# «НАША ГАЛАКТИКА»

## СКЛАД І СТРУКТУРА ГАЛАКТИКИ

 **1.Молочний Шлях і структура Галактики.** Вже до початку нашого століття було відоме, що ті зірки, що спостерігаються неозброєним чи оком у телескоп, утворять у просторі сплюснений *зоряний диск* величезного розміру. Ми знаходимося усередині цього диска і тому поблизу його площини бачимо дуже багато далеких зірок. Сукупність цих зірок зливається для нас у світну смугу *Молочного Шляху.* Раніш думали, що Сонце розташоване поблизу центра зоряної системи — Галактики, тому що яскравість Млечного Шляху приблизно однакова у всіх напрямках, хоча в ньому й існують окремі більш яскраві ділянки. Зараз ми знаємо, що світло самої яскравої центральної області Галактики сильно послабляється через поглинання міжзоряним пилом. Лише спостереження в інфрачервоних променях, що випробують менше поглинання, дозволили «побачити» найбільш щільну центральну область нашої Галактики. Вона розташована в сузір'ї Стрільця.

Ця центральна, найбільш компактна область Галактики називається її *зоряним ядром.* Сонце розташоване дуже далеко від ядра Галактики — на відстані 25— 30 тис. світлового років (8—10 кпк) — поблизу площини симетрії зоряного диска, товщина якого складає кілька тисяч світлового років. Ядро знаходиться в центрі *зоряного, диска* Галактики.

Частина зірок нашої Галактики не входить до складу диска, а утворить сферичну складову **(мал.1).** Ці зірки концентруються не до площини диска, до ядра Галактики. Диск і сферична складова — основні елементи структури нашої Галактики.

Повне число зірок у Галактиці можна оцінити тільки орієнтовно. Воно складає кілька сотень мільярдів. Лише незначна частка всіх цих зірок доступна спостереженням навіть за допомогою найбільших телескопів.

**Галактика — це величезний зоряний острів, діаметр якого перевищує 100000 св. років, що поєднує багато мільярдів усіляких зірок.** Крім зірок, у Галактиці міститься багато тіл невеликої маси (наприклад, планет) і дуже неоднорідна по щільності міжзоряне середовище (розріджений газ, пил, космічні промені). Незважаючи на велику масу. Дуже розріджена система: відстані між сусідніми зірками, як правило, виміряються світловими роками.

**2.Зоряні скупчення.** Добре відомо, що зірки нерівномірно розподілені по небу. Наприклад, поблизу Млечного Шляху слабкі зірки зустрічаються помітно частіше, ніж удалині від нього. Це не удаваний ефект. Зірки дійсно нерівномірно заповнюють простір. Найбільше наочно це виявляється в існуванні груп з великого числа зірок, називаних *зоряними скупченнями.*

Прикладом зоряних скупчень, добре видимих неозброєним оком, є скупчення Плеяди і Гиады (обоє в сузір'ї Тельця). У Плеядах нормальне око бачить 5—7 слабких зірочок, що розташовуються у виді маленького ковшика (по цьому скупченню зручно перевіряти гостроту зору). У телескоп у Плеядах помітні сотні зірок **(мал. 2).** Гиады — скупчення не настільки компактне, як Плеяди, але воно містить більш яскраві зірки. Поруч з Гиадами — червонуватий Альдебаран — ярчайшая зірка в сузір'ї Тельця.

Неозброєним оком на небі помітно усього кілька скупчень. Але в телескоп їх можна бачити сотні. Спостереження показали, що зоряний склад скупчень різний. Вимірюючи температуру і світність зірок скупчень і звіряючи їхнє положення на діаграмі Герцшпрунга - Рессела з теорією зоряної еволюції, вдається оцінити вік скупчень. Виявилося, що деякі скупчення складаються з порівняно молодих, деякі — зі старих зірок. **Зірки усередині скупчення мають близький вік і, отже, зв'язані загальним походженням.**

Спостерігається два типи скупчень — *розсіяні* і *кульові.* Розсіяні скупчення містять десятки, сотні, а найбільш великі — тисячі зірок і виглядають у телескоп блискаючою розсипом. Плеяди і Гиады відносяться до цього типу. Серед розсіяних скупчень зустрічаються як порівняно старі, з віком у кілька мільярдів років, так і дуже молоді, у яких ще збереглися багато блакитних гарячих зірок високої світності. Ці зірки значно массивнее Сонця, і тому (як ми вже знаємо) тривалість життя в них більш коротка, чим у зірок інших типів. Існування в розсіяних скупченнях таких зірок говорить про те, що утворення скупчень продовжується й у наш час. Порівняно молодим скупченням є Плеяди: його вік близько 108 років.

Розсіяні скупчення можна знайти не в будь-якій частині неба. Майже усі вони спостерігаються поблизу Млечного Шляху. Саме там, поблизу площини диска Галактики, найбільше активно відбувається утворення зірок.

**Кульові скупчення** по розмірі, як правило, більше розсіяних і містять сотні тисяч зірок. Усі вони дуже далекі від нас. Лише одне-два можна помітити неозброєним чи оком у бінокль, але навіть вони через величезну відстань видні як малюсінькі світні цятки. На фотографіях кульові скупчення звичайно виглядають як цілий рій величезного числа зірок **(мал. 3).** Здається, що в центрі скупчення зірки зливаються в суцільну світлу масу. Але насправді навіть там між зірками досить багато вільного простору, щоб вони рухалися, не зіштовхуючись один з одним. На відміну від розсіяних скупчень, у кульових ми не спостерігаємо молодих зірок. Це дуже старі зоряні системи. Їхній вік важко точно оцінити. Ґрунтуючись на теорії зоряної еволюції, вчені одержують оцінки віку найбільш старих скупчень у 13—18 млрд. років.

Усього в нашій Галактиці відомо близько 150 кульових скупчень. На відміну від розсіяних зоряних скупчень, кульові скупчення слабко концентруються до смуги Млечного Шляху. Зате практично усі вони спостерігаються в одній половині неба, у центрі якої знаходиться сузір'я Стрільця. Така особливість розподілу відбиває структуру нашої зоряної системи — Галактики: у сузір'ї Стрільця знаходиться її центр. Кульові скупчення, на відміну від розсіяних, відносяться до сферичної складової Галактики.

## РУХ ЗІРОК

**1.Тангенціальні і променеві швидкості зірок.** Зірки в Галактиці безупинно рухаються. Якби вони хоч на мить зупинилися, то через взаємне притягання почали б падати до центра Галактики. Швидкості, з якими рухаються зірки, складають десятки і сотні кілометрів у секунду, але через великі відстані до зірок знайти їхній відносний рух по небу дуже складно.

Про рух небесного тіла в космічному просторі можна довідатися двома способами.

**Перший спосіб** — спостереження за переміщенням джерела на тлі дуже далеких зірок. Він дає оцінку не повної швидкості об'єкта, а проекції вектора швидкості на площину, перпендикулярну лучу зору **(мал.4).** Цю складову називають *тангенціальною швидкістю Vt .* Її можна вимірити лише для порівняно близьких зірок по повільній зміні їхнього положення на небі.

Перший каталог, у якому були приведені відносні положення яскравих зірок, був складений ще в II в. до н.е. давньогрецьким ученим Гиппархом. Цим каталогом користався Клавдій Птолемей — автор геоцентричної системи світу. На початку XVIII в. англійський астроном Эдмонд Галлей порівняв спостерігалися в його час положення зірок з тими, котрі минулого приведені в Птолемея. Для декількох яскравих зірок він знайшов помітне переміщення щодо інших. Так уперше було доведено, що зірки рухаються.

Щоб вимірити тангенціальну швидкість якої-небудь зірки, за допомогою спеціальних вимірювальних приладів порівнюють фотографії того самого ділянки неба, зроблені на тому самому телескопі з проміжком часу в кілька років чи десятиліть. За цей проміжок часу близькі зірки злегка зміщаються на тлі слабких, більш далеких, практично нерухомих для спостерігача зірок. Такий зсув дуже мале і лише в деяких зірок перевищує одну кутову секунду в рік.

Знаючи відстань до зірки, легко по кутовому зсуві знайти її тангенціальну швидкість V*t..* Нехай, наприклад, зірка, відстань **D** до який 30 св. років, чи близько 3\*10­­­­ 17 м, переміщається на кут α=0,2" у рік. Отже, її зсув за рік дорівнює відрізку довжиною **D**\*sin α =3\*1011 м. Виходить, тангенціальна швидкість складає 3\*1011 м у рік, чи близько 10 км/с.

**Другий спосіб** оцінки швидкості зірок заснований на вимірі зсуву ліній у їхніх спектрах, обумовленого ефектом Доплера. Цей спосіб дозволяє знайти проекцію вектора швидкості зірки на промінь зору, чи *променеву швидкість* зірки Vr **(мал. 4).**

Повна швидкість зірки обчислюється через тангенціальну V*t* і променеву Vr по теоремі Пифагора: . Виміру показали, що більшість зірок, порівняно близьких до Сонця, рухається щодо нього зі швидкостями, що не перевищують 30 км/с.

Через рух зірок вид зоряного неба згодом повинний мінятися. Одні зірки наближаються до нас і в майбутньому стануть більш яскравими, інші назавжди віддаляються від Сонячної системи. Змінюється і їхнє положення на небі. Але цей процес відбувається настільки повільно, що потрібні багато сотень років, щоб переміщення навіть найближчих зірок стало помітним на око.

**2.Обертання Галактики.** Коли були обмірювані швидкості руху великого числа зірок — як близьких, так і далеких від Сонця,— з'ясувалася загальна картина їхнього руху. Виявилося, що **зірки галактичного диска звертаються навколо ядра Галактики в ту саму сторону по орбітах, близьким до кругового.** Швидкість їхнього руху навколо ядра в околиці Сонця складає майже 250 км/с. Разом з ними рухається і Сонце. Розділивши довжину окружності радіусом, рівним відстані до центра Галактики, на швидкість, легко знайти, що **повний період звертання Сонця в Галактиці складає приблизно 200 млн. років.**

**Знаючи** швидкість звертання і радіус кругової орбіти, можна обчислити масу внутрішньої частини Галактики, використовуючи формулу для колової швидкості :

****

Підставляючи відомі нам числові значення V=2.5\*105 м/с,R=3\*1020 м і G=6,7\*1011 Н\*м2/кг­ 2, одержуємо, що M=2,8\*1041 кг, чи близько 140 млрд. мас Сонця. Таку масу має вся речовина Галактики, що знаходиться ближче до її центра, чим Сонце.

**Зірки і скупчення зірок сферичної складової рухаються по-іншому, не так, як зірки диска.** Їхні орбіти сильно витягнуті і нахилені до площини диска під усі можливими кутами **(мал. 5)** Такі зірки мають щодо Сонця дуже великі швидкості (до 200—300 км/с). Але щодо центра Галактики середні швидкості зірок як сферичної складовий, так і диска приблизно однакові.

Як ми бачимо, рух зірок у Галактиці нагадує рух тіл Сонячної системи. Дійсно, планети, як і зірки диска, рухаються навколо центра в одну сторону і приблизно в одній площині, а комети, як і зірки сферичної складовий, рухаються по витягнутих орбітах у всіляких площинах.

## МІЖЗОРЯНЕ СЕРЕДОВИЩЕ

**1.Міжзоряний газ**. До складу нашої Галактики входять не тільки зірки. Спостереження показали, що міжзоряний простір не можна вважати абсолютно порожнім. Основна маса *міжзоряного середовища* приходиться на *розріджений газ.* Цей газ має здатність слабко світитися, якщо гарячі зірки висвітлюють його ультрафіолетовим світлом, і випромінювати потоки радіохвиль, які можна уловити радіотелескопами. Міжзоряний газ має приблизно такий же хімічний склад, як і більшість зірк, що спостерігаються. Він переважно складається з легких газів (водню і гелію).

Велика частина міжзоряного газу зосереджена в межах диска Галактики, де міжзоряне середовище утворить поблизу площини симетрії диска *газопылевой шар* товщиною в кілька сотень світлового років. У межах цього шару знаходиться і наше Сонце з навколишніми його зірками. Газопылевой шар разом із зірками диска бере участь в обертанні Галактики.

Навіть поблизу площини зоряного диска концентрація часток газу дуже мала. У поверхні Землі, наприклад, у 1 див3 міститься 3\*1019 молекул повітря, а в міжзоряному газі на два кубічних сантиметри приходиться в середньому тільки один атом газу. Але міжзоряний газ займає такі великі обсяги простору, що його повна маса в Галактиці досягає декількох відсотків від сумарної маси всіх зірок.

Газ у міжзоряному просторі спостерігається в трьох станах: ионизованном, атомарному і молекулярному.

**Ионизованный газ.** Гарячі зірки могутнім ультрафіолетовим випромінюванням нагрівають і ионизуют навколишній міжзоряний газ. Нагрітий газ випромінює світло, і тому області, заповнені гарячим газом, спостерігаються як світні хмари. Вони називаються *світлими газовими туманностями.* Температура газу в них складає близько 10000 ДО.

Сама помітна туманність розташована в сузір'ї Оріона і називається туманністю Оріона. У сильний чи бінокль невеликий телескоп вона видна як безформна хмарина зі слабким зеленуватим світінням. Ця хмара складається з гарячого ионизованного газу, маса якого оцінюється приблизно в тисячу мас Сонця.

**Атомарний газ.** Основна маса міжзоряного газу в диску Галактики вилучена від гарячих зірок і тому не ионизована і не випромінює світло. Але такий «невидимий» газ усе-таки можна спостерігати радіоастрономічними методами. Було доведено (спочатку теоретично, а потім підтверджене спостереженнями), що атоми водню, що входять до складу міжзоряного газу, випромінюють радіохвилі з довжиною хвилі 0,21 м (з частотою 1420 Мгц).

Радіовипромінювання нейтрального міжзоряного водню було виявлено в 1951 р. Численні виміри його інтенсивності дозволили установити загальну масу газу в Галактиці.

Атомарний газ розподілений у просторі неоднородно. Він утворить хмари, між якими газ більш розріджений. Типові розміри хмар досягають декількох десятків світлового років, а середня концентрація часток у них — кілька атомів у 1 див3.

**Молекулярний газ.** Радіоспостереження знайшли в міжзоряному просторі в тисячі разів більш щільні хмари, що складаються з дуже холодного газу, температура якого не перевищує 20—30 ДО. Через низьку температуру і підвищену щільність водень і інші елементи в цих хмарах об'єднані в молекули. Тому їх називають *молекулярними.* В основному вони складаються з молекул H2. Молекули водню, на відміну від, атомів, не випускають радіовипромінювання. Зате багато інших молекул, що входять до складу хмар, випромінюють радіохвилі на визначених частотах. По радіовипромінюванню в молекулярних хмарах було знайдено кілька десятків молекулярних з'єднань, наприклад З, З2, H2O, NН3. Маються і більш складні молекули — формальдегіду, етилового і метилового спирту й ін. Молекули можуть виникати й існувати тільки в найбільш щільних газових хмарах. У розрідженому міжзоряному середовищі під дією ультрафіолетового випромінювання зірок вони швидко розпадаються. Маса багатьох молекулярних хмар перевищує 100 тис. мас Сонця. Це самі масивні утворення в диску Галактики.

Думають, що в молекулярних хмарах відбувається зародження зірок з газу. Існує і зворотний процес — у міжзоряне середовище безупинно надходить газ, «скида» зірками. Ми вже знаємо, що зірки, що спалахують як нові і сверхновые, утрачають частину своєї маси. Але й у звичайних зірок, таких, як Сонце, на визначеному етапі еволюції (після перетворення в червоного гіганта) відбувається відділення газової оболонки, що, повільно розширюючи, іде в міжзоряний простір. Такі оболонки, що розширюються, відомі в сотень зірок. Вони називаються *планетарними туманностями* **(мал. 6)**. У центрі планетарної туманності завжди спостерігається зірка. Причина світіння цих об'єктів та ж, що й у світлих газових туманностей,— ионизующее ультрафіолетове випромінювання гарячої зірки.

2. **Міжзоряний пил.** У середині минулого століття відомий російський астроном В. Я. Струве обґрунтував припущення, що міжзоряний простір не абсолютне прозоро; світло в ньому може поглинатися і розсіюватися, унаслідок чого далекі зірки виглядають слабкіше, ніж можна екати. Газ практично не поглинає видимого випромінювання. Тому, крім газу, міжзоряне середовище повинне містити пил.

Остаточне існування поглинання світла в міжзоряному середовищі було доведено в 30-х роках нашого століття. У випадку порівняно близьких зірок поглинання майже непомітне:

щоб світловий потік був ослаблений міжзоряним середовищем усього лише на один відсоток, світла потрібно пройти відстань у кілька десятків світлового років. Але якщо відстань до зірок виміряється тисячами світлового років, те міжзоряне середовище послабляє прихожий від них світло і кілька разів.

Міжзоряне середовище не тільки послабляє світло далеких зірок, але ще і викликає зміна їхнього кольору. **Зірки, світло яких випробував сильне ослаблення, здаються нам більш червоними.** Це відбувається тому, що промені червоного світла менше поглинаються і розсіюються міжзоряними порошинами, чим сині. Вимірюючи ослаблення світла зірок на різних довжинах хвиль, можна судити про властивості міжзоряного пилу. З'ясувалося, що міжзоряні порошини дуже дрібні — розміром близько 0,5 мкм. Вони складаються в основному з вуглецю, кремнію і «намерзлих» на них молекул міжзоряного газу.

У міжзоряному просторі пил скрізь супроводжує газу. На її частку приходиться близько 1% від маси газу. Тому концентрація пилу завжди вище, а прозорість середовища нижче там, де багато газу. Це добре видно на прикладі молекулярних хмар — самих щільних газових хмар у міжзоряному середовищі. Через присутню в них пилу вони практично непрозорі і виглядають на небі як темні області, майже позбавлені зірок. Рідкі зірочки, що просвічують крізь їх менш щільні частини, здаються сильно почервонілими. Газопылевые утворення, що через низьку прозорість виглядають як темні області, називаються *темними туманностями*

**(мал. 7).**

У ясну ніч, спостерігаючи Млечный Шлях навіть неозброєним оком, можна помітити, що він має нерівні обриси, а в сузір'ї Лебедя навіть розділяється на два паралельно йдуть рукава. Це наочний результат проекції на Млечный Шлях темних туманностей, більшість яких знаходиться поблизу площини Галактики.

Походження пилу не цілком ще ясно. Теоретичні розрахунки і спостереження показали, що порошини можуть конденсуватися в атмосферах холодних зірок, відкіля тиск випромінювання повинен виштовхувати їх у міжзоряний простір.

**3. Космічні промені і міжзоряне магнітне поле.** Крім вирядженого газу і пилу, у міжзоряному просторі з величезною швидкістю, близької до швидкості світла (300 000 км/с), рухається велике число елементарних часток і ядер різних атомів. Ці частки летять по всій нашій Галактиці у всіляких напрямках. Вони називаються *космічними променями.*

Частки космічних променів удається реєструвати безпосередньо за допомогою спеціальних фізичних приладів — лічильників швидких часток, установлюваних на космічних апаратах. Крізь атмосферу Землі космічні промені пробитися не можуть. Зіштовхуючись з атомами земної атмосфери, вони розбивають їх, народжуючи цілі зливи з елементарних часток. Лише невеликий відсоток космічних часток уникає зіткнень в атмосфері і досягає Землі високо в горах. Тому в різних країнах організовані спеціальні високогірні станції за спостереженням і дослідженням космічних променів.

Не всі космічні частки приходять до нас з міжзоряних глибин. Багато хто мають сонячне походження. Вони народжуються головним чином при сонячних спалахах. Однак найшвидші частки, що летять з околосветовой швидкістю і володіють величезною енергією, приходять у Сонячну систему з далеких просторів Галактики.

Основними джерелами космічних променів у Галактиці вважаються залишки сверхновых зірок і пульсари — швидко обертові і сильно намагнічені нейтронні зірки.

Ми вже знаємо, що залишки понад нові зірки є могутніми джерелами синхротронного радіо випромінювання, що виникає при русі швидких електронів у магнітному полі. Але спостереження показали, що синхротронне радіовипромінювання приходить до нас і з тих областей міжзоряного простору, де залишків сверхновых зірок немає. Отже, і між зірками існує магнітне поле, що змушує швидкі електрони космічних променів випромінювати радіохвилі.

Дослідження показали, що магнітна індукція міжзоряного магнітного полючи невелика: у середньому вона в сто тисяч разів менше, ніж у поверхні Землі. Це поле охоплює і міжзоряний газ, тому міжзоряне середовище слабко намагнічене.

## УТВОРЕННЯ ЗІРОК. ПРОБЛЕМА ВИНИКНЕННЯ ЖИТТЯ

**1. Утворення зірок.** Найбільш масивні зірки живуть порівняно недовго — кілька мільйонів років. Якщо такі зірки спостерігаються, виходить, утворення зірок не завершилося мільярди років тому, а відбувається й у дійсну епоху.

Зірки, маса яких багаторазово перевищує масу Сонця, велику частину життя мають величезні розміри, високою світністю і температурою. Через високу температуру вони мають блакитнуватий колір, і тому їх називають *блакитними надгігантами.* Ми вже знаємо, що такі зірки, нагріваючи навколишній міжзоряний газ, приводять до утворення газових туманностей. За свою порівняно коротке життя масивні зірки не встигають дуже далеко піти від тих місць, де вони народилися. Тому світлі газові туманності і блакитні надгіганти вказують нам на положення тих областей у Галактиці, де недавно чи відбувалося відбувається і зараз утворення зірок.

Виявилося, що молоді зірки не розподілені в просторі випадковим образом. Існують великі області, де вони зовсім не спостерігаються, і райони, де їх порівняно багато. Більше всього блакитних надгігантів спостерігається в області Млечного Шляху, тобто поблизу площини Галактики, там, де концентрується газопылевая міжзоряне середовище.

Але і поблизу площини Галактики молоді зірки розподілені нерівномірно. Вони майже ніколи не зустрічаються поодинці. Найчастіше ці зірки утворять розсіяні скупчення і більш розріджені зоряні угруповання великих розмірів, названі *зоряними асоціаціями,* що нараховують десятки, а іноді і сотні блакитних надгігантів. Наймолодші з зоряних скупчень і асоціацій мають вік менш 10 млн. років. Майже у всіх випадках ці молоді утворення спостерігаються в областях підвищеної щільності міжзоряного газу. Це вказує на те, що процес звездообразования зв'язаний з міжзоряним газом.

Прикладом області звездообразования є гігантський газовий комплекс у сузір'ї Оріона. Він займає на небі практично всю площу цього сузір'я і містить у собі велику масу нейтрального і молекулярного газу, пили і цілий ряд світлих газових туманностей. Утворення зірок у ньому продовжується і в даний час.

Відповідно до найбільше розробленої гіпотези, зірки виникають із хмар холодного міжзоряного газу. Однак завершеної і загальноприйнятої теорії утворення зірок поки ще не створено. Учені посилено працюють над цією проблемою. Познайомимося з основними принципами, на яких базуються представлення про формування зірок з газопылевой середовища.

Конденсація газу в зірки у визначеному змісті нагадує інший фізичний процес: конденсацію водяної пари в крапельки води при його охолодженні. І в тім і в іншому випадку відбувається багаторазове збільшення густини речовини. Але якщо конденсація пари відбувається в результаті взаємодії молекул, те міжзоряний газ стискується насамперед завдяки дії гравітації. Тому конденсація газу в зірки називається *гравітаційною конденсацією.*

Сила гравітаційного притягання між окремими частками завжди прагне зжати газ. Стиску звичайно перешкоджає сила внутрішнього тиску газу, зв'язаного з хаотичними рухами його часток — чи атомів молекул. Чим менше температура газу, тим менше його тиск і тим велику роль може грати притягання окремих часток друг до друга. У звичайних хмарах міжзоряного газу сили гравітації дуже малі в порівнянні із силами внутрішнього тиску. Але в холодних щільних молекулярних хмарах гравітація виявляється сильніше, і окремі згустки газового середовища, що утворяться, повинні стискуватися, збільшуючи свою щільність. Кінцевим результатом такого стиску може з'явитися утворення зірок. Стиск газу цілком припиниться, коли в центрі стискального газової кулі температура і тиск стануть настільки високими, що почнуться термоядерні реакції. У результаті утвориться зірка.

Перший час світло молодої зірки може дуже сильно поглинатися щільної навколишній газопылевой середовищем, і тоді зірка і нагріта нею пил будуть спостерігатися як *інфрачервоне джерело,* тому що для інфрачервоних променів середовище значно прозоріше. Такі джерела були виявлені в областях звездообразования. Очевидно, деякі з них є недавно сформувалися зірками.

**Формування зірок з газу — процес дуже повільний, він вимагає багатьох мільйонів років.**

Сонце, як ми знаємо, є типовою зіркою. Тому і при утворенні інших зірок можуть виникати планетні системи.

Планети і малі тіла Сонячної системи виникли в газопылевом *протопланетном диску, що* оточував молоде Сонце. Разом з іншими планетами виникла і Земля. Спочатку її атмосфера і фізичні умови на поверхні були зовсім не такими, як зараз. Температура була значно вище, а атмосфера містила дуже багато вуглекислого газу. Ніякого життя на Землі в той час не могло існувати. І лише спустя кілька мільярдів років після свого формування Земля стала схожа на сучасну планету.

**2. Проблема життя у Всесвіті.** Фізичні умови на древній Землі виявилися такими, що виявилося можливим виникнення складних білкових молекул, а потім і найпростіших організмів, що самовідтворюються — живих кліток. На Землі зародилося життя, що за кілька мільярдів років еволюції й ускладнення організмів привело до появи тваринного світу і людини.

Дотепер залишається невідомим, як часто подібні події можуть відбуватися у Всесвіті. У Сонячній системі ознаки життя не були знайдені на жодному з тіл крім Землі.

Але з астрономічної точки зору ні Земля як планета, ні Сонце, що неї обігріває, не представляють нічого виняткового. Отже, **життя може існувати не тільки на Землі.** Очевидно, вогнища життя варто шукати на планетних системах інших зірок, але через велику відстань ми поки не можемо безпосередньо спостерігати планети навіть у найближчих зірок.

Проблема виникнення життя і її поширеності у Всесвіті залишається однієї з найбільш складних і важливих проблем, розв'язуваних астрономією в комплексі з іншими природничими науками.

Особливо цікавим було б знайти присутність розумного життя у Вселеної, сліди високорозвинених неземних цивілізацій. Неодноразово починалися і починаються спроби уловити радіо- чи інші сигнали розумного походження з космосу. Є надія, що вони завершаться успіхом.