

ORGANIC COMPONENTS OF OIL IN
METEORITES AND COMETS

G.S. Simonian, Candidate of Chemistry, Associate Professor
Yerevan State University, Armenia

Evidentiary basis of the abiogenic petroleum origin (on Earth) theory is the presence of carbon, including its organic forms, in meteorites and comets, where no biogenic substances are present. It is shown that normal and branched alkanes, cycloalkanes, isoprenoids, pristane and pristene, alkenes, aromatic hydrocarbons, alkyl benzenes, naphthalene, phenanthrene, pyrene, carboxylic acids, pyrimidines, purines, gunilmochevina, porphyrins, aminoacids have been found in meteorites. Among the organic substances identified in the methanol extract taken from the Murchison meteorite the authors have discovered molecules that have an average formula C₁₀₀H₁₅₅O₂₀N₃S₃. As for the Chelyabinsk meteorite, among the gases revealed in the course of degassing at 343K there were methane, ethane, propane, butane, heptane, hexane, ethene, propene, and pentene. In the comet dust of the comet 81P / Wild 2 there were found methylamine, ethylamine, and glycine. In the comet 67P / Churyumov-Gerasimenko molecules of acetone, propanal, formaldehyde and methyl isocyanate were found; on the surface of the comet presence of the polymer molecules was shown. It is shown that the organic substances in comets and meteorites are also formed at low temperatures; at high temperatures the transformation of organic compounds towards the formation of substances with a high isobaric potential is observed.

Keywords: abiogenic oil, organic substance, biotic substance, space, meteorite, comet, planet, cosmochemistry, reaction mechanism.

Conference participant,
National championship in scientific analytics,
Open European and Asian research analytics championship

ОРГАНИЧЕСКИЕ СОСТАВЛЯЮЩИЕ
НЕФТИ В МЕТЕОРИТАХ И КОМЕТАХ

Симонян Г.С., канд. хим. наук, доцент
Ереванский государственный университет, Армения

Доказательной базой теории неорганического происхождения нефти на Земле является наличие углерода, в том числе органических его форм, метеоритах и кометах, где нет биогенного вещества. Показано, что в метеоритах найдены нормальные и разветвленные алканы, циклоалканы, изопреноиды, пристан и фистан, алкены, ароматические углеводы, алкилбензолы, нафталин, фенантрены, пирены, карбоновые кислоты, пиримидины, пурины, гунилмочевина, порфирины, аминокислоты. Среди идентифицированных в экстрате метанола Мурчисонского метеорита органических веществ авторы обнаружили молекулы, которые имеют среднюю формулу C₁₀₀H₁₅₅O₂₀N₃S₃. При дегазации при 343 К в составе газов Челябинского метеорита присутствуют метан, этан, пропан, бутан, гептан, гексан, этен, пропен, буден и пентен. В кометной пыли кометы 81P/Wild 2 обнаружены метиламин, этиламин и глицин. В комете 67P/Чурюмова — Герасименко обнаружены молекулы ацетон, пропаналь, формальдегид и метилизацианат, а на поверхности кометы показано наличие полимерных молекул. Показано, что органические вещества в кометах и метеоритах образуются также при низких температурах, а при больших температурах происходит трансформация органических соединений в сторону образования веществ с большими изобарными потенциалами.

Ключевые слова: abiogenic oil, органическое вещество, биогенное вещество, космос, метеорит, комета планета, космохимия, механизм реакции.

Участник конференции,
Национального первенства по научной аналитике,
Открытого Европейско-Азиатского первенства по научной аналитике



<http://dx.doi.org/10.18007/gisap:pmc.v0i8.1553>

Доказательством теории неорганического происхождения нефти на Земле является наличие углерода, в том числе органических его форм в межзвездном пространстве, туманностях и соседних галактиках, где нет биогенного вещества [1-3].

Наличие органического вещества впервые обнаружено в метеоритах. Благодаря космическим исследованиям с использованием спутников, космических и наземных телескопов и интерферометров в космосе идентифицированы свыше 200 различных молекул, в том числе органические молекулы, входящие в состав нефти [2-5].

Целью этой статьи является показать, какие органические соединения идентифицированы в метеоритах и кометах, а также специфика космохимических реакций их образования в условиях космоса.

Для полного понимания дальнейшего изложения надо дать определение и объяснение некоторых терминов [6,7].

В Солнечной системе существуют две области, заполненные малыми телами. Пояс астероидов, находящийся между Марсом и Юпитером, схож по составу с планетами земной группы, поскольку состоит из силикатов и металлов. За орбитой Нептуна располагаются транснептуновые объекты, состоящие из замёрзшей воды, аммиака и метана.

Метеороидом называется космическое тело размером до нескольких метров, летящее по орбите и попадающее в атмосферу Земли. Более крупные тела называются астероидами. Особо яркие метеоры называют болидами. Следует отметить, что метеориты совместно со своими родительскими телами – астероидами принадлежат к Солнечной системе. По данным ядерной геохронологии возраст метеоритов 4,6–4,5 млрд лет, что в основном совпадает с возрастом Земли и Луны. Следовательно, метеориты, несомненно, являются свидетелями формирования различных химических соединений, в том числе

и органических, на самых ранних этапах развития Солнечной системы [6].

Комета (от др.-греч. κομήτης, – волосатый, косматый) – небольшое небесное тело, вращающееся вокруг Солнца по коническому сечению с весьма растянутой орбитой. Кометы, прибывающие из глубины космоса, выглядят как туманные объекты, за которыми тянется хвост, иногда достигающий в длину нескольких миллионов километров. Ядро кометы представляет собой тело из твёрдых частиц, окутанное туманной оболочкой, которая называется комой.

Кома (из лат. *coma*, от др.-греч. κόμη/κομή – волосы) – облако из пыли и газа, окружающее ядро кометы. Вместе «кома» и «ядро» образуют «голову» кометы. С приближением кометы к Солнцу «голова» увеличивается, и иногда появляется «хвост». Кома кометы имеет почти шаровую форму и обычно тянется от 100 тыс. до 1,4 млн км от ядра

Биогенное вещество – вещество, представляющее собой остатки отмер-



Рис. 1. Метеорит Альенде, упавший на Землю в 1969 году в Мексике

ших организмов и продукты жизнедеятельности и линьки живых организмов.

Органическими называют соединения углерода с другими элементами, включающие атомы водорода, кислорода, азота, серы, галогенов и других элементов.

Углеводороды (УВ) – органические соединения, состоящие из атомов углерода и водорода. Углеводороды считаются базовыми соединениями органической химии, все остальные органические соединения рассматривают как их производные.

Органическое вещество в метеоритах

Впервые, в 1834 г. органическое вещество в составе метеоритов выделил Йенс Якоб Берцелиус при анализе углистого хондрита Ала-ис. Химическими анализами было обнаружено присутствие в метеоритах твердых углеводородов, сложных соединений органики с серой и фосфором. В 1838 г. в Южной Африке упал еще один углистый хондрит, который исследовал известный немецкий химик Фридрих Вёлер. Он выделил из метеорита нефтеобразное маслянистое вещество «с сильным битуминозным запахом». В 1864 г. во Франции, вблизи деревни Оргейль, выпал метеоритный дождь из углистых хондритов. Французский

химик Клец доказал, что нерастворимое в воде черное вещество метеорита Оргейль представляет собою не графит или аморфный углерод, а органические соединения похожие на УВ встречающееся в торфе или буром угле. С появлением современных точных аналитических методов, позволяющих улавливать самые незначительные концентрации углеводородов и определять их состав, сведения о содержании углеводородов в метеоритах увеличились во много раз.

Наиболее тщательно и обстоятельно изучались углистые хондриты, значительная часть углерода которых находится в виде органических соединений. В книге [1] Н.А. Кудрявцев, анализируя работы Г.П. Вдовыкина [8], Д. Нунер и Д. Оро [9] и других [10], показывает наличие УВ в метеоритах углистых хондритах и их значения для вопроса генезиса нефти. В работе [8], используя результаты исследований углеродистых веществ в 20 углистых метеоритах показано, что во всех метеоритах присутствуют в различных соотношениях алканы и их изомеры с числом атомов углерода в цепи от пентадекана до триаконтана. Показано также, что в метеорите Оргейль имеется наличие пристана и фитана. Г.П. Вдовкин относит образование углеводородов к периоду, когда углистые хондриты были составной частью астероидов и находились вблизи их поверхности, и связывает этот процесс с поступлением газов (CO_2 , CH_4 , H_2 и др.) из разогретых недр астероидов и воздействием на газы космических лучей. Подтверждает присутствие в метеоритах различных углеводородов - нормальных алканов и их изомеров и статья Д. Нунер и Д. Оро [9], исследовавшие 30 различных метеоритов и во всех обнаружившие углеводороды в различных количествах. В пяти метеоритах они установили фитан и пристан. Р. Леви



Рис. 2. Мурчисонского метеорита

с сотрудниками [10] путем нагревания метеорита, упавшего в Мексике в 1969 году до 423 К получил до 0,007% углеводородов (метан, бутан, бензол, гексан, толуол, н-октан, ксилол и т.д.). Это преимущественно жидкие ароматические углеводороды, но присутствуют в заметных количествах и алканы от октана до ундекана. Предварительное извлечение газов в вакууме не изменило этих результатов. Большая часть углеводородов выделялась до 423 К, после 473 К они почти не выделялись. Поэтому авторы считают, что полученные углеводороды представляют собой не результат распада крупных молекул, а природный материал.

Т. Бельский и И. Каплан [11] в 11 углистых хондритах обнаружили ряд углеводородов от метана до гептана. Таким образом, в настоящее время в метеоритах обнаружено присутствие не только твердых, но и очень легких жидких и даже всех газообразных углеводородов. Привлекает также внимание тот факт, что углеводороды и оптически активные вещества, извлеченные из углистых хондритов, содержат углерод, по изотопному составу одинаковый с углеродом нефтей [1]. Приведенные данные показывают, что изопреноидные углеводороды, порфирины и оптически активные вещества в действительности образуются не только из органического вещества, но и абиогенным путем и что этим путем могут образоваться и другие



Рис. 3. Челябинский метеорит в краевом музее

компоненты нефтей сложного строения. В углистых хондритах найдены следующие органические вещества: нормальные и разветвленные алканы, циклоалканы, изопреноиды, циклоалканы, алкены, ароматические углеводы, алкилбензолы, нафталин, фенантроны, пирены, карбоновые кислоты, пиримидины, пурины, гунилмочевина, порфирины, аминокислоты [12].

В составе Мурчисонского метеорита – камня, упавшего на Землю в 1969 году, – нашли около 14 тысяч органических соединений.

Исследования Мурчисонского метеорита, названного так по имени австралийского городка, рядом с которым он упал, ведутся с момента падения. Однако до сих пор ученые искали в составе камня только интере-

сующие их соединения. Авторы новой работы провели крупномасштабный поиск, позволяющий выявить огромное число веществ. Основным методом, который использовали ученые, была масс-спектрометрия. Экстракт метанола имеет среднюю формулу $C_{100}H_{155}O_{20}N_3S_3$ [13].

15 февраля 2013 г. мощный болид наблюдался многими жителями Курганской, Тюменской, Свердловской и Челябинской областей. Яркая вспышка и сильный взрыв имели место над поселками Депутатский, Еманжелинка и Первомайский примерно в 40 км южнее г. Челябинск. Ударная волна выбила оконные стекла в Челябинске и окружающих населенных пунктах. Многочисленные метеоритные обломки выпали на снег и собирались местными жителями сразу же после взрыва в районе указанных выше населенных пунктов. Крупный кусок пробил лед озера Чебаркуль (70 км западнее Челябинска). Вокруг этой 8 м круглой полыньи были найдены мелкие осколки метеорита. Наиболее крупные из фрагментов, общей массой 654 кг, были подняты 16 октября 2013 года со дна озера Чебаркуль. Показано, что метеорит относится к группе LL5 обыкновенных хондритов и характеризуется умеренной степенью ударного метаморфизма (S4). В составе метеорита найдены оливин (51.8%), ортопироксен (21.6%), клинопироксен (5.4%), плагиоклаз (10.2%), апатит (0.5%), хромит (0.8%), ильменит (0.3%), и тролит (5.8%) [14].

В гексановых экстрактах метеорита



Рис. 4. Комета 67P/Чурюмова — Герасименко

методом синхронной спектрофлуориметрии показана возможность наличия в черной части образцов сложных органических соединений с сопряженными связями [15].

Были измерены состав газов и углеводородов в образцах метеорита упавшего в снег в Чебаркуле [16]. Например при дегазации при 343 К в состав газов неоплавленного осколка Челябинского метеорита, упавшего в снег, присутствуют He (0.25%), H₂ (41.27%), CO₂ (44.86%) и УВ (13.62%). В составе УВ CH₄ (7.12%), C₂H₆ (0.42%), C₂H₄ (2.51%), C₃H₈ (0.06%), C₃H₆ (1.31%), C₄H₁₀ (0.007%), C₄H₈ (1.10%), C₅H₁₂ (0.98%), C₅H₁₀ (0.11%) и C₆H₁₄ (0.003%).

Таким образом метеоритах УВ они находятся в виде постоянного видоизменения. Одни молекулы расщепляются под действием излучения, другие сшиваются. Поэтому состав УВ в метеорите может существенно отличаться от состава УВ в момент выброса этого вещества с большого космического тела, где условия были другими.

Органическое вещество в составе комет

Первые результаты наличия органических соединений в составе кометы, были получены в 1986 году, при исследовании кометы Галлея группой космических аппаратов [17]. Позже, в 1996 году, при дистанционном исследовании с Земли инфракрасными и радиотелескопами, у кометы C/1996B2 Nyakutake показано выделение метанола, метилцианида, цианида водорода, формальдегида, метана, этанола и этана. Миссия Stardust в 15 января 2006 г. смогла доставить частички кометной пыли кометы 81P/Wild 2 на Землю. Результаты анализов добытой пыли привели к некоторому переосмыслению того, что такое вообще кометы. Ранее казалось, что кометы и астероиды – это обособленные тела, которые формировались различными путями в различных регионах протопланетного облака. Теперь же оказалось, что пылевые частицы комет практически идентичны составу углеродсодержащим метеоритам С-класса. Били обнаружены азот-

содержащие органические соединения – метиламина CH₃NH₂, этиламина C₂H₅NH₂ и аминокислоту глицин (NH₂CH₂COOH).

Комета 67P/Чурюмова – Герасименко попала в историю как первая комета, на которую приземлялись роботы с Земли. В 2014 году с помощью космического аппарата «Розетта» на расстоянии 200 км от кометы в облако, окружающее ядро кометы, специалисты обнаружили молекулы CO, CO₂, SO₂, H₂S, формальдегид, метилизоцианат, ацетон, пропаналь и ацетамид. Также «Розетта» показала наличие полимерных молекул на поверхности кометы, образовавшиеся под действием радиации, и отсутствие ароматических соединений. На комете более сотни образований изо льда, который превращается в пар с частицами пыли при приближении кометы к Солнцу. Исследовательский модуль Philae, отделившийся от Розетты» и спущенный на поверхность кометы 67P/Чурюмова – Герасименко, обнаружил органические молекулы.

Проанализировав данные, полученные зондом Розетта, французские ученые пришли к выводу, что комета Чурюмова-Герасименко сформировалась около 4,6 млрд лет назад. Показано, что лед на поверхности кометы имеет упорядоченную кристаллическую структуру. Подобные паттерны наблюдаются, когда вода остывает относительно медленно, подобно тому, как охлаждались туманности в ранней Солнечной системе. Эксперты отмечают, что такой лед формируется при от 48 до 50К. Установить возраст кометы Чурюмова-Герасименко ученым удалось, изучив соотношение изотопов и молекул аргона, азота и угарного газа. Лед на комете содержал значительно меньше аргона, чем можно было бы ожидать, если бы он был аморфным, или имел неупорядоченную структуру молекул. В этом случае это значило бы, что он образовался за пределами Солнечной системы, в межзвездном пространстве [18].

При снижении температуры вещества преобразуются в сторону снижения химической энергии, и наоборот. Аналогичные процессы проходят и на всех космических телах. В космосе температура тел комет, метеоритов

сильно зависит от излучения звезды, оптических свойств и ориентации. Так на орбите Земли абсолютно чёрное тело, ориентированное на Солнце имеет температуру 392 К а чёрный вращающийся шарик 277 К. Такой шарик на орбите Венеры имеет температуру 327 К, а на орбите Меркурия 445 К. Вследствие этого при изменении ориентации или приближении (удалении), например для комет, от звезды происходят значительные температурные изменения космических тел, приводящие к постоянным химическим преобразованиям их состава. В работе [1] показано, что причиной ускорения скорости при низких температурах для газофазных реакций является квантовое туннелирование, а для твердофазных реакций – механизм типа явлений бегущей волны. При повышении температуры, например при приближении кометы к Солнцу, очевидно происходит трансформация органических соединений в сторону образования веществ с большими изобарными потенциалами, непредельных и ароматических соединений, а в дальнейшем коксование, а при удалении и охлаждении кометы произойдёт гидрирование соединений, а также множество других реакций с образованием веществ с малым изобарным потенциалом.

Заключение

Показано наличие органической формы углерода в метеоритах и кометах.

Установлено, что в составе Мурчисонского метеорита присутствуют около 14 тысяч органические соединения. Среди идентифицированных в экстракте метанола органических веществ авторы обнаружили молекулы, которые имеют среднюю формулу C₁₀₀H₁₅₅O₂₀N₃S₃.

Показано, что при дегазации при 343 К в составе газов Челябинского метеорита присутствуют метан, этан, пропан, бутан, гептан, гексан, этен, пропен, буден и пентен.






В кометной пыли кометы 81P/Wild 2 обнаружены метиламин, этиламин и глицин.

В облаке, окружающее ядро кометы 67P/Чурюмова – Герасименко

обнаружены молекулы CO, CO₂, SO₂, H₂S, ацетон, пропаналь, формальдегид и метилизоцианат. На поверхности кометы показана наличие полимерных молекул.

Показано, что органические вещества в кометах и метеоритах образуются также при низких температурах, а при больших температурах происходит трансформация органических соединений в сторону образования веществ с большими изобарными потенциалами.

References:

1. Simonyan G.S. Organicheskoye veshchestvo v mezhzvezdnoy srede [Organic matter in the interstellar medium]. Peer-reviewed materials digest (collective monograph) published following the results of the CXXII International Research and Practice Conference and I stage of the Championship in Physics and Mathematics, Chemistry, Earth and Space Sciences (London, April 27 - May 6, 2016), International Academy of Science and Higher Education. - London., IASHE, 2016., pp. 14-17.
2. Simonyan G.S. Abiogennoye organicheskoye veshchestvo v solnechnoy sisteme [Abiogenous organic matter in the Solar System], Peer-reviewed materials digest (collective monograph) published following the results of the CXXIX International Research and Practice Conference and II stage of the Championship in Physics and Mathematics, Chemistry, Earth and Space Sciences (London, September 13 - September 19, 2016 International Academy of Science and Higher Education (London, UK). - London Published by IASHE., 2016. - pp. 13-18.
3. Kudryavtsev N.A. Genezis nefti i gaza [The genesis of oil and gas]. - Leningrad., Nedra, 1973. - 216 p.
4. Kanoza A. Kinetika gazofaznykh reaktsiy pri sverkhnizkikh temperaturakh: sovremennyye dostizheniya v khimii ugleroda s ispol'zovaniyem metoda CRESU. Uspekhi khimii [Kinetics of gas-phase reactions at very low temperatures: recent advances in carbon chemistry using CRESU method. Success in Chemistry]. - 2007. Vol. 76, Issue.12., pp. 1171-1184.
5. Molecules in Space. Universität zu Köln Physikalisches Institut Mathematisch-Naturwissenschaftliche Fakultät Fachgruppe Physik., Access mode: <https://www.astro.uni-koeln.de/cdms/molecules>
6. Kononovich E.V., Moroz V.I. Obshchiy kurs astronomii Uchebnoye posobiye [The general course of astronomy. Textbook]. 2-nd ed., rev. - Moscow., Yeditorial, 2004. - 544 p.
7. Petrov A.A., Bal'yan X.V., Troshchenko A.T. Organicheskaya khimiya: Uchebnik dlya vuzov [Organic Chemistry: textbook for high schools], Ed by. Stadnichuka M.D. - 5-th ed., rev. and ext. - St. Petersburg., Ivan Fedorov, 2002. - 624 p.
8. Vdovykin G.P. Uglerodistoye veshchestvo meteoritov. (Organicheskiye soyedineniya, almazy, grafit) [Carbonaceous matter of meteorites. (Organic compounds, diamond, graphite)]. - Moskva., Science, 1967. - 271 p.
9. Nooner D.W., Oro J. Organic compounds in meteorites. I: Aliphatic hydrocarbons. Geochim. Cosmochim. Acta. - 1967., Vol. 31, pp.1359-1394.  [https://doi.org/10.1016/0016-7037\(67\)90018-x](https://doi.org/10.1016/0016-7037(67)90018-x)
10. Levy R.L., Wolf C.J., Drayson M.A., Gilbert J., Gelpi E., I'pdcgrove W.S., Zlatkis L., Ogo J. Organic analysis of the Pueblito di Allende meteorite., Nature. - 1970., Vol. 227, No. 5254., pp. 148-150 <https://doi.org/10.1038/227148a0>
11. Belsky T., Kaplan I.R. Light hydrocarbon gases. C13, and origin of organic matter in carbonaceous chondrites. Geoch. Cosmoch. Acta. - 1970., Vol. 34, No. 3., pp. 257-278  [https://doi.org/10.1016/0016-7037\(70\)90105-5](https://doi.org/10.1016/0016-7037(70)90105-5)
12. Voytkovich G.V. Voznikoveniye i razvitiye zhizni na Zemle [Emergence and development of life on Earth]. - Moskva., Science, 1988. - 144p.
13. Schmitt-Kopplin P., Gabelica Z., Gougeon R.D., Fekete A., Kanawati B., Harir M., Gebefuegi I., Eckel G., Hertkorn N. High molecular diversity of extraterrestrial organic matter in Murchison meteorite revealed 40 years after its fall., Proceedings of the National Academy of Sciences U.S.A. - 2010., Vol. 107 (7), pp. 2763-2768.  <https://doi.org/10.1073/pnas.0912157107>
14. Galimov E.M., Kolotov V.P., Nazarov M.A., Kostitsyn Yu.A., Kubrakova I.V., Kononkova N.N., Roshchina I.A., Alekseyev V.A., Kashkarov L.L., Badyukov D.D., Sevast'yanov V.S. Rezul'taty veshchestvennogo analiza meteorita chelyabinsk Geokhimiya [Results of the substantial analysis of the Chelyabinsk meteorite., Geochemistry]. - 2013., Vol. 51., No. 7., pp. 580-598.  <https://doi.org/10.1134/s0016702913070100>
15. Romanovskaya G.I. Opre-deleniye organicheskikh soyedineniy v nekotorykh obraztsakh chelyabinskogo meteorita metodom sinkhronnoy spektrofluorimetrii. Geokhimiya [Determination of organic compounds in some samples of the Chelyabinsk meteorite using the synchronous spectrofluorometry method. Geochemistry]. - 2013., Vol. 51., No. 7., pp. 650-653.  <https://doi.org/10.1134/s0016702913070148>
16. Alekseyev V.A., Berkut A.I., Mel'nik N.N.. Issledovaniye meteoritov metodom KRS. Chelyabinskiy meteorit i Tungusskiy fenomen. V kn. Kombinatsionnoye rasseyane - 85 let issledovaniy [The study of meteorites by the RNC. Chelyabinsk meteorite and the Tunguska phenomenon. - 85 years of research], Ed. by. A.N. Vtyurin. - Krasnoyarsk., IF SO RAN, 2013., pp. 162-171.
17. Boyarchuk A.A., Grinin V.P., Zvereva A.M., Petrov P.P., Sheikhet A.I. A model for the coma of Comet Halley, based on the Astron ultraviolet spectrophotometry., Pisma v Astronomicheskii Zhurnal [Letters to the Astronomical Journal], Vol. 12, Sept. 1986, pp. 696-706., Soviet Astronomy Letters, Vol. 12, Sept.-Oct. 1986, pp. 291-296. Translation
18. Mousis O., Lunine J.I., Luspay-Kuti A., Guillot T., Marty B., Ali-Dib M., Wurz P., Altwegg K., Bieler A., Hässig M., Rubin M., Vernazza P., Waite J. H. A Protosolar Nebula Origin for the Ices Agglomerated by Comet 67P/Churyumov-Gerasimenko., The Astrophysical Journal Letters. - 2016., Vol. 819, No. 2., p. 33.  <https://doi.org/10.3847/2041-8205/819/2/133>

Литература:

1. Симонян Г.С. Органическое вещество в межзвездной среде. Peer-reviewed materials digest (collective monograph) published following the results of the CXXII International Research and Practice Conference and I stage of the Championship in Physics and Mathematics, Chemistry, Earth and Space Sciences (London, April 27 - May 6, 2016) // International Academy of Science and Higher Education. London: IASHE, 2016. – P14-17.

2. Симонян Г.С. Абиогенное органическое вещество в солнечной системе. Peer-reviewed materials digest (collective monograph) published following the results of the CXXIX International Research and Practice Conference and II stage of the Championship in Physics and Mathematics, Chemistry, Earth and Space Sciences (London, September 13 - September 19, 2016 International Academy of Science and Higher Education (London, UK) Published by IASHE London 2016. – p.13-18.

3. Кудрявцев Н.А. Генезис нефти и газа. – Л.: Недра, 1973. –216 с.

4. Каноза А. Кинетика газофазных реакций при сверхнизких температурах: современные достижения в химии углерода с использованием метода CRESU. // Успехи химии. – 2007. Т.76, Вып.12. – С.1171–1184.

5. Molecules in Space. Universität zu Köln Physikalisches Institut Mathematisch-Naturwissenschaftliche Fakultät Fachgruppe Physik. - <https://www.astro.uni-koeln.de/cdms/molecules>

6. Кононович Э.В., Мороз В.И. Общий курс астрономии Учебное пособие. Изд 2-е, испр. - М.: Едиториал, 2004 г. - 544 с.

7. Петров А.А., Бальян Х.В., Трощенко А.Т. Органическая химия: Учебник для вузов Под ред. Стадничука М.Д. — 5-е изд., перераб. и доп. — СПб.: Иван Федоров, 2002. — 624 с.

8. Вдовыкин Г.П. Углеродистое вещество метеоритов. (Органические соединения, алмазы, графит). – М.: Наука, 1967. –271с.

9. Nooner D. W., Oro J. Organic compounds in meteorites. I: Aliphatic hydrocarbons. // *Geochim. Cosmochim. Acta.* – 1967.–V. 31, – P.1359-1394. [crossref https://doi.org/10.1016/0016-7037\(67\)90018-x](https://doi.org/10.1016/0016-7037(67)90018-x)

10. Levy R. L., Wolf C.J., Drayson M. A., Gilbert J., Gelpi E., G'pdcgrove W.S., Zlatkis L., Oro J. Organic analysis of the Pueblito di Allende meteorite. // *Nature.* – 1970. – V.227, №5254. – P. 148-150. [crossref https://doi.org/10.1038/227148a0](https://doi.org/10.1038/227148a0)

11. Belsky T., Kaplan I. R. Light hydrocarbon gases. C13, and origin of organic matter in carbonaceous chondrites., *Gcoch. Cosmoch. Acta.* – 1970., V. 34, № 3. pp. 257-278 [crossref https://doi.org/10.1016/0016-7037\(70\)90105-5](https://doi.org/10.1016/0016-7037(70)90105-5)

12. Войткевич Г.В. Возникновение и развитие жизни на Земле. – М.: Наука, 1988.–144с.

13. Schmitt-Kopplin P., Gabelica Z., Gougeon R.D., Fekete A., Kanawati B., Harir M., Gebefuegi I., Eckel G., Hertkorn N. High molecular diversity of

extraterrestrial organic matter in Murchison meteorite revealed 40 years after its fall // *Proceedings of the National Academy of Sciences U.S.A.* – 2010. – V.107 (7). – P. 2763–2768. [crossref https://doi.org/10.1073/pnas.0912157107](https://doi.org/10.1073/pnas.0912157107)

14. Галимов Э.М., Колотов В.П., Назаров М.А., Костицын Ю.А., Кубракова И.В., Кононкова Н.Н., Рощина И. А., Алексеев В.А., Кашкарров Л.Л., Бадюков Д.Д., Севастьянов В.С. Результаты вещественного анализа метеорита челябинск // *Геохимия.* – 2013. – Т.51.– No7.– С. 580–598. [crossref https://doi.org/10.1134/s0016702913070100](https://doi.org/10.1134/s0016702913070100)

15. Романовская Г.И. Определение органических соединений в некоторых образцах челябинского метеорита методом синхронной спектрофлуориметрии // *Геохимия.*–2013.– Т.51. – No7. – С.650–653. [crossref https://doi.org/10.1134/s0016702913070148](https://doi.org/10.1134/s0016702913070148)

16. Алексеев В.А, Беркут А.И., Мельник Н.Н.. Исследование метеоритов методом КРС. Челябинский метеорит и Тунгусский феномен // В кн. Комбинационное рассеяние – 85 лет исследований. Ред. А.Н. Втюрин. – Красноярск: ИФ СО РАН, 2013. – С. 162-171.

17. Boyarchuk A.A., Grinin V.P., Zvereva A.M., Petrov P.P., Sheikhet A.I. A model for the coma of Comet Halley, based on the Astron ultraviolet spectrophotometry // *Pisma v Astronomicheskii Zhurnal*, vol. 12, Sept. 1986, p. 696-706 *Soviet Astronomy Letters*, vol. 12, Sept. - Oct. 1986, p. 291-296. Translation

18. Mousis O., Lunine J.J., Luszpay-Kuti A., Guillot T., Marty B., Ali-Dib M., Wurz P., Altwegg K., Bieler A., Hässig M., Rubin M., Vernazza P., Waite J. H. A Protosolar Nebula Origin for the Ices Agglomerated by Comet 67P/Churyumov–Gerasimenko // *The Astrophysical Journal Letters.* – 2016. V. 819, №2.–P.33. [crossref https://doi.org/10.3847/2041-8205/819/2/133](https://doi.org/10.3847/2041-8205/819/2/133)

Information about author:

1. Geworg Simonian - Candidate of Chemistry, Associate Professor; Yerevan State University; address: Armenia, Yerevan city; e-mail: sim-gev@mail.ru

