



**Филиал «ПУШИНСКАЯ РАДИОАСТРОНОМИЧЕСКАЯ
ОБСЕРВАТОРИЯ имени В.В.Виткевича АКЦ ФИАН»**

Федерального государственного бюджетного учреждения науки
Физического института им. П.Н. Лебедева
Российской академии наук

Адрес: 142290 Московская обл., г.Пушино
Телефоны: (4967)-31-81-00, (4967)-31-81-01
Факс: (4967)-31-81-02

Исх. N 11220/32

« 26 » марта 20 20 г.

УТВЕРЖДАЮ

Директор Пушинской Радиоастрономической обсерватории
Физического института им. П.Н.Лебедева РАН



ОТЗЫВ

ведущей организации Федерального государственного бюджетного учреждения науки Физического института имени П. Н. Лебедева Российской академии наук на диссертацию ЕГИКЯНА А.Г. «ПРЕВРАЩЕНИЯ АТОМОВ И МОЛЕКУЛ В МЕЖЗВЕЗДНЫХ ОБЛАКАХ И ОБРАЗОВАНИЕ ПРЕДБИОМОЛЕКУЛ», представленную на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.04.02-Теоретическая физика

В представленной диссертации детально исследованы цепочки химических реакций, приводящих к усложнению молекул в условиях газовых туманностей межзвездной среды. Предпосылки рассмотренного комплекса задач связаны, прежде всего, с тем, что примерно половина межзвездной среды по массе сосредоточена в дискретных облаках, занимающих порядка 1% объема диска Галактики, причем именно в облаках наблюдаются сложные молекулы, содержащие до десятков атомов углерода. Естественно предполагать, что дальнейшее усложнение таких молекул может приводить к их эволюции в предбиологическое состояние. Под предбиомолекулами в диссертации понимаются аминокислоты и тяжелые углеводороды с числом атомов углерода порядка 30. Однако

предбиологическое состояние. Под предбиомолекулами в диссертации понимаются аминокислоты и тяжелые углеводороды с числом атомов углерода порядка 30. Однако направленная химическая эволюция возможна только при наличии стимулирующих факторов, таких, как ультрафиолетовое излучение и энергичные частицы космических лучей. Значительная часть диссертации посвящена нестационарным процессам в солнечной системе при прохождении через плотные облака межзвездной среды. Актуальность работы сомнений не вызывает, поскольку выполненное исследование тесно связано с широко обсуждаемой гипотезой о космическом происхождении жизни, с построением адекватных физических моделей межзвездной среды и эволюционными процессами в солнечной системе, в частности на Земле.

Диссертация состоит из вводной части, в которой сформулированы основные результаты работы, 15 глав, и Общего Заключение. Каждая из глав содержит постановку задачи, описание используемых подходов, формулировку результатов и заключение. Первая глава является вводной и содержит общую постановку задачи. Вторая глава посвящена рассмотрению физико-химических моделей газовых туманностей межзвездной среды. В третьей главе анализируется содержание твердых углеводородов в молекулярных облаках. В главах 4-7 рассчитываются дозы облучения пыли от ультрафиолетового излучения звезд и фона, галактических космических лучей, ультрафиолетового излучения звезд-карликов и аномальных космических лучей. В главе 8 рассмотрена задача о прохождении гелиосферы через плотные облака межзвездной среды; связанное с воздействием плотного облака возможное понижение содержания озона в атмосфере Земли рассмотрено в главе 9. В главе 10 исследуется облучение льдов в солнечной системе протонами солнечного ветра. В главе 11 рассмотрено изменение потоков энергетических частиц в гелиосфере, связанное с потерей массы за счет истечения солнечного ветра. В главе 12 приводятся результаты анализа наблюдательных данных об эмиссии водяного льда в молодых планетарных туманностях. В главе 13 рассмотрено ускорение заряженных частиц Ферми I на фронте внешней ударной волны для планетарных туманностей и туманностей вокруг звезд Вольфа-Райе. В главе 14 приведены результаты расчетов содержания водяного льда в галактиках с активными ядрами и с взрывным звездообразованием. В главе 15 обсуждается возможность существования полициклических ароматических углеводородов в галактиках типа Вольфа-Райе. В Заключении сформулированы основные результаты работы и положения, выносимые на защиту. Диссертация содержит 304 страницы текста, список цитированной литературы включает 507 наименований.

Основные результаты работы, определяющие ее новизну и научную значимость, сводятся к следующему.

1. Показано, что в процессе эволюции протозвездных облаков в первые 10^5 лет обилие метанового льда в пылинках превышает обилие водяного льда, и на последующих стадиях понижается до конечного значения 10-20% от воды. Найденное содержание метана оказывается достаточным для образования сложных углеводородов за счет облучения ультрафиолетовым излучением и космическими лучами. Экстраполяция результатов расчета к солнечной системе показывает, что предбиомолекулы в виде сложных углеводородов в значительных концентрациях могли возникнуть на поверхности Земли до возникновения жизни около 4 млрд лет.
2. Показано, что дозы облучения пыли ультрафиолетовым излучением и космическими лучами достаточны трансформации простейших метанового льда межзвездных облаков в сложные углеводороды. Результат важен для обоснования гипотезы космического происхождения жизни, согласно которой в процессе звездообразования и формирования планетных систем сложные молекулы попадают в кометы, которые при столкновениях с планетами, в частности с Землей, приносят органические молекулы на поверхность.
3. В рамках газодинамической модели выполнены расчеты прохождения солнечной системы через межзвездные облака. Показано, что граница гелиосферы может сжиматься до орбиты Сатурна при прохождении через облако с концентрацией плазмы порядка 100 см^{-3} и до орбиты Земли при прохождении через более плотное облако с концентрацией 1000 см^{-3} . Такие события могут происходить через 30 млн лет в первом случае и примерно в десять раз реже во втором случае. В случае плотного облака поток нейтрального водорода вызывает сильное уменьшение концентрации озона в атмосфере Земли и образование ледяных облаков, что должно приводить к глобальному оледенению.
4. Выполнены численные расчеты доз облучения 12 типов льдов протонами солнечного ветра, галактическими космическими лучами и возникающими на границе гелиосферы аномальными космическими лучами на расстоянии 40 а.е. от Солнца в поясе Койпера, а также галактическими и аномальными космическими лучами на расстоянии 1000 а.е. Показано, что дозы облучения, накопленные в течение 1 млн лет, достаточны для существенной радиационно-химической перестройки льдов поверхности небесных тел.

По содержанию и оформлению диссертации имеются следующие замечания.

1. Количество глав диссертации слишком велико: главы 4-7, 8-9, 10-11, 12-13, 14-15 могли бы быть объединены без ущерба для содержания.
2. Автор злоупотребляет аббревиатурами, список которых дан в конце текста, но отсутствует в автореферате. Без такого списка отдельное чтение автореферата затруднено. В частности, термин «дефрагментация РАН» может вызвать недоумение у научных работников РФ.
3. В некоторых главах, например главе 8, изложение носит характер обсуждения. При этом основные результаты тонут в малозначительных деталях.
4. Значение концентрации 10^3 см^{-3} , принятое при расчетах прохождения гелиосферы через межзвездное облако, представляется почти на порядок завышенным. Во всяком случае, эта величина не вполне согласуется с принятой в модели температурой 100° K .
5. В качестве агентов, стимулирующих реакции с образованием сложных молекул, рассмотрены ультрафиолетовое излучение и энергичные частицы. Однако в принципе существует еще одна возможность, связанная со специфическими свойствами запыленной плазмы: на пылинках могут скапливаться большие электрические заряды, что приводит к структурированию плазмы. Было бы желательным хотя бы оценочное обсуждение влияния на реакции квазистатических электрических полей.

Отмеченные недостатки носят частных характер и не влияют существенным образом на общую оценку работы. Диссертация в целом представляет собой законченное исследование, выполненное на высоком научном уровне и содержащее результаты, важные как для астрофизики, так и для проблемы происхождения жизни. Достоверность результатов связана с тем, что все выводы получены на основе численных расчетов с использованием современных математических моделей, апробированных и широко используемых международным научным сообществом. Кроме того, имеется качественное согласие результатов с наблюдательными данными и некоторыми результатами лабораторного моделирования. Список работ автора включает 39 наименований и представляется вполне достаточным, результаты прошли апробацию на представительных международных научных конференциях. Сложность и междисциплинарный характер рассмотренных задач соответствуют избранной специальности-« Теоретическая физика». Полученные в диссертации результаты рекомендуются к практическому использованию в Бюраканской астрофизической обсерватории, Государственном астрономическом

им. П.Н.Лебедева РАН и других организациях, проводящих исследования в области физики межзвездной среды и солнечного ветра. Автореферат полно передает содержание диссертации. Диссертация соответствует всем требованиям ВАК, а ее автор Егикян А.Г. достоин присуждения ученой степени доктора физико-математических наук.

Отзыв подготовил

заместитель директора ПРАО АКЦ ФИАН д.ф.м.н.



Чашей И.В.

Отзыв на диссертацию Егикяна А.Г. обсуждался и одобрен на заседании Ученого Совета Пущинской Радиоастрономической Обсерватории АКЦ ФИАН 24.03.2020 г.

Ученый секретарь Филиала «Пущинская Радиоастрономическая обсерватория им. В.В.Виткевича АКЦ ФИАН» Федерального Государственного Учреждения Науки Физического института им. П.Н. Лебедева Российской Академии наук



Извекова В.А.