стратиграфии (или другой геологической дисциплины) не раскрывает всего богатства взаимоотношений геологических тел. Данный процесс требует использования также общенаучных принципов, понятий и терминов, связанных с методологиями конкретных геологических дисциплин и моделированием, использующим математическую формализацию. Одновременно мы отмечаем, что формализованная классификация, которая построена только на математических принципах, оторванных от свойств реальных объектов геологии, останется абстракцией, бесполезной для её практического применения. Именно это противоречие ведет к необходимости разработки геологами системных принципов классификации геологических объектов, важнейшими из которых являются иерархия и симметрия. Понятия “иерархия” и “симметрия”, рассматриваемые в качестве системных методологических принципов, широко используются в геологии [1, 5, 6, 10]. Общенаучная теория иерархии, построенная на основе системно-философской методологии, излагается в работах [11–13].

В работах геологов 1970–1980-х годов активно изучались методологические возможности си-

стемного анализа [2–4 и др.]. Л.Ф. Дементьевым, в частности, обобщен материал по использованию системных исследований в нефтегазовой геологии [4].

Более поздние развернутые исследования по теоретическим и методологическим вопросам стратиграфии проведены Ю.Н. Карогодиным и А.Л. Симановым [9]. Ю.Н. Карогодин также предложил квазиерархический свод системно-стратиграфических принципов и базирующихся на них правил, что позволяет однозначно выделять стратон-системы и выявлять скрытые закономерности [7, 8]. Системно-философский анализ принципов Ю.Н. Карогодина показал перспективность последних при разработке понятий и терминов, что дает возможность моделировать стратон-системы [13]. Б.Ф. Палымский предлагает рассматривать в качестве объекта картографического моделирования формацию и её составные части, “то есть геологические тела формационного ранга” [10, с. 59]. Автор связывает иерархическими отношениями ранги: глобальный, геоструктурный, горно-породный, минеральный и дополняет их галактическим и атомарным уровнями.

Не рассматривая многообразие методологических подходов к вопросам классификации терминов стратиграфии, можно отметить общую тенденцию – вовлечение в арсенал методологических инструментов построения номенклатуры все большего количества системных общенаучных принципов, терминов и понятий. Многие затруднения в этом вопросе связаны, как мы отмечали, с тем, что не разработана методология моделирования

взаимоотношений иерархически связанных объектов стратиграфии с ранжирующими их и иерархически связанными понятиями номенклатуры разной степени абстрагирования. Анализ системно-иерархических методологий, используемых в геологии, и их обобщение [7, 9, 13 и др.] позволили использовать в данной работе методологию, которая разрешает противоречия, возникающие при моделировании и классификации объектов нефтегазовой геологии.

Используя пространственные модели иерархии при анализе взаимоотношений иерархически связанных качественно и количественно различных объектов стратиграфии (и вообще объектов геологии), **можно численно характеризовать взаимоотношения уровней организации и их объектов, придавая каждому уровню и его объектам собственную числовую меру и определяя координаты последних в пространстве иерархической периодической системы.**

Пространственная структурная организация модели иерархии, предлагаемая авторами, упорядочивает взаимоотношения качественно различных геологических тел, расположенных на разных уровнях геологической организации. Одновременно эта структура **содержит в формализованной характеристике отдельного уровня организации информацию о структуре объектов всех нижележащих уровней, ставших частями структурной организации последней** [2, 11, 14]. В результате данной операции вся выбранная исследователями система разномасштабных, качественно различающихся геологических тел, описывается на языке определенных числовых отношений.

Таким образом, мы имеем язык описания **всей иерархической системы**, различающий взаимоотношения всех уровней системы. В то же время предлагаемый нами язык числовых отношений (табл. 1), будучи абстрактной информационной системой, имеющей **двойственную природу**, одновременно позволяет рассматривать **структурную организацию отдельного уровня.**

Из табл. 1 видно, что вхождение (и выхождение) уровней по горизонтали справа налево наиболее полно определяет свойство иерархии: признаки становятся частью характеристики геологического объекта, последний со своими признаками становится частью определения уже стратона и так далее. Объекты колонок 1, 3, 5, 7 по вертикали также связываются отношением иерархии по определенным признакам. Однако вопрос выбора свойства, общего для всех уровней объектов одной колонки, и свойства отдельного объекта отдельного уровня, а также их взаимоотношений требует дальнейших исследований [14]. Числовые значения в колонках табл. 1 с четными номерами обозначены арабскими цифрами и английской буквой с индексом. Так, $1.2.f^{n-1}_c$ характе-

ризует числовое значение второго стратона ранга 1. Последовательность целых чисел, разделенных точками, содержит информацию о “координатах” объекта в иерархической классификации объектов. Индекс n означает число уровней и подуровней. Для облегчения построения модели n принято равным трем. Авторами также предлагается матрица “Числовые значения отношений уровней организации модели” (табл. 2).

Анализ матрицы (табл. 2) показывает, что отношения двух стратонов могут быть сведены к отношениям объектов этих стратонов, а также к отношениям комбинаций данных объектов. Матрица взаимоотношений числовых значений стратонов характеризуется определенной симметрией – ее диагональ, ячейки которой выделены жирным шрифтом, делит матрицу на две части. Числовое значение каждой ячейки в одной части матрицы имеет в другой части ячейку с обратным числовым значением.

Анализ рассматриваемых нами концепций в нефтегазовой геологии, использующих методологию иерархии, показывает, что в этих работах не реализована основная сущность системно-иерархического метода, а именно методология взаимоотношения абстрактных уровней иерархии, основанная на общенаучных принципах симметрии, диалектике взаимоотношений вхождения и выхождения уровней и формальном (числовом) описании рассматриваемых взаимоотношений. Выявление двойственной природы сложных геологических систем предъявляет также требования к границам применения в нефтегазовой геологии мощных математических средств и компьютерных программ.

Следует отметить, что использование предлагаемой авторами концепции может служить основой классификации объектов стратиграфии и одновременно расширяет возможности прогнозирования в нефтегазовой геологии. Определенной проблемой при использовании данного метода может быть ранжирование (иерархическое построение) объектов, принадлежащих отдельным уровням. Решение этой проблемы зависит от постановки задачи исследования и решения специалистов-экспертов, определяющих значимость тех или иных объектов и их взаимоотношений при решении самой задачи.

Конечный результат предлагаемой авторами работы – периодическая таблица иерархического взаимоотношения качественно различных, разномасштабных объектов нефтегазовой геологии и соответствующих им понятий номенклатуры, описываемых на языке числовых отношений, а в перспективе – разработка программ, позволяющих использовать компьютерную технику при моделировании иерархической классификации объектов стратификации.

Таблица 1. Схема периодической системы иерархической классификации геологических объектов

Р а н г	Число- вая харак- терис- тика ранга	Иерархия стратонов ранга	Числовая характе- ристика стратонов	Иерархия объектов стратона	Числовая характе- ристика объектов стратона	Иерархия признаков объекта отдельного стратона	Числовая характерис- тика призна- ков объекта, отдельного стратона
1	$1.f^{n-0}_p$	Стратон 1 ранга 1	$1.1.f^{n-0}_c$	Объект 1 стратона 1	$1.1.1 f^{n-0}_o$	1.1.1.1 1.1.1.2 1.1.1.3 признак	$1.1.1.1 f^{n-0}_n$ $1.1.1.2 f^{n-1}_n$ $1.1.1.3 f^{n-2}_n$
				Объект 2 стратона 1	$1.1.2 f^{n-1}_o$	1.1.2.1 1.1.2.2 1.1.2.3 признак	$1.1.2.1 f^{n-0}_n$ $1.1.2.2 f^{n-1}_n$ $1.1.2.3 f^{n-2}_n$
				Объект 3 стратона 1	$1.1.3 f^{n-2}_o$	1.1.3.1 1.1.3.2 1.1.3.3 признак	$1.1.3.1 f^{n-0}_n$ $1.1.3.2 f^{n-1}_n$ $1.1.3.3 f^{n-2}_n$
		Стратон 2 ранга 1	$1.2.f^{n-1}_c$	Объект 1 стратона 2	$1.2.1 f^{n-0}_o$	1.2.1.1 1.2.1.2 1.2.1.3 признак	$1.2.1.1 f^{n-0}_n$ $1.2.1.2 f^{n-1}_n$ $1.2.1.3 f^{n-2}_n$
				Объект 2 стратона 2	$1.2.2 f^{n-1}_o$	1.2.2.1 1.2.2.2 1.2.2.3 признак	$1.2.2.1 f^{n-0}_n$ $1.2.2.2 f^{n-1}_n$ $1.2.2.3 f^{n-2}_n$
				Объект 3 стратона 2	$1.2.3 f^{n-2}_o$	1.2.3.1 1.2.3.2 1.2.3.3 признак	$1.2.3.1 f^{n-0}_n$ $1.2.3.2 f^{n-1}_n$ $1.2.3.3 f^{n-2}_n$
		Стратон 3 ранга 1	$1.3.f^{n-2}_c$	Объект 1 стратона 3	$1.3.1 f^{n-0}_o$	1.3.1.1 1.3.1.2 1.3.1.3	$1.3.1.1 f^{n-0}_n$ $1.3.1.2 f^{n-1}_n$ $1.3.1.3 f^{n-2}_n$
				Объект 2 стратона 3	$1.3.2 f^{n-1}_o$	1.3.2.1 1.3.2.2 1.3.2.3	$1.3.2.1 f^{n-0}_n$ $1.3.2.2 f^{n-1}_n$ $1.3.2.3 f^{n-2}_n$
				Объект 3 стратона 3	$1.3.3 f^{n-2}_o$	1.3.3.1 1.3.3.2 1.3.3.3	$1.3.3.1 f^{n-0}_n$ $1.3.3.2 f^{n-1}_n$ $1.3.3.3 f^{n-2}_n$

Таблица 2. Числовые значения отношений уровней организации модели

Числовая характеристика объектов	Числовая характеристика стратонов						
	$1.1.f^{n-0}_c$				$1.2.f^{n-1}_c$		
	1	2	3	4	5	6	7
$1.1.f^{n-0}_c$	1	$1.1.1 f^{n-0}_o$	$1.1.2 f^{n-1}_o$	$1.1.3 f^{n-2}_o$	$1.2.1 f^{n-0}_o$	$1.2.2 f^{n-1}_o$	$1.2.3 f^{n-2}_o$
	2	$1.1.1 f^{n-0}_o$	$1.1.1 f^{n-0}_o$	$1.1.1 f^{n-0}_o$	$1.1.1 f^{n-0}_o$	$1.1.1 f^{n-0}_o$	$1.1.1 f^{n-0}_o$
	3	$1.1.2 f^{n-1}_o$	$1.1.2 f^{n-1}_o$	$1.1.2 f^{n-1}_o$	$1.1.2 f^{n-1}_o$	$1.1.2 f^{n-1}_o$	$1.1.2 f^{n-1}_o$
	4	$1.1.3 f^{n-2}_o$	$1.1.3 f^{n-2}_o$	$1.1.3 f^{n-2}_o$	$1.1.3 f^{n-2}_o$	$1.1.3 f^{n-2}_o$	$1.1.3 f^{n-2}_o$
$1.2.f^{n-1}_c$	5	$1.2.1 f^{n-0}_o$	$1.2.1 f^{n-0}_o$	$1.2.1 f^{n-0}_o$	$1.2.1 f^{n-0}_o$	$1.2.1 f^{n-0}_o$	$1.2.1 f^{n-0}_o$
	6	$1.2.2 f^{n-1}_o$	$1.2.2 f^{n-1}_o$	$1.2.2 f^{n-1}_o$	$1.2.2 f^{n-1}_o$	$1.2.2 f^{n-1}_o$	$1.2.2 f^{n-1}_o$
	7	$1.2.3 f^{n-2}_o$	$1.2.3 f^{n-2}_o$	$1.2.3 f^{n-2}_o$	$1.2.3 f^{n-2}_o$	$1.2.3 f^{n-2}_o$	$1.2.3 f^{n-2}_o$

1. *Вотах О.А.* Структура вещества Земли / О.А. Вотах. – Новосибирск: Наука, 1991. – 224 с.
2. *Дементьев Л.Ф.* Системные исследования в нефтегазовпромысловой геологии / Л.Ф. Дементьев. – М.: Недра, 1988. – 204 с.
3. *Забродин В.Ю.* Исследования по методологии геологических наук в Институте тектоники и геофизики в 70-е годы XX века // Вестник ДВО РАН. Сер. Науки о Земле. – 2008. – № 1. – С. 3–13.
4. *Забродин В.Ю.* Формирование и смена исследовательских программ в геологии // Исследовательские программы в современной науке: Сб. науч. трудов. – Новосибирск: Наука, 1987. – С. 176–186.
5. *Забродин В.Ю.* Естественные тела и проблема иерархии геологических тел / В.Ю. Забродин, В.А. Кулындышев, В.А. Соловьев // Геологические тела: терминологический справочник. – М.: Недра, 1986. – С. 279–289.
6. *Иерархия геологических тел и тектоника* / Ю.А. Косыгин, О.А. Вотах, В.А. Соловьев, Р.Ф. Черкасов // ДАН СССР. – 1972. – Т. 207, № 2. – С. 411–414.
7. *Карогодин Ю.Н.* Системная модель стратиграфии нефтегазоносных бассейнов Евразии. – Т. 1. Мел Западной Сибири / Ю.Н. Карогодин. – Новосибирск: Гео, 2006. – 166 с.
8. *Карогодин Ю.Н.* Смена стратиграфической парадигмы – антикризисная программа стратиграфии нефтегазоносных бассейнов Евразии (на примере Западной Сибири) // Динамика и развитие иерархических (многоуровневых) систем (теоретические и прикладные аспекты): Материалы междунар. науч.-практ. конф., Казань, 27–28 ноября 2007 г. – Казань: Волга пресс, 2007. – С. 138–165.
9. *Карогодин Ю.Н.* Кризис в стратиграфии: методологические и теоретические основания / Ю.Н. Карогодин, А.Л. Симанов // Философия науки. – 2005. – № 3(26). – С. 147–166.
10. *Палымский Б.Ф.* Иерархическая система картографируемых геологических тел // Тихоокеанская геология. – 2006. – Т. 25, № 1. – С. 55–61.
11. *Хахимов Э.М.* Диалектика иерархии и неиерархии в философии и научном знании / Э.М. Хахимов. – Казань: ФЭН АН РТ, 2007. – 288 с.
12. *Хахимов Э.М.* Моделирование иерархических систем (Теоретические и методологические аспекты) / Э.М. Хахимов. – Казань: Изд-во Казанского университета, 1986. – 160 с.
13. *Хахимов Э.М.* Теория иерархии и систематизация принципов системно-стратиграфической методологии Ю.Н. Карогодина / Э.М. Хахимов, С.К. Губеева, Р.В. Амиров // Динамика и развитие иерархических (многоуровневых) систем (теоретические и прикладные аспекты): Материалы междунар. науч.-практ. конф., Казань, 27–28 ноября 2007 г. – Казань: Волга пресс, 2007. – С. 166–172.
14. *Хахимов Э.М.* Принцип иерархии и его использование при инновационном проектировании нефтяных месторождений / Э.М. Хахимов, Р.З. Мухаметшин // Развитие и динамика иерархических (многоуровневых) систем (Философские, теоретические и практические аспекты): Материалы междунар. науч.-практ. конф., Казань, 10–13 ноября 2013 г. – Казань: Познание, 2013. – Кн. 1. – С. 148–154.

ПРОБЛЕМИ КЛАСИФІКАЦІЇ ОБ'ЄКТІВ СТРАТИГРАФІЇ ОСАДОВИХ БАСЕЙНІВ. СИСТЕМНО-ІЄРАРХІЧНИЙ ПІДХІД

Е.М. Хахимов¹, Ю.М. Карогодин², Р.З. Мухаметшин¹

¹Казанський федеральний університет, вул. Кремлівська, 18, Казань 420008, Російська Федерація, e-mail: miki38@mail.ru, geoeng111 @ yandex

²Інститут нафтогазової геології і геофізики ім. А.О. Трофимука СВ РАН, просп. Акад. Коптюга, 3, Новосибірськ 630090, Російська Федерація, e-mail: karogodin@academ.org

На основі аналізу деяких класифікацій показано необхідність використання у цьому процесі загальнонаукових принципів. Запропонований системний підхід дає змогу впорядкувати якісно різні та різні за масштабом об'єкти з позиції ієрархії, а також відкриває можливість формально, на підставі числових відношень, описувати взаємовідношення абстрактних рівнів і об'єктів. Значущість роботи полягає у можливості запропонованої системно-ієрархічної моделі отримання нової інформації за взаємовідношеннями об'єктів стратиграфії різного рівня геологічної організації та їх формального опису на підставі числових відношень.

Ключові слова: система, класифікація, ієрархія, рівні, модель, об'єкти, стратиграфія, відношення.

PROBLEMS OF CLASSIFICATION OF STRATIGRAPHY OBJECTS OF STAND-BY TANKS. SYSTEMATIC HIERARCHICAL APPROACH

Е.М. Khakimov¹, Yu.N. Karagodin², R.Z. Mukhametshin¹

¹Kazan Federal University, 18 Kremlyovskaya Str., Kazan 420008, Russian Federation, e-mail: miki38@mail.ru, geoeng111 @ yandex

²Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics of Siberian Branch of Russian Academy of Sciences, 3 Koptyug Ave., Novosibirsk 630090, Russian Federation, e-mail: karogodin@academ.org

Purpose. The analysis of a number of classifications of stratigraphy objects showed the necessity of using in the process some scientific principles. The aim of this work is to analyze the possibility of using a systematic hierarchical model when

classifying geology objects and their properties. The objective of the study was to formalize the relationship of abstract levels and their geological objects.

Design/methodology/approach. The proposed systematic approach allows us to organize objects with different quality and scale in terms of hierarchy. The systematic approach also offers the possibility to formally describe, on the basis of a numerical relationship, the relationship of abstract levels and objects.

Findings. The authors have proposed a periodic system of a hierarchical classification that permits on the basis of single formal systematic methods to summarize and specify the objects of geology and their properties. The work gives the possibility of obtaining, based on modeling, new information on the relationship of objects of the same level and belonging to different levels of geological organizations.

Practical value/implications. If the facts obtained theoretically by modeling are confirmed by practice, it can serve as a prognostication tool when searching for hydrocarbon fields. Symmetry in the relationship of objects and their properties revealed by the authors can be used as an important classification feature. The conducted research can be further developed by using computer programs that take into account the principles of hierarchy and symmetry of the objects of geology and their properties proposed by the authors.

Keywords: system, classification, hierarchy, level, model, features, stratigraphy and relations.

References:

1. Votakh O.A. *Struktura veshchestva Zemli* [The substance structure of the Earth]. Novosibirsk, *Nauka*, 1991, 224 p.
2. Dement'ev L.F. *Sistemnye issledovaniya v neftegazopromyslovoy geologii* [Systematic studies in reservoir Geology]. Moscow, *Nedra*, 1988, 204 p.
3. Zabrodin V.Yu. *Issledovaniya po metodologii geologicheskikh nauk v Institute tektoniki i geofiziki v 70-e gody XX veka* [Research on the methodology of geological Sciences at the Institute of tectonics and Geophysics in the 70-es of XX century]. *Vestnik Dal'nevostochnogo otdeleniya Rossiyskoy akademii nauk. Seriya Nauki o Zemle*, 2008, issue 1, pp. 3-13.
4. Zabrodin V.Yu. *Formirovanie i smena issledovatel'skikh programm v geologii* [The formation and change of research programs in Geology]. *Issledovatel'skie programmy v sovremennoy nauke: Sbornik nauchnykh trudov* [Research programs in modern science: Collected papers]. Novosibirsk, *Nauka*, 1987, pp. 176-186.
5. Zabrodin V.Yu., Kulyndyshev V.A., Solov'ev V.A. *Estestvennye tela i problema ierarkhii geologicheskikh tel* [The natural body and the problem of hierarchy of geological bodies]. *Geologicheskie tela: terminologicheskii spravochnik* [Geological body: Glossary]. Moscow, *Nedra*, 1986, pp. 279-289.
6. Kosygin Yu.A., Votakh O.A., Solov'ev V.A., Cherkasov R.F. *Ierarkhiya geologicheskikh tel i tektonika* [The hierarchy of geological bodies and tectonics]. *Doklady Akademiï nauk SSSR* [Reports of the USSR Academy of Sciences]. Moscow, 1972, vol. 207, issue 2, pp. 411-414.
7. Karogodin Yu.N. *Sistemnaya model' stratigrafii neftegazonosnykh basseynov Evrazii. - T.I. Mel Zapadnoy Sibiri* [System model the stratigraphy of oil and gas basins of Eurasia. Vol. 1. Chalk of Western Siberia]. Novosibirsk, *Geo*, 2006, 166 p.
8. Karogodin Yu.N. *Smena stratigraficheskoy paradigmy - antiikrizisnaya programma stratigrafii neftegazonosnykh basseynov Evrazii (na primere Zapadnoy Sibiri)* [Change stratigraphic paradigm - the anti-crisis program stratigraphy of oil-and-gas bearing basins of Eurasia (on the example of Western Siberia)]. *Dinamika i razvitie ierarkhicheskikh (mnogourovnevnykh) sistem (teoreticheskie i prikladnye aspekty). Materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii* [Dynamics and development of a hierarchical (multi-level) systems (theoretical and applied aspects). Proceedings of the International Scientific-Practical Conference on 27-28 November 2007]. Kazan', *Volga press*, 2007, pp. 138-165.
9. Karogodin Yu.N., Simakov A.L. *Krizis v stratigrafii: metodologicheskie i teoreticheskie osnovaniya* [The crisis of stratigraphy: methodological and theoretical grounds]. *Philosophy of Sciences*, 2005, issue 3(26), pp. 147-166.
10. Palymskiy B.F. *Ierarkhicheskaya sistema kartografiruemyykh geologicheskikh tel* [A hierarchical system mapping geological bodies]. *Russian Journal of Pacific Geology*, 2006, vol. 25, no. 1, pp. 55-61.
11. Khakimov E.M. *Dialektika ierarkhii i neierarkhii v filosofii i nauchnom znanii* [The dialectics of hierarchy and non-hierarchy in philosophy and scientific knowledge]. Kazan', *Fen AN RT*, 2007, 288 p.
12. Khakimov E.M. *Modelirovanie ierarkhicheskikh sistem (Teoreticheskie i metodologicheskie aspekty)* [Modeling hierarchical systems (Theoretical and methodological aspects)]. Kazan', *Izdatelstvo Kazanskogo universiteta*, 1986, 160 p.
13. Khakimov E.M., Gubeeva S.K., Amirov R.V. *Teoriya ierarkhii i sistematzatsiya printsipov sistemno-stratigraficheskoy metodologii Yu.N. Karogodina* [The theory of hierarchy and systematization of the Karogodin's Y.N. principles of systematic stratigraphic methodology]. *Dinamika i razvitie ierarkhicheskikh (mnogourovnevnykh) sistem (teoreticheskie i prikladnye aspekty). Materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii* [Dynamics and development of a hierarchical (multi-level) systems (theoretical and applied aspects). Proceedings of the International Scientific-Practical Conference on 27-28 November 2007]. Kazan', *Volga press*, 2007, pp. 166-172.
14. Khakimov E.M., Mukhametshin R.Z. *Printsip ierarkhii i ego ispol'zovanie pri innovatsionnom proektirovanii neftyanykh mestorozhdeniy* [The principle of hierarchy and its use in innovative design of oil fields]. *Razvitie i dinamika ierarkhicheskikh (mnogourovnevnykh) sistem (Filosofskie, teoreticheskie i prakticheskie aspekty). Materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii* [The evolution of hierarchical (tiered) systems (Philosophical, theoretical and practical aspects). Proceedings of the International Scientific-Practical Conference on 10-13 November 2013], vol. 1. Kazan', *Poznanie*, 2013, pp. 148-154.

Поступила в редакцию 17.02.2015 г.

Received 17/02/2015