**ВІДКРИТТЯ ФОСФІНУ В АТМОСФЕРІ ВЕНЕРИ ТА ПОШУК МОЖЛИВИХ ДЖЕРЕЛ ЙОГО ПОХОДЖЕННЯ**

**Автор роботи; Офоха Марк Чідубем,** Харківське територіальне відділення МАН України, вихованка гуртка «Астрономія» Комунального закладу «Харківська обласна Мала академія наук Харківської обласної ради», учень 10 класу Харківської гімназії №144 Харківської міської ради Харківської області.

**Наукові керівники; Слюсарев Іван Григорович,** доцент кафедри астрономії та космічної інформатики фізичного факультету Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна, кандидат фізико-математичних наук;

**Ціллю** цієї роботи було минулорічна подія – виявлення фосфіну у атмосфері Венери та його зв’язку з можливим виявленням життя на ній. Ця подія була вибрана, тому що вона є однією з найбільш **актуальних** тем минулого року і навіть нинішнього року. **Метою** цієї роботи є огляд попередніх даних, що стосувалися вивчення верхніх шарів атмосфери Венери; сучасних даних та аналізу цих результатів для кінцевого припущення про фосфін, його відношенням до біомаркерів та вірогідність наявності безкисневого життя на цій планеті.

Для дослідження цього були поставленні такі **завдання**: отримати інформацію зі статей, що описують хімічні властивості фосфіну, його присутності у верхніх шарах атмосфери Венери, аналіз отриманих результатів та кінцеве припущення про фосфін як біомаркер, пояснення наявності значної кількості цієї сполуки у атмосфері, підкріплення або спростування гіпотези про присутність життя на планеті.

**Фосфін** - високотоксичний, безбарвний газ який важчий за повітря в 1,5 рази, тому легко проникає в усі щілини і навіть у важкодоступні місця в приміщеннях. Фосфін дуже отруйний, діє на нервову систему, порушує обмін речовин.

**Біосигнатура (англ. Biosignature)** – будь-яка речовина – ізотоп, молекула, або явища, що забезпечують науковий доказ в минулому або сьогоденному житті[10]

**Атмосфера Венери** значно відрізняється від земної: складом, щільністю, температурою та інше. Вона складається переважно із вуглекислого газу та азоту. Інші речовини, як діоксид сірки, аргон, водяна пара та деякі додаткові наявні у слідових кількостях [9]. У ній наявна сульфатна кислота, що робить неможливим спостереження у видимому світлі, але є спостережуваною у деяких інших електромагнітних спектрах. Маючи значні відмінності від земної атмосфери, в ній наявні зони схожі за факторами, важливими для формування життя, із земними, що робить дослідження атмосфери Венери цікавим та інтригуючим для вчених. Її атмосфера дуже токсична і щільна, що робить дослідження цієї планети важким, що було оговорено, і тому цікавим (особливо тієї частини, що буде оголошена).

У 1967 році СРСР вперше вдало запустив автоматичну міжпланетну станцію «Венера-4», після трьох невдалих попередніх запусків. Це була перша станція, що дозволила людству досягти атмосфери Венери та передати дані про фізичні її властивості, не дивлячись на те, що її розчавив високий тиск на планеті. Дані, що були отримані з апарату, показали, що у атмосфері планети домінує вуглекислий газ С02 і також незначні кількості водяних парів. Наукові прилади орбітального апарату станції "Венера-4" показали відсутність у Венери радіаційних поясів, а магнітне поле планети виявилося у 3000 разів слабкіше магнітного поля Землі. Але ніякого фосфіну не було знайдено в атмосфері Венери, що було зазначено раніше: у той час техніка не була настільки чутливою до мм ділянки спектру. Однак, цього року була опублікована стаття [1] у провідному науковому журналі Nature, що містила у собі інформацію про виявлення фосфіну у атмосфері Венери, де автори очікували знайти фосфор у окисненому вигляді, тому що фосфор є високоактивною хімічною речовиною. Автори статті використовували радіотелескоп ALMA та ІЧ телескоп Джеймс Клерк Максвелл і метод спектрального аналізу для дослідження атмосфери планети, але несподівано було знайдено характерний прояв фосфіну.

У статті [1] наявні моделі для охарактезування такої кількості цієї сполуки у атмосфері планети, головні: фотохімічне, біогенне та не фотохімічне формування фосфіну. Фотохімічне моделювання утворення $PH\_{3}$, що порівнювала отриману максимальну швидкості утворення та деструкції молекул. Не фотохімічне утворення було змодельовано з допомогою термодинаміки: кількість фосфорних сполук було підраховано за допомогою термодинаміки та припущення про рівність між рідинами та газами на хмарних базах. Біогенне формування описувало велику кількість фосфіну продуктом життєдіяльності живих організмів, так як у одного із авторів є стаття про можливу приналежність фосфіну до біосигнатур [2].

ЗМІ одразу розповсюдили одне з декількох пояснень виникнення такої кількості фосфіну на планеті: можливе утворення фосфіну у результаті життєдіяльності безкисневого життя. З ростом популярності даної теми зросла і кількість критики роботи у цілому, а не тільки припущення про життя. Адже, як було зазначено, ця сполуки є високоактивною хімічно речовиною [2]. Автори основної статті могли помилково прийняти прояв діоксиду сірки за вияв фосфіну, як припускають вчені з РАН (Росія) [3] та підтримавші їх вчені з США [4,5]:

*«Атмосфера, особливо така складна, як на Венері, багата, приховує купу загадок. І ось ці дрібні гази в невеликій кількості в атмосфері можуть надавати інформацію про абсолютно різні властивості планети. Це, навпаки, дуже хороший приклад того, що треба нам досліджувати Венеру далі, використовувати більш чутливі методи »*, – цитата Олега Ігоровича Корабльова, фізика та члена-кореспондента в РАН.

У майбутньому космічні компанії сподіваються відправити зонди для вивчення цього питання, наприклад: NASA планує відправити проєкт DAVINCI+(*англ.* Deep Atmosphere Venus Investigation of Noble gases, Chemistry, and Imaging Plus; *на укр.* дослідження глибоких прошарків атмосфери Венери, інертних газів, хімічного складу і фотографування) [6,7,8], що під час спуску візьме декілька проб повітря та здійснить хімічний аналіз.

У результаті здійсненого аналізу даних були зроблені власні розрахунки, які показали, що пояснення фосфіну тільки хімічними процесами є недостатнім, повинні бути інші джерела походження про котрі людям ще не відомо . Оскільки, на даний момент люди позбавлені достатньої кількості інформації для виведення значних висновків. Отже, питання знахідки великої кількості фосфіну на Венері на даний момент є одним із тих, що є дискусійним та важливим для досліджень атмосфери планети і подальшого значення сполуки фосфіну у астробіології.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Phosphine gas in the cloud decks of Venus - [Phosphine gas in the cloud decks of Venus | Nature Astronomy](https://www.nature.com/articles/s41550-020-1174-4)

2 Phosphine as a Biosignature Gas in Exoplanet Atmospheres - <https://www.liebertpub.com/doi/full/10.1089/ast.2018.1954>

3 В Российской академии наук назвали ошибкой обнаружение признаков жизни на Венере - <https://3dnews.ru/1031367/v-rossiyskoy-akademii-nauk-nazvali-oshibkoy-obnarugenie-priznakov-gizni-na-venere/amp>

4 No phosphine in the atmosphere of Venus - <https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/2010/2010.14305.pdf>

5 A stringent upper limit of the PH3 abundance at the cloud top of Venus - <https://arxiv.org/pdf/2010.07817.pdf>

6 NASA Selects Four Possible Missions to Study the Secrets of the Solar System - <https://www.nasa.gov/press-release/nasa-selects-four-possible-missions-to-study-the-secrets-of-the-solar-system>

7 DAVINCI+(*УКР.*) - <https://uk.wikipedia.org/wiki/DAVINCI>

8 DAVINCI+(*РОС.*) - <https://ru.wikipedia.org/wiki/DAVINCI%2B>

9 Atmosphere of Venus - <https://en.wikipedia.org/wiki/Atmosphere_of_Venus>

10 Biosignature(на укр.) - [Biosignature](https://en.wikipedia.org/wiki/Biosignature)