

КРЕМНИСТО-УГЛЕРОДИСТЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ РУДОВМЕЩАЮЩЕЙ ТОЛЩИ САФЬЯНОВСКОГО МЕДНОКОЛЧЕДАННОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (СРЕДНИЙ УРАЛ)

Е. И. Сорока, В. П. Молошаг, Л. В. Леонова, В. Г. Петрищева, Н. С. Ярославцева*

Сафьяновское медноколчеданное месторождение расположено в 10 км к северо-востоку от г. Реж (Средний Урал). Оно локализовано в южной части Режевской структурно-формационной зоны в пределах Восточно-Уральского поднятия в гидротермально-измененных вулканогенно-осадочных породах. Половина запасов месторождения представлена прожилково-вкрапленными рудами [1].

В рудовмещающей толще месторождения присутствуют кремнисто-углеродистые отложения мощностью от 0.1 до 1.5 м (рис. 1), которые чередуются с песчаниками и измененными вулканогенно-

осадочными и вулканокластическими породами [5]. Песчаниковые отложения имеют градационную слоистость и местами волнистые контакты с кремнисто-углеродистыми породами (рис. 2). По данным геологоразведочных работ и нашим наблюдениям, эти отложения располагаются непосредственно над рудной залежью и нередко содержат сульфиды.

Среди брекчированных пород в кремнисто-углеродистых прослоях встречаются полностью перекристаллизованные остатки радиоларий плохой сохранности (рис. 3). Преобладают сферы из семейства *Entactiniidae*, верхний девон (определе-



Рис. 1. Выход кремнисто-углеродистых отложений в борту карьера Сафьяновского месторождения, гориз. 157. Высота уступа около 10 м.

* Институт минералогии УрО РАН, г. Миасс

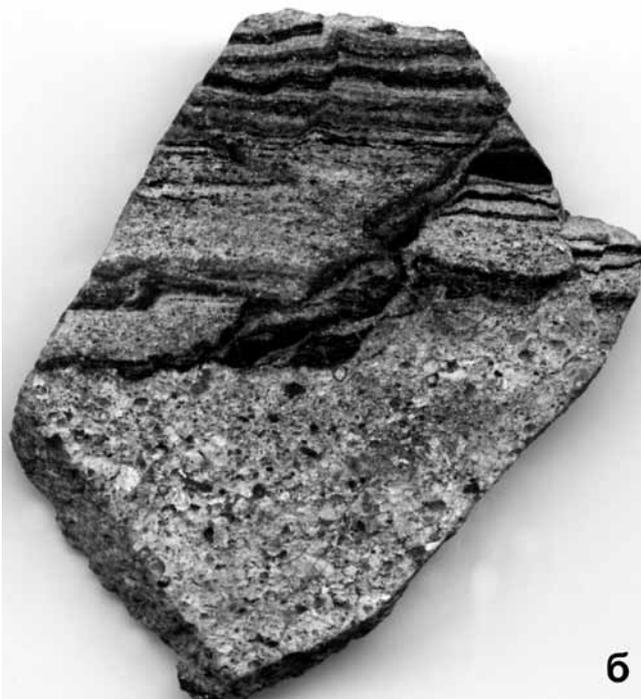


Рис. 2. Градационная слоистость и волнистые контакты в кремнисто-углеродистых породах Сафьяновского месторождения.

а – песчаник, гориз. 157; б – песчаник, гориз. 100.

ние Э.О. Амона). Кроме остатков радиолярий, следы ископаемого рассеянного органического вещества (РОВ) обнаружены также в цементе обломочных пород (рис. 4) и некоторых приконтактовых метасоматитах [3].

Термический анализ образцов кремнисто-углеродистых пород, брекчий и околорудных метасоматитов показал присутствие во всех исследованных образцах слабометаморфизованного ОВ растительного происхождения в количестве до 1–6%, которое выгорает при 200–330°C. В некоторых из них присутствует ОВ трех типов (рис. 5): 0.4% составляет слабометаморфизованное органическое вещество растительного происхождения; 5.9% – ОВ, ха-

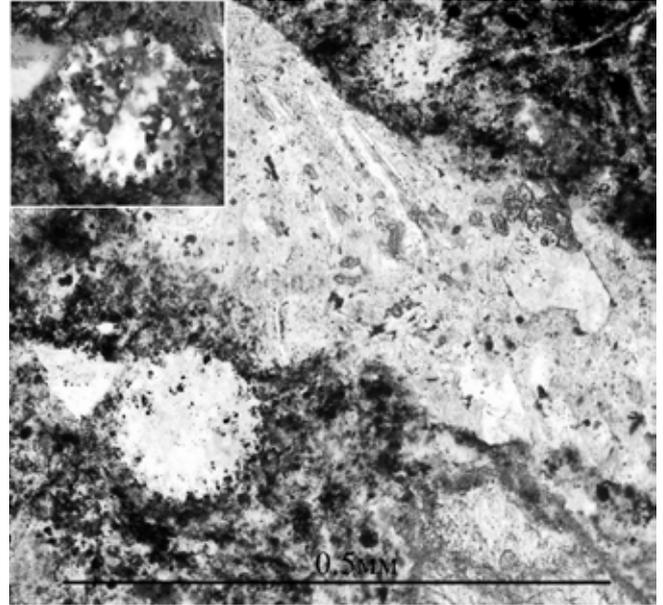


Рис. 3. Перекристаллизованные остатки радиолярий из рудовмещающей толщи Сафьяновского медноколчеданного месторождения (обр. 81/01).

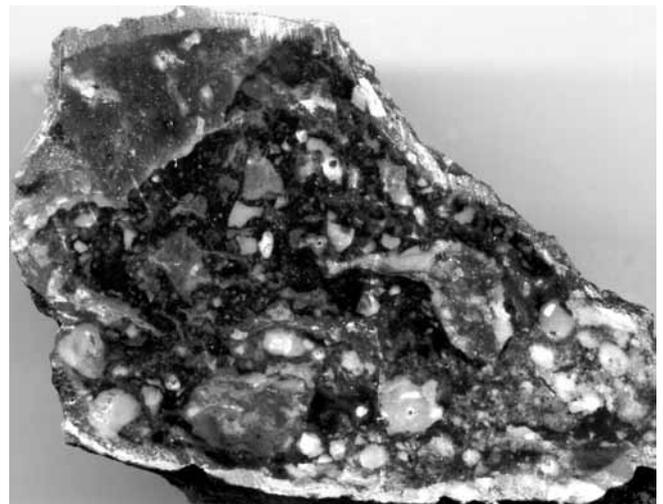


Рис. 4. Брекчированная порода с остатками радиолярий (обр. 81/01).

рактерное для горючих сланцев. Оно выгорает при 320–700°C. Также отмечено 0.3% графита, который выгорает при 700–900°C.

В исследованных образцах органика не отделена от минеральной части породы. В минеральном составе преобладает кварц, в некоторых образцах до 80%, в меньшей степени – полевои шпат, хлорит, слюдяные минералы в различных пропорциях, а также альбит, кальцит-доломит. Из рудных преобладают сульфиды: пирит, халькопирит, сфалерит, но иногда встречается гематит.

В результате исследований образцов кремнисто-углеродистых пород методом электронного парамагнитного резонанса (ЭПР) на спектрах ЭПР бы-

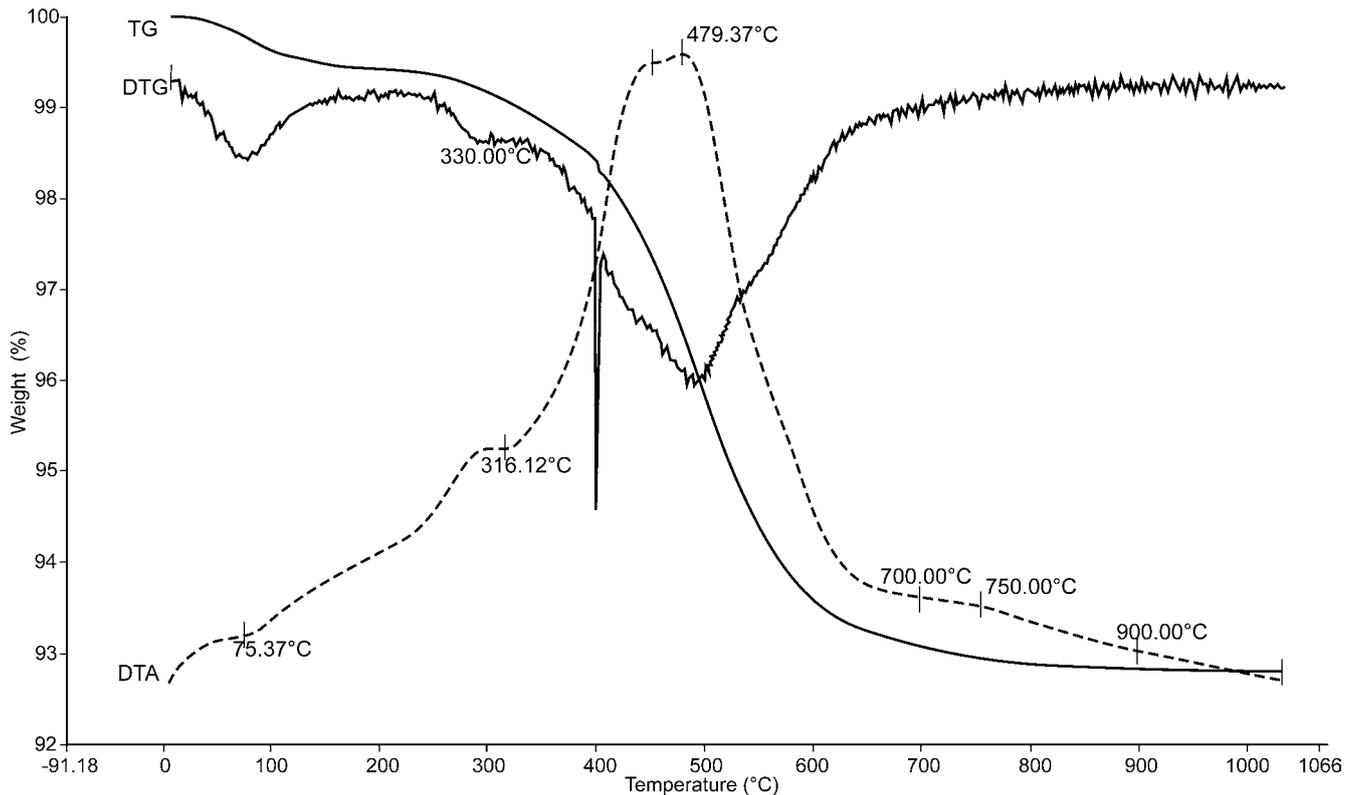


Рис. 5. Термограмма образца кремнисто-углеродистой породы из рудовмещающей толщи Сафьяновского медноколчеданного месторождения, гориз. 157.

ли установлены углеродные радикалы (Rc-org). Исследования проводились в лаборатории физики минералов Казанского госуниверситета (КГУ) и лаборатории физико-химических методов исследования ИГГ УрО РАН (оператор Ю.В. Шапова). Запись спектров образцов производилась в автоматическом режиме на портативных спектрометрах ПС100.X (с рабочей частотой 9.2 ГГц) и ESR 70–03 DX/2 при комнатной температуре (исходные пробы) и после нагревания образцов до 350 и 600°C в течение 30 минут.

Наиболее отчетливые линии Rc-org наблюдались в пробах из темных участков образцов кремнисто-углеродистых пород и цемента брекчий. На спектрах ЭПР, как в исходных пробах, так и после отжига до 350°C, появлялся сигнал в области радикалов с широкой линией спектра. Характеристики сигнала после отжига до 350°C: $g \sim 2.0031 \pm 0.0001$; ширина $\Delta H \sim 5.4$ Гс (0.5 мТл) (рис. 6). По [2], это может свидетельствовать о наличии остатков органического вещества, метаморфизованного в относительно низкотемпературных условиях (не выше 300°C).

При съемке образца, нагретого до 600°C, появлялся слабый сигнал Rc-org с $g \sim 2.0027 \pm 0.0001$ (рис. 6) и узкой линией спектра. Сигналы с такими параметрами свойственны остаткам ископаемого органического вещества животного происхождения. Присутствие в одном и том же образце сигнала

ЭПР двух типов можно объяснить тем, что в обугленных растительных остатках может присутствовать вещество животного ряда за счет деятельности гнилостных микроорганизмов на ранних стадиях седиментогенеза. По расчетным данным, в исходном образце кремнисто-углеродистой породы концентрация углеродного радикала получается достаточно высокой (1.2×10^{18} спин/грамм) [3], практически, как в некоторых углях [3].

На электронно-микроскопических снимках прожилков углеродистого вещества в кремнисто-углеродистой породе (рис. 7), выполненных в КГУ на растровом электронном микроскопе РЭММА-202М (оператор Е.В. Нуждин), наблюдается структурно-однородная черная поверхность с раковистым изломом, что может быть характерно для витринита. Возможно, углистый материал находился на низкой (буроугольной) стадии метаморфизма, и сейчас представлен фюзенизированными (инертинитовыми) и витринизированными (гелифицированными) растительными остатками и растворимыми соединениями, изначально входившими в состав липоидных микрокомпонентов смол [3].

Изучение органической компоненты в породах Сафьяновского медноколчеданного месторождения позволяет сделать некоторые выводы о генезисе данных кремнисто-углеродистых отложений. Вероятно, субстратом являлись вулканогенно-

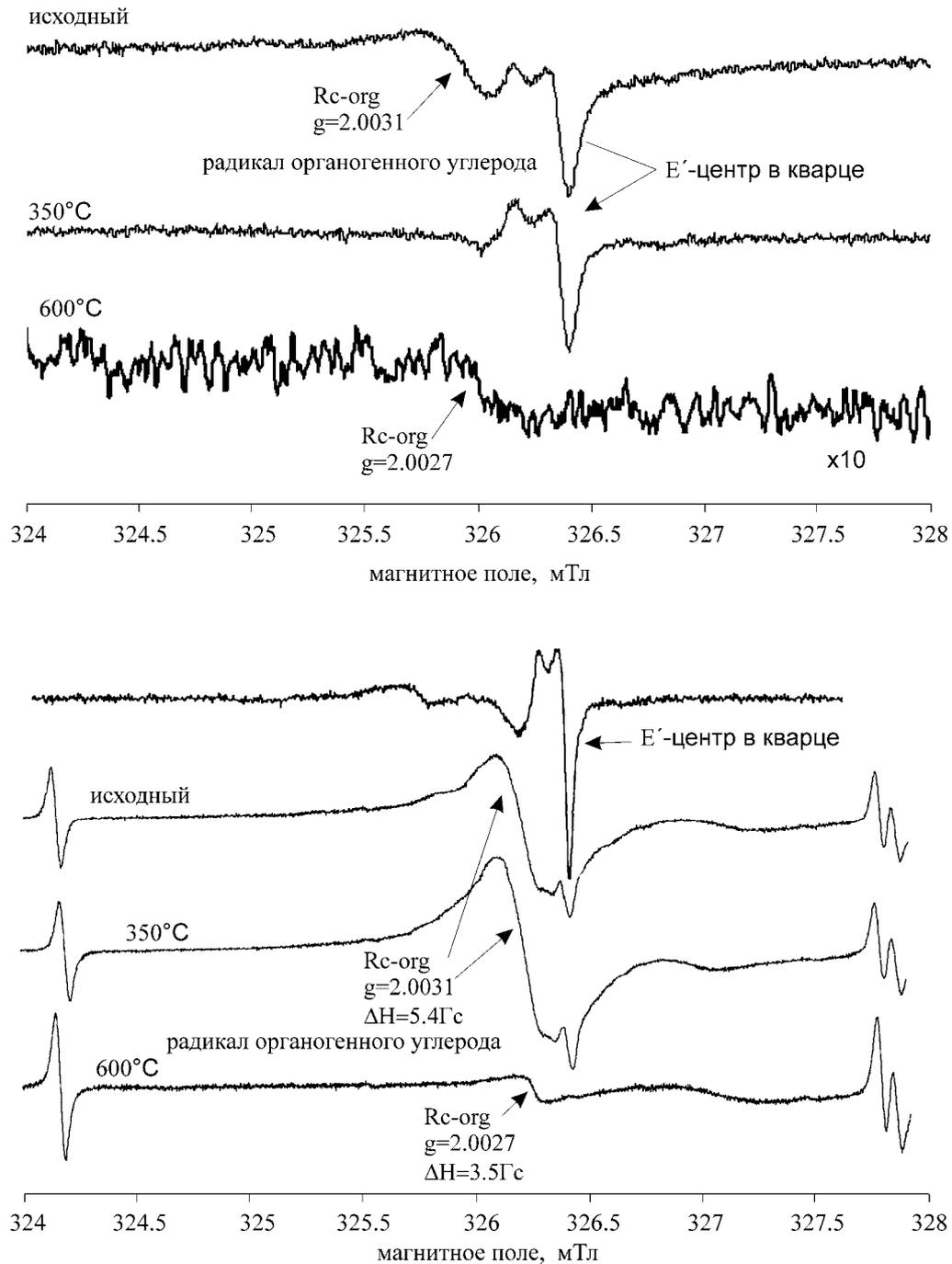


Рис. 6. Спектры ЭПР в области углеродного радикала (Rc-org) кремнисто-углеродистых пород Сафьяновского месторождения.

Вверху – брекчия с углеродистым веществом в цементе, обр. 121/99 (оператор А.А. Галеев, КГУ); внизу – кремнисто-углеродистая порода, гор. 157; спектры сняты при комнатной температуре и после предварительного нагрева до 350°C и 600°C (оператор Ю.В. Шапова, ИГГ УрО РАН).

осадочные, в том числе и прибрежно-морские, отложения. Судя по находкам радиолярий, в состав исходных отложений входили верхнедевонские радиоляриевые илы, а также прибрежные мелководные осадки. В девонском периоде накопление гумусового вещества, ввиду незначительного распространения наземной растительности, ограничива-

лось преимущественно участками прибрежной суши (паралическое угленакопление). В большей степени накопление ОВ происходило в мелководно-морских условиях, где в результате отложения насыщенных органикой илов формировались кремнисто-карбонатно-глинистые образования – доманикиты. РОВ доманикитов относится, в основ-

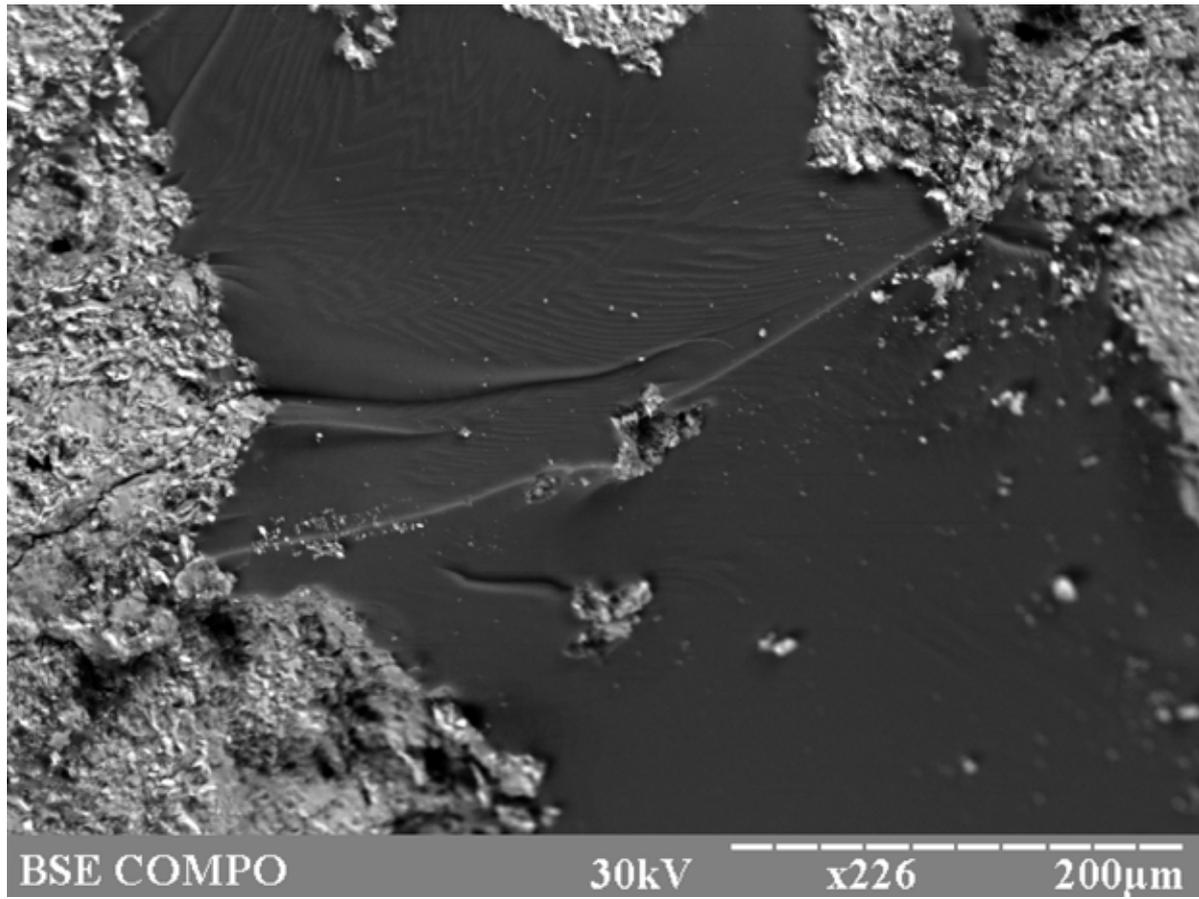


Рис. 7. Электронно-микроскопический снимок прожилка углеродистого вещества в кремнисто-углеродистой породе, гориз. 157 (Сафьяновское медноколчеданное месторождение, Средний Урал).

ном, к классу сапропелитов, иногда к смешанному типу – группе сапропелито-гумитов – гумито-сапропелитов [3]. Радиоляриевые илы, как правило, формируются на глубинах от 500 м до нескольких километров. Совмещение их в одном разрезе с мелководными осадками может свидетельствовать об интенсивных вертикальных тектонических движениях, проявленных в регионе в верхнем девонекарбоне. Все органогенные остатки являются полностью или частично измененными, что свидетельствует о метаморфогенно-гидротермальной активности, происходившей в процессе, а, возможно, и после тектонической перестройки региона.

Работа выполнена при поддержке Интеграционного проекта УрО и СО РАН “Эволюция рудообразующих систем древних ‘черных курильщиков’ Сибири и Урала”.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Коротеев В.А., Язева Р.Г., Бочкарев В.В. и др.* Геологическая позиция и состав Сафьяновского медно-рудного месторождения на Среднем Урале // Путеводитель геологических экскурсий. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, ИГЕМ РАН, 1997. 54 с.
2. *Муравьев Ф.А., Винокуров В.М., Галеев А.А. и др.* Парамагнетизм и природа рассеянного органического вещества в пермских отложениях Татарстана // Георесурсы. 2006. № 2 (19). С. 40–45.
3. *Сорока Е.И., Молошаг В.П., Леонова Л.В., Галеев А.А.* Новые данные по гидротермально-измененным породам Сафьяновского колчеданного месторождения (Средний Урал) // Ученые записки Казанского ГУ 2009. Т. 151. Сер. Естеств. науки. Кн. 1. С. 235–247.
4. *Хасанов Р.Р., Галеев А.А.* Минералообразующая роль захороненных растительных остатков в процессе гидрогенного медного рудогенеза // Изв. вузов. Геология и разведка. 2004. № 1. С. 18–22.
5. *Ярославцева Н.С.* Характеристика рудовмещающей тощи Сафьяновского медноколчеданного месторождения, Средний Урал (на примере кремнисто углеродистых отложений) // Типы седиментогенеза и литогенеза и их эволюция в истории Земли: мат-лы 5-го Всеросс. литол. совещ. Т. II. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 2008. С. 476–479.