

Сибирский государственный университет путей сообщения  
Кафедра “Химия”

## РЕФЕРАТ

Космическая пыль – тайны особой субстанции

Выполнил: ст-т гр. БА-112  
Цвелёв С.А.  
Проверил: Простякова Т.И.

Новосибирск 2009

## Содержание:

1. Введение .....	стр. 3
2. Где водится космическая пыль? .....	стр. 4
3. Туманные объекты .....	стр. 6
4. Звезда из облака .....	стр. 6
5. Вселенский хладагент .....	стр. 7
6. Тайна юной Вселенной .....	стр. 8
7. Пылинка — реактор .....	стр. 9
8. Охота за пылью .....	стр. 9
9. Выпадение космической пыли на поверхность Земли .....	стр. 11
10. Источники метанаучного знания о космической пыли .....	стр. 14
11. Заключение .....	стр. 16
12. Список литературы .....	стр. 17

## Космическая пыль – тайны особой субстанции

По массе твердые частички пыли составляют ничтожно малую часть Вселенной, однако именно благодаря межзвездной пыли возникли и продолжают появляться звезды, планеты и люди, изучающие космос и просто любующиеся звездами.

Что же это за субстанция - космическая пыль?

### Введение

Пылью в астрономии называют небольшие, размером в доли микрона, твердые частицы, летающие в космическом пространстве. Часто космическую пыль условно делят на межпланетную и межзвездную, хотя, очевидно, и межзвездной вход в межпланетное пространство не запрещен. Просто найти ее там, среди «местной» пыли, нелегко, вероятность невысока, да и свойства ее вблизи Солнца могут существенно измениться. Вот если отлететь подальше, к границам Солнечной системы, там вероятность поймать настоящую межзвездную пыль весьма велика. Идеальный вариант — вообще выйти за пределы Солнечной системы.

Пылевая материя – один из важных компонентов космического пространства. Она заполняет межзвездное, межпланетное и околоземное пространство, пронизывает верхние слои земной атмосферы и выпадает на поверхность Земли в виде так называемой метеорной пыли, являясь одной из форм материального (вещественного и энергетического) обмена в системе «Космос – Земля». При этом она оказывает влияние на целый ряд процессов, происходящих на Земле.

Пыль межпланетная в сравнительной близости от Земли — материя довольно изученная. Заполняющая все пространство Солнечной системы и сконцентрированная в плоскости ее экватора, она родилась по большей части в результате случайных столкновений астероидов и разрушения комет, приблизившихся к Солнцу. Образование пыли происходит непрерывно, и также непрерывно идет процесс выпадения пылинок на Солнце под действием радиационного торможения. В результате образуется постоянно обновляющаяся пылевая среда, заполняющая межпланетное пространство и находящаяся в состоянии динамического равновесия. Плотность ее хотя и выше чем в межзвездном пространстве, но все же очень мала:  $10^{-23}$ – $10^{-21}$  г/см<sup>3</sup>. Тем не менее, она заметно рассеивает солнечный свет. Состав пыли, по сути, не отличается от состава падающих на Землю метеоритов: исследовать его очень интересно, и открытий в этой области предстоит сделать еще немало. Зато благодаря именно этой пыли в хорошую погоду на западе сразу после заката или на востоке перед восходом солнца можно любоваться бледным конусом света над горизонтом. Это так называемый зодиакальный — солнечный свет, рассеянный мелкими космическими пылинками. Вблизи Земли, а также вблизи других больших планет концентрация пыли под действием их притяжения увеличивается. Частицы межпланетной пыли движутся вокруг Солнца по сокращающимся (вследствие радиационного торможения) эллиптическим орбитам. Скорость их движения составляет несколько десятков километров в секунду. При столкновении с твердыми телами, в том числе с космическими аппаратами, они вызывают заметную эрозию поверхности.

Сталкиваясь с Землей и сгорая в ее атмосфере на высоте около 100 км, космические частицы вызывают хорошо известное явление метеоров (или «падающих звезд»). На этом основании они получили название метеорных частиц, и весь комплекс межпланетной пыли часто называют метеорной материей или метеорной пылью. Большинство метеорных частиц

представляют собой рыхлые тела кометного происхождения. Среди них выделяют две группы частиц: пористые частицы плотностью от 0,1 до 1 г/см<sup>3</sup> и так называемые пылевые комочки или пушистые хлопья, напоминающие снежинки с плотностью менее 0,1 г/см<sup>3</sup>. Кроме того, реже встречаются более плотные частицы астероидального типа плотностью более 1 г/см<sup>3</sup>. На больших высотах преобладают рыхлые метеоры, на высоте ниже 70 км – астероидальные частицы со средней плотностью 3,5 г/см<sup>3</sup>.

В результате дробления рыхлых метеорных тел кометного происхождения на высотах 100–400 км от поверхности Земли образуется достаточно плотная пылевая оболочка, концентрация пыли в которой в десятки тысяч раз выше, чем в межпланетном пространстве.

Наиболее крупные и наиболее мелкие метеорные тела астероидального типа достигают поверхности Земли. Первые (метеориты) достигают поверхности в силу того, что они не успевают полностью разрушиться и сгореть при полете сквозь атмосферу; вторые – в силу того, что их взаимодействие с атмосферой, благодаря ничтожной массе (при достаточно большой плотности), происходит без заметного разрушения.

Куда интереснее пыль межзвездная. Отличительная ее особенность — наличие твердого ядра и оболочки. Ядро состоит, по-видимому, в основном из углерода, кремния и металлов. А оболочка — преимущественно из намерзших на поверхность ядра газообразных элементов, закристаллизовавшихся в условиях «глубокой заморозки» межзвездного пространства, а это около 10 кельвинов, водорода и кислорода. Бывают в ней примеси молекул и посложнее: это аммиак, метан и даже многоатомные органические молекулы, которые налипают на пылинку или образуются на ее поверхности во время скитаний. Часть этих веществ, разумеется, улетает с ее поверхности, например, под действием ультрафиолета, но процесс этот обратимый — одни улетают, другие намерзают или синтезируются.

Сейчас в пространстве между звездами или вблизи них уже найдены, не химическими, а физическими, то есть спектроскопическими, методами: вода, оксиды углерода, азота, серы и кремния, хлористый водород, аммиак, ацетилен, органические кислоты, такие как муравьиная и уксусная, этиловый и метиловый спирты, бензол, нафталин. Нашли даже аминокислоту — глицин!

Интересно было бы поймать и изучить межзвездную пыль, проникающую в Солнечную систему и падающую на Землю. Проблема по ее «отлову» нелегка, потому как сохранить свою ледяную «шубу» в солнечных лучах, тем более в атмосфере Земли, мало какой межзвездной пылинке удастся. Крупные слишком сильно нагреваются — их космическая скорость не может быстро погаситься, и пылинки «обгорают». Мелкие, правда, планируют в атмосфере годами, сохраняя часть оболочки, но тут уж возникает проблема найти их и идентифицировать.

Есть еще одна деталь, касается она той пыли, ядра которой состоят из углерода. Углерод, синтезированный в ядрах звезд и уходящий в космос, например, из атмосферы стареющих (типа красных гигантов) звезд, вылетая в межзвездное пространство, охлаждается и конденсируется — примерно так же, как после жаркого дня собирается в низинах туман из остывших паров воды. В зависимости от условий кристаллизации могут получиться слоистые структуры графита, кристаллы алмаза и даже полые шарики из атомов углерода. А в них, возможно, как в сейфе или контейнере, хранятся частички атмосферы звезды очень древней. Найти такие пылинки было бы огромной удачей.

## **Где водится космическая пыль?**

Понятие космического вакуума как чего-то совершенно пустого давно осталось лишь поэтической метафорой. На самом деле все пространство Вселенной, и между звездами, и между галактиками, заполнено веществом, потоками элементарных частиц, излучением и полями — магнитным, электрическим и гравитационным. Все, что можно, условно говоря, потрогать, — это газ, пыль и плазма, вклад которых в общую массу Вселенной, по разным

оценкам, составляет всего около 1—2% при средней плотности около  $10\text{--}24\text{ г/см}^3$ . Газ в пространстве больше всего, почти 99%. В основном это водород (до 77,4%) и гелий (21%), на долю остальных приходится меньше двух процентов массы. А еще есть пыль — по массе ее почти в сто раз меньше, чем газа.

Хотя иногда пустота в межзвездном и межгалактическом пространствах почти идеальная: порой на один атом вещества там приходится 1 л пространства! Такого вакуума нет ни в земных лабораториях, ни в пределах Солнечной системы.

Распределена эта материя в межзвездном пространстве весьма неравномерно. Большая часть межзвездного газа и пыли образует газопылевой слой вблизи плоскости симметрии диска Галактики. Его толщина в нашей Галактике — несколько сотен световых лет. Больше всего газа и пыли в ее спиральных ветвях (рукавах) и ядре сосредоточено в основном в гигантских молекулярных облаках размерами от 5 до 50 парсек (16—160 световых лет) и массой в десятки тысяч и даже миллионы масс Солнца. Но и внутри этих облаков вещество распределено тоже неоднородно. В основном объеме облака, так называемой шубе, преимущественно из молекулярного водорода, плотность частиц составляет около 100 штук в  $1\text{ см}^3$ . В уплотнениях же внутри облака она достигает десятков тысяч частиц в  $1\text{ см}^3$ , а в ядрах этих уплотнений — вообще миллионов частиц в  $1\text{ см}^3$ . Вот этой-то неравномерности в распределении вещества во Вселенной обязаны существованием звезды, планеты и в конечном итоге мы сами. Потому что именно в молекулярных облаках, плотных и сравнительно холодных, и зарождаются звезды.

Чем выше плотность облака, тем разнообразнее оно по составу. При этом есть соответствие между плотностью и температурой облака (или отдельных его частей) и теми веществами, молекулы которых там встречаются. С одной стороны, это удобно для изучения облаков: наблюдая за отдельными их компонентами в разных спектральных диапазонах по характерным линиям спектра, например CO, OH или  $\text{NH}_3$ , можно «заглянуть» в ту или иную его часть. А с другой — данные о составе облака позволяют многое узнать о процессах, в нем происходящих.

Пылевая материя оказывает существенное влияние на процессы, происходящие в Космосе. Прежде всего, межзвездная пыль поглощает свет, из-за этого удаленные объекты, расположенные вблизи плоскости галактики (где концентрация пыли наибольшая), в оптической области не видны. Например, центр нашей Галактики наблюдается только в инфракрасной области, радиодиапазоне и рентгене. А другие галактики могут наблюдаться в оптическом диапазоне, если они расположены вдали от галактической плоскости, на высоких галактических широтах. Поглощение света пылью приводит к искажению расстояний до звезд, определяемых фотометрическим способом. Учет поглощения составляет одну из важнейших задач наблюдательной астрономии. При взаимодействии с пылью изменяется спектральный состав и поляризация света.

В межзвездном пространстве, судя по спектрам, есть и такие вещества, существование которых в земных условиях просто невозможно. Это ионы и радикалы. Их химическая активность настолько высока, что на Земле они немедленно вступают в реакции. А в разреженном холодном пространстве космоса они живут долго и вполне свободно.

Газ в межзвездном пространстве бывает не только атомарным. Там, где похолоднее, не более 50 кельвинов, атомам удается удержаться вместе, образуя молекулы. Однако большая масса межзвездного газа находится все же в атомарном состоянии. В основном это водород, его нейтральная форма была обнаружена сравнительно недавно — в 1951 году. Как известно, он излучает радиоволны длиной 21 см (частота 1 420 МГц), по интенсивности которых и установили, сколько же его в Галактике. В облаках атомарного водорода его концентрация достигает нескольких атомов в  $1\text{ см}^3$ , но между облаками она на порядки меньше.

Вблизи горячих звезд газ существует в виде ионов. Мощное ультрафиолетовое излучение нагревает и ионизирует газ, и он начинает светиться. Именно поэтому области с

высокой концентрацией горячего газа, с температурой около 10 000 К выглядят как светящиеся облака. Их-то и называют светлыми газовыми туманностями.

И в любой туманности, в большем или меньшем количестве, есть межзвездная пыль. Несмотря на то что условно туманности делят на пылевые и газовые, пыль есть и в тех, и в других. И в любом случае именно пыль, повидимому, помогает звездам образовываться в недрах туманностей.

## **Туманные объекты**

Среди всех космических объектов туманности, может быть, самые красивые. Темные туманности в видимом диапазоне выглядят просто как черные кляксы на небе — лучше всего их наблюдать на фоне Млечного Пути. Зато в других диапазонах электромагнитных волн, например инфракрасном, они видны очень хорошо — и картинки получаются очень необычными.

Туманностями называют обособленные в пространстве, связанные силами гравитации или внешним давлением скопления газа и пыли. Их масса может быть от 0,1 до 10 000 масс Солнца, а размер — от 1 до 10 парсек.

Сначала туманности астрономов раздражали. Вплоть до середины XIX века обнаруженные туманности рассматривали как досадную помеху, мешавшую наблюдать звезды и искать новые кометы. В 1714 году англичанин Эдмонд Галлей, имя которого носит знаменитая комета, даже составил «черный список» из шести туманностей, дабы те не вводили в заблуждение «ловцов комет», а француз Шарль Мессье расширил этот список до 103 объектов. К счастью, туманностями заинтересовались влюбленный в астрономию музыкант сэр Вильям Гершель, его сестра и сын. Наблюдая небо с помощью построенных своими руками телескопов, они оставили после себя каталог туманностей и звездных скоплений, насчитывающий сведения о 5 079 космических объектах!

Гершели практически исчерпали возможности оптических телескопов тех лет. Однако изобретение фотографии и большое время экспонирования позволили найти и совсем слабо светящиеся объекты. Чуть позже спектральные методы анализа, наблюдения в различных диапазонах электромагнитных волн предоставили возможность в дальнейшем не только обнаруживать много новых туманностей, но и определять их структуру и свойства.

Межзвездная туманность выглядит светлой в двух случаях: либо она настолько горячая, что ее газ сам светится, такие туманности называют эмиссионными; либо сама туманность холодная, но ее пыль рассеивает свет находящейся поблизости яркой звезды — это отражательная туманность.

Темные туманности — это тоже межзвездные скопления газа и пыли. Но в отличие от светлых газовых туманностей, видных порой даже в сильный бинокль или телескоп, как, например, туманность Ориона, темные туманности свет не испускают, а поглощают. Когда свет звезды проходит сквозь такие туманности, пыль может полностью поглотить его, преобразовав в ИК-излучение, невидимое глазом. Поэтому выглядят такие туманности как беззвездные провалы на небе. В. Гершель называл их «дырами в небе».

Пылинки могут не полностью поглотить свет звезд, но только частично рассеять его, при этом выборочно. Размер частиц межзвездной пыли близок к длине волны синего света, поэтому он сильнее рассеивается и поглощается, а до нас лучше доходит «красная» часть света звезд. Между прочим, это хороший способ оценить размер пылинок по тому, как они ослабляют свет различных длин волн.

## **Звезда из облака**

Причины, по которым возникают звезды, точно не установлены — есть только модели, более или менее достоверно объясняющие экспериментальные данные. Пути

образования, свойства и дальнейшая судьба звезд весьма разнообразны и зависят от очень многих факторов. Однако есть устоявшаяся концепция, вернее, наиболее проработанная гипотеза, суть которой, в самых общих чертах, заключается в том, что звезды формируются из межзвездного газа в областях с повышенной плотностью вещества, то есть в недрах межзвездных облаков. Пыль как материал можно было бы не учитывать, но ее роль в формировании звезд огромна.

Происходит это (в самом примитивном варианте, для одиночной звезды), по-видимому, так. Сначала из межзвездной среды конденсируется протозвездное облако, что, возможно, происходит из-за гравитационной неустойчивости, однако причины могут быть разными и до конца еще не ясны. Так или иначе, оно сжимается и притягивает к себе вещество из окружающего пространства. Температура и давление в его центре растут до тех пор, пока молекулы в центре этого сжимающегося газового шара не начинают распадаться на атомы и затем на ионы. Такой процесс охлаждает газ, и давление внутри ядра резко падает. Ядро сжимается, а внутри облака распространяется ударная волна, отбрасывающая его внешние слои. Образуется протозвезда, которая продолжает сжиматься под действием сил тяготения до тех пор, пока в центре ее не начинаются реакции термоядерного синтеза — превращения водорода в гелий. Сжатие продолжается еще какое-то время, пока силы гравитационного сжатия не уравниваются силами газового и лучистого давления.

Масса образовавшейся звезды всегда меньше массы «породившей» ее туманности. Часть вещества, не успевшего упасть на ядро, в ходе этого процесса «выметается» ударной волной, излучением и потоками частиц просто в окружающее пространство.

На процесс формирования звезд и звездных систем влияют многие факторы, в том числе и магнитное поле, которое часто способствует «разрыву» протозвездного облака на два, реже три фрагмента, каждый из которых под действием гравитации сжимается в свою протозвезду.

По мере «старения» ядерное топливо в недрах звезд постепенно выгорает, причем тем быстрее, чем больше звезда. При этом водородный цикл реакций сменяется гелиевым, затем в результате реакций ядерного синтеза образуются все более тяжелые химические элементы, вплоть до железа. В конце концов ядро, не получающее больше энергии от термоядерных реакций, резко уменьшается в размере, теряет свою устойчивость, и его вещество как бы падает само на себя. Происходит мощный взрыв, во время которого вещество может нагреваться до миллиардов градусов, а взаимодействия между ядрами приводят к образованию новых химических элементов, вплоть до самых тяжелых. Взрыв сопровождается резким высвобождением энергии и выбросом вещества. Звезда взрывается — этот процесс называют вспышкой сверхновой. В конечном же итоге звезда, в зависимости от массы, превратится в нейтронную звезду или черную дыру.

Наверное, так все и происходит на самом деле. Во всяком случае, не вызывает сомнений тот факт, что молодых, то есть горячих, звезд и их скоплений больше всего как раз в туманностях, то есть в областях с повышенной плотностью газа и пыли.

## **Вселенский хладагент**

В общей массе космического вещества собственно пыли, то есть объединенных в твердые частицы атомов углерода, кремния и некоторых других элементов, настолько мало, что их как строительный материал для звезд, казалось бы, можно и не принимать во внимание. Однако на самом деле их роль велика — именно они охлаждают горячий межзвездный газ, превращая его в то самое холодное плотное облако, из которого потом получают звезды.

Сам по себе межзвездный газ охладиться не может. Электронная структура атома водорода такова, что избыток энергии, если таковой есть, он может отдать, излучая свет в видимой и ультрафиолетовой областях спектра, но не в инфракрасном диапазоне. Образно

говоря, водород не умеет излучать тепло. Чтобы как следует остыть, ему нужен «холодильник», роль которого как раз и играют частицы межзвездной пыли.

Во время столкновения с пылинками на большой скорости — в отличие от более тяжелых и медленных пылинок молекулы газа летают быстро — они теряют скорость и их кинетическая энергия передается пылинке. Так же нагревается и отдает это избыточное тепло в окружающее пространство, в том числе в виде ИК-излучения, а сама при этом остывает. Так, принимая на себя тепло межзвездных молекул, пыль действует как своеобразный радиатор, охлаждая облако газа. По массе ее не много — около 1% от массы всего вещества облака, но этого достаточно, чтобы за миллионы лет отвести избыток тепла.

Когда же температура облака падает, падает и давление, облако конденсируется и из него уже могут родиться звезды. Остатки же материала, из которого родилась звезда, являются в свою очередь исходным для образования планет. Вот в их состав пылинки уже входят, причем в большем количестве. Потому что, родившись, звезда нагревает и разгоняет вокруг себя весь газ, а пыль остается летать поблизости. Ведь она способна охлаждаться и притягивается к новой звезде гораздо сильнее, чем отдельные молекулы газа. В конце концов рядом с новорожденной звездой оказывается пылевое облако, а на периферии — насыщенный пылью газ.

Там рождаются газовые планеты, такие как Сатурн, Уран и Нептун. Ну а вблизи звезды появляются твердые планеты. У нас это Марс, Земля, Венера и Меркурий. Получается довольно четкое разделение на две зоны: газовые планеты и твердые. Так что Земля в значительной степени оказалась сделанной именно из межзвездных пылинок. Металлические пылинки вошли в состав ядра планеты, и сейчас у Земли огромное железное ядро.

## **Тайна юной Вселенной**

Если галактика сформировалась, то откуда в ней берется пыль — в принципе ученым понятно. Наиболее значительные ее источники — новые и сверхновые, которые теряют часть своей массы, «сбрасывая» оболочку в окружающее пространство. Кроме того, пыль рождается и в расширяющейся атмосфере красных гигантов, откуда она буквально выметается давлением излучения. В их прохладной, по меркам звезд, атмосфере (около 2,5 — 3 тысяч кельвинов) довольно много сравнительно сложных молекул.

Всегда считалось, что пыль — продукт эволюции звезд. Звезды должны зародиться, просуществовать какое-то время, состариться и, скажем, в последней вспышке сверхновой произвести пыль. Только вот что появилось раньше — яйцо или курица? Первая пыль, необходимая для рождения звезды, или первая звезда, которая почему-то родилась без помощи пыли, состарилась, взорвалась, образовав самую первую пыль.

Что было вначале? Ведь когда 14 млрд. лет назад произошел Большой взрыв, во Вселенной были только водород и гелий, никаких других элементов! Это потом из них стали зарождаться первые галактики, огромные облака, а в них — первые звезды, которым надо было пройти долгий жизненный путь. Термоядерные реакции в ядрах звезд должны были «сварить» более сложные химические элементы, превратить водород и гелий в углерод, азот, кислород и так далее, а уж после этого звезда должна была выбросить все это в космос, взорвавшись или постепенно сбросив оболочку. Затем этой массе нужно было охладиться, остыть и, наконец, превратиться в пыль. Но уже через 2 млрд. лет после Большого взрыва, в самых ранних галактиках, пыль была! С помощью телескопов ее обнаружили в галактиках, отстоящих от нашей на 12 млрд. световых лет. В то же время 2 млрд. лет — слишком маленький срок для полного жизненного цикла звезды: за это время большинство звезд не успевает состариться. Откуда в юной Галактике взялась пыль, если там не должно быть ничего, кроме водорода и гелия, — тайна.



## Пылинка — реактор

Мало того что межзвездная пыль выступает в роли своеобразного вселенского хладагента, возможно, именно благодаря пыли в космосе появляются сложные молекулы.

Поверхность пылинки может служить одновременно и реактором, в котором образуются из атомов молекулы, и катализатором реакций их синтеза. Ведь вероятность того, что сразу много атомов различных элементов столкнутся в одной точке, да еще и провзаимодействуют между собой при температуре чуть выше абсолютного нуля, невообразимо мала. Зато вероятность того, что пылинка последовательно столкнется в полете с различными атомами или молекулами, особенно внутри холодного плотного облака, довольно велика. Собственно, это и происходит — так образуется оболочка межзвездных пылинок из намерзших на нее встреченных атомов и молекул.

На твердой поверхности атомы оказываются рядом. Мигрируя по поверхности пылинки в поисках наиболее энергетически выгодного положения, атомы встречаются и, оказываясь в непосредственной близости, получают возможность прореагировать между собой. Разумеется, очень медленно — в соответствии с температурой пылинки. Поверхность частиц, особенно содержащих в ядре металл, может проявить свойства катализатора. Химики на Земле хорошо знают, что самые эффективные катализаторы — это как раз частицы размером в доли микрона, на которых собираются, а затем и вступают в реакции молекулы, в обычных условиях друг к другу совершенно «равнодушные». По-видимому, так образуется и молекулярный водород: его атомы «налипают» на пылинку, а потом улетают с нее — но уже парами, в виде молекул.

Маленькие межзвездные пылинки, сохранив в своих оболочках немного органических молекул, в том числе и простейших аминокислот, и занесли на Землю первые «семена жизни» около 4 млрд. лет тому назад. Это, конечно, не более чем красивая гипотеза. Но в ее пользу говорит то, что в составе холодных газопылевых облаков найдена аминокислота — глицин. Может, есть и другие, просто пока возможности телескопов не позволяют их обнаружить.

## Охота за пылью

Исследовать свойства межзвездной пыли можно, разумеется, на расстоянии — с помощью телескопов и других приборов, расположенных на Земле или на ее спутниках. Но куда заманчивее межзвездные пылинки поймать, а потом уж обстоятельно изучить, выяснить — не теоретически, а практически, из чего они состоят, как устроены.

Можно добраться до космических глубин, набрать там межзвездной пыли, привезти на Землю и проанализировать всеми возможными способами. А можно попытаться вылететь за пределы Солнечной системы и по пути анализировать пыль прямо на борту космического корабля, отправляя на Землю полученные данные.

Первую попытку привезти образцы межзвездной пыли, и вообще вещества межзвездной среды предприняло NASA. С использованием современных нанотехнологий был сконструирован космический корабль, оснащенный специальными ловушками — коллекторами для сбора межзвездной пыли и частиц космического ветра. Чтобы поймать пылинки, не потеряв при этом их оболочку, ловушки наполнили особым веществом — так называемым аэрогелем. Аэрогель, созданный доктором Стивеном Джонсом в качестве ловушки межзвездных частиц, вошел в Книгу рекордов Гиннеса как твердое вещество с наименьшей плотностью. По своему химическому составу это диоксид кремния и пузырьки воздуха. Плотность аэрогеля — 5 килограммов на кубометр. Тем не менее двухграммовый кусочек аэрогеля выдерживает вес кирпича. Диоксид кремния в аэрогеле образует ажурную структуру — «твердый дым», на 99,8% состоящий из воздуха. Через три года после старта Stardust Джонс довел плотность аэрогеля до 3 килограммов на кубометр. Попадая в нее,

пылинки застревают, а дальше, как в любой ловушке, крышка захлопывается, чтобы быть открытой уже на Земле.

В августе 2001 года за образцами вещества из глубокого космоса полетел Genesis. Этот проект NASA был нацелен в основном на поимку частиц солнечного ветра. Проведя в космическом пространстве 1 127 дней, за которые он пролетел около 32 млн. км, корабль вернулся и сбросил на Землю капсулу с полученными образцами — ловушками с ионами, частицами солнечного ветра. Увы, произошло несчастье — парашют не раскрылся, и капсула со всего маху шлепнулась об землю. И разбилась. Конечно, обломки собрали и тщательно изучили. Впрочем, в марте 2005-го на конференции в Хьюстоне участник программы Дон Барнетти заявил, что четыре коллектора с частицами солнечного ветра не пострадали, и их содержимое, 0,4 мг пойманного солнечного ветра, ученые активно изучают в Хьюстоне.

Следующий проект так и называется Stardust — Звездная пыль. Программа у него грандиозная. После старта в феврале 1999 года аппаратура на его борту, изготовленная с применением нанотехнологий, в конечном итоге должна собрать образцы межзвездной пыли и пыль в непосредственной близости от кометы Wild-2, пролетавшей неподалеку от Земли. Считается, что комета Wild-2 родилась в Поясе Койпера (Пояс Койпера или пояс Эдварта-Койпера - область Солнечной системы за орбитой Нептуна. В этой области расположено большое количество космических объектов, самым известным из которых является Плутон). Так как температура в этой области около  $-217^{\circ}\text{C}$ , комета вобрала в себя не только космическую пыль, но и окружающие ее газы. Частицы межзвездного и кометного вещества прибыли на Землю 15 января 2006 года в штат Юта, неподалеку от Солт-Лейк-Сити (США), в спускаемой капсуле космического корабля Stardust. На минимальное расстояние от своей основной цели - поверхности ядра кометы - космический аппарат подошел 2 января 2004 года в 22.44 мск. В этот момент их разделяло 230 км (диаметр ядра кометы - 5,4 км). Пролетая со скоростью 6,1 км/с сквозь ее хвост, Stardust провел съемку ядра кометы. А созданный специально для этой экспедиции аэрогель собрал частицы, из которых этот хвост и состоит. Помимо «ловли» частиц кометного вещества, которых собралось немало, специальная аэрогелевая ловушка собирала частицы и далеко от кометы. По статистическим подсчетам, в аэрогелевую ловушку размером с теннисную ракетку должно попасть 45 частиц космического вещества. Весь объем 132 аэрогелевых сегментов ловушки будет отсканирован с фокусом на 42 глубинах. Специальный сканер для этой работы «одолжил» NASA Университет Калифорнии в Беркли. Пыль кометы разошлась по лабораториям всего мира, включая университет Миннесоты и его профессора физики Боба Пепина. После изучения газов гелия и неона, упрятанных в частичках пыли, Пепин и его коллеги сообщили, что хотя комета и сформировалась на ледяных окраинах Солнечной системы, сама пыль образовывалась вблизи молодого еще Солнца и подвергалась мощному радиоактивному облучению вышеупомянутыми и другими газами до того, как была выброшена за пределы орбиты Юпитера и попала на комету.

Это открытие проливает свет на времена ранней жизни Солнечной системы, на то, что могло там такого происходить, что вызывало страшной силы радиацию, и какая сила выбрасывала пыль за сотни миллионов километров от места рождения.

Изучение космической пыли из кометы Wild-2 позволит ученым теоретически воссоздать условия, при которых формировалась наша Солнечная система, самые ранние этапы формирования ее космических тел. Одним из ранних событий, называемых учеными, является рождение Луны около 50 миллионов лет спустя после формирования Солнечной системы.

Кроме пыли, изучение газов в составе кометы позволит выяснить правдивость еще одной ученой теории, которая гласит, что кометы принесли гелий и неон в атмосферу Земли, Венеры и Марса.

Впрочем, сейчас NASA готовит третий проект, еще более грандиозный. Это будет космическая миссия Interstellar Probe. На этот раз космический корабль удалится на расстояние 200 а. е. от Земли (а. е. — расстояние от Земли до Солнца). Этот корабль никогда

не вернется, но весь будет «напичкан» самой разнообразной аппаратурой, в том числе — и для анализа образцов межзвездной пыли. Если все получится, межзвездные пылинки из глубокого космоса будут наконец пойманы, сфотографированы и проанализированы — автоматически, прямо на борту космического корабля, но данный проект было бы невозможно осуществить без применения нанотехнологий.

## Выпадение космической пыли на поверхность Земли

Известный голландский полярный исследователь Норденшельд обнаружил на поверхности льда пыль предположительно космического происхождения [2]. Приблизительно в то же время, в середине 70-х годов XIX столетия Муррей описал округлые магнетитовые частицы, обнаруженные в отложениях глубоководных осадков Тихого океана, происхождение которых также связывалось с космической пылью. Однако эти предположения долгое время не находили подтверждения, оставаясь в рамках гипотезы. Вместе с тем и научное изучение космической пыли продвигалось крайне медленно, на что указывал академик В.И. Вернадский в 1941 г. [3].

Впервые он обратил внимание на проблему космической пыли в 1908 г. и затем возвращался к ней в 1932 и 1941 годах. В работе «Об изучении космической пыли» В.И. Вернадский писал: *«...Земля связана с космическими телами и с космическим пространством не только обменом разных форм энергии. Она теснейшим образом связана с ними материально... Среди материальных тел, падающих на нашу планету из космического пространства, доступны нашему непосредственному изучению преимущественно метеориты и обычно к ним причисляемая космическая пыль... Метеориты – и по крайней мере в некоторой своей части связанные с ними болиды – являются для нас всегда неожиданными в своем проявлении... Иное дело – космическая пыль: все указывает на то, что она падает непрерывно, и возможно, эта непрерывность падения существует в каждой точке биосферы, распределена равномерно на всю планету. Удивительно, что это явление, можно сказать, совсем не изучено и целиком исчезает из научного учета»* [4].

Рассматривая в указанной статье известные наиболее крупные метеориты, В.И. Вернадский особое внимание уделяет Тунгусскому метеориту, поисками которого под его непосредственным руководством занимался Л.А. Кулик. Крупные осколки метеорита не были найдены, и в связи с этим В.И. Вернадский делает предположение, что он *«...является новым явлением в летописях науки – проникновением в область земного притяжения не метеорита, а огромного облака или облаков космической пыли, шедших с космической скоростью»* [4].

К этой же теме В.И. Вернадский возвращается в феврале 1941 г. в своем докладе «О необходимости организации научной работы по космической пыли» на заседании Комитета по метеоритам АН СССР [3]. В этом документе, наряду с теоретическими размышлениями о происхождении и роли космической пыли в геологии и особенно в геохимии Земли, он подробно обосновывает программу поисков и сбора вещества космической пыли, выпавшей на поверхность Земли, с помощью которой, считает он, можно решить и ряд задач научной космогонии о качественном составе и «господствующем значении космической пыли в строении Вселенной». Необходимо изучать космическую пыль и учесть ее как источник космической энергии, непрерывно приносимой нам из окружающего пространства. Масса космической пыли, отмечал В.И. Вернадский, обладает атомной и другой ядерной энергией, которая не безразлична в своем бытии в Космосе и в ее проявлении на нашей планете. Для понимания роли космической пыли, подчеркивал он, необходимо иметь достаточный материал для ее исследования. Организация сбора космической пыли и научное исследование собранного материала – есть первая задача, стоящая перед учеными. Перспективными для этой цели В.И. Вернадский считает снеговые и ледниковые природные

планшеты высокогорных и арктических областей, удаленных от промышленной деятельности человека.

Великая Отечественная война и смерть В.И. Вернадского, помешали реализации этой программы. Однако она стала актуальной во второй половине XX века и способствовала активизации исследований метеорной пыли в нашей стране.

В 1946 г. по инициативе академика В.Г. Фесенкова была организована экспедиция в горы Заилийского Ала-Тау (Северный Тянь-Шань), задачей которой было изучение твердых частиц с магнитными свойствами в снеговых отложениях [10]. Место отбора снега было выбрано на левой боковой морене ледника Туяк-Су (высота 3500 м), большая часть хребтов, окружавших морену, была покрыта снегом, что снижало возможность загрязнения земной пылью. Оно было удалено и от источников пыли, связанных с деятельностью человека, и окружено со всех сторон горами.

Метод сбора космической пыли в снеговом покрове заключался в следующем. С полосы шириной 0,5 м до глубины 0,75 м собирался снег деревянной лопаткой, переносился и перетапливался в алюминиевой посуде, сливался в стеклянную посуду, где в течение 5 часов в осадок выпадала твердая фракция. Затем верхняя часть воды сливалась, добавлялась новая партия талого снега и т.д. В результате было перетоплено 85 ведер снега с общей площади 1,5 м<sup>2</sup>, объемом 1,1 м<sup>3</sup>. Полученный осадок был передан в лабораторию Института астрономии и физики АН Казахской ССР, где вода была выпарена и подверглась дальнейшему анализу. Однако поскольку эти исследования не дали определенного результата, Н.Б. Дивари пришел к выводу, что для отбора проб снега в данном случае лучше использовать либо очень старые слежавшиеся фирны, либо открытые ледники.

Значительный прогресс в изучении космической метеорной пыли наступил в середине XX века, когда в связи с запусками искусственных спутников Земли получили развитие прямые методы изучения метеорных частиц – непосредственная их регистрация по числу столкновений с космическим аппаратом или различного вида ловушками (установленными на ИСЗ и геофизических ракетах, запускаемых на высоту несколько сотен километров). Анализ полученных материалов позволил, в частности, обнаружить наличие пылевой оболочки вокруг Земли на высотах от 100 до 300 км над поверхностью (о чем говорилось выше).

Наряду с изучением пыли с помощью космических аппаратов проводилось изучение частиц в нижней атмосфере и различных природных накопителях: в высокогорных снегах, в ледниковом покрове Антарктиды, в полярных льдах Арктики, в торфяных отложениях и глубоководном морском иле. Последние наблюдаются преимущественно в виде так называемых «магнитных шариков», то есть плотных шаровых частиц, обладающих магнитными свойствами. Размер этих частиц от 1 до 300 микрон, масса от 10<sup>-11</sup> до 10<sup>-6</sup> г.

Еще одно направление связано с изучением астрофизических и геофизических явлений, связанных с космической пылью; сюда относятся различные оптические явления: свечение ночного неба, серебристые облака, зодиакальный свет, противосияние и др. Их изучение также позволяет получить важные данные о космической пыли [5; 11; 12]. Исследования метеоров были включены в программу Международного геофизического года 1957–1959 и 1964–1965 гг.

В результате этих работ были уточнены оценки общего притока космической пыли на поверхность Земли. Согласно оценкам Т.Н. Назаровой, И.С. Астаповича и В.В. Федынского, общий приток космической пыли на Землю достигает до 10<sup>7</sup> т/год. По оценке А.Н. Симоненко и Б.Ю. Левина (по данным на 1972 г.) приток космической пыли на поверхность Земли составляет 10<sup>2</sup>–10<sup>9</sup> т/год [13], по другим, более поздним исследованиям – 10<sup>7</sup>–10<sup>8</sup> т/год [8].

Продолжались исследования по сбору метеорной пыли. По предложению академика А.П. Виноградова во время 14-й антарктической экспедиции (1968–1969 гг.) проводились работы с целью выявления закономерностей пространственно-временных распределений отложения внеземного вещества в ледниковом покрове Антарктиды [7]. Изучался

поверхностный слой снежного покрова в районах станций Молодежная, Мирный, Восток и на участке протяженностью около 1400 км между станциями Мирный и Восток. Отбор проб снега проводился из шурфов глубиной 2–5 м в точках, удаленных от полярных станций. Образцы упаковывались в полиэтиленовые мешки или специальные пластиковые контейнеры. В стационарных условиях образцы растапливались в стеклянной или алюминиевой посуде. Полученную воду фильтровали с помощью разборной воронки через мембранные фильтры (размер пор 0,7 мкм). Фильтры смачивали глицерином и в проходящем свете при увеличении 350X определяли количество микрочастиц.

Изучались также полярные льды, донные отложения Тихого океана, осадочные породы, солевые отложения. При этом перспективным направлением показали себя поиски оплавленных микроскопических сферических частиц, достаточно легко идентифицируемых среди остальных фракций пыли.

В 1962 г. при Сибирском отделении АН СССР была создана Комиссия по метеоритам и космической пыли, возглавляемая академиком В.С. Соболевым, которая просуществовала до 1990 г. и создание которой было инициировано проблемой Тунгусского метеорита. Работы по изучению космической пыли проводились под руководством академика РАМН Н.В. Васильева.

При оценке выпадений космической пыли, наряду с другими природными планшетами, использовался торф, сложенный мхом сфагнум бурый по методике томского ученого Ю.А. Львова. Этот мох достаточно широко распространен в средней полосе земного шара, минеральное питание получает только из атмосферы и обладает способностью консервировать его в слое, бывшем поверхностным во время попадания на него пыли. Послойная стратификация и датировка торфа позволяет давать ретроспективную оценку ее выпадения. Изучались как сферические частицы размером 7–100 мкм, так и микроэлементный состав торфяного субстрата – функции содержащейся в нем пыли.

Методика выделения космической пыли из торфа заключается в следующем [14; 15]. На участке верхового сфагнового болота выбирается площадка с ровной поверхностью и торфяной залежью, сложенной мхом сфагнум бурый (*Sphagnum fuscum* Klingr). С ее поверхности на уровне моховой дернины срезаются кустарнички. Закладывается шурф на глубину до 60 см, у борта его размечается площадка нужного размера (например, 10x10 см), затем с двух или трех его сторон обнажается колонка торфа, разрезается на пласты по 3 см каждый, которые упаковываются в полиэтиленовые пакеты. Верхние 6 слоев (очес) рассматриваются совместно и могут служить для определения возрастных характеристик по методике Е.Я. Мульдиярова и Е.Д. Лапшина [15]. Каждый пласт в лабораторных условиях промывается сквозь сито с диаметром ячеек 250 мк в течение не менее 5 мин. Прошедший сквозь сито гумус с минеральными частицами отстаивается до полного выпадения осадка, затем осадок сливается в чашку Петри, где высушивается. Упакованный в кальку, сухой образец удобен для перевозки и для дальнейшего изучения. В соответствующих условиях образец озольется в тигле и муфельной печи в течение часа при температуре 500–600 град. Зольный остаток взвешивается и подвергается либо осмотру под бинокулярным микроскопом при увеличении в 56 раз на предмет выявления сферических частиц размером 7–100 и более мкм, либо подвергается другим видам анализа. Т.к. минеральное питание этот мох получает только из атмосферы, то его зольная составляющая может являться функцией входящей в ее состав космической пыли.

Так исследования в районе падения Тунгусского метеорита, удаленном от источников техногенного загрязнения на многие сотни километров, позволили оценить приток на поверхность Земли сферических частиц размером 7–100 мкм и более. Верхние слои торфа дали возможность оценить выпадение глобального аэрозоля на время исследования; слои, относящиеся к 1908 г. – вещества Тунгусского метеорита; нижние (доиндустриальные) слои – космической пыли. Приток космических микросферул на поверхность Земли при этом оценивается величиной  $(2-4) \cdot 10^3$  т/год [9], а в целом космической пыли –  $1,5 \cdot 10^9$  т/год. Были использованы аналитические методы анализа, в частности нейтронно-активационный, для

определения микроэлементного состава космической пыли. По этим данным ежегодно на поверхность Земли выпадает из космического пространства (т/год): железа ( $2 \cdot 10^6$ ), кобальта (150), скандия (250).

Большой интерес в плане указанных выше исследований представляют работы Е.М. Колесникова с соавторами, обнаружившими изотопные аномалии в торфе района падения Тунгусского метеорита, относящиеся к 1908 г. и говорящие, с одной стороны, в пользу кометной гипотезы этого явления, с другой – проливающие свет на кометное вещество, выпавшее на поверхность Земли.

Наиболее полным обзором проблемы Тунгусского метеорита, в том числе его вещества, на 2000 г. следует признать монографию В.А. Бронштэна [16]. Последние данные о веществе Тунгусского метеорита были доложены и обсуждены на Международной конференции «100 лет Тунгусскому феномену», Москва, 26–28 июня 2008 г. [17]. Несмотря на достигнутый прогресс в изучении космической пыли, ряд проблем все еще остается не решенным.

### **Источники метанаучного знания о космической пыли**

Наряду с данными, которые получены современными методами исследования, большой интерес представляют сведения, содержащиеся во вненаучных источниках: «Письмах Махатм», Учении Живой Этики, письмах и трудах Е.И. Рерих (в частности, в ее работе «Изучение свойств человека», где дается обширная программа научных исследований на многие годы вперед).

Так в письме Кут Хуми 1882 г. редактору влиятельной англоязычной газеты «Пионер» А.П. Синнету (оригинал письма хранится в Британском музее) приводятся следующие данные о космической пыли [19]:

- «Высоко над нашей земной поверхностью воздух пропитан и пространство наполнено магнитной и метеорной пылью, которая даже не принадлежит нашей солнечной системе»;
- «Снег, в особенности в наших северных областях, полон метеорного железа и магнитных частиц, отложения последних находимы даже на дне океанов». «Миллионы подобных метеоров и тончайших частиц достигают нас ежегодно и ежедневно»;
- «каждое атмосферическое изменение на Земле и все пертурбации происходят от соединенного магнетизма» двух больших «масс» – Земли и метеорной пыли;
- Существует «земное магнетическое притяжение метеорной пыли и прямое воздействие последней на внезапные изменения температуры, особенно в отношении тепла и холода»;
- Т.к. «наша земля со всеми другими планетами несется в пространстве, она получает большую часть космической пыли на свое северное полушарие, нежели на южное»; «...этим объясняется количественное преобладание континентов в северном полушарии и большее изобилие снега и сырости»;
- «Тепло, которое получает земля от лучей солнца, является, в самой большей степени, лишь третью, если не меньше, количества получаемого ею непосредственно от метеоров»;
- «Мощные скопления метеорного вещества» в межзвездном пространстве приводят к искажению наблюдаемой интенсивности звездного света и, следовательно, к искажению расстояний до звезд, полученных фотометрическим путем.

Ряд этих положений опережали науку того времени и были подтверждены последующими исследованиями. Так, исследования сумеречного свечения атмосферы, выполненные в 30–50-х гг. XX века, показали, что, если на высотах меньше 100 км свечение определяется рассеянием солнечного света в газовой (воздушной) среде, то на высотах более 100 км преобладающую роль играет рассеяние на пылинках. Первые наблюдения, выполненные с помощью искусственных спутников, привели к обнаружению пылевой

оболочки Земли на высотах несколько сот километров, на что указывается в упомянутом письме Кут Хуми. Особый интерес представляют данные об искажениях расстояний до звезд, полученных фотометрическим путем. По существу это было указанием на наличие межзвездного поглощения, открытого в 1930 г. Тремплером, которое по праву считается одним из важнейших астрономических открытий 20 века. Учет межзвездного поглощения привел к переоценке шкалы астрономических расстояний и, как следствие, к изменению масштаба видимой Вселенной.

Некоторые положения этого письма – о влиянии космической пыли на процессы в атмосфере, в частности на погоду, – не находят пока научного подтверждения. Здесь необходимо дальнейшее изучение.

Обратимся еще к одному источнику метанаучного знания – Учению Живой Этики, созданному Е.И. Рерих и Н.К. Рерихом в сотрудничестве с Гималайскими Учителями – Махатмами в 20–30 годы XX века. Первоначально изданные на русском языке книги Живой Этики в настоящее время переведены и изданы на многих языках мира. В них уделяется большое внимание научным проблемам. Нас в данном случае будет интересовать все, что связано с космической пылью [18].

Проблеме космической пыли, в частности ее притоку на поверхность Земли, в Учении Живой Этики уделяется достаточно много внимания.

«Обращайте внимание на высокие места, подверженные ветрам от снежных вершин. На уровне двадцати четырех тысяч футов можно наблюдать особые отложения метеорной пыли» (1927–1929 гг.) [20, § 571]. «Недостаточно изучают аэролиты, еще меньше уделяют внимания космической пыли на вечных снегах и глетчерах. Между тем Космический Океан рисует свой ритм на вершинах» (1930–1931 гг.) [21, § 70]. «Пыль метеорная недоступна глазу, но дает очень существенные осадки» (1932–1933 гг.) [22, § 428]. «На самом чистом месте самый чистый снег насыщен пылью земной и космической, – так наполнено пространство даже при грубом наблюдении» (1936 г.) [23, § 147].

Вопросам космической пыли большое внимание уделено и в «Космологических записях» Е.И. Рерих (1940 г.). Следует иметь в виду, что Е.И. Рерих внимательно следила за развитием астрономии и была в курсе последних ее достижений; она критически оценивала некоторые теории того времени (20–30 годы прошлого столетия), например в области космологии, и ее представления подтвердились в наше время [24]. Учение Живой Этики и Космологические записи Е.И. Рерих содержат целый ряд положений о тех процессах, которые сопряжены с выпадением космической пыли на поверхность Земли и которые можно обобщить следующим образом:

- на Землю постоянно кроме метеоритов выпадают материальные частицы космической пыли, которые приносят космическое вещество, несущее информацию о Дальних Мирах космического пространства;
- космическая пыль изменяет состав почв, снега, природных вод и растений;
- особенно это относится к местам залегания природных руд, которые не только являются своеобразными магнитами, притягивающими космическую пыль, но и следует ожидать некоторой дифференциации ее в зависимости от вида руды: «Так железо и прочие металлы притягивают метеоры, особенно когда руды находятся в естественном состоянии и не лишены космического магнетизма» [22, § 493];
- большое внимание в Учении Живой Этики уделяется горным вершинам, которые по утверждению Е.И. Рерих «...являются величайшими магнитными станциями» [25]. «...Космический Океан рисует свой ритм на вершинах» [21, § 70];
- изучение космической пыли может привести к открытию новых, еще не обнаруженных современной наукой минералов, в частности – металла, обладающего свойствами, помогающими хранить вибрации с дальними мирами космического пространства;
- при изучении космической пыли могут быть обнаружены новые виды микробов и бактерий [22, § 461];

– но что особенно важно, Учение Живой Этики открывает новую страницу научного познания – воздействия космической пыли на живые организмы, в том числе – на человека и его энергетику. Она может оказывать разнообразные влияния на организм человека и некоторые процессы на физическом и, особенно, тонком планах [23, § 410; 20, § 571; 21, § 70; 26, § 221; 27].

Эти сведения начинают находить подтверждение в современных научных исследованиях. Так в последние годы на космических пылинках были обнаружены сложные органические соединения и некоторые ученые заговорили о космических микробах [28]. В этом плане особый интерес представляют работы по бактериальной палеонтологии, выполненные в Институте палеонтологии РАН [29]. В этих работах, помимо земных пород, исследовались метеориты. Показано, что найденные в метеоритах микроокаменелости представляют собой следы жизнедеятельности микроорганизмов, часть которых подобна цианобактериям. В ряде исследований удалось экспериментально показать положительное влияние космического вещества на рост растений и обосновать возможность влияния его на организм человека [8; 30].

Авторы Учения Живой Этики настоятельно рекомендуют организовать постоянное наблюдение за выпадением космической пыли. И в качестве ее природного накопителя использовать ледниковые и снеговые отложения в горах на высоте свыше 7 тыс. м. Рерихи, живя долгие годы в Гималаях, мечтают о создании там научной станции. В письме от 13 октября 1930 г. Е.И. Рерих пишет: «Станция должна развиваться в Город Знания. Мы желаем в этом Городе дать синтез достижений, потому все области науки должны быть впоследствии представлены в нем... Изучение новых космических лучей, дающих человечеству новые ценнейшие энергии, возможно только на высотах, ибо все самое тонкое и самое ценное и мощное лежит в более чистых слоях атмосферы. Также разве не заслуживают внимания все метеорические осадки, осаждающиеся на снежных вершинах и несомые в долины горными потоками?» [25].

## **Заключение**

Изучение космической пыли в настоящее время превратилось в самостоятельную область современной астрофизики и геофизики. Эта проблема особенно актуальна, поскольку метеорная пыль является источником космического вещества и энергии, непрерывно приносимых на Землю из космического пространства и активно влияющих на геохимические и геофизические процессы, а также оказывающих своеобразное воздействие на биологические объекты, в том числе на человека. Эти процессы пока еще почти не изучены. В изучении космической пыли не нашли должного применения ряд положений, содержащихся в источниках метанаучного знания. Метеорная пыль проявляется в земных условиях не только как феномен физического мира, но и как материя, несущая энергетику космического пространства, в том числе – миров иных измерений и иных состояний материи. Учет этих положений требует разработки совершенно новой методики изучения метеорной пыли. Но важнейшей задачей по-прежнему остается сбор и анализ космической пыли в различных природных накопителях.



## Список литературы:

1. Максименко О. Тайны особой субстанции // Вокруг света. – Сентябрь 2005 г. – №9(2780). – С. 108-117
2. Иванова Г.М., Львов В.Ю., Васильев Н.В., Антонов И.В. Выпадение космического вещества на поверхность Земли – Томск: изд-во Томск. ун-та, 1975. – 120 с.
3. Вернадский В.И. О необходимости организованной научной работы по космической пыли // Проблемы Арктики. – 1941. – № 5. – С. 55–64.
4. Вернадский В.И. Об изучении космической пыли // Мирознание. – 1932. – № 5. – С. 32–41.
5. Астапович И.С. Метеорные явления в атмосфере Земли. – М.: Госуд. изд. физ.-мат. литературы, 1958. – 640 с.
6. Флоренский К.П. Предварительные результаты тунгусской метеоритной комплексной экспедиции 1961 г. // Метеоритика. – М.: изд. АН СССР, 1963. – Вып. XXIII. – С. 3–29.
7. Виленский В.Д. Сферические микрочастицы в ледниковом покрове Антарктиды // Метеоритика. – М.: «Наука», 1972. – Вып. 31. – С. 57–61.
8. Голенецкий С.П., Степанов В.В. Кометное вещество на Земле // Метеоритные и метеорные исследования. – Новосибирск: «Наука» Сибирское отделение, 1983. – С. 99–122.
9. Васильев Н.В., Бояркина А.П., Назаренко М.К. и др. Динамика притока сферической фракции метеорной пыли на поверхности Земли // Астроном. вестник. – 1975. – Т. IX. – № 3. – С. 178–183.
10. Дивари Н.Б. О сборе космической пыли на леднике Туюк-Су // Метеоритика. – М.: Изд. АН СССР, 1948. – Вып. IV. – С. 120–122.
11. Гиндилис Л.М. Противосияние как эффект рассеяния солнечного света на частицах межпланетной пыли // Астрон. ж. – 1962. – Т. 39. – Вып. 4. – С. 689–701.
12. Дивари Н.Б. Зодиакальный свет и межпланетная пыль. – М.: «Знание», 1981. – 64 с.
13. Симоненко А.Н., Левин Б.Ю. Приток космического вещества на Землю // Метеоритика. – М.: «Наука», 1972. – Вып. 31. – С. 3–17.
14. Бояркина А.П., Васильев Н.В., Менявцева Т.А. и др. К оценке вещества Тунгусского метеорита в районе эпицентра взрыва // Космическое вещество на Земле. – Новосибирск: «Наука» Сибирское отделение, 1976. – С. 8–15.
15. Мульдияров Е.Я., Лапшина Е.Д. Датировка верхних слоев торфяной залежи, используемой для изучения космических аэрозолей // Метеоритные и метеорные исследования. – Новосибирск: «Наука» Сибирское отделение, 1983. – С. 75–84.
16. Бронштэн В.А. Тунгусский метеорит: история исследования. – М.: А.Д. Сельянов, 2000. – 310 с.
17. Труды Международной конференции «100 лет Тунгусскому феномену», Москва, 26-28 июня 2008 г.
18. Рерих Е.И. Космологические записи // У порога нового мира. – М.: МЦР. Мастер-Банк, 2000. – С. 235 – 290.
19. Чаша Востока. Письма Махатмы. Письмо XXI 1882 г. – Новосибирск: Сибирское отд. изд. «Детская литература», 1992. – С. 99–105.
20. Знаки Агни-Йоги. Учение Живой Этики. – М.: МЦР, 1994. – С. 345.
21. Иерархия. Учение Живой Этики. – М.: МЦР, 1995. – С. 45
22. Мир Огненный. Учение Живой Этики. – М.: МЦР, 1995. – Ч. 1.
23. Аум. Учение Живой Этики. – М.: МЦР, 1996. – С. 79.
24. Гиндилис Л.М. Читая письма Е.И. Рерих: конечна или бесконечна Вселенная? // Культура и Время. – 2007. – № 2. – С. 49.
25. Рерих Е.И. Письма. – М.: МЦР, Благотворительный фонд им. Е.И. Рерих, Мастер-Банк, 1999. – Т. 1. – С. 119.
26. Сердце. Учение Живой Этики. – М.: МЦР. 1995. – С. 137, 138.
27. Озарение. Учение Живой Этики. Листы Сада Мории. Книга вторая. – М.: МЦР. 2003. – С. 212, 213.
28. Божокин С.В. Свойства космической пыли // Соросовский образовательный журнал. – 2000. – Т. 6. – № 6. – С. 72–77.

29. Герасименко Л.М., Жегалло Е.А., Жмур С.И. и др. Бактериальная палеонтология и исследования углистых хондритов //Палеонтологический журнал. –1999. – № 4. – С. 103–125.
30. Васильев Н.В., Кухарская Л.К., Бояркина А.П. и др. О механизме стимуляции роста растений в районе падения Тунгусского метеорита //Взаимодействие метеорного вещества с Землей. – Новосибирск: «Наука» Сибирское отделение, 1980. – С. 195–202.