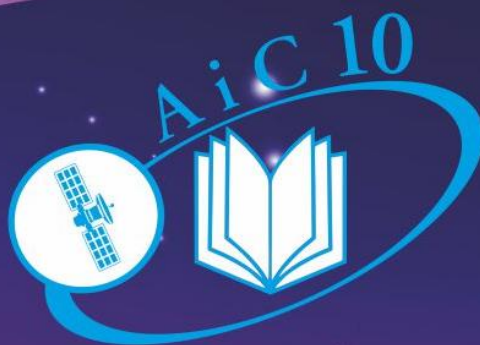


"АСТРОНОМІЯ І СЬОГОДЕННЯ"

ВСЕУКРАЇНСЬКА НАУКОВА КОНФЕРЕНЦІЯ



Вінниця 2021

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ВІННИЦЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ МИХАЙЛА КОЦЮБИНСЬКОГО
АСТРОНОМІЧНА ОБСЕРВАТОРІЯ КИЇВСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО
УНІВЕРСИТЕТУ ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА
ГОЛОВНА АСТРОНОМІЧНА ОБСЕРВАТОРІЯ НАН УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ М. П. ДРАГОМАНОВА
УМАНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ПАВЛА
ТИЧИНИ
ВІННИЦЬКИЙ ОБЛАСНИЙ ЦЕНТР
ТЕХНІЧНОЇ ТВОРЧОСТІ УЧНІВСЬКОЇ МОЛОДІ

10-а Всеукраїнська наукова конференція

«АСТРОНОМІЯ І СЬОГОДЕННЯ»

12 квітня 2021 року

**Вінниця
«ТВОРИ»
2021**

Рекомендовано до друку вченою радою Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського (протокол від 19 травня 2021 року № 13)

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ:

Володимир Заболотний – *д-р. пед. наук, професор, академік АН ВО України, Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського*

Олександр Мозговий – *канд. тех. наук, доцент, Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського*

Анатолій Відьмаченко – *д-р. фіз.-мат. наук, професор, академік АН ВШ України, зав. відділом Фізики планетних систем, Головна астрономічна обсерваторія НАН України*

Валерій Криводубський – *д-р. фіз.-мат. наук, ст. науковий співробітник, Астрономічна обсерваторія Київського національного університету імені Тараса Шевченка*

Володимир Сиротюк – *д-р. пед. наук, професор, Національний педагогічний університет імені М.П. Драгоманова*

Ігор Ткаченко – *д-р. пед. наук, професор, Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини*

Михайло Мартинюк – *д-р. пед. наук, професор, дійсний член (академік) НАПН України, Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини*

Олексій Стеклов – *канд. фіз.-мат. наук, ст. науковий співробітник, Головна астрономічна обсерваторія НАН України*

Вікторія Думенко – *канд. тех. наук, доцент, Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського*

Олександр Кузьминський – *канд. пед. наук, викладач Вінницького обласного комунального педагогічного коледжу*

Адреса редакційної колегії: 21100, м. Вінниця, вул. Острозького, 32,
Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського.
Факультет математики, фізики і комп'ютерних наук
Кафедра фізики і методики навчання фізики, астрономії

Статті подані в авторській редакції.

A 91 Астрономія і сьогодення: матеріали 10-ї Всеукраїнської наукової конференції, 12 квітня 2021 р., Вінниця / ред.: В.Ф. Заболотний, О.В. Мозговий. Вінниця: ТВОРИ, 2021. 153 с.

ISBN 978-966-949-859-5

Проведена конференція прив'язана 60-й річниці першого польоту людини у Космос і 170 роковині перших досліджень Іллінецької астроблеми. У збірнику наукових праць представлені підходи до проблем сучасних досліджень Космосу, космічних вторгнень в атмосферу Землі, походження небесних тіл. Розглядаються питання історичних аспектів розвитку астрономії, методики навчання астрономії в середніх та вищих навчальних закладах.

Збірник буде корисним науковцям, викладачам, аспірантам, студентам ЗВО, учителям, учням закладів середньої освіти.

ISBN 978-966-949-859-5

УДК 52(06)

© Автори статей 2021

ПЕРЕДМОВА

10-а Всеукраїнська наукова конференція «Астрономія і сьогодення» присвячена 60-ій річниці від дня першого польоту людини у космос та 170 – річчю з дня дослідження Іллінецької астроблеми.

12 квітня 1961 року з космодрому Байконур вперше у світі стартував космічний корабель «Восток» з пілотом-космонавтом Юрієм Олексійовичем Гагаріним на борту і вперше в світі здійснив орбітальний обліт планети Земля. Політ у навколоземному космічному просторі тривав 108 хвилин. Ця важлива історична подія відкрила шлях для дослідження космічного простору на благо всього людства. 27 вересня 2010 року у рішенні 65-ї сесії Генеральної Асамблеї ООН 12 квітня проголошено Міжнародним днем космонавтики, який щорічно відзначається на міжнародному рівні.

Головним конструктором підготовки і запуску першого космічного корабля з людиною на борту був український конструктор академік Сергій Павлович Корольов. Під його керівництвом було запущено першу міжконтинентальну балістичну ракету, перший штучний супутник Землі, здійснено перший політ людини в космос та вихід людини в Космос.

Від перших пілотованих кораблів і орбітальних станцій до багатоцільових пілотованих орбітальних комплексів - такий складний шлях пройшла пілотована космонавтика за минулі шість десятиріч. Сьогодні людство продовжує відкривати все нові космічні двері - тривалі пілотовані польоти, дослідження Космосу, будівництво орбітальних станцій, супутникові утримування.

У 2021 році виповнилося 170 років з початку дослідження вченими кристалічних порід біля містечка Іллінці на Поділлі (35 км на південний схід від Вінниці, міжріччя Соб – Сібок).

Перші геологічні дослідження поблизу Іллінців провів 1851 року майбутній ректор Київського університету проф. Костянтин Матвійович Феофілактів, який указав на існування тут незвичної гірської породи, відмінної за своїм зовнішнім виглядом від оточуючих її гранітів.

Основні питання, які обговорювались на конференції: стан сучасних досліджень космосу; обґрунтування можливостей створення довгострокових баз на Місяці та Марсі для проживання людей; історичні аспекти астрономічних та космічних досліджень, зокрема внесок українських учених; методичні аспекти вивчення астрономії в умовах дистанційного навчання.

Представлено доповіді відомих науковців з провідних наукових астрономічних установ і закладів вищої освіти України, а також учнів шкіл Вінниці і області та студентів закладів вищої освіти.

СЛАВНІ ЮВІЛЕЇ КИЇВСЬКИХ АСТРОНОМІВ

Володимир Єфіменко – канд. фіз.-мат. наук, директор Астрономічної обсерваторії Київського національного університету імені Тараса Шевченка

Валерій Криводубський – д-р фіз.-мат. наук, ст. наук. співробітник

Висвітлено історію створення, становлення та подальшого наукового розвитку Астрономічної обсерваторії Київського університету. Описано життєвий і науковий шлях Героя Радянського Союзу Павла Родіоновича Романчука (1921–2008), директора Астрономічної обсерваторії в 1972–1987 роках. Подано інформацію про спостереження штучних супутників Землі в Астрономічній обсерваторії (1957–1982).

Ключові слова: астрономія, космос, кафедра астрономії, обсерваторія, університет, освіта.

1. 175 років Астрономічній обсерваторії Київського університету

У 2020 р. Астрономічна обсерваторія Київського університету, одна з найстаріших обсерваторій Східної Європи, відзначила своє 175-річчя.

Першим директором обсерваторії Університету Св. Володимира (заснованого в 1934 р.) був Василь Федорович Федоров (1838–1855), учень засновника Пулковської обсерваторії В.Я. Струве. Під його керівництвом було вибрано місце для обсерваторії (на околиці Києва на місці військової фортеці XVIII ст.), розроблено проєкт (архітектор В. Беретті), побудовано головний корпус, замовлено основні астрономічні інструменти обсерваторії. Відкриття обсерваторії відбулося в 1945 році. В.Ф. Федоров, який впродовж 1943–1947 рр. обирався ректором університету, підготував і читав основні курси з астрономії і геодезії для студентів університету.

Після нього в обсерваторії посаду професора астрономії та директора Астрономічної обсерваторії займали відомі астрономи А.П. Шидловський, М.Ф. Хандриков, Р.П. Фогель, С.Д. Чорний. Відзначимо, що головним напрямом наукових досліджень з часу заснування обсерваторії до 40-х років XX століття були астрометрія і теоретична астрономія.

Незадовго до початку другої світової війни обсерваторію та кафедру астрономії очолив професор Сергій Костянтинівч Всехсвятський (1905–1984), з іменем якого пов'язано початок систематичних широко планових досліджень з кометної, сонячної та сонячно-земної фізики. За його керівництва геліофізики університету, починаючи з кінця 1930-х рр., виконали багато високоякісних спостережень сонячної корони, споряджаючи численні експедиції в райони повних сонячних затемнень. Географія експедицій охоплює весь світ – від островів Полінезії до арктичних пустель узбережжя Північного Льодовитого океану. С.К. Всехсвятський був засновником «Київської школи» досліджень сонячної та кометної астрономії.

З початком війни майже весь чоловічий склад працівників було мобілізовано. Основне наукове устаткування евакуювали до Уфи, а далі – до Свердловська, де С.К. Всехсвятський організував роботу невеликого колективу Київської обсерваторії за програмою Служби Сонця, дані якої використовувалися для розрахунків умов в іоносфері Землі, що визначали можливість радіозв'язку на коротких хвилях. У Києві залишилося кілька працівників, непридатних для служби у війську. На початку 1942 р. обсерваторію було передано у відання німецьких військово-повітряних сил (Luftwaffe Wetterdienst).

Восени 1943 року після повернення радянських військ до Києва тимчасовим виконувачем обов'язків директора обсерваторії було призначено математика і механіка, чл.-кор. АН УРСР Юрія Дмитровича Соколова (1896–1971), який очолював обсерваторію під час окупації. Йому ми завдячуємо збереженням обсерваторії, її бібліотеки та інструментів у часи лихоліть війни. В цей час він переховував на території обсерваторії євреїв. Спеціальним наказом ректор Київського університету відзначив заслуги Ю.Д. Соколова у збереженні обсерваторії і запропонував йому передати справи С.К. Всехсвятському, який повернувся зі Свердловська на початку 1944 р. С.К. Всехсвятський керував обсерваторією до 1952 р., а кафедру астрономії – до 1982 р.

Під керівництвом С.К. Всехсвятського розпочалося швидке відновлення обсерваторії. На початку 1945 р. було широко відзначено сторічний ювілей обсерваторії. Ювілейний комітет очолив нарком освіти П.Г. Тичина, уряд УРСР видав з цієї нагоди спеціальну постанову, яка регулювала статус і територіальні питання обсерваторії (підписана М.С. Хрущовим).

Від 1953 до 1972 рр. обсерваторію очолював проф. Олександр Федорович Богородський (1907–1984), науковими інтересами якого були теоретична астрофізика, загальна теорія відносності та її застосування в астрономії. У рамках програми Другого Міжнародного Геофізичного Року (1957–1958) в обсерваторії було розпочато фотографічні та радіолокаційні спостереження метеорних явищ, що стали початком нового наукового напрямку в університеті, який успішно розроблявся протягом багатьох років. В цей час було збудовано дві заміські спостережні бази обсерваторії (біля с. Трипільля та с. Лісники), замовлено апаратуру, розроблено методику та підготовлено спеціалістів для проведення спостережень метеорів. Крім того, обсерваторія придбала новий стандартний фотосферно-хромосферний телескоп АФР-2, що дало їй можливість стати однією з базових станцій Служби Сонця СРСР. Після запуску першого штучного супутника Землі (ШСЗ) протягом чверті століття працювала Станція спостережень ШСЗ, яка забезпечувала потреби ефемеридної служби Радянського Союзу.

В 1972 р. директором астрономічної обсерваторії було призначено Героя Радянського Союзу, кандидата фіз.-мат. наук, доцента Павла Родіоновича Романчука (1921–2008). За його ініціативи в обсерваторії розпочався розвиток нових наукових напрямів: дослідження природи циклічності сонячної активності (СА), теоретичні і експериментальні вивчення магнітних полів і спалахів на Сонці, розробка методів прогнозування СА, дослідження сонячно-земних зв'язків та впливу СА та інших космічних факторів на зміни клімату та погодні явища. Важливим результатом його діяльності стало зміцнення матеріальної бази обсерваторії – завершення будівництва нової спостережної станції у с. Пилиповичі, придбання магнітографа, модернізація горизонтального сонячного телескопа, спільні роботи з ГАО НАН України з розробки та виготовлення аксіального меридіанного круга, придбання апаратури для телевізійних спостережень метеорів, залучення до роботи в обсерваторії групи молодих співробітників. За сприяння П.Р.Романчука обсерваторія отримала додаткове фінансування за урядовими постановами для розвитку нових наукових напрямів. Зростання інтересу до вивчення впливу СА на геофізичні, біологічні та метеорологічні явища, необхідність вибору сприятливих періодів щодо радіаційної обстановки в навколорозетному просторі при запуску космічних апаратів з людьми на борту висувають в цей час обсерваторію в коло провідних наукових центрів Радянського Союзу з досліджень закономірностей циклічності СА та сонячно-земних зв'язків, а також практичного прогнозування СА. В рамках Геліогеофізичної служби СРСР, в завдання якої входило забезпечення радіаційної безпеки польотів пілотованих космічних кораблів, в АО КДУ в 1974 р. було створено робочу групу з прогнозування СА. Прогнози різних індексів СА оперативно пересилались зацікавленим організаціям і особам, зокрема, до Головного прогностичного центру Геліогеофізичної служби СРСР (Інституту прикладної геофізики Держкомгідромету СРСР, Москва). В 1975 р. на засіданні Бюро Ради «Сонячно-атмосферні зв'язки в прогнозах клімату» Астрономічну обсерваторію Київського університету було визнано головною установою по прогнозуванню СА в системі Ради, а П.Р.Романчука включено до складу Ради.

Наприкінці 1987 р. на посаду директора призначено Володимира Володимировича Тельнюка-Адамчука (1936–2003), фахівця в області фундаментальної астрометрії. Під його керівництвом було закінчено міжнародну роботу київських астрономів з об'єднання каталогів програми «Яскраві зорі» у зведений каталог положень та власних рухів 5115 яскравих зір всього неба у системі FK5, на основі чого було встановлено неоднорідність системи найбільш вживаного каталогу PPM по відношенню до різних вибірок зір цього каталогу. Ці його роботи лягли в основу докторської дисертації, захищеної у 1992 р. В.В.Тельнюк-Адамчук був віце-президентом Української астрономічної асоціації протягом 1991–2001 рр. В 1995 р. отримав звання заслуженого працівника народної освіти України. Володимир Володимирович піклувався про чистоту української мови, особливо щодо наукової термінології.

З 2001 по 2008 р. на посаді директора Астрономічної обсерваторії (2001–2003) та завідувача науково-дослідної лабораторії «Астрономічна обсерваторія» (2004–2008) працював доктор фіз.-мат. наук Богдан Іванович Гнатик (нар. 1952). Його основні наукові інтереси зосереджено в галузі космічної газодинаміки, астрофізики високих енергій та космології, зокрема, релятивістської гідродинаміки. З приходом Б.І.Гнатика в обсерваторії започатковано новий науковий напрям – астрофізика високих енергій. У 2000-х роках обсерваторія брала активну участь у розвитку досліджень із релятивістської астрофізики та гравітації, природи та астрофізичних проявів темної матерії та темної енергії з використанням як наземних телескопів,

так і космічних місій. Ці дослідження проводились відповідно до Міжгалузевого координаційного плану фундаментальних досліджень у галузі космології, релятивістської астрофізики і гравітації «Космомікрофізика».

В 2008 р. після відновлення статусу Астрономічної обсерваторії як окремого підрозділу університету директором обсерваторії було обрано канд. фіз.-мат. наук Володимира Михайловича Єфіменка (нар. 1946), який і понині працює на цій посаді. Наукові інтереси: дослідження явищ сонячної активності, розробка методів її прогнозування. Виконав комплекс досліджень із використанням математико-статистичних методів для розв'язання задач короткотермінового прогнозування спалахової активності Сонця та геоєфективних подій. В.М.Єфіменко був керівником трьох наукових експедицій Київського університету зі спостережень повних сонячних затемнень – на Чукотку (1990, Магаданська область, РФ), у Бухарест (1999, Румунія) та в Анталію (2006, Туреччина).

Відзначимо, що саме в Київському університеті вперше впритул підійшли до розуміння природи сонячної корони. Наприкінці 50-х років співробітник кафедри астрономії Є.О.Пономарьов (який до того був аспірантом С.К.Всехсвятського) розробив концепцію динамічної корони, що, за влучним виразом Ю. Паркера (США), дістала назву «сонячного вітру». Протягом багатьох років обсерваторія і кафедра астрономії є центрами досліджень кометних явищ і багато досягли у вивченні їх загадкової природи. Спостерігаючи Юпітер на подвійному астрографі обсерваторії С.К. Всехсвятський вперше (у 60 ті роки минуло століття) передбачив існування кільця навколо Юпітера, що згодом було підтверджено польотами американських космічних апаратів.

Астрономи Київського університету брали участь у наземному забезпеченні космічних місій до комети Галлея (ВЕГА), до Марса (ФОБОС). Науковці університету відрили дві комети (Чурюмова-Герасименко, 1969 р. і Чурюмова-Солодовникова, 1986 р.). До однієї з них (67P/Churyumov–Gerasimenko), за рішенням Європейського космічного агентства, був направлений космічний апарат «ROSETTA». Це перша комета, до якої долетів космічний апарат (6 серпня 2014 року), а потім став її супутником і супроводжував її через всю внутрішню частину Сонячної системи аж до 30 вересня 2016 р., коли апарат закінчив своє активне існування на поверхні комети, передаючи на Землю науковий матеріал. За оцінками керівників Європейського Космічного Агенства науковий проект «ROSETTA» став одним з найвизначніших наукових проектів останніх років.

Київський університет виступив ініціатором та організатором приєднання у 2015 р. України до Міжнародної наукової програми СТА (Cherenkov Telescope Array). Україну прийнято до міжнародного СТА-консорціуму. Проект СТА є надзвичайно важливим для розвитку не лише астрофізики високих енергій, але й фізики фундаментальних взаємодій, оскільки його проблематика включає як астрофізичні, так і задачі теоретичної фізики. Серед завдань СТА-консорціуму – пошук частинок темної матерії, перевірка дотримання Лоренц-інваріантності, пошук гамма-променів від джерел гравітаційних хвиль тощо.

За минулі 175 років астрономи Київського університету зробили важливий внесок у дослідження різних напрямів астрономічної науки та підготовку кваліфікованих кадрів [1]. За роки після Другої світової війни університет випустив більше ніж 670 фахівців-астрономів. Серед випускників кафедри астрономії 38 докторів наук, 177 кандидатів, 2 академіки НАН України, 3 чл.-кор. НАН України та РАН, 7 лауреатів Державних премій УРСР та України. Астрономи університету отримують важливі наукові результати, які високо оцінює світова наукова громадськість. Нині Астрономічна обсерваторія є всесвітньо відомою науковою установою, що веде дослідження за сучасними науковими напрямами і має колектив науковців високої кваліфікації, здатний вирішувати актуальні наукові проблеми сучасної астрономії.

2. Назавжди в нашій пам'яті – до 100 річчя Романчука Павла Родіоновича

11 березня 1921 року народився Романчук Павло Родіонович – Герой Радянського Союзу, кандидат фізико-математичних наук, доцент, директор Астрономічної обсерваторії, ветеран праці Київського національного університету імені Тараса Шевченка.

Після закінчення середньої школи (1939) П.Р. Романчук поступив до Херсонського педагогічного інституту, де провчився всього один місяць і був призваний до лав Червоної Армії. З перших днів війни П.Р.Романчук на фронті. Воював у складі військ Західного, Північно-Західного, Степового фронтів. Був кілька разів тяжко поранений, але після одужання знову

повертався на передній край боїв, в яких керував артилерійською розвідкою наших військових підрозділів. За героїзм і відвагу при форсуванні Дніпра і утримання важливого плацдарму на правому березі у жовтні 1943 року старшому лейтенанту П.Р. Романчуку Указом Президії Верховної Ради СРСР присвоєно звання Героя Радянського Союзу з врученням ордена Леніна і медалі Золота зірка.

Після війни П.Р. Романчук поступає на фізичний факультет Київського державного університету. Під час навчання написав дипломну роботу, якою керував завідувач кафедри астрономії, професор С.К. Всехсвятський, який вважав, що магнітна активність Сонця пов'язана з планетами. Після закінчення університету працює викладачем фізики Золотоніського педагогічного училища, Кременецького та Чернігівського педагогічного інститутів.

У 1957 р. П.Р. Романчук поступає до аспірантури на кафедру астрономії Київського державного університету (науковий керівник проф. С.К. Всехсвятський). Після закінчення аспірантури отримує призначення на роботу в Астрономічну обсерваторію Київського університету, а з вересня 1963 р. зараховується на посаду старшого викладача кафедри експериментальної фізики фізичного факультету Київського університету. В цей час П.Р. Романчук на новому, вищому рівні розробляє механізм утворення магнітного поля сонячних плям шляхом підсилення слабого загального поля Сонця при підйомі конвективного елементу. Ці результати досліджень сонячного магнетизму було включено до дисертації на здобуття вченого ступеня кандидата фізико-математичних наук "До питання про природу сонячної активності", яку П.Р. Романчук захистив у 1966 р.

В 1967 р. П.Р. Романчука обирають за конкурсом доцентом кафедри експериментальної фізики, а в 1972 р. – доцентом кафедри астрономії. В цьому ж році його призначають директором Астрономічної обсерваторії.

Протягом 15 років, коли П.Р. Романчук займає посаду директора, Астрономічна обсерваторія стає провідним центром в Радянському Союзі з досліджень закономірностей сонячної циклічності та сонячно-земних зв'язків. В цей період ним розроблено концепцію про резонансний вплив планет на конвективну зону Сонця. Згідно цієї концепції під дією припливних і динамічних сил планет (Юпітера, Сатурна, Землі і Венери) відбуваються радіальні коливання конвективних елементів, які супроводжуються резонансними явищами. Динамічні припливи сприяють винесенню конвективних елементів на поверхню Сонця, що приводить до утворення активних центрів згідно з моделлю збудження магнітних полів біполярних груп сонячних плям, запропонованою в кандидатській дисертації П.Р. Романчука. Показано, що власний період коливань конвективних елементів залежить від фізичних умов в конвективній зоні (турбулентної в'язкості і конвективної швидкості), які змінюються з фазою циклу. Встановлено, що парна дія Юпітера і Сатурна визначає хід активності 11-річного циклу плям. Динамічні припливи в квадратурах цих планет приводять до максимумів, а при з'єднаннях – до мінімумів циклів, тоді як Земля і Венера спільно з цими планетами визначають незначні флуктуації сонячної активності.

Особливо слід відзначити ініційований П.Р. Романчуком розвиток нових наукових напрямів в Астрономічній обсерваторії – теоретичних досліджень магнітних полів та початок експериментальних робіт, пов'язаний з придбанням магнітографа; дослідження змін у атмосфері Сонця перед, під час та після сонячних спалахів. За його ініціатииви університет отримує додаткові асигнування за урядовими постановами, завдяки цьому в обсерваторію було прийнято більше 20 молодих співробітників.

Під керівництвом П.Р. Романчука і за його безпосередньою участю науковцями обсерваторії розроблено більше десяти методів прогнозування актуальних індексів СА, зокрема, основного індексу сонячної циклічності – чисел Вольфа, які характеризують відносну кількість спостережених на сонячній поверхні плям, а також сонячних спалахів, розвитку активних центрів на сонячному диску і тривалості існування груп плям.

В 1974 р. в обсерваторії було створено робочу групу з прогнозування СА, яка здійснювала оперативне прогнозування різних індексів СА на основі розроблених в обсерваторії методик. Під час засідань робочої групи, які відбувалися один раз на тиждень, складалися прогнози різних індексів СА і оперативно відсилалися зацікавленим організаціям і особам. Спочатку прогнози сонячної активності надсилалися на адресу Наукової Ради "Сонце-Земля" Астрономічної ради СРСР (Москва) і в Інститут земного магнетизму, іоносфери і розповсюдження радіохвиль Академії наук (ІЗМІРАН) СРСР (м. Троїцьк Московської обл.). З 1974 р. всі оперативні прогнози

сонячної активності, крім ІЗМІРАН, надсилалися до Головного прогностичного центру Геліогеофізичної служби СРСР (Інституту прикладної геофізики Держкомгідромету СРСР, Москва). На підставі надісланих до Москви прогнозів СА в Інституті прикладної геофізики розраховувалась рівні радіаційного опромінення в навколоземному космічному просторі і давалися рекомендації щодо радіаційно сприятливих днів для запуску в космос апаратів з людьми на їх борту. Під час пілотованих космічних польотів прогнози складалися частіше – кожного дня і оперативно двічі на день надсилалися до Інституту прикладної геофізики, а також академіку А.Б.Северному, директору Кримської астрофізичної обсерваторії СРСР. Зокрема, під час спільного радянсько-американського експериментального польоту "Союз-Аполон" П.Р.Романчук розраховував для Головного прогностичного центру (Інститут прикладної геофізики, Москва) значення чисел Вольфа по п'ятиденках на липень-серпень 1975 р.

Поряд з визнанням робіт П.Р.Романчука в Радянському Союзі, приходить визнання цих робіт серед закордонних фахівців. У 1976 р. в Астрономічній обсерваторії Київського університету відбувається важлива подія – нарада радянських і американських спеціалістів з обговорення питань прогнозування сонячної активності, можливих фізичних механізмів зв'язків "сонячна активність - нижня атмосфера", обміну і використання сонячної і геофізичної інформації. В цій нараді взяли участь відомі радянські та закордонні вчені – Е.Р.Мустель, Є.П.Борисенков, Е.І.Могілевський, Д.Вілкокс, Л.Свалгаард, Г.Хекман та інші.

Останні роки роботи в обсерваторії (1987-2003), займаючи посаду завідувача лабораторією та провідного наукового співробітника лабораторії сонячної активності, П.Р.Романчук присвячує дослідженню сонячно-земних зв'язків. В цей час він займається вивченням впливу сонячної активності на зміни клімату, погодні явища, рівень водності річок та морів, вулканічні виверження. Після виходу на пенсію (2003 р.) Павло Родіонович не залишив своєї улюбленої справи – розгадування таємниць сонячної активності та її впливу на земне життя і продовжував співпрацю з Астрономічною обсерваторією на посаді наукового співробітника, був натхненником наукових ідей своїм учням.

П.Р.Романчук брав участь у громадському житті, зокрема обирався депутатом районної ради м. Золотоноша, членом Полтавської обласної ради профспілки учителів, головою профспілкового комітету Чернігівського педагогічного інституту, секретарем партійної організації Кременецького педагогічного інституту, парторгом Київського державного університету ім. Т.Г.Шевченка. Також він брав активну участь у військово-патріотичному вихованню молоді, працював у ветеранських організаціях. Павло Родіонович захоплювався малюванням. В архівах обсерваторії збереглися малюнки олівцем пораних солдатів і медсестри, зроблених ним під час лікування в госпіталі.

За час роботи в університеті П.Р.Романчук опублікував більше 100 наукових праць, підготував декілька кандидатів наук. За ратні подвиги та трудові досягнення нагороджений орденами Леніна, Золота Зірка, Червона Зірка, Вітчизняної війни I ступеня, Богдана Хмельницького та 18 медалями (За перемогу над Німеччиною, Жукова, 30 років визволення Києва від фашистських загарбників та іншими). За багаторічну плідну роботу по підготовці висококваліфікованих спеціалістів, успіхи в розвитку наукових досліджень та в зв'язку з 150-річчям з дня заснування Київського державного університету ім. Т.Г.Шевченка Указом від 3 вересня 1984 р. П.Р.Романчук нагороджений Почесною Грамотою Президії Верховної Ради Української РСР.

Помер П.Р. Романчук 22 червня 2008 року, похований на Совському цвинтарі м. Києва.

Співробітники Астрономічної обсерваторії зберігають та вшановують пам'ять про П.Р.Романчука. За підтримки ректора університету Л.В. Губерського в серії "Київський національний університет імені Тараса Шевченка. Герої – видатні вихованці та педагоги" надруковано книгу "Павло Родіонович Романчук" [2]. У цьому році відбудеться наукова конференція, присвячена 100-річчю П.Р.Романчука.

3. Спостереження штучних супутників Землі в Астрономічній обсерваторії

4 жовтня 1957 р. в Радянському Союзі у відповідності до програми Міжнародного Геофізичного року (МГР) було здійснено запуск першого штучного супутника Землі (ШСЗ). Із запуском перших ШСЗ перед астрономією постала специфічна задача – визначення положень і блиску цих об'єктів. Завдання організації спостережень ШСЗ було покладено на Астрономічну Раду Академії Наук СРСР.

Для проведення спостережень Астрорада разом з Міністерством вищої освіти СРСР та Міністерствами освіти Російської Федерації, України, Білорусії, Грузії, Узбекистану, Туркменії та Казахстану організувала при ряді університетів, астрономічних обсерваторій, педагогічних інститутів сітку станцій візуальних спостережень ШСЗ. Вона охопила територію СРСР від Архангельська на півночі до Ашхабаду на півдні, від Ужгороду на заході до Південно-Сахалінська на сході. Всього до 1958 р. було організовано 66 таких станцій. На Україні станції візуальних спостережень ШСЗ були створені в Ужгороді, Києві, Харкові, Львові, Дніпропетровську, Одесі та Чернівцях.

27 червня 1957 р. ректор Київського університету акад. І.Т. Швець за поданням директора обсерваторії проф. О.Ф. Богородського видав наказ про організацію при Астрономічній обсерваторії станції візуально-оптичних спостережень ШСЗ. Підготовка до спостережень наукового обладнання станції, площадки для спостережень, навчання групи майбутніх спостерігачів було доручено співробітникам обсерваторії О.К. Осипову та М.Я. Чернезі

В кінці вересня підготовка станції до спостережень була завершена, а з 6 жовтня 1957 р. станція приступила до спостережень першого штучного супутника. Через несприятливі погодні умови перші спостереження були проведені 9 жовтня – вдалося отримати перше визначення положення ракети-носія першого ШСЗ, а через п'ять днів 14 жовтня – зафіксувати і сам супутник. Так почалися регулярні візуальні спостереження штучних супутників Землі. Основний внесок в виконання спостережних програм належить студентам-астрономам Київського університету. За час існування станції в числі її спостерігачів було більш ніж 200 студентів. Станція візуальних оптичних ШСЗ спостережень Астрономічної обсерваторії пропрацювала чверть століття. За кількістю і якістю виконаних нею спостережень супутників вона вважалася однією з кращих станцій у країні [3]. Її успіхи – результат самовідданої праці колективу наукових працівників університету та студентів-астрономів університету. Для багатьох студентів участь у спостереженнях ШСЗ була першим серйозним кроком в обраній професії; багато з них, пройшовши школу спостережень супутників, із часом стали видатними спеціалістами-астрономами.

Список використаних джерел:

1. 175 років Астрономічній обсерваторії Київського університету: монографія/ В.М. Єфіменко, В.М. Івченко, Б.І. Гнатик та ін.; за заг. ред. В.М. Єфіменка, В.М. Івченка. – К.: Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2020. – 264 с.
2. Єфіменко В.М. Павло Родіонович Романчук – К.: Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2010. – 91 с.
3. Масевич А.Г. Оптические наблюдения искусственных спутников Земли и их роль для геодезии и геофизики// Успехи СССР в исследовании космического пространства. М., 1968. – С. 371–418.

GLORIOUS ANNIVERSARIES OF KYIV ASTRONOMISTS

Volodymyr Yefimenko – PhD, Director of the Astronomical Observatory of Taras Shevchenko National University of Kyiv

Valery Krivodubskyi – D.Sc., Senior Research Fellow

The history of creation, formation and further scientific development of the Astronomical Observatory of Kyiv University is covered. The life and scientific path of the Hero of the Soviet Union Pavlo Rodionovich Romanchuk (1921–2008), director of the Astronomical Observatory in 1972–1987 is described. Information on observations of artificial satellites of the Earth at the Astronomical Observatory (1957–1982) is given.

Keywords: astronomy, space, department of astronomy, observatory, university, education.

РОЛЬ НЕГАТИВНОЇ СПІРАЛЬНОЇ ТУРБУЛЕНТНОЇ В'ЯЗКОСТІ В ФРАГМЕНТАЦІЇ МАГНІТНИХ ПОЛІВ НА СОНЦІ

Валерій Криводубський – д-р фіз.-мат. наук, ст. наук. співробітник

Зроблено огляд досліджень проявів ефекту негативної турбулентної в'язкості в метеорологічних, геофізичних і астрофізичних явищах. Підкреслено, що спіральні рухи в ротаційній конвективній турбулентності стимулюють виникнення зворотного каскаду перенесення енергії від дрібномасштабних до великомасштабних пульсацій, що призводить до ефекту негативної турбулентної в'язкості. Проведені нами розрахунки для двох моделей сонячної конвективної зони (СКЗ) показали, що у глибинних шарах існують сприятливі умови для виникнення ефекту спіральної негативної турбулентної в'язкості. Знайдено, що спіральна негативна турбулентна в'язкість значною мірою сприяє істотній концентрації глибинних магнітних полів в тонких ізольованих магнітних силових трубках поблизу дна СКЗ. Спливаючи на сонячну поверхню вони можуть проявляються у вигляді дискретних уніполярних магнітних полів.

Ключові слова: негативна турбулентна в'язкість, спіральні рухи, інверсний каскад перенесення енергії турбулентних пульсацій, синергетика, сонячна конвективна зона, магнітні силові трубки.

Спостереження засвідчують дивну властивість поверхневих магнітних полів на Сонці, що мають тенденцію проявлятися у вигляді широко рознесених дискретних магнітних силових трубок (МСТ) однакової полярності. Необхідно зрозуміти, як можуть виникати уніполярні магнітні структури, незважаючи на взаємне відштовхування полів однакової полярності. Виходячи з енергетичних міркувань, виглядає очевидним, що процеси первинного формування МСТ повинні зароджуватися внаслідок гідродинамічних рухів в глибинних шарах сонячної конвективної зони (СКЗ), оскільки тут густина кінетичної енергії рухів значно перевищує густину магнітної енергії. Загально прийнято вважати, що спостережувані на сонячній поверхні ізольовані МСТ є результатом магнітного спливання сильних полів з сонячних глибин на поверхню. З огляду на це, необхідно дослідити фізичні процеси в *глибинних шарах*, що призводять до дискретної структури магнітних полів на Сонці.

Ми вважаємо, що важливу роль у вирішенні цього питання може зіграти *негативна турбулентна в'язкість* [1]. Сутність позитивної молекулярної в'язкості полягає в перешкоді відносним рухам в рідині, тоді як ефект негативної в'язкості полягає в підтримці різниці швидкостей або збільшенні її, якщо це допускають всі інші фактори. Протягом тривалого часу серед дослідників існувало породжене спостереженнями переконання, що турбулентність в природних середовищах завжди руйнує структури всіх видів. Однак з часом наступило розуміння, що за певних умов дрібномасштабна турбулентність може породжувати макроскопічні структури [2]. Особливість нового підходу полягала в демонстрації того, що турбулентність, всупереч загальнопоширеним переконанням, не завжди руйнує великомасштабні структури, а за відповідних умов може їх створювати. Було показано, що подібним же чином турбулентність може призводити до утворення і макроскопічних магнітних структур [3, 4]. Процеси, вперше описані Л.Гуревичем, О.Лебединським, Л.Бірманом і Ю.Паркером [2-4], представляли собою приклади явищ, при яких *дрібно-масштабна турбулентність* призводить до виникнення гідродинамічних і магнітних *макроскопічних* структур. Наступні за згаданими піонерськими роботами інтенсивні теоретичні дослідження і чисельні експерименти прояснили фізичну суть виявленого феномена. Фізична концепція Ю.Паркера [4] отримала математичне обґрунтування в теорії підсилення магнітного поля турбулентними рухами (турбулентне динамо) на основі макроскопічної МГД (Потсдамська група дослідників М.Штеснбек, Ф.Краузе, К.-Х.Редлер [5]). Водночас було виявлено, що за деяких заданих умов в турбулентній плазмі квадрат вихору швидкості може передаватися по спектру від великомасштабних рухів до дрібномасштабних, тоді як *енергія передається в протилежний бік*, що призводить до появи енергоємних макромасштабних вихрових (турбулентних) утворень – так званий *зворотний (інверсний) каскад_енергії*

турбулентних рухів [6, 7]. Саме останній процес і викликає згаданий вище ефект негативної турбулентної в'язкості [1].

Важливий прогрес в поясненні феномена утворення макроскопічних структур в турбулентному середовищі був пов'язаний із залученням до розгляду гіротропних (спіральних) рухів рідини. Виявилося, що виникненню інверсного енергетичного каскаду в тривимірній турбулентності сприяє швидке обертання систем, в яких розвиваються спіральні рухи (циклонічні обертання) [8]. Справа в тому, що в спіральній турбулентності підвищується стійкість і збільшується тривалість життя турбулентних (вихрових) структур [8, 9], що може призводити до руйнування (через механізм турбулентного динамо) великомасштабних вихрових структур (зворотний енергетичний каскад в тривимірній спіральній турбулентності). Спіральність є абсолютно природним ефектом, що з необхідністю виникає під впливом коріолісової сили і стратифікації щільності речовини у всіх геофізичних і астрофізичних ротаційних турбулізованих системах, що знаходяться в полі гравітації, зокрема, в конвективних зонах небесних тіл [7, 10, 11]. Тому в природі досить часто повинні зустрічатися випадки явищ негативної в'язкості. По суті, розглядувані тут питання стимульовані дослідженнями, що відносяться до процесів самоорганізації в фізичних, хімічних і біологічних системах [12]. Щоб підкреслити роль колективних ефектів у процесах самоорганізації Г.Хакен [13] назвав це новий напрямок *синергетикою*. В рамках цієї концепції, перехід від ламінарного течії до турбулентної розглядається як перехід до надзвичайно складного, але більш впорядкованого руху, іншими словами, як нерівноважний фазовий перехід до системи, що самоорганізується.

З явищами самоорганізації, негативної турбулентної в'язкості і інверсного енергетичного каскаду спіральних рухів дослідники стикаються при вивченні багатьох навколишніх природних течій рідини в різноманітних системах, які відрізняються як складом і фізичною структурою середовища, так і фізичними процесами, що в них відбуваються. Статистичні ефекти аномальної (негативною) в'язкості були виявлені насамперед в атмосфері Землі (смерчі, тайфуни, тропічні циклони, диференціальне обертання земної атмосфери) і в поведінці земного океану (виникнення поверхневих хвиль, що призводять до теплих течій типу Гольфстрім, Куросіо [чорна (Японська) течія]) та ін. Важлива роль ефектів негативної в'язкості і спіральності була встановлена також в процесах самоорганізації в конвективних шарах Сонця (утворення конвективних гексагональних комірок Бенара і збудження диференційного обертання СКЗ). Потім виявилося, що відзначені ефекти грають істотну роль при дослідженні навколосонячної протопланетної туманності (виникнення і еволюція Сонячної системи, і, зокрема, при вивченні виникнення планетних кілець в сімействі Сонячної системи). Пізніше була доведена важливість цих ефектів при дослідженні диференційного обертання атмосфер Юпітера, Сатурна, Венери і зірок, галактик (середнє диференційне обертання дисків галактик); систем крупніше галактик (скупчень галактик). Можливість реалізації інверсного каскаду кінетичної енергії в космічних об'єктах з тривимірною спіральною турбулентністю (в рамках концепції синергетичного підходу до структурування космічного речовини), що приводить до появи негативної турбулентної в'язкості, була продемонстрована на прикладі реконструювання еволюції турбулентності протопланетної сонячного хмари і інших астрофізичних об'єктів [14].

Явище негативною турбулентної в'язкості набуває особливої актуальності при дослідженні перебудови магнітного поля, оскільки при певних умовах, як буде показано нижче, воно може сприяти стисненню (концентрації) магнітних полів в ізолюванні МСТ. Принциповий ефект взаємодії турбулентності з магнітним полем полягає в тому, що турбулентність не завжди призводить до згладжування магнітних неоднорідностей, а, навпаки, за певних умов, а саме, при наявності спіральності може сприяти їхньому утворенню.

Зупинимось детальніше на питанні негативною спіральною турбулентною магнітною дифузії, виявленої Р.Крайчнаном [8] в результаті чисельних експериментів. Ефект виникає в сильно закрученому турбулентному високопровідному середовищі у великому масштабі неоднорідного магнітного поля **B**. На основі числового моделювання Р.Крайчнан показав, що маломасштабна турбулентна дифузія з урахуванням спіральних рухів може сприяти фрагментації неперервних магнітних полів у дискретні структури. Виявлена ним тенденція турбулізованих спіральних рухів відповідає властивостям *негативної турбулентної в'язкості* [1], сутність якої полягає в передачі енергії спіральних турбулентних пульсацій від малих масштабів до великих (згаданий вище зворотній каскад перенесення енергії). Важливою характеристикою нового явища є час життя τ_a усереднених спіральних вихорів $\langle \mathbf{u} \cdot \text{rot} \mathbf{u} \rangle$ ($\mathbf{u}$ – швидкість турбулентних пульсацій, $\langle \dots \rangle$ –

операція усереднення за масштабами, що перевищує характерні розміри маломасштабних вихорів l). Р.Крайчнан моделював кожен вихор з великою внутрішньою спіральністю за допомогою дрейфуючого циклону з параметрами турбулентних комірок l і u . Було знайдено умови, при яких магнітне поле починає стягуватися. Для нестійкого зростання локального магнітного поля необхідно, щоб час підтримки (часова кореляція) спіральності турбулентних пульсацій (вихорів) τ_α перевищував характерний час життя $\tau \approx l/u$ самих комірок (вихорів). Це означає, що зміна параметра спіральності повинна бути повільною в порівнянні з часом пульсацій турбулентності. Тобто, кожен вихор повинен володіти сильною власною спіральністю впродовж тривалого часу, так щоб за час підтримки спіральності рідина у вихорі встигла описати великий кут (хоча б приблизно π). Р.Крайчнану вдалося змоделювати ненульове середнє значення квадрата параметра спіральності $\langle \alpha^2 \rangle$. Якщо умова $\langle \alpha^2 \rangle \neq 0$ виконується протягом тривалого часу, то стійка турбулентна спіральність має унікальну властивість «стягувати» магнітні поля, а не розсіювати їх. Р.Крайчнан [8] назвав це явище маломасштабним α^2 -ефектом. Він нагадує маломасштабне динамо в тому сенсі, що збільшує енергію і впорядковує магнітне поле (самоорганізація намагніченої турбулентної плазми). Іншими словами, маломасштабний α^2 -ефект спричиняє концентрацію векторного магнітного поля в ізольованих дискретних структурах (самоорганізація відносно слабкого початкового безперервного магнітного поля).

Р.Крайчнан проводив дослідження поля швидкості при помірних і високих числах Рейнольдса, коли протягом життя комірки циркуляція речовини в ній робить повний оберт. Оскільки, згідно з нашими розрахунками [15], числа Рейнольдса у глибинних шарах СКЗ досягають високих значень ($\sim 10^{13}$), ми вважаємо правомірним застосовувати результати чисельних експериментів Крайчнана для дослідження турбулентних процесів на Сонці.

Перейдемо до детального розгляду нового явища. Ефект пригнічення турбулентної в'язкості зумовлюється довгоіснуючою стійкою спіральністю окремих вихорів малого розміру l , що описується параметром спіральності турбулентних пульсацій

$$\alpha \approx -(\tau/3) \cdot \langle \mathbf{u} \cdot \text{rot } \mathbf{u} \rangle, \quad (1)$$

для яких усереднений квадрат спіральності турбулентних пульсацій відмінний від нуля $\langle \alpha^2 \rangle \neq 0$ протягом часу τ_α .

Зміна усередненого (великомасштабного) магнітного поля $\langle \mathbf{B} \rangle$ з часом внаслідок завихреної (турбулентної) дифузії описується рівнянням

$$\partial \langle \mathbf{B} \rangle / \partial t = \mathbf{v}_T^* \Delta \langle \mathbf{B} \rangle, \quad (2)$$

де ефективний (сумарний) коефіцієнт пригніченої турбулентної в'язкості (дифузії) векторного магнітного поля;

$$\mathbf{v}_T \approx (1/3) u l - \quad (4)$$

коефіцієнт турбулентної в'язкості скалярного поля;

$$\mathbf{v}_T^\alpha \approx -\tau_\alpha \langle \alpha^2 \rangle - \quad (5)$$

коефіцієнт негативною турбулентної в'язкості, зумовленої спіральністю вихорів; $u = (\langle \mathbf{u}^2 \rangle)^{1/2}$ – середньоквадратична ефективна турбулентна швидкість.

Якщо середній квадрат спіральності $\langle \alpha^2 \rangle$ зберігається відмінним від нуля протягом тривалого часу τ_α , то це веде до зростання від'ємного значення в'язкості $\mathbf{v}_T^\alpha \approx -\tau_\alpha \langle \alpha^2 \rangle$, зумовленої спіральністю вихорів. У цьому випадку, як видно з рівняння (3), сильні довгоіснуючі стійкі флуктуації спіральності призводять до суттєвого зменшення сумарного коефіцієнта турбулентної дифузії векторного магнітного поля $\mathbf{v}_T^* = \mathbf{v}_T + \mathbf{v}_T^\alpha$ в порівнянні з коефіцієнтом турбулентної дифузії скалярного поля $\mathbf{v}_T$. Зменшення $\mathbf{v}_T^*$ триває в міру збільшення τ_α . І якщо час кореляції флуктуацій спіральності τ_α в 2-3 рази перевищує час існування турбулентних вихорів $\tau \approx l/u$ (це означає, що циркуляція рідини в вихорі за цей час встигає скласти великий кут), то сумарний коефіцієнт векторної турбулентної в'язкості $\mathbf{v}_T^*$ може зменшитися до від'ємного значення [8]. Негативний знак сумарного коефіцієнта турбулентної дифузії означає нестійку зростаючу концентрацію векторного поля. В цьому випадку турбулентність, як уже зазначалося, характеризується властивістю «стягувати» присутні магнітні поля, а не розсіювати їх.

Як показав Ю.Паркер [16], негативний внесок спіральності в сумарний коефіцієнт турбулентної дифузії квадратичний за кутом повороту ($\mathbf{v}_T^\alpha \sim -\Phi^2$) і стає істотним при $\Phi > 1$. Тому ясно, що в ротаційних небесних тілах для виникнення ефекту негативною дифузії велике значення

має величина кутової швидкості Ω . Кут повороту конвективних комірок внаслідок спірального закручування визначається величиною $\Phi = \Omega\tau = 2\pi\tau/T$, де T – період обертання небесного тіла. Оскільки для виникнення негативної в'язкості необхідна стійка усереднена спіральність окремих вихорів ($\langle\alpha^2\rangle \neq 0$) протягом тривалого часу, то в ротаційних тілах це веде до вимоги великих кутів повороту ($\Phi \sim \pi$ і більше) магнітних силових ліній, в морожених у високопровідну сонячну плазму [16]. Очевидно, можна очікувати виконання умови $\Phi \geq \pi$ в космічних тілах, для яких притаманна велика кутова швидкість, через що вони встигають зробити багато обертів за час життя окремого вихору τ .

Перейдемо до аналізу ролі негативної в'язкості в перебудові магнетизму в СКЗ. Для цього скористаємося характеристиками турбулентної конвекції в підфотосферних шарах із моделей СКЗ Х.Спруїта [17] і М.Стікса [18]. Надзвичайно важливо, що в нижній половині СКЗ (починаючи з глибин $z \approx 135$ тис. км) розраховані нами характерні часи існування конвективних комірок ($\tau > 10^6$ с) стають порівнянними з періодом обертання Сонця $T \approx 2 \cdot 10^6$ с. Тому в цій ділянці з'являється можливість спірального закручування комірок на великі кути ($\Phi \approx 4 \div 13$ рад), які перевершують величину π . Оскільки на сьогодні надійна інформація про час існування усередненого квадрата спіральності турбулентних пульсацій τ_α відсутня, то ми в першому наближенні для оціночних розрахунків приймаємо гіпотезу, що час існування усередненого квадрата спіральності турбулентних пульсацій τ_α відповідає часу існування турбулентних вихорів $\tau \approx l/u$ ($\tau_\alpha \approx \tau$). В рамках цього припущення зробимо оцінки параметрів α , v_T , $v_T^\alpha \approx -\tau_\alpha \alpha^2$ і $v_T^* \approx v_T + v_T^\alpha$, скориставшись визначенням цих параметрів виразами (1), (4), (5) і (3). Результати розрахунків для глибин $z \approx 135\text{--}180$ тис. км. представлені в Таблиці 1.

Видно, що в діапазоні глибин $z \approx 170\div 180$ тис. км. параметр спіральності турбулентних пульсацій α досягає значень близько 10^3 см/с, внаслідок чого коефіцієнт спіральної турбулентної в'язкості $v_T^\alpha \approx (2\div 3) \cdot 10^{12}$ см²/с стає порівняним з коефіцієнтом звичайної турбулентної в'язкості $v_T \approx (9\div 6) \cdot 10^{12}$ см²/с. Величина коефіцієнта негативної турбулентної в'язкості, зумовленою спіральністю вихорів v_T^α , досягає однієї третини величини коефіцієнта турбулентної в'язкості скалярного поля v_T ($v_T^\alpha \approx -0,3 v_T$). В результаті, суттєво пригнічується коефіцієнт сумарної турбулентної в'язкості (дифузії) векторного магнітного поля ($v_T^* \approx 0,7 v_T$). Відповідно до вищевикладеної концепції це повинно істотно сприяти концентрації магнітних полів в ізолюванні МСТ в глибинних шарах СКЗ. Очевидно після магнітного спливання дискретна структура глибинних полів може проявлятися в магнітних утвореннях, спостережених на сонячній поверхні.

Таблиця 1. Розрахунок для z

Модель СКЗ Спруїта (1977) [16]					Модель СКЗ Стікса (2002) [17]				
z (10^3 км)	α (см/с)	v_T (см ² /с)	v_T^α ($\tau_\alpha \approx \tau$) (см ² /с)	v_T^* ($\tau_\alpha \approx \tau$) (см ² /с)	z (10^3 км)	α (см/с)	v_T (см ² /с)	v_T^α ($\tau_\alpha \approx \tau$) (см ² /с)	v_T^* ($\tau_\alpha \approx \tau$) (см ² /с)
135	$1,6 \cdot 10^3$	$1,0 \cdot 10^{13}$	$-3,3 \cdot 10^{12}$	$6,7 \cdot 10^{12}$	135	$2,0 \cdot 10^3$	$1,2 \cdot 10^{13}$	$-4,0 \cdot 10^{12}$	$8,0 \cdot 10^{12}$
150	$1,4 \cdot 10^3$	$9,8 \cdot 10^{12}$	$-3,3 \cdot 10^{12}$	$6,5 \cdot 10^{12}$	150	$1,7 \cdot 10^3$	$1,1 \cdot 10^{13}$	$-3,8 \cdot 10^{12}$	$7,2 \cdot 10^{12}$
160	$1,3 \cdot 10^3$	$9,6 \cdot 10^{12}$	$-3,2 \cdot 10^{12}$	$6,4 \cdot 10^{12}$	165	$1,5 \cdot 10^3$	$1,0 \cdot 10^{13}$	$-3,6 \cdot 10^{12}$	$6,4 \cdot 10^{12}$
170	$1,2 \cdot 10^3$	$9,0 \cdot 10^{12}$	$-3,2 \cdot 10^{12}$	$6,0 \cdot 10^{12}$	170	$1,3 \cdot 10^3$	$9,3 \cdot 10^{12}$	$-3,0 \cdot 10^{12}$	$6,3 \cdot 10^{12}$
180	$9,7 \cdot 10^2$	$7,7 \cdot 10^{12}$	$-2,6 \cdot 10^{12}$	$5,2 \cdot 10^{12}$	175	$1,1 \cdot 10^3$	$8,0 \cdot 10^{12}$	$-2,5 \cdot 10^{12}$	$5,5 \cdot 10^{12}$
190	$6,7 \cdot 10^2$	$5,5 \cdot 10^{12}$	$-1,9 \cdot 10^{12}$	$3,4 \cdot 10^{12}$	180	$8,7 \cdot 10^2$	$6,2 \cdot 10^{12}$	$-2,1 \cdot 10^{12}$	$4,1 \cdot 10^{12}$

Таким чином, виконані нами розрахунки з використанням турбулентних параметрів моделей СКЗ Х.Спруїта [16] і М.Стікса [17] показали, що поблизу дна СКЗ конвективні комірки можуть закручуватися на великі кути. Внаслідок цього в глибинних шарах СКЗ створюються сприятливі умови для збудження негативної спіральної турбулентної в'язкості, значення якої досягає однієї третини величини коефіцієнта турбулентної в'язкості скалярного поля. Відповідно до концепції про вирішальну роль негативної турбулентної в'язкості в синергетичній структуризації замагніченої плазми, це повинно значною мірою сприяти істотній концентрації глибинних магнітних полів в тонких ізолюваних МСТ. Спливаючи на сонячну поверхню вони можуть проявляються у вигляді дискретних уніполярних магнітних полів.

Список використаних джерел:

1. Starr V.P.// Physics of Negative Viscosity Phenomena. – Toronto London Sydney: McGraw-Hill Book Company, 1968.
2. Biermann L. Bemerkungen über das Rotationsgesetz in irdischen und stellaren Instabilitätszonen// Zeits. Astrophys. – 1951. – В.28. – С.304-309.
3. Гуревич Л.Э., Лебединский А.И. Магнитное поле солнечных пятен // ДАН СССР. – 1945. – Т. 49. – С. 92-94.
4. Parker E.N. The formation of sunspots from the solar toroidal field//Astrophys. Journ. – 1955. – V.121. – P. 491-507.
5. Krause F., Rädler K.-H. // Mean Field Magnetohydrodynamics and Dynamo Theory. – Oxford: Pergamon Press, Ltd., 1980. – 271 p.
6. Frisch U., Pouquet A., Leorat I., Mazure A. Possibility of an inverse cascade of magnetic helicity in magnetohydrodynamic turbulence// Journ. Fluid Mech. – 1975 – V.68. – P.769-778.
7. Pouquet F., Frisch U., Leorat J. Strong MHD turbulence and the nonlinear dynamo effect// Journ. Fluid Mech. – 1976. – V.77. – P.321-354.
8. Kraichnan R.H. Diffusion of passive-scalar and magnetic fields by helical turbulence// Journ. Fluid Mech. – 1976. – V.77. – P.753-774.
9. Moiseev S.S., Chkhetiani O.G. The helical scaling of turbulence// JETP. – 1996. – V.110, No 7. – P.357-371.
10. Вайнштейн С.И., Зельдович Я.Б., Рузмайкин А.А.// Турбулентное динамо в астрофизике. – М.: Наука, 1980. – 352 с.
11. Zeldovich Ya.B., Ruzmaikin A.A., Sokoloff D.D.// Magnetic Fields in Astrophysics. – New York: Gordon and Breach, 1983.
12. Prigogine I., Nicolis G.// Self-Organization in Non-Equilibrium Systems. – Wiley. – 1977.
13. Haken H.// Synergetics: an introduction. – Berlin - Heidelberg - New York: Springer-Verlag. – 1977. – 325 p.
14. Kolesnichenko A.V., Marov M.Ya. The effect of spirality of turbulence in the solar protoplanetary cloud// Solar System Research. – 2007. – V.41. – P.1-18.
15. Криводубский В.Н. О турбулентной проводимости и магнитной проницаемости солнечной турбулентной плазмы// Солнечные данные. – 1982. – № 7.– С.99-109.
16. Parker E.N.// Cosmic Magnetic Fields. – Oxford: Oxford University Press, 1979.
17. Spruit H. A convection zone model // Magnetic flux tubes and transport of heat in the convection zone of the Sun. Thesis. – Utrecht: Univ. Utrecht, 1977. – P. 17-34.
18. Stix M.// The Sun: An Introduction, 2nd ed. – Berlin: Springer-Verlag, – 2002.

THE ROLE OF NEGATIVE SPIRAL TURBULENT VISCOSITY IN THE FRAGMENTATION OF MAGNETIC FIELDS IN THE SUN

Valery Krivodubskyi – D.Sc., Senior Research Fellow

A review of studies of manifestations of the effect of negative turbulent viscosity in meteorological, geophysical and astrophysical phenomena is made. It is emphasized that helical motions in rotating convective turbulence promote the appearance of a reverse cascade of energy transfer from small-scale to large-scale pulsations, which leads to the effect of negative turbulent viscosity. Our calculations for two models of the solar convective zone showed that in the deep layers there are favorable conditions for the appearance of the helical negative turbulent viscosity effect. It has been found that helical negative turbulent viscosity significantly contributes to a perceptible concentration of deep magnetic fields in thin isolated magnetic force tubes near the bottom of the SCZ. Floating to the solar surface, they can manifest themselves in the form of discrete unipolar magnetic fields.

Keywords: negative turbulent viscosity, helical motions, inverse energy transfer cascade of turbulent pulsations, synergetics, solar convective zone, magnetic force tubes.

ПРО МЕТЕОРИ

Олександр Голубасв – канд. фіз.-мат. наук, ст. наук. співробітник НДІ астрономії
Альона Мозгова - канд. фіз.-мат. наук, провідний інженер

У роботі розглядається питання про розвиток метеорної астрономії у сучасній Україні. Специфіка методів спостережень метеорів вимагає, передусім, організації мережі кореспондуючих пунктів спостережень. Для досягнення цієї мети пропонується об'єднати науково-технічні можливості організацій-учасників у вигляді Української спостережної метеорної мережі (УМСМ). УМСМ – це сукупність двох або більше постійно діючих спостережних станцій, розташованих на території України, які мають технічне та програмне забезпечення для проведення базисних та односторонніх спостережень метеорів в різних діапазонах довжин хвиль і проводить такі спостереження. УМСМ вирішує стратегічні проблеми дослідження метеорів, структури і еволюції метеорних роїв та потоків, взаємодії метеороїдів з атмосферою Землі та їх хімічного складу. Науково-технічною продукцією станцій УМСМ є результати високоточних базисних або односторонніх спостережень метеорів в різних діапазонах довжин хвиль, фундаментальних і прикладних науково-технічних досліджень.

Ключові слова: метеор, метеороїд, метеорний спектр, хімічний склад метеороїдів.

Комети і астероїди є джерелами пилу в Сонячній системі. Кометний пил поширюється по всій орбіті материнського тіла у вигляді пилового рою. Якщо Земля перетинає орбіти пилових частинок, які рухаються зі швидкостями близько $11 - 70 \text{ км сек}^{-1}$ відносно планети, тоді вони згорають в атмосфері Землі у вигляді метеорного явища (метеора). Таким чином, можна вивчати різні властивості комет і астероїдів за метеорними спостереженнями. Метеорна астрономія – наука про рух метеорних тіл у міжпланетному просторі. Процеси, що відбуваються при вторгненні цих тіл до атмосфери Землі, являють собою предмет метеорної фізики і геофізики. Слід підкреслити, що методи метеорної астрономії надають багато унікальних наукових можливостей для вивчення походження, еволюції та генетичного зв'язку метеорних тіл з іншими тілами Сонячної системи; дозволяють вивчати процеси іонізації і світіння атмосфери, які виникають при проникненні до неї метеорної речовини; досліджувати балістику, нагрівання, світіння та іонізацію метеорного тіла; виявляти фізичні властивості і хімічний склад метеорних тіл та багато іншого.

Історично Україна була великим науковим центром у розвитку метеорної астрономії на пострадянському просторі (з головними організаціями у містах Одеса та Київ). Були створені болідні мережі, спостережні інструменти, методи спостережень і обробки даних. Це дало можливість брати участь у великих міжнародних програмах. Фахівці отримали величезну кількість знань про фізику метеорних явищ, про властивості верхньої атмосфери Землі, про природу пилової хмари Сонячної системи; про природу комет і астероїдів, і навіть, знайшла практичне застосування - метеорний радіозв'язок. Це доводить, що метеорна астрономія, разом з іншими областями науки, є потужним науковим інструментом у вивченні природи тіл Сонячної системи [1, 2].

Протягом 1972 – 1978 років у Харківському національному університеті радіоелектроніки ХНУРЕ (в минулому ХІРЕ) проводилися безперервні вимірювання в радіодіапазоні з реєстрацією найбільшої на той час кількості орбіт метеороїдів у світі. Отримано понад 250 тисяч орбіт метеорних тіл і зареєстровано більше ніж 20 мільйонів метеорів. У ті роки створена база даних не мала аналогів у світі за обсягом зібраного матеріалу.

Сучасна наукова Українська Метеорна Мережа Спостережень Метеорів (УМСМ). Як йдуть справи зі спостережень метеорів в Україні на даний час? Специфіка методів спостереження метеорів вимагає, перш за все, організації мережі пунктів спостережень, які розташовані на великих відстанях і такі, що взаємодіють один з одним в режимі реального часу. На території України існує метеорна мережа, яка організована аматорами астрономії, але обсяг в загальносвітовій базі даних спостережень метеорів цієї мережі невеликий і обмежений тільки визначенням основних кінематичних параметрів (координати радіанта, лінійна швидкість, елементи геліоцентричної орбіти). Слід підкреслити, що у східній частині України, серед любителів астрономії, практично відсутні спостереження метеорів.

У різних наукових установах на території сучасної України спостерігаються метеори в оптичному і радіолокаційному діапазонах довжин хвиль. Це дозволяє створити сучасну наукову українську метеорну мережу з метою вивчення фізико-хімічних властивостей метеорних тіл. Тобто, відновити на сучасному науковому рівні Українську метеорну спостережну мережу (UMCM \ UAMON).

Розглянемо спостережні можливості наукових центрів цієї мережі. Так, у НДІ «Миколаївська астрономічна обсерваторія» (НДІ «МАО») для прийому сигналів відображень від метеорів використовується шестиелементна антена з горизонтальною поляризацією типу «хвильовий канал». Сигнал з виходу антени надходить на вхід вбудованого в персональний комп'ютер TV/FM-тюнера, вихід частотного детектора якого підключений до лінійного входу звукової карти. За допомогою безкоштовної програми SpectrumLab аудіопотік цілодобово зберігається у файлах тривалістю 5 хвилин. Частота дискретизації 11025 Гц. В якості точки передачі обрана радіостанція у місті Кельце (Польща), розташована на відстані 910 км, має наступні параметри: потужність – 120 кВт, робоча частота – 88.2 МГц, азимут – 301°. Кожна станція забезпечує цілодобову автоматичну обробку даних спостережень і автоматичну розсилку електронною поштою радіоастрономам-любителям, зацікавленим у щоденному отриманні даних про космічне вторгнення в атмосферу Землі. Щомісячні звіти, також, розміщуються на сайті RMOB. Щоденний обсяг оброблюваної інформації на одну станцію становить близько 80 ГБ.

У НДІ «МАО» створена оптична мережа для отримання точних елементів орбіт метеороїдів. Реєстрація метеорів здійснюється за допомогою відеокамер на базі КМОП-приймачів у телевізійному режимі. Тестові спостереження почалися з 2011 року. Комплекс з шести оптичних телескопів, оснащених відеокамерами WAT-902H2, працював у 2013 – 2016 роках. Спостереження проводяться у повністю автоматичному режимі з використанням програмного забезпечення для виявлення метеорів у реальному часі. Використовується програмне забезпечення розроблене у НДІ «МАО». У 2017 році телескопи оснастили новими об'єктивами. Мережа розширилася до восьми телескопів.

Робота програмно-апаратного комплексу «Метеор-Глухів» заснована на безперервній цілодобовій реєстрації сигналів радіотрансляційної станції, відбитих від слідів іонізованих метеороїдів, що виникають у атмосфері Землі на висотах 80-100 км. Програмно-апаратний комплекс «Метеор-Глухів» на трасі протяжністю 900 км приймає сигнал FM-станції «Radio Muzyka Fakty Sp. z o.o. », що розташований недалеко від міста Кельце (Польща). Щодо Глухова передавач знаходиться на азимуті 269°. Випромінювач станції «RMF FM» встановлено на телевежі «Святий Хрест», висота якої становить 126.5 метрів. Частота несучого сигналу 88.2 МГц, потужність випромінюваного сигналу 120 кВт. Для прийому сигналу використовується антена «хвильовий канал» з вісьмома елементами. Коефіцієнт посилення антени становить 13,2 дБ. Ширина діаграми спрямованості становить 40° у горизонтальній площині та 20° у вертикальній площині і 3 дБ за рівнем. Вертикальний кут (кут місця) максимуму головної пелюстки діаграми дорівнює 15°. В останні роки значно модернізовано приймальне обладнання та програмне забезпечення для автоматичного виявлення метеорних явищ і комп'ютерної обробки метеорних даних. Використання технології SDR дозволило підвищити чутливість і частотну вибіркочість радіосигналів.

Спостереження метеорів в радіодіапазоні популярні серед колективу Лабораторії космічних досліджень Рівненської Малої академії наук.

Основні наукові астрономічні дослідження, що проводяться у Астрономічній обсерваторії Львівської політехніки – це радіофізичні дослідження. Завдяки ефективності та точності, ці дослідження десятиліттями використовувалися для моніторингу та вивчення атмосферних процесів. У 2017 році у відділенні Астрономічної обсерваторії Львівської політехніки встановлена станція моніторингу радіо метеорної активності. Так як кафедра вищої геодезії та астрономії Інституту геодезії, крім фахівців з «Космічної геодезії» вже майже 10 років готує магістрів з «Космічного моніторингу Землі», створення метеорної станції розширило діапазон досліджень для моніторингу ближнього космосу. Налагоджено співпрацю з вченими з інших інститутів Львівської політехніки (комп'ютерні технології, радіозв'язок) та інших українських дослідницьких центрів. Залучаються студенти до вивчення нових тем. Проводиться модернізація дослідження метеорів, розпочаті тут на початку 20-го століття. Історичні традиції, науковий досвід, технічна база створюють оптимальні можливості для дослідження метеорів в Астрономічній обсерваторії Львівського політехнічного інституту на належному рівні.



Рис. 1. – Наукова мережа спостережень метеорів. У різних наукових установах на території сучасної України спостерігаються метеори в оптичному і радіолокаційному діапазонах довжин хвиль

Дослідження фізичних параметрів метеорів проводяться у Головній астрономічній обсерваторії НАН України. Особливу увагу приділено денним болідам. Співробітники ГАО НАН України активно розвивають ідею можливості розгортання «Єдиної мережі Чурюмова» для спостереження за вторгненням фрагментів кометних ядер в атмосферу Землі. Дослідниками створено і представлено проект «Єдина мережа Чурюмова» першого варіанта для реєстрації в сутінках та в денний час доби слідів авіаційно-технічного і аерокосмічного вторгнення різних об'єктів до неба над Києвом у період 2013- 2016 років. Всього отримано більше 36 000 зображень. Проведена їх класифікація та створена база даних. Було зафіксовано типові космічні випадки вльоту в земну атмосферу метеороїдів і фрагментів кометних ядер, а також, сліди авіаційно-технічного характеру. Сліди останнього типу зазвичай починаються і закінчуються на більш низьких висотах, ніж типове космічне явище. Також вдалося зафіксувати виникнення і розвиток локальних, але дуже потужних атмосферних вихорів. Використання сучасних світлочутливих відеокамер і електроніки спрощує процес спостереження за метеорами і обробки баз даних [3].

Метеорний астрономія – це, перш за все, спостережна і експериментальна наука. Що вимагає постійної технічної модернізації, залучення груп фахівців, вдосконалення методів спостережень і обробки баз даних. У НДІ "Астрономічна обсерваторія" Національного університету імені І.І. Мечникова, Одеса, проведена багаторічна експериментальна робота з вивчення оптимальних технічних можливостей спостережень метеорів в оптичному діапазоні довжин хвиль з об'єктивними різної фокусної відстані і на різних базисних відстанях. База даних метеорних спостережень створюється з 2003 року. База даних містить більше 11 000 метеорів. Особливу увагу було приділено телескопічним телевізійним методам спостережень метеорів з експозиціями 0.02 секунд. Створено програмний комплекс для обробки телевізійних зображень метеорів. У НДІ "Астрономічна обсерваторія" Національного університету імені І.І. Мечникова телескопічні спостереження метеорів у телевізійному режимі почалися з 2003 року. Такі телескопічні системи мають високу роздільну здатність у порівнянні з невеликими об'єктивними. В Одесі проводяться дослідження фрагментації метеорних частинок. Експериментальні спостереження проводилися на ультракоротких (менш ніж 100 м), середніх (близько 10 км) та наддовгих (близько 152 км) базисних відстанях [2].

В Інституті астрономії ХНУ імені В.Н. Каразіна створено апаратний комплекс - автоматичний відео-спектральний метеорний патруль (АВСМП). Він розширює матеріальну,

наукову та навчально-наукову базу Інституту астрономії і університету, яку використовують у навчальному процесі на кафедрі астрономії та космічної інформатики на практичних і лабораторних заняттях, виконуючи бакалаврські та магістерські роботи та для розробок новітніх методів дистанційного вивчення астрономічних об'єктів Сонячної системи. Одна з камер оснащена дифракційною решіткою 500 штрихів/мм. Це спектральна телевізійна камера. Програмне забезпечення UFOCapture (SonotaCo, Японія) використовується для автоматичної реєстрації метеорів. Обладнані два пункти для базисних спостережень за метеорами. Один розташований на території Інституту астрономії імені В.Н. Каразіна ХНУ у Харкові. Там камера є опорною при базисному способі спостережень. Для організації базисних спостережень на відстані 65 км від Харкова на території Чугуївської спостережної станції НДІ астрономії побудований павільйон метеорного патруля. Тут встановлений основний інструмент АВСМП. Для дистанційного керування АВСМ використовується мережа інтернет. Щоб прив'язати метеорний патруль до точного часу UTC і для синхронізації часу метеорної мережі – створений блок GPS на основі програмованої плати Arduino UNO і GPS модуля NEO-6M. Спектральні спостереження дають багато інформації про хімічний склад метеорної частинки і про різні фізичні властивості метеорного явища. Були вивчені спектральні характеристики спектральної камери, що дозволяє проводити корекцію спектрограм метеорів і отримувати інформацію в абсолютних одиницях. У результаті роботи метеорного патруля та у процесі вимірювань спостережень отримують інформацію про атмосферні параметри метеорного явища, геліоцентричні елементи орбіти метеорного тіла, масу метеороїду, хімічний склад частинки, фізико-хімічні властивості метеорного явища, температуру збудження (наприклад, по численних лініях заліза FeI) та ін.[3].

Висновок. Таким чином, Україна має науково-технічний потенціал для вивчення Малих тіл Сонячної системи методами метеорної астрономії у різних діапазонах довжин хвиль. Це дозволяє об'єднати зусилля наукових центрів України у вигляді організації та розширення мережі відповідних пунктів спостережень метеорів – Української мережі метеорних спостережень (UMCM \ UAMON). UMCM дозволить вирішувати стратегічні завдання дослідження метеорів, структури і еволюції метеорних роїв, взаємодії метеороїдів з атмосферою Землі та вивчати їх хімічний склад. Науково-технічна продукція станцій UMCM – це результати високоточних базисних або односторонніх спостережень метеорів у різних діапазонах довжин хвиль, фундаментальних і прикладних науково-технічних досліджень. Це дозволить колективу UMCM:

- брати участь в різних міжнародних і національних програмах на високому рівні;
- проводити модернізацію інструментальної бази;
- використовувати результати роботи UMCM в освітньому процесі та популяризації науки.

Прикладом модернізації та оновлення лабораторної бази, а також отримання результатів досліджень і розробок на сучасному науковому рівні є експериментальна програма згідно з наказом Міністерства Освіти і Науки України: "Про створення центрів колективного користування науковим обладнанням".

Список використаних джерел:

1. Мозгова А.М. "Речовинний склад вибраних метеорів за дистанційними спектральними спостереженнями" // Дисертація на здобуття наукового ступеня канд. фіз.-мат. наук за спеціальністю 05.07.12 "Дистанційні аерокосмічні дослідження" (104 – Фізика та астрономія). – Національний авіаційний університет, Київ. – 2018. (опубліковано на сайті http://svrada.nau.edu.ua/2018.12.07_Mozgova/).

2. Голубаєв О.В. "Кінематичні та фізичні характеристики метеорних тіл з радіантами поблизу Сонця за даними наземних телевізійних спостережень" // Дисертація на здобуття наукового ступеня канд. фіз.-мат. наук за спеціальністю 05.07.12 "Дистанційні аерокосмічні дослідження" (104 – Фізика та астрономія). – Національний авіаційний університет, Київ. – 2017. (опубліковано на сайті http://svrada.nau.edu.ua/2017.06.27_Golubaev/).

3. Горбанев Ю.М., Князькова Е.Ф., Шульга А.В., Куличенко Н.А., Козак П.Н., Мозговая А.М., Голубаєв А.В. Украинская метеорная оптическая сеть // Радиотехника. – 2016. – №. 185. – С. 5-8.

ABOUT METEORS

Oleksandr Golubaev – PhD, Senior Research Fellow

Alona Mozgova – PhD, Senior Engineer

The development of meteor astronomy in modern Ukraine is considering. The specificity of meteor observation methods requires, first of all, the organization of a network of corresponding observation points. To achieve this goal, it is proposed to combine the scientific and technical capabilities of participating organizations in the form of the Ukrainian Meteor Observation Network (UAMON). UAMON is a set of two or more permanent observation stations located on the territory of Ukraine, which have the hardware and software for basic and one-sided observations of meteors in different wavelength ranges and conducts such observations. UAMON solves strategic problems of meteor research, structure and evolution of meteor streams and showers, interaction of meteoroids with the Earth's atmosphere and their chemical composition. The scientific and technical products of UAMON stations are the results of high-precision basic or one-sided observations of meteors in different wavelength ranges, fundamental and applied scientific and technical research.

Keywords: meteor patrol, meteor, meteoroid, meteor spectrum, chemical composition of meteoroids.

УРОЖАЙ ЗЕРНОВИХ ТА СОНЯЧНА АКТИВНІСТЬ

Анатолій Відьмаченко – д-р фіз.-мат. наук, професор

Олександр Мозговий – канд. техн. наук, доцент

Олексій Стеклов – канд. фіз.-мат. наук, ст. наук. співробітник

Розглянуто вплив сонячної активності на урожайність зернових з врахуванням 11-річного і 22-річного циклів сонячної активності.

Ключові слова: сонячна активність, урожайність зернових, Хейлівський магнітний цикл

Формування врожаю зернових культур пов'язано з комплексом факторів, серед яких важливе місце займають природно-кліматичні умови. В Україні в останні роки ведуться роботи по оцінці реакції зернових культур на зміну клімату та умов їх вирощування [4]. Вплив метеорологічних факторів на врожайність зернових культур ми встановлювали за допомогою кореляційно регресійного аналізу [6, 7] із використанням пакетів Excel. Аналіз динаміки зміни врожайності зернових по регіонах показав [3], що середня врожайність найбільше зросла у центральному регіоні – з 27 ц/га до майже 50 ц/га. Це стало можливим через застосування новітніх агротехнологій. Вегетаційний період озимих зернових починається восени і закінчується влітку наступного року. Через припинення вегетації взимку, найважливішими місяцями вважають вересень, жовтень та квітень-червень. Для вегетації ярових культур – важливими є лише три останні місяці. Основними чинниками є температура та кількість опадів. Процеси на Сонці також впливають на погодно-кліматичні умови [1]. Найбільше сонячна активність (СА) впливає на врожайність через клімат і погодні умови [2]. Матеріалом для наших досліджень стали статистичні дані за період 1972-2012 рр. про врожайності с/г культур Головного управління статистики у Полтавській області й статистичні дані середньомісячної СА (чисел Вольфа), взяті з [5]. Виявилось, що врожайність змінюється частіше, ніж СА, яка має період приблизно 11 років. Період 1972-2012 рр. включає закінчення 20-го, повністю 21-й, 22-й, 23-й та початок 24-го 11-річного циклу СА. Ми отримали додатні коефіцієнти кореляції більше 47% відповідності для озимої пшениці і понад 50% для кукурудзи на зерно. Ще більший коефіцієнт кореляції – понад 56% – маємо для озимого жита і ярового ячменю. Результати цих розрахунків показують, що високі значення кореляції досягаються при порівнянні урожайності вищевказаних зернових не з 11-річним, а з Хейлівським магнітним циклом СА тривалістю понад 22 роки. А для 11-річного циклу – коефіцієнти кореляції не перевищують 35%, причому вони ще й змінюють свій знак: позитивне значення маємо для парних, і негативне значення кореляції – для непарних циклів СА. Це є додатковим підтвердженням вищої кореляції саме із магнітним циклом СА Хейла. Таким чином, максимуми врожайності с/г культур можуть спричинятися максимумами СА, але потрібно розглядати не 11-річний цикл СА, а обов'язково брати до уваги 22-річний магнітний цикл Сонця та особливості кожного циклу СА окремо.

Список використаних джерел:

1. Владимирский Б.М. (2005) Солнечно-земная физика. Политика и экогеодинамика регионов. Вып.2. 23–30.
2. Владимирский Б.М. (2009) История и современность. 2(10). 119–131.
3. Грицюк П.М. (2010) Аналіз, моделювання та прогнозування динаміки врожайності озимої пшениці в розрізі областей України: моногр. Рівне: НУВГП, -350 с.
4. Попитченко Л.М. (2009) Збірник наукових праць Луганського НАУ: Луганськ: Елтон2, Вип. 100. 121–124.
5. SIDC – Solar Influences Data Analysis Center. www.sidc.oma.be/sunspots/bulletins/monthly.
6. Vidmachenko A.P. (2019) ASR. 15(1), 1-6.
7. Vidmachenko A.P. (2019) ASR. 15(1), 11–18.

GRAIN YIELD AND SOLAR ACTIVITY

Anatolii Vidmachenko - Doctor of Science, Professor

Olexandr Mozghovi - PhD, Associate Professor

Oleksii Stieklov - PhD, Senior Research Fellow

The influence of solar activity on grain yield is considered, taking into account 11-year and 22-year cycles of solar activity.

Keywords: solar activity, grain yield, Hale magnetic cycle

СПЕКТРОПОЛЯРИМЕТРИЯ, ОЗООНОВИЙ ШАР ТА ДОСЛІДЖЕННЯ АЕРОЗОЛІВ В АТМОСФЕРІ ЗЕМЛІ

Анатолій Відьмаченко – д-р фіз.-мат. наук, професор

Олександр Мозговий – канд. техн. наук, доцент

Петро Неводовський - канд. фіз.-мат. наук, ст. наук. співробітник

Олександр Овсак - канд. фіз.-мат. наук, ст. наук. співробітник

Олексій Стеклов – канд. фіз.-мат. наук, ст. наук. співробітник

Пропонується проведення вимірювання поляризації розсіяного атмосферою світла в УФ діапазоні спектру проводити з орбіти Землі, що дозволить виключити вплив тропосфери та поверхні нашої планети на результати вимірювання. Розроблено та виготовлено діючий макет мініатюрного космічного УФ поляриметра для можливого дослідження стратосферного аерозолі Землі.

Ключові слова: спектрополяримія, озоновий шар, УФ поляриметр, дослідження атмосфери Землі.

Озоновий шар стратосфери захищає поверхню Землі від жорсткого ультрафіолетового (УФ) випромінювання Сонця, та суттєво впливає на зміни погоди та клімат нашої планети. Тому дослідження цієї частини земної атмосфери і її особливостей є однією із найактуальніших задач сьогодення. Також, визначення фізичних параметрів стратосферного аерозолі, таких як розмір частинок, дійсна частина показника заломлення, їх оптична товщини та горизонтальні неоднорідності, а також концентрація стратосферного озону і положення верхньої межі шару озону – є достатньо складною, проте важливою задачею при вивченні проблем зміни клімату.

Проведення вимірювання поляризації розсіяного атмосферою світла в УФ діапазоні спектру (на довжинах хвиль $\lambda < 290$ нм), наприклад з орбіти Землі дозволить виключити вплив тропосфери та поверхні нашої планети на його формування. Адже при цьому отримані космічним бортовим УФ поляриметром дані будуть залежати від характеристик тільки тієї частини атмосфери Землі, яка розміщується вище стратосферного озонового шару, який поглинає УФ частину світла. Висотне положення озонового шару на різних широтах змінюється приблизно від 10 до 35 км. Це дозволить визначати дійсні параметри аерозолі у стратосфері вище вказаних висот.

Розробкою такого УФ поляриметра займаються у Головній астрономічній обсерваторії НАН України разом із Національним технічним університетом України «Київський політехнічний

інститут імені Ігоря Сікорського» та Національним університетом «Львівська політехніка». Нами розроблено та виготовлено діючий макет мініатюрного космічного УФ поляриметра для можливого дослідження стратосферного аерозолі Землі. Зараз проводяться роботи з уточнення робочих характеристик та удосконалення макету УФ поляриметра, а також формується алгоритм аналізу отримуваних поляриметром даних і створюється пакет програмних кодів для моделювання поляризаційних характеристик світла, розсіяного земною атмосферою.

Список використаних джерел:

1. Nevodovskyi P., et al. (2019). IEEE 39 ICo (ELNANO), 16-18.04, Proceedings, 640-644.
2. Nevodovskyi P., et al. (2015) Proceedings of 8 IEEE ICo (IDAACS'2015) Poland, 24-26.06. 1, 28-32.
3. Nevodovskyi P., et al. (2018) IEEE 9 ICo, DESSERT'2018, 24-27.05. Kyiv, 631-636.
4. Nevodovskyi P.V., et al. (2018) 18 Gamow Summer School, 12-18.08, Odessa, 47-48.
5. Nevodovskyi P. V., et al. (2019) IEEE 39 ICo (ELNANO), Kyiv, 640-643.
6. Zbrutskyi, O. et al. (2019) JEES. 1(1), id. 1.

SPECTROPOLARIMETRY, OZONE LAYER AND RESEARCH OF AEROSOLS IN THE EARTH'S ATMOSPHERE

Anatolii Vidmachenko - Doctor of Science, Professor

Oleksandr Mozghovyi - PhD, Associate Professor

Petro Nevodovskyi - PhD, Senior Research Fellow

Oleksandr Ovsak - PhD, Senior Research Fellow

Oleksii Steklov - PhD, Senior Research Fellow

It is proposed to measure the polarization of light scattered by the atmosphere in the UV range of the spectrum from the Earth's orbit, which will eliminate the influence of the troposphere and the surface of our planet on the measurement results. A working model of a miniature space UV polarimeter has been developed and manufactured for a possible study of the Earth's stratospheric aerosol.

Keywords: spectropolarimetry, ozone layer, UV polarimeter, study of the Earth's atmosphere.

РЕЗУЛЬТАТИ ОПТИЧНОГО МОНІТОРИНГУ АКТИВНОГО ЯДРА ГАЛАКТИКИ PKS 1222+216

Катерина Куліш - студентка 3 курсу СВО бакалавра КНУ ім. Тараса Шевченка

Василь Пономаренко - канд. фіз.-мат. наук, ст. наук. співробітник

Андрій Сімон - інженер першої категорії

Володимир Василенко – аспірант КНУ ім. Тараса Шевченка

Інна Ізвскова - аспірантка НАН України

Представлені результати фотометричних спостережень та досліджень блазара PKS1222 + 216 з високою тимчасовою роздільною здатністю (30–60 с) у фільтрах B, V, R та I системи Джонсона / Бесселя. Спостереження проводили за допомогою телескопа AZT-8 (D = 0,7 м; F = 2,8 м; CCD PL4710-1-BB-E2V) телескопа станції спостереження Лісники Астрономічної обсерваторії Київського національного університету імені Тараса Шевченка протягом 2018-2020 років. Потіки енергії від досліджуваного об'єкта були перетворені у видимі зоряні величини за допомогою стандартних зірок. Під час обробки враховували субстрат, темний струм, рівне поле. Були побудовані криві освітленості для ПКС 1222 + 216, і вони досліджувались на видимі коливання величини за період спостереження. Внутрішньоденну мінливість також досліджували. Була побудована мінливість кольорних показників з часом. Крім того, виявлено кореляцію між змінами яскравості в оптичному та гамма-діапазонах.

Ключові слова: активне ядро галактики, блазар, фотометрія, оптичні спостереження, зміни блиску.

Одним з імовірних джерел космічних променів гранично високих енергій (КПГВЕ) є блазари – підклас активних галактичних ядер (АЯГ), релятивістські струмені яких спрямовані в бік спостерігача ($< 20^\circ$ від променя зору). Розрізняють два типи блазарів: BL Lacertae (BL Lac) об'єкти, що характеризуються наявністю беземісійних оптичних спектрів та об'єкти з окремими лініями випромінювання, так звані радіоквазари з плоским спектром (FSRQ). Блазари показують змінність практично на всіх довжинах хвиль від радіодіапазону до гамма-променів із часом коливань від декількох секунд до років і навіть десятків років [1]. А як відомо, найбільш ефективним енергетичним інструментом для вивчення фізичних властивостей астрофізичних об'єктів є мультихвильові дослідження.

Ми презентуємо результати фотометричних спостережень та досліджень АЯГ PKS 1222+216 з високою часовою роздільною здатністю (від 30 с) у фільтрах В, V, R та І системи Джонсона-Бесселя. Спостереження були отримані протягом 2018-2020 років за допомогою телескопа-рефлектора АЗТ-8 ($D = 0,7$ м; $F = 2.8$ м; ПЗЗ-камера PL4710-1-BB-E2V) спостережної станції Лісники Київського національного університету імені Тараса Шевченка [2].

Під час обробки над спостережним матеріалом були виконані всі базові редукції: віднімався електронний шум (bias) і темновий струм (dark) ПЗЗ-камери, враховувалися особливості накопичення енергії поверхнею камери (flat-field). Отримані потоки енергії від досліджуваного об'єкта були перетворені у видимі зоряні величини за допомогою зір-стандартів. Криві блиску для АЯГ PKS 1222+216 були побудовані та досліджені на змінність видимої зоряної величини протягом усього періоду спостережень. Для даного АЯГ також було досліджено змінність впродовж доби. Побудовано та проаналізовано змінність показників кольору з часом. Крім того, виявлено кореляцію змін блиску між оптичним та гама-діапазонами [1].

Методика спостережень та базової обробки матеріалу. Моніторинг АЯГ із СТА-списку (Cherenkov Telescope Array) було розпочато у січні 2018 р. за допомогою телескопа АЗТ-8 та повного набору (UBVRI) фільтрів системи Джонсона/Бесселя, характеристики яких наведені у табл. 1. У 2019-2020 рр. для виконання оптичного моніторингу також був задіяний телескоп Цейс-600 Міжнародного центру астрономічних та медико-екологічних досліджень (МЦ АМЕД) НАН України. У статті представлено результати оптичного моніторингу об'єкту PKS 1222+216 та дослідження його змінності протягом доби (IDV), короткотривалої (STV) і довготривалої (LTV) змінностей.

Таблиця 1 – Параметри використаних BVRI фільтрів системи Джонсона/Бесселя

Назва фільтра	Ефективна центральна λ , нм	FWHM (півширина) $\Delta\lambda$, нм
B	435.3	78.1
V	547.7	99.1
R	634.9	106.6
I	879.7	289.2

Базова фотометрична обробка всіх знімків проводилася стандартними методами диференційної фотометрії: від отриманих зображень віднімався електронний шум (bias) та темновий струм (dark) ПЗЗ-камери; враховувалися особливості накопичення енергії поверхнею ПЗЗ (flat-field). З метою пошуку STV та LTV змінностей для PKS 1222+216, у кожному із фільтрів, отримувались 9-15 кадрів з експозиціями 30–120 с. Для збільшення відношення сигнал/шум (S/N) із кадрів розраховували середнє медіанне (в окремих випадках обчислювали сумарний сигнал). На момент спостережень об'єкт розташовували максимально близько до геометричного центра кадру та обирали у цій ділянці поля 5-7 фотометричних зір-стандартів, за якими оцінювали зміну блиску об'єкта спостережень.

Побудова та аналіз кривих зміни блиску для блазара PKS 1222+216. Для АЯГ PKS 1222+216 протягом 2018-2020 рр. було зафіксовано змінність STV та LTV. Залежність видимої зоряної величини (m) у фільтрах В, V, R та І від юліанської дати (JD) побудовано і представлено на рис. 2. На рис. 1 наведено співставлення щотижневих бінів змін блиску АЯГ PKS 1222+216 у гама-діапазоні [3] із даними наших спостережень в оптичному фільтрі R.

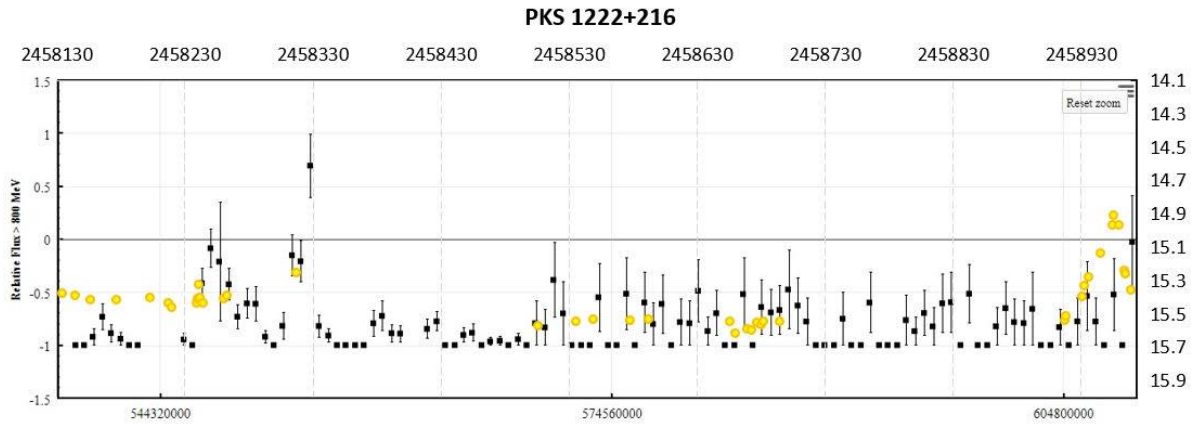


Рис. 1. Чорними точками наведено щотижневі біни блиску для АЯГ PKS 1222+216 у діапазоні понад 800 MeV за даними космічного гамма-телескопа Фермі; жовтими точками позначено отримані нами значення видимої зоряної величини у фільтрі R

З рис. 1 (ліва частина графіка) можна бачити кореляцію підвищеної активності об'єкта спостережень між гамма- і оптичним діапазонами протягом 2018 року. Також на рис. 1 (праворуч на графіку) чітко видно кореляцію спалаху у гамма-діапазоні та в оптиці. На рис. 2, бачимо значну активність об'єкта та збільшення його блиску у кожному із фільтрів оптичного діапазону в 2018 та 2020 рр. Протягом 2019 року на графіках бачимо кореляцію зменшення блиску для PKS 1222+216 між GeV та видимим спектральними діапазонами. Також з рис. 2 можна бачити, що середнє значення видимої зоряної величини АЯГ у 2018 році перевищувало показники блиску у 2019 р. на $\approx 0.2^m$ для кожного з використаних фільтрів.

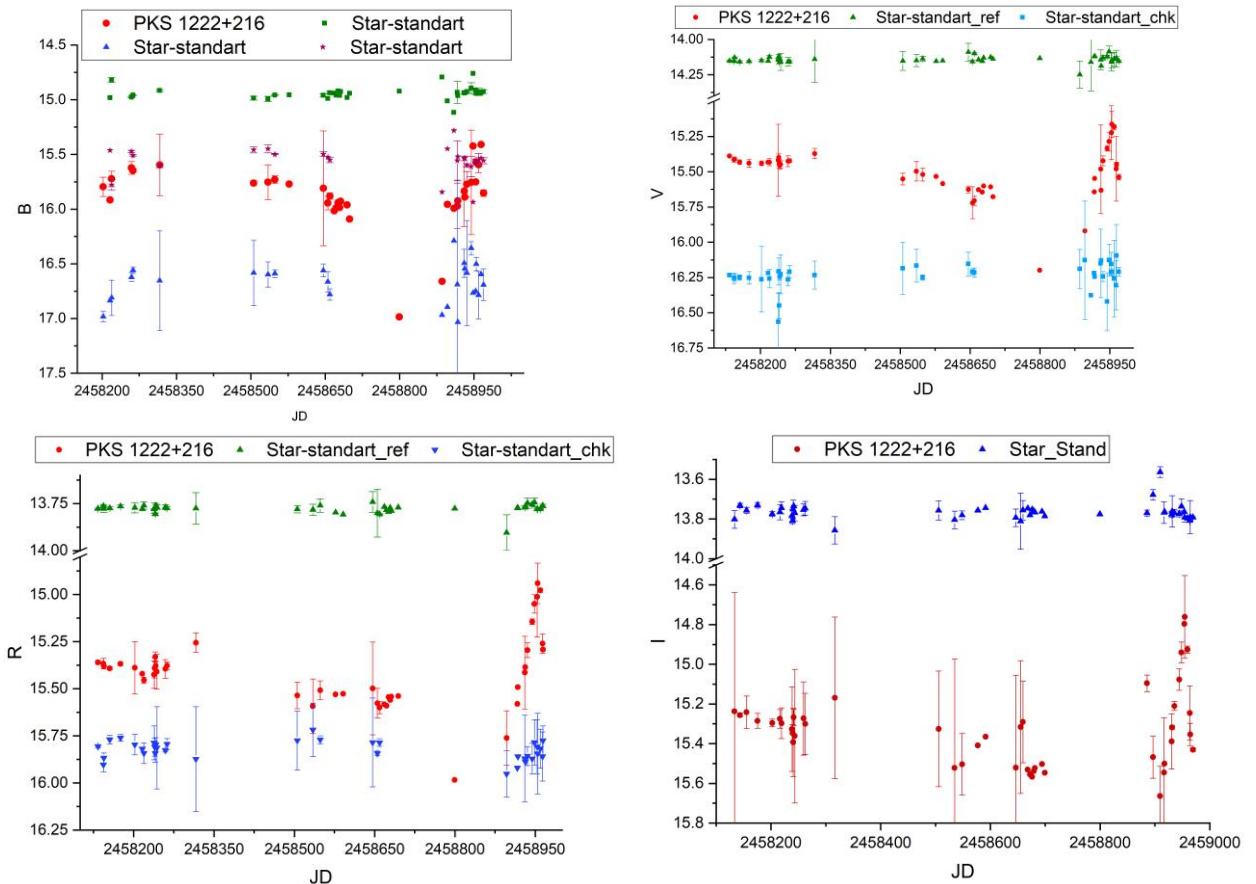


Рис. 2. Криві зміни блиску для АЯГ PKS 1222+216 у фільтрах BVRI системи Джонсона-Бесселя протягом 2018-2020 рр.

Максимальні ж коливання блиску перевищували 0.5^m (спалах 2020 року, фільтри BVRI). Підсумовуючи вищесказане можна стверджувати, що з низькою часовою роздільною здатністю (понад тиждень), у межах періоду спостережень, для АЯГ PKS 1222+216 вдалося зафіксувати кореляцію змін блиску в оптичному (рис. 2) та ГеВ (рис. 1) спектральних діапазонах. Отримані результати по змінності в оптиці незалежно підтверджено за допомогою математичних тестів (F-тест та χ^2 -тест) та фотометрування зір-стандартів.

Список використаних джерел:

1. Gupta, Alok C. et al. Characterizing optical variability of OJ 287 in 2016 – 2017. eprint arXiv : 1803.03964. 03/2018.
2. Пономаренко В., Сімон А., Василенко В., Ізвєкова І., Баранський О. Результати фотометричного оптичного моніторингу чотирьох активних ядер галактик у 2018-2019 роках. Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Астрономія. 2019. №. 59. с. 48-55. // http://www.astrobuletin.univ.kiev.ua/ua/59_ponomarenko/#more-976
3. Продукти даних LAT. - [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://fermi.gsfc.nasa.gov/ssc/data/access/lat/>

OPTICAL MONITORING RESULTS OF BLAZAR PKS 1222+216

Kateryna Kulish - 3rd year bachelor's SVO student at the Kyiv National University Taras Shevchenko

Vasyl Ponomarenko - PhD, Senior Research Fellow

Andrii Simon - engineer of the first category

Volodymyr Vasylenko - Ph.D. Student

Inna Izvekova - Ph.D. Student

We present the results of photometric observations and research of blazar PKS1222+216 with high temporal resolution (30–60 s) in the B, V, R and I filters of Johnson/Bessel system. The observations were performed with the AZT-8 ($D = 0,7$ m; $F = 2.8$ m; CCD PL4710-1-BB-E2V) telescope of the observation station Lisnyky of Astronomical Observatory of Taras Shevchenko National University of Kyiv during 2018-2020. The fluxes of energy from the research object have been turned into visible stellar magnitudes using the standard stars. The substrate, dark current, flat-field were taken into account during processing. Light curves for PKS 1222+216 were plotted and they were examined for the apparent magnitude variations over the observation period. Intraday variability was investigated too. The variability of colour indexes with time was plotted. The correlations between changes of brightness in optical and gamma ranges were detected in addition.

Keywords: active galaxy nuclei (AGN), blazar, photometry, optical observations, changes of brightness.

ЗАСТОСУВАННЯ ДИСКРЕТНОГО ВЕЙВЛЕТ ПЕРЕТВОРЕННЯ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ХІМІЧНОГО СКЛАДУ ОКРЕМИХ НЕБЕСНИХ ТІЛ

Валерій Граняк – канд. техн. наук, доцент

Василь Пономаренко – канд. фіз.-матем. наук, ст. наук. співробітник

Запропоновано новий метод обробки спектрів окремих небесних тіл. Теоретично обґрунтовано, що здійснення їх обробки за допомогою дискретного вейвлет перетворення. Показано, що застосування такої обробки у перспективі дозволить підвищити якість обробки спектрів і наочність аналізованого сигналу, а також (у перспективі) автоматизувати процес виявлення типових молекул шляхом прив'язування їх наявності до конкретних коефіцієнтів дискретного вейвлет перетворення.

Ключові слова: дискретне вейвлет перетворення, хімічний склад, спектральний аналіз.

Одна з головних ідей вейвлетного представлення сигналів на різних рівнях декомпозиції (розкладання) полягає в розділенні функцій наближення до сигналу на дві групи: що апроксимує – грубу, з достатньо повільною часовою динамікою змін, і що деталізує – з локальною і швидкою

динамікою змін на тлі плавної динаміки, з подальшим їх дробленням і деталізацією на інших рівнях декомпозиції сигналів. Це можливо як в часовій, так і в частотній областях представлення сигналів вейвлетами. У цьому випадку базисна вейвлет функція дозволяє сконцентрувати увагу на тих або інших локальних особливостях аналізованих процесів. Причому, за своєю суттю деталізація неперервного вейвлет перетворення (НВП) є ні чим іншим, як визначенням функції взаємкореляції між материнською вейвлет-функцією та досліджуванним сигналом, що впливає з математичної моделі такого перетворення [1]:

$$W(a, \tau) = \int_{-\infty}^{+\infty} f(t) \cdot \psi_{a, \tau}^*(t) dt, \quad (1)$$

де $W(a, \tau)$ – функція деталізації (результат вейвлет перетворення); a – параметр масштабу; τ – параметр зсуву; $f(t)$ – функція, що аналізується; $\psi_{a, \tau}^*(t)$ – комплексно спряжена вейвлет функція.

Враховуючи те, що обчислення при вейвлет перетворенні здійснюються шляхом зміни масштабу “вікна” аналізу, зсуву його в часі, множення на сигнал та інтегрування по всій осі часу [1], то фізичний зміст такого перетворення можна представити, як пошук ділянок аналізованої функції у часовій та частотній областях, що за своєю формою будуть корельованими з материнською вейвлет-функцією.

Аналогічний фізичний зміст зберігається і при дискретному вейвлет перетворенні (ДВП), при здійсненні якого коефіцієнти деталізації можуть бути розраховані наступним чином [2]:

$$d_k^j = \sum_{n \in Z} g_{n-2k} \cdot c_n^{j+1}, \quad (2)$$

де d_k^j – k -й коефіцієнт деталізації j -ї частотної смуги; g – коефіцієнт материнської вейвлет функції; c^{j+1} – апроксимуючий коефіцієнт попередньої частотної смуги, розраховуються наступним чином:

$$c_k^j = \sum_{n \in Z} h_{n-2k} \cdot c_n^{j+1}, \quad (3)$$

де h – коефіцієнт масштабуючої функції;

Для старшої частотної смуги у якості апроксимуючих коефіцієнтів використовується часова реалізація досліджуваного сигналу.

Враховуючи кореляційний принцип, закладений у логіку вейвлет перетворення, неважко дійти висновку, що значення коефіцієнтів окремо узятій частотній смуги будуть, у першу чергу, визначатися співпадінням форми аналізованої функції на досліджуваному масштабі (обраній частотній смузі) з формою базисної вейвлет функції. Варто зазначити, що, вейвлет перетворення у межах одного масштабу досліджує сигнал усієї часової реалізації з заданим кроком дискретизації τ [2].

Аналіз типового емісійного спектру показує, що останній, зазвичай, містить певну кількість локальних збурень, положення, ширина та форма яких, в першу чергу, визначаються хімічним складом досліджуваного об’єкта. Типовий емісійний спектр на прикладі смуги C2 (0-0) в ешелі-спектрі комети C/2009 K5 наведено на рис. 1.

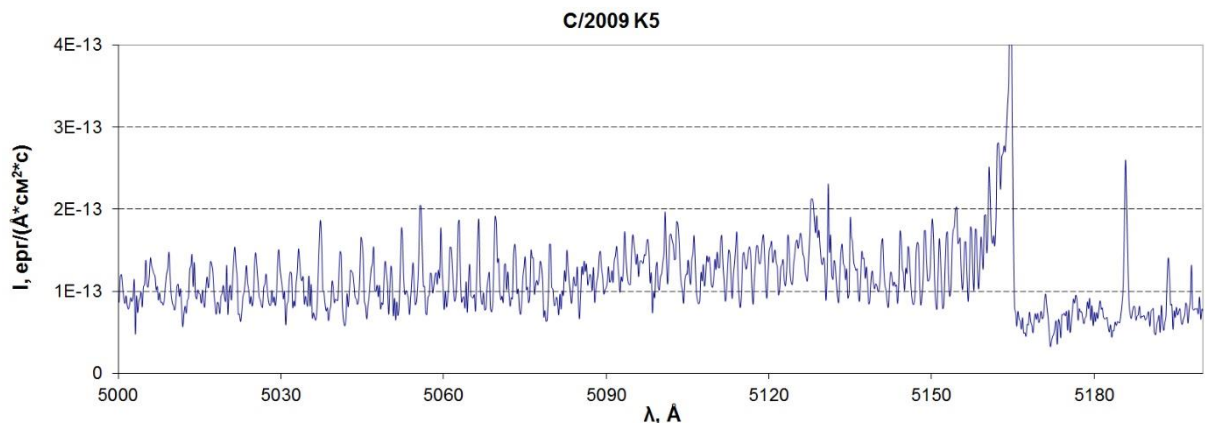


Рис. 1. Структура смуги C2 (0-0) в ешелі-спектрі комети C/2009 K5 (McNaught)
($\lambda / \Delta\lambda$)=14000 на 29 березня 2010 р.

Виходячи з вищесказаного, можна зробити висновок, що використання ДВП при правильному виборі материнського вейвлету дозволить підвищити якість обробки спектрів і наочність аналізованого сигналу, а також (у перспективі) автоматизувати процес виявлення типових дочірніх молекул шляхом прив'язування їх наявності до конкретних коефіцієнтів ДВП.

Список використаних джерел:

1. Broughton S. A., Bryan K. «Discrete fourier analysis and wavelets: applications to signal and image processing» New Jersey: John Wiley & Sons, Inc., 2008. – 355 p.
2. Polikar R. «The Wavelet tutorial». Roma: Rowan University, College of Engineering Web Servers, 2001. – 79 p.

USING A DISCRETE WAVELET TRANSFORM TO DETERMINE THE CHEMICAL
COMPOSITION OF CELESTIAL ASTRONOMIC BODIES

Valerii Hraniak – PhD, Associate Professor

Vasyl Ponomarenko – PhD, Senior Research Fellow

A new method of processing the spectra of individual celestial bodies is proposed. It is theoretically substantiated that the implementation of their processing using a discrete wavelet transform. It is shown that the application of such processing in the future will improve the quality of spectrum processing and clarity of the analyzed signal, as well as (in the future) to automate the process of detecting typical molecules by linking their presence to specific discrete wavelet transform coefficients.

Keywords: discrete wavelet transformation, chemical composition, spectral analysis.

ЕЛЕКТРОМАГНІТНА ТЕОРІЯ БЕТА-РОЗПАДУ

Леонтій Скібінський, д-р. фіз.-мат. наук

Стаття довела, що в природі немає суцільних бета-спектрів через іонізуючі властивості бета-частинок. Присутність їх у суцільних спектрах електронів з максимальною енергією вказує на те, що їх випромінювання відбувається без участі нейтрино, та що вони мають лінійчаті спектри. Вони генерують у нуклідах суцільні гальмівні X-спектри, які формують у них суцільні спектри фотоелектронів. Ігнорування цих процесів у бета-розпаді привело до порушення закону збереження енергії і до гіпотези про нейтрино, яка затримала розвиток ядерної фізики на століття. Нова теорія бета-розпаду вирішить проблему аномальних магнітних моментів нуклонів і ядер. Заміна нейтрино в каналах ядерних реакцій кінетичною енергією бета-частинок вирішить і проблему керованого термоядерного протон-протонного синтезу дейтерію. Вона дасть людству невичерпне джерело енергії та змінить Стандартну Модель Всесвіту.

Ключові слова: бета-розпад; K-захоплення електронів ядрами

У 1895 р. В. Рентген [1] відкрив суцільний гальмівний X-спектр випромінювання, що виникає при гальмуванні прискорених електронів антикатодом рентгенівської трубки. Воно іонізує атоми антикатада і створює суцільний спектр фотоелектронів. Їх кількість значно перевищує кількість електронів, що падають на антикатод. Точно такі самі властивості мають і бета-частинки нуклідів. Вони мають дискретний спектр випромінювання, але їх гальмування структурою атомів генерує суцільний гальмівний X-спектр, який формує суцільний спектр фотоелектронів. Винятком у ньому є бета-частинки з максимальною енергією спектра. Вони не іонізують атомів і їх енергією мають визначатися рівні лінійчатих спектрів бета-розпаду.

З цього випливає, що в 1914 р. Дж. Чедвік [2] відкрив суцільний спектр фотоелектронів, але вважав його суцільним бета-спектром, який не мав іонізуючих властивостей і не створював суцільного гальмівного X-спектру, який не мав суцільного спектру фотоелектронів. Це суперечило відкриттям іонізуючих властивостей бета-частинок В. Рентгена, А. Беккереля, Дж. Томсона, М. Складовської та П. Кюрі.

У 1932 р. стаття Дж. Чедвіка привела В. Паулі до гіпотези про нейтрино, а в 1933 році Е. Фермі до створення теорії бета і антибета-розпаду за участю антинейтрино і нейтрино, відкриття слабкої взаємодії та її носіїв.

Недоліки цієї гіпотези проявилися в порушенні закону збереження спіну в процесі анігіляції електрон-позитронної пари. Його спіновий баланс довів, що їх спіни дорівнюють 1 і не усувають “азотної катастрофи”. Її краще запобігає бета-частинка зі спіном 0. До такого спіну призводить співвідношення мас електрона і протона. Існування бета і антибета-частинок з такими спінами не забороняє їм входити до складу нуклонів і бути носіями їх електричних зарядів та магнітних моментів.

У зв'язку з цим потрібно відзначити, що співвідношення невизначеності Гейзенберга ще на початку їх введення в квантову механіку потребували уточнення, оскільки він вважав нуклони елементарними частинками і виключав існування у них бета і антибета-частинок. Тому В. Гейзенберг і Д. Іваненко [3] запропонували на початку 30 років минулого століття гіпотезу про протонно-нейтронну структуру ядер, хоча проблема про ядерні електрони була вирішена ще в кінці 19 століття Беккерелем, Дж. Томсоном, М. Складовською та П. Кюрі. Остаточню її вирішив Л. Альварес [4] у 1937 році. Він відкрив явище К-захоплення електронів ядрами і довів, що протонно-нейтронна структура ядер помилкова.

До недоліків сучасної квантової теорії атома потрібно додати і класичну модель електрона, планетарну модель атома і співвідношення невизначеності Гейзенберга. Їх спростували в 1922 році А. Штерн і В. Герлах [5] відкриттям власного аномального магнітного моменту електрона, що дорівнює величині орбітального магнітного моменту водневого атома. Він призвів до кільцевої моделі електрона і електростатичної сатурніанської моделі атома, що не має орбітального магнітного моменту. У такій моделі атома виконуються перший і другий постулати Бора в класичній теорії атому водню.

З цього аналізу випливає, що класична модель електрона привела до помилкових моделей і теорій ядра, атома і до некоректних співвідношень невизначеності Гейзенберга.

Такий стан у фізиці можуть виправити тільки коректні моделі електрона і позитрона. Вони повинні являти собою кільцеві електричні струми, які мають квантовані спini і магнітні моменти. Їх математичні моделі будуть розроблені і застосовані до складної структури нуклонів у наступних параграфах.

Отже, бета і антибета-частинки можуть бути отримані фоторозщепленням нуклонів в ядрах. Це явище спостерігали, але пояснювали його народженням бета і антибета-частинок з γ -фотонів з енергією $> 1 \text{ MeV}$ за межами важких ядер. Однак цей процес суперечить процесу анігіляції електрон-позитронної пари. З неї не може утворитися γ -фотон, що дорівнює сумі їх енергій. З неї може утворитися тільки два антиполяризованих γ -фотони. Про це свідчить їх рух у взаємно протилежних напрямках після анігіляції.

Такий електрон може перебувати в ядрі, але не мати кінетичної енергії. Коректна модель електрона повертає в фізику гіпотезу Ван Ден Брука [6] про протонно-електронну структуру ядер.

У 1920 році на її основі Е. Резерфорд передбачив існування нейтрона, його складну структуру і можливість його бета-розпаду.

У 1932 році Дж. Чедвік відкрив нейтрон.

В цьому ж році В. Гейзенберг та Д. Іваненко запропонували протонно-нейтронну модель ядра.

Однак її помилковість була доведена складною структурою нейтрона. У 1950 р. А. Снелл [7] і Дж. Робсон [8] довели, що він розпадається на протон і електрон.

Однак в 1933 році А. Штерн і Р. Фріш [9] визначили магнітні моменти протона і дейтрона. Результати вимірювання магнітних моментів виявилися аномальними для цієї гіпотези. В цьому ж році виникла проблема визначення магнітного моменту нейтрона.

У 1940 році Л. Альварес і Ф. Блох [10] виміряли магнітний момент нейтрона.

Результати цих вимірювань вказували на те, що нуклони мають в своєму складі кільцеві електричні струми, які визначають їх магнітні моменти. Тому можна припустити, що ними є бета і антибета-частинки.

Метою досліджень цієї статті є розробка: теорії кільцевих моделей електрона і позитрона; теорії визначення квантово-механічних характеристик ядерних бета і антибета-частинок; моделей складної структури нуклонів і ядер; застосування теоретичних досліджень до визначення магнітних моментів нуклонів і до можливості вирішення проблеми аномальних магнітних моментів ядер та застосування теорії до керованого синтезу легких ядер.

Теорія кільцевого електрона. Перша публікація гіпотези про кільцевий електрон з'явилася в пресі в 2002 році [11]. Вона впливала з анігіляції електрон-позитронної пари. Згідно з її

спіновим балансом, електрон повинен мати спін, що дорівнює 1, а його магнітний момент у вільному стані має дорівнювати магнетону Бора. Тоді енергії і масі спокою електрона повинна відповідати енергія-маса його внутрішнього спінового руху електромагнітної польової матерії, що визначається із закону еквівалентності енергії-маси

$$W_e = \hbar \omega_e = m_e c^2, \quad (1)$$

де $\hbar_e$ – спін електрона в його вільному стані; ω_e – кутова швидкість обертання електромагнітної польової матерії електрона; m_e – маса його власного внутрішнього руху з лінійною швидкістю, яка дорівнює швидкості руху електричного струму у вакуумі.

Співвідношення для визначення спіну електрона у вільному його стані можна отримати, якщо ліву і праву частину рівняння (1) розділити на кутову швидкість $\omega_e = c/r_e$ рад/с

$$\hbar_e = m_e c r_e = 1.0558 \cdot 10^{-34} \text{ Дж}\cdot\text{с}, \quad (2)$$

$$r_e = \hbar_e / m_e c = 3.866 \cdot 10^{-13} \text{ м}, \quad (3)$$

де r_e – радіус кільцевого електрона у вільному стані.

З (1) можна визначити і власні значення кутових швидкостей і частот кільцевих електрона і позитрона:

$$\omega_e = m_e c^2 / \hbar_e = 7.7634 \cdot 10^{20} \text{ рад/с}, \quad (4)$$

$$\nu_e = 1/T_e = \omega_e / 2\pi = 1.2356 \cdot 10^{20} \text{ Гц}. \quad (5)$$

Тоді кільцеві електричні струми і магнітні моменти електрона і позитрона в їх основному стані повинні відрізнятися тільки знаками. Для електрона вони будуть:

$$I_e = e/T_e = -e\omega_e/2\pi = -e\nu_e = -19.774 \text{ А}, \quad (6)$$

$$\mu_e = -I_e s_e = -e\nu_e \pi r_e^2 = -9.285 \cdot 10^{-24} \text{ Дж/Т}, \quad (7)$$

де $s_e = \pi r_e^2 = 46.954 \cdot 10^{-26} \text{ м}^2$ – площа контура кільцевого електричного струму електрона у вільному його стані.

Ця величина магнітного моменту кільцевого електрона точно відповідає його вимірній величині. У зв'язаному стані електрон і позитрон повинні змінювати свої спіни і магнітні моменти. Тому магнітний момент водневого атома дорівнює магнетону Бора і він трохи менше магнітного моменту електрона у вільному його стані. Це явище сьогодні є аномальним і для його пояснення створена квантова електродинаміка.

Кільцева модель електрона добре пояснює відсутність енергетичних рівнів в водневому атомі нижче основного. Цей електрон не може брати участь у сильній взаємодії і входити до складу атомних ядер. Однак електрони К-оболонки, які найбільш сильно пов'язані з ядром, мають спіни і магнітні моменти в сотні разів менше, ніж у вільному їхньому стані. Тому вони можуть поглинатися ядрами, які мають дефіцит нейтронів, утворювати в них нейтрони, які беруть участь у сильній взаємодії. Цим явищем добре пояснюється стабільність нейтронів в ядрах і існування двох їх видів. З синглетним або триплетним станом в ньому бета і антибета-частинок. Стабільні нейтрони з триплетним станом лептонів утворюються в нейтрон-дефіцитних ядрах при К-захопленні.

З цього аналізу випливає, що в схему бета-розпаду



повинна входити W_{ke} – кінетична енергія бета-частинки. Вона перетворюється в нуклідах в гальмівне Х-випромінювання, яке іонізує і збуджує радіонукліди, Вони при переході в основний стан випромінюють кванти світла.

Дочірніми ядрами в цьому каналі бета-розпаду є протони, які утворюються в ядрах ${}^A_{Z+1} Y$ після розпаду материнських нестабільних нейтронів в ядрах ${}^A_Z X$. Якщо їх врахувати в енергетичному балансі (8), то ми прийдемо до точного виконання закону збереження енергії в цьому каналі бета-розпаду. Явище збудження протонів ще не вивчене через відсутність уявлень про їх складну структуру. У ньому немає і кінетичної енергії бета-частинки, яка витрачається на іонізацію атомів нукліду і утворення всіх видів електромагнітного випромінювання.

Аналітична і експериментальна частина. Бета-розпад нейтрона можна пояснити існуванням в ньому сили відштовхування, що діє між двома концентричними струмами бета і антибета-частинок. Вони течуть назустріч один одному і їхні спіни та магнітні моменти антипаралельні. Така система перебуває в нестійкому стані рівноваги і повинна розпадатися. Будь-яке відхилення від стану рівноваги призводить до зростання сили виштовхування бета-частинки з нейтрона. Під дією цієї сили бета-частинки набуває кінетичну енергію 0,782 MeV.

Якщо бета-частинка рухається в нукліді, то її кінетична енергія витрачається на генерацію гальмівного Х-випромінювання, яке іонізує його, створює суцільний спектр електронів, який нагріває і збуджує його. Якщо взяти до уваги, що повна енергія розпаду нейтрона дорівнює 1,29 MeV, то розпад нейтрона повинен відбуватися за схемою

$$n \rightarrow p + \beta^- + W_{\beta}, \quad (9)$$

де бета-частинки з енергією спокою 0,511 MeV; $W_{\beta} = 0.782 \text{ MeV}$ - максимальна кінетична енергія бета-частинки, що не мала радіаційних втрат. Тоді енергетичний баланс бета-розпаду нейтрона повинен визначатися за схемою

$$m_n c^2 = m_p c^2 + m_{\beta} c^2 + W_{\beta} = 939.5731 \text{ MeV}, \quad (10)$$

де $m_n c^2 \text{ MeV}$ – енергія спокою нейтрона; $v = 2.752 \cdot 10^8 \text{ м/с}$ – максимальна швидкість руху бета-частинки при виході з нейтрона. Їй відповідає максимальна енергія бета-частинки в спектрі.

Моделі складної структури нуклонів і ядер. У цьому параграфі буде показано, що нуклони мають складну внутрішню структуру. Протон складається з нейтрального центрального ядра і кільцевої бета-частинки. Нейтрон складається з протона і кільцевої бета-частинки. Бета-частинки і антибета-частинки в нейтроні мають квантовані спіни і магнітні моменти. Ці моделі вирішують проблему аномальних магнітних моментів нуклонів і ядер. Розпади нуклонів в радіоактивних нуклідах мають дискретні спектри бета і антибета-частинок. Вони мають іонізуючі властивості і створюють суцільні спектри гальмівного електромагнітного випромінювання і фотоелектронів. Жорстка частина рентгенівського спектра проникає крізь стінки калориметра і забирає без урахування деяку частину енергії бета-розпаду ядер.

Якщо врахувати всі енергетичні процеси при бета і антибета-розпаді ядер, то порушень законів збереження енергії в них ми не виявимо. Отже, причин для пропозиції нейтринної гіпотези та відкриття слабкої взаємодії не було.

Згідно з обговорюваною гіпотезою, моделі нуклонів повинні створювати лінійно-асоціативні моделі ядер, що показані на рис. 1.

Квантово-механічні характеристики бета і антибета-частинок. Згідно з кільцевою моделлю бета і антибета-частинок і квантування їх спінів і магнітних моментів, ядерні бета і антибета-частинки в складі нейтрона мають квантові властивості:

$$\hbar_{\beta+} = m_{\beta+} c r_{\beta+} = 0.0016 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с} \quad (11)$$

– спін антибета-частинки, де $m_{\beta+}$ – маса спокою антибета-частинки;

$$r_{\beta+} = \hbar_{\beta+} / m_{\beta+} c = 0.587 \cdot 10^{-15} \text{ м} \quad (12)$$

– комптонівська довжина хвилі антибета-частинки або її радіус;

$$\nu_{\beta+} = c / 2\pi r_{\beta+} = 0.8129 \cdot 10^{23} \text{ Гц} \quad (13)$$

– власна частота антибета-частинки;

$$I_{\beta+} = e^+ \nu_{\beta+} = 1.3024 \cdot 10^4 \text{ А} \quad (14)$$

– кільцевий електричний струм антибета-частинки;

$$s_{\beta+} = \pi r_{\beta+}^2 = 1.082 \cdot 10^{-30} \text{ м}^2 \quad (15)$$

– площа контуру кільцевого струму антибета-частинки;

$$\mu_{\beta+} = I_{\beta+} s_{\beta+} = 1.41 \cdot 10^{-26} \text{ Дж/Т} \quad (16)$$

– магнітний момент кільцевого струму антибета-частинки;

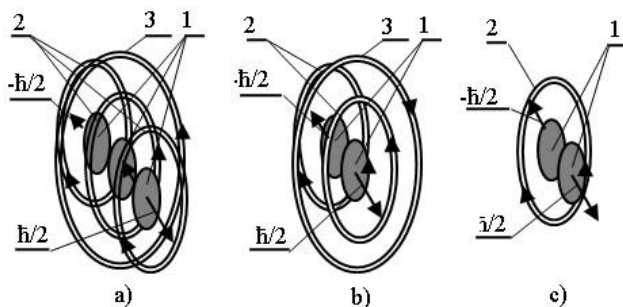


Рис.1. Моделі нуклонів та моделі атомних ядер:

а) ядро ізоотопу гелію; б) ядро важкого дейтрона; в) ядро легкого дейтрона; 1. легкий нейтрон; 2. β^- -частинки; 3. β^+ -частинки; $\frac{1}{2}n \rightarrow \frac{1}{0}n + \beta^+ + \beta^-$ – склад важкого нейтрона

Характеристики бета-частинки в нейтроні:

$$\hbar_{\beta^-} = m_{\beta^-} c r_{\beta^-} = 0.0027 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с} \quad (17)$$

– спін бета-частинки;

$$r_{\beta^-} = \hbar_{\beta^-} / m_{\beta^-} c = 0.989 \cdot 10^{-15} \text{ м} \quad (18)$$

– комптонівська довжина хвилі або радіус бета-частинки;

$$\nu_{\beta^-} = c / 2\pi r_{\beta^-} = 0.482 \cdot 10^{23} \text{ Гц} \quad (19)$$

– власна частота бета-частинки;

$$I_{\beta^-} = -e^- \nu_{\beta^-} = -0.773 \cdot 10^4 \text{ А} \quad (20)$$

– електричний кільцевий струм бета-частинки;

$$s_{\beta^-} = \pi r_{\beta^-}^2 = 3.073 \cdot 10^{-30} \text{ м}^2 \quad (21)$$

– площа контуру кільцевого струму бета-частинки;

$$\mu_{\beta^-} = -I_{\beta^-} s_{\beta^-} = -2,375 \cdot 10^{-26} \text{ Дж/Т} \quad (22)$$

– магнітний момент кільцевого струму бета-частинки.

Ці квантові властивості ядерних лептонів ми можемо виміряти тільки, вимірюючи заряди і магнітні моменти нуклонів. При виході з нуклонів бета і антибета-частинки переходять у вільний стан і змінюють свої спіни і магнітні моменти. Цей процес повинен відбуватися з випромінюванням квантів світла.

Зі складної структури нуклонів випливає, що позитивні результати серії нейтронних експериментів 1953 - 56 років Коуена, Рейнеса, Гаррісона та інших [12] ми не повинні розглядати, як підтвердження нейтринної гіпотези і теорії бета-розпаду Е. Фермі та відкриття слабкої взаємодії і її носіїв. Його потрібно пояснювати існуванням процесу фоторозщеплення протонів γ -фотонами природного радіаційного фону.

Висновки. Моделювання лептонів і складної структури нуклонів вирішить проблему їх магнітних моментів без гіпотези про їх кваркову структуру, яка не підтверджена дослідом. Воно дасть можливість керування процесами бета-розпаду радіоактивних нуклідів і їх дезактивації з отриманням тепла.

Ця теорія ставить під сумнів інтерпретації всіх результатів дослідів фізики високих енергій Центру Європейських Ядерних Досліджень по відкриттю носіїв слабкої взаємодії.

Ця теорія відкриває широкий спектр досліджень у фізиці низьких енергій.

Процес іонізації радіоактивних нуклідів бета-частинками не дозволяє точно визначити їх півперіоди розпаду.

З цієї теорії випливає можливість утворення куперівських пар електронів, що дозволить вести пошук нових матеріалів, що мають низькотемпературну електропровідність.

Теоретичні дослідження у цьому напрямі можуть привести до відмови від фізичних законів безглуздя.

Список використаних джерел:

1. W. C. Röntgen. Sitzungsbericht Med. Phys. Ges., Würzburg, 1895. S. 137; 1896; S. 11.
2. J. Chadwick. Verhandlungen der Deutschen Physikalischen Gesellschaft (in German). 16: 383–391 (1914).
3. D. Ivanenko, Nature. 129. 798. (1932).
4. L. W. Alvarez, Phys. Rev. 52, (2). 134. (1937).
5. Б. М. Яворский, А. А. Детлаф. Курс Физики т. 3. (Высшая школа, М. 1972, 388).
6. A. Van den Brook, Phil. Mag., 27. 455. (1914).
7. A. H. Snell, F. Pleasanton, R. V. McCord, Phys. Rev. 78. 310. (1950).
8. J. M. Robson, Phys. Rev. 78. 311. (1950).
9. O. Stern, R. Frisch. Z. Phys. 85. 4. (1933).
10. L. W. Alvarez, F. Bloch, Phys. Rev. 57. 111. (1940).
11. L. Skibinskyi. The Proceeding of the SPIE is the International Society for Optical Engineering/ Ukraine. 2. 91 (2002).
12. C. L Cowan, F. Raines, F. B. Harrison et al, Science. 124. 103 (1956).

ELECTROMAGNETIC THEORY OF BETA DECAY

Leontii Skibinskyi, PhD UAIT

The report proved that there are no continuous beta spectra in nature due to the ionizing properties of beta particles. The presence of them in the continuous spectra of electrons with maximum energy indicates that their radiation occurs without the participation of neutrinos and that they have discrete spectra. They create continuous bremsstrahlung X-spectra in them which form continuous spectra of photoelectrons in them. Ignoring these processes in beta decay led to a violation of the law of conservation energy and to the neutrino hypothesis which delayed the development of nuclear physics for the century. The new theory of beta decay solved the problem of anomalous magnetic moments of nucleons and nuclei. Replacing neutrino in the channels of nuclear reactions by kinetic energy of beta particles will solve the problem of controlled thermonuclear proton-proton fusion of deuterium. It will give humanity an inexhaustible source of energy and will correct the Standard Model Universe.

Keywords: beta decay; K-capture of electrons.

СУЧАСНИЙ СТАН ДОСЛІДЖЕННЯ НЕЙТРОННИХ ЗІР

Альона Омельченко – студентка 1 курсу СВО магістра НПУ ім. М. П. Драгоманова

У даній роботі було розглянуті сучасні дослідження нейтронних зір за допомогою телескопу NASA Fermi, інструменту NICER та завдяки гравітаційно-хвильових обсерваторій. Також були описані нейтронні зорі за останні роки.

Ключові слова: нейтронні зорі, магнетари, гамма-сплеск, рентгенівські промені, Килонова, NICER, гамма-телескоп NASA Fermi.

Нейтронні зорі – одні з найзагадковіших та найцікавіших об'єктів у Всесвіті, так як дуже цікаве їх вивчення та дослідження, бо існування і властивості цих зір були передбачені задовго до відкриття. Існування надщільних зір припустив Ландау ще у 1932 році. А назвали їх нейтронними зорями у 1934 році астрономи Вальтер Бааде й Фріц Цвіккі, та вони й пов'язали з вибухами наднових. А саме найперше загально визнане спостереження нейтронної зорі відбулося 1968 році.

Нейтронні зорі спостерігаються у всіх діапазонах електромагнітного спектра. На 2010 рік їх близько 1900. Більшість з них як і 40 років тому, спостерігаються як радіопульсари. Півтори сотні нейтронних зірок входять до складу подвійних систем і проявляють себе рентгенівський випромінюванням, а також спалахами [1].

Коли масивна зоря гине в результаті вибуху надової, вибух - це лише початок кінця. Велика частина зоряної речовини розлітається в різні боки, але сталеве серце зір залишається позаду. Це ядро має масу рівну масі двох Сонць. Внутрішнього тиску достатньо, щоб стиснути Еверест до розмірів цукрового куба та перетворює субатомні протони й електрони в нейтрони.

Яким чином народжуються нейтронні зорі, астрономи багато знають. Однак що конкретно трапляється пізніше всередині цих надщільних ядер, залишається загадкою. Деякі дослідники припускають, що невимовний тиск ущільнює матеріал в більш екзотичні частинки або стану, що стискаються і деформуються незвичайним чином.

Зараз, після десятків років спекуляцій, дослідники наближаються до розгадки загадки, частково завдяки інструменту на Міжнародній космічній станції під назвою «Дослідник внутрішнього складу нейтронної зорі» (Neutron star Interior Composition Explorer).

У грудні 2019 році космічна обсерваторія NASA надала астрономам одні з найбільш точних з коли-небудь зроблених вимірів маси і радіусу нейтронної зорі, а також несподівані відомості про її магнітне поле. В найближчі кілька місяців команда NICER планує опублікувати показники про більшу кількість зірок. Інші відомості надходять з гравітаційно-хвильових обсерваторій, які можуть стежити, як нейтронні зірки спотворюються, коли вони стикаються один з одним. За допомогою цих комбінованих спостережень дослідники готові сконцентруватися на тому, що заповнює внутрішність нейтронної зорі.

На борту ракети SpaceX Falcon 9, запущений у 2017 році, телескоп NICER знаходиться за межами космічної станції і збирає рентгенівські промені, які виходять від пульсарів - обертових нейтронних зірок, які випромінюють заряджені частинки та енергію. Рентгенівські промені виходять з гарячих точок на поверхні пульсара з температурою в мільйон градусів, де потужне магнітне поле відриває заряджені частинки від зовнішньої поверхні і відкидає їх назад на протилежний магнітний полюс.

Завдяки NICER дослідники можуть точно відслідковувати гарячі точки, коли нейтронна зірка обертається зі швидкістю до 1000 разів в секунду. Адже він виявляє рентгенівські промені за допомогою 56 телескопів та з точністю до 100 наносекунд зазначає час їх прибуття. Але нейтронні зорі дуже спотворюють простір, що навіть NICER виявляє світло від гарячих точок, звернених від Землі [2].

15 квітня 2020 року короткий спалах високоенергетичного світла пронеслася по Сонячній системі, запустивши засоби на декількох космічних кораблях NASA і європейських країн. Тепер кілька міжнародних наукових груп прийшли до висновку, що вибух стався від сверхмагнітного зоряного залишку, відомого як магнетар, який розташований в сусідній галактиці.

Магнетари - це нейтронні зорі з найпотужнішими з відомих магнітних полів, які в тисячу разів перевищують інтенсивність типових нейтронних зірок. Більшість з них внесені в каталог нашої галактики, але тільки дві з них викликали гігантські спалахи.

Незадовго до 4:42 ранку за східним пояси́м часом 15 квітня 2020 року короткий потужний спалах рентгенівських і гамма-променів пройшла повз Марс, викликавши спрацювання російського детектора нейтронів високих енергій на борту космічного корабля NASA Mars Odyssey, який з тих пір знаходиться на орбіті Червоної планети. Майже через 7 хвилин вибух викликав спрацювання російського приладу Konus на борту супутника NASA Wind, який обертається навколо точки між Землею і Сонцем, розташованої на відстані близько 930 000 миль (1,5 мільйона кілометрів). Ще через 4,5 секунди випромінювання пройшло через Землю, викликавши спрацювання приладів на космічному гамма-телескопі NASA Fermi, а також на супутнику INTEGRAL Європейського космічного агентства. Імпульс випромінювання тривав всього 140 мілісекунд - зі швидкістю моргання ока або клацання пальця.

Гігантські спалахи від магнетарів в Чумацькому Шляху і його супутниках розвиваються певним чином, з швидким зростанням до максимальної яскравості, за яким слід поступовий хвіст флюктууючими випромінювання. Ці зміни відбуваються через обертання магнетара, яке постійно переміщує точку спалаху на Землю і не бачить її, як маяк. Спостереження за цим коливним хвостом - переконливе свідчення гігантського спалаху.

Гігантські спалахи погано досліджені, але астрономи вважають, що вони виникають в результаті раптової перебудови магнітного поля. Одна можливість полягає в тому, що поле високо над поверхнею магнетара може стати надто скрученим, раптово вивільняючи енергію, коли воно встановлюється в більш стабільну конфігурацію. В якості альтернативи, механічне пошкодження кори магнетара - зоретрусів - може викликати раптову реконфігурацію [3].

Вперше вчені NASA виявили світло, пов'язане з гравітаційно-хвильовою подією, завдяки двом нейтронним зіркам, які з'єднувалися в галактиці NGC 4993, розташованої приблизно в 130 мільйонах світлових років від Землі в сузір'ї Гідри.

Незабаром 17 серпня після 8:41 ранку за східним часом космічний гамма-телескоп NASA Fermi зафіксував імпульс високоенергетичного світла від потужного вибуху, про який астрономи по всьому світу негайно повідомили як про короткий гамма-сплеск. Вчені з Обсерваторії гравітаційних хвиль з лазерним інтерферометром (LIGO) виявили гравітаційні хвилі, які отримали назву GW170817, від пари розбиваються зорі, які пов'язані з гамма-сплеском, що спонукало астрономів шукати наслідки вибуху.

Пара нейтронних зірок оберталася навколо один одного сотні разів в секунду, створюючи гравітаційні хвилі з тією ж частотою. У міру того, як вони наближалися і оберталися швидше, зірки в кінцевому підсумку розпалися і злилися, створивши гамма-сплеск, так і спостерігається спалах, який називається «Килонова». Злиття нейтронних зірок здійснює широкий спектр світла, тому що об'єкти утворюють вир гарячих уламків при зіткненні.

Впродовж декількох годин після початкового виявлення Fermi LIGO і детектор Virgo в Європейській гравітаційній обсерваторії недалеко від Пізи (Італія) значно уточнили положення події на небі з додатковим аналізом даних по гравітаційних хвилях. Потім наземні обсерваторії швидко виявили нове оптичне та інфрачервоне джерело - Килонова - в NGC 4993.

Fermi здавалося, що це типовий короткий гамма-сплеск, але він стався на відстані менше однієї десятої від будь-якого іншого короткого сплеску з відомою відстанню, що робить його одним з найбільш слабких. Астрономи все ще намагаються з'ясувати, чому цей спалах такий дивний і як ця подія пов'язана з більш яскравими сплесками гамма-випромінювання, що спостерігаються на багато більших відстанях.

Астрономи вважають, що видиме інфрачервоне світло Килонова в основному виникає при нагріванні в результаті розпаду радіоактивних елементів, які утворилися з багатих нейтронами уламках. Нейтронні зорі які зруйнувались можуть бути основним джерелом у Всесвіті багатьох найважчих елементів, включаючи платину і золото [4].

Список використаних джерел:

1. А. Ю. Потехин, Физика нейтронных звезд, УФН, 2010, том 180, №12, 1279–1304. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: DOI: <https://doi.org/10.3367/UfNr.0180.201012c.1279>
2. Adam Mann. The golden age of neutron-star physics has arrived. *Nature*. 2020. №579. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: DOI: <https://doi.org/10.1038/d41586-020-00590-8>
3. Francis Reddy. NASA Missions Unmask Magnetar Eruptions in Nearby Galaxies. – 2021. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.nasa.gov/feature/goddard/2021/nasa-missions-unmask-magnetar-eruptions-in-nearby-galaxies>
4. NASA Missions Catch First Light from a Gravitational-Wave Event. – 2017. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.nasa.gov/press-release/nasa-missions-catch-first-light-from-a-gravitational-wave-event>

THE CURRENT STATE OF A NEUTRON STAR RESEARCH

Alona Omelchenko – 1nd year student of master's program NPDU

This article reviewed current studies of neutron stars using the NASA Fermi telescope, the NICER instrument, and thanks to gravitational wave observatories. Neutron stars have also been described.

Keywords: neutron stars, magnetars, gamma-ray burst, X-rays, Kilonova, NICER, NASA Fermi gamma-ray telescope.

МАГНІТНІ БУРІ ТА ЇХ ВПЛИВ НА ЗДОРОВ'Я ЛЮДИНИ

Марія Копитко - студентка 2 курсу СВО бакалавра ВДПУ ім. М. Коцюбинського
Вікторія Думенко - канд. техн. наук, доцент

Обґрунтовано фізичні механізми впливу магнітних бур на кровоносну, серцево-судинну та нервову систему людини: представлено результати експериментальних досліджень зміни тиску та серцебиття під час магнітних бур.

Ключові слова: сонячна активність, магнітні бурі, кровоносна, серцево-судинна та нервова система людини.

На сьогодні проблема дії електромагнітних полів при зміні сонячної активності на функціонування біологічних систем є предметом дискусії не дивлячись на велику кількість статей з даної тематики. Важливим є обґрунтування фізичних механізмів впливу коливань магнітного поля на функціонування організму людини.

Збурення магнітного поля Землі пов'язано з проявами сонячної активності.

В певний період часу внаслідок змін своєї активності Сонце викидає потоки часток, що призводить до збурення магнітосфери Землі, так званий сонячний вітер [1]. Він утворений двома типами випромінювання Сонця. Перше з них, *електромагнітне випромінювання* складається з електромагнітних хвиль рентгенівського, ультрафіолетового, видимого і інфрачервоного частотних діапазонів. Другою складовою сонячного вітру є *корпускулярне випромінювання*, яке утворено нейтральної плазмою (позитивними іонами гелію і водню і електронами) і сонячними космічними променями (частинками високих енергій, які вивільняються під час сонячних спалахів).

В періоди помірної сонячної активності магнітосфера Землі ефективно захищає планету від сонячного вітру. При спалахах на Сонці магнітосфера «стискається», що призводить до виникнення магнітних бур.

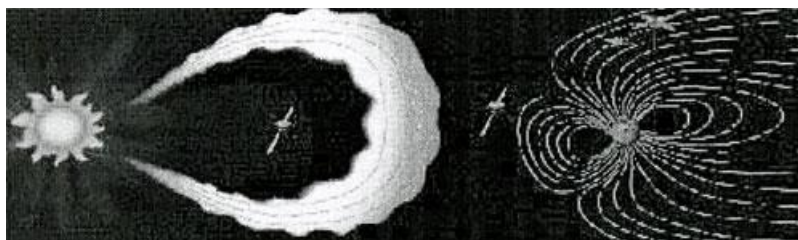


Рис. 1. Магнітне хмара і магнітосфера Землі

Геомагнітна буря – це швидкі й сильні зміни в магнітному полі Землі.

Зазвичай, найбільш інтенсивна частина бурі триває від 2 до 12 годин, протягом яких напруженість магнітного поля земної поверхні змінюється в межах декількох сотень нТл, а магнітне схилення - приблизно в межах градуса. Збурення напруженості в десятки нТл можуть існувати протягом доби. В середньому спостерігається 7-8 бур в рік. Однак виникнення магнітних бур повторюється з 11-річним циклом сонячної активності і під час мінімуму активності падає. У геомагнітних бур часто виявляється 27-добова повторюваність. При наявності такого зовнішнього коливального процесу, відбувається значний вплив і на біосистему людини, що може призвести внутрішній цикл в приблизно «резонансне» відношення до зовнішніх факторів. В результаті біосистеми налаштовуються на динаміку зовнішніх умов, а також - відбувається, взаємна синхронізація внутрішніх циклів під впливом випадкових чинників і, як наслідок, «розпад» внутрішньої організації і деградації біосистеми [3–5].

Фізичні основи впливу магнітних бур на організм людини. Найбільш обґрунтованим є вплив коливань магнітного поля на кровоносну, серцево-судинну та нервову системи.

Відомо, що магнітне поле діє на рухомі електричні заряди, електричні струми, магніти. У біологічних системах, в тому числі в організмі людини, існує впорядкований рух електричних зарядів (електронів та іонів), який визначає усі основні процеси життєдіяльності клітин. Крім струмів і зарядів, в живому організмі є маленькі "магнітики"; це молекули різних речовин, насамперед молекули води. Відомо, що магніти взаємодіють. Саме тому магнітне поле викликає переорієнтацію маленьких "магнітиків" в організмі. Відхиляючись від звичайного напрямку, вони перестають нормально виконувати свої функції, від чого починає страждати весь організм в організмі людини виникають додатково до існуючих у ньому біострумів інші електричні струми, що ще більше порушує його нормальну життєдіяльність [10].

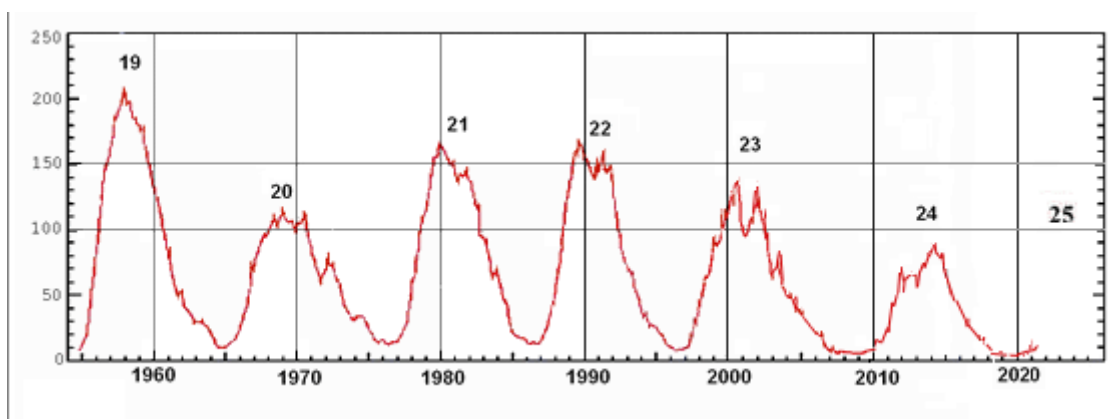


Рис. 2. Цикли сонячної активності

Вплив на кровоносну систему обґрунтовується тим, що кров – це електроліт, що рухається, тоді кровоносні судини можна розглядати як рухомі провідники зі струмом. Зміни магнітного поля будуть виявляти силову дію на судини стискаючи і розширюючи їх в такт змінам магнітного поля Землі.

Зниження кров'яного тиску може призводити до інфарктів та інсультів.

Багаточисленні дослідження доводять, що геомагнітна активність впливає на згортання крові, зростає швидкість осідання еритроцитів, що призводить до ризику утворення тромбів.

Чижевський пояснив загадку «монетних стовпчиків», яку до нього ніхто не міг пояснити. Він пояснив її тим, що еритроцити в крові, що відповідають за перенесення кисню в організмі,

розташовуються не хаотично, а нагадують стовпчики з монет, які всередині кровоносних судин утворюють кільця, завдяки яким у еритроцитів краща обтічність в плазмі крові.

При терті об плазму крові і з інших причин еритроцити набувають електричних зарядів. Ці заряди утворюють круговий струм, в результаті чого виникає магнітне поле. Це означає, що кожен еритроцит - це мікроскопічний магнітик. Еритроцитне кільце є пружним і стійким внаслідок того, що кожен еритроцит відштовхується від свого сусіда, бо вони обернені один до одного однойменними полюсами. Що стосується лейкоцитів, то вони хаотично перекочуються по периферії кровотоку, у стінок посудини. Так рухається кров у судинах здорової людини. Якщо ж людина порушення, еритроцитні кільця стають непружними. Такі зовнішні впливи, як різкі коливання магнітного поля Землі (магнітні бурі), можуть «розхитати» кільця настільки, що еритроцити стикнуться, склеяться, утворять тромб. Чим вище активність Сонця, тим менше в крові еритроцитів, які виконують роль транспорту кисню до тканин [4].

Нервову систему людини можна розглядати як складне електричне коло, в якому нервові імпульси є імпульсами електричного струму.

Має місце схожість переважаючих частот електромагнітних коливань мозку і низькочастотних пульсацій геомагнітного поля Землі. Ці пульсації варіюють в межах 0,1-100 Гц, але найбільша їх амплітуда припадає на діапазон 8-16 Гц, тобто діапазон альфа-ритму мозку людини. Збільшення частоти коливань магнітного поля Землі відразу починає впливати на нервову систему людини, що призводить до посилення компенсаторних процесів, покликаних знизити вплив зовнішнього подразника [1].

Організм спрощено можна уявити як набір функціонально і просторово виділених осциляторів; частоти випромінювання і біоритми є власними частотами системи. Є підстави вважати, що високочастотна область біоефективних частот ($\sim$ ГГц) обумовлена переважно вимушеним резонансом мікомасштабних структур організму (іони, амінокислоти, мембрани і т.п.), а низькочастотна (ОНЧ-УНЧ діапазон) - параметричних резонансом великомасштабних систем (серце, мозок, кровоносна система і т.п.).

Дослідження вказують на зв'язок сонячної активності і гормональної системи, насамперед епіфізу – центральної гормональної залози.

Епіфіз - маленька залоза, яка знаходиться між півкулями головного мозку. Відомо, наприклад, що епіфіз уповільнює процеси старіння; підсилює імунну систему; відповідає за добові біоритми і впливає на здатність організму до адаптації. Вона відповідає за вироблення гормону – мелатоніну, який виробляється після заходу Сонця.

Якщо відбувається збій, під час магнітних бур він називається десинхроноз, то виходить неузгодженість всіх ритмів, настає непорядок в продукції гормонів. Через магнітні бурі епіфіз виробляє менше мелатоніна, ніж зазвичай [2,3].

Прояви впливу магнітних бур на організм людини. Хоча більшість людей не пов'язані зі спокійним геомагнітним середовищем, вони реагують на магнітні бурі подібно і масово — від 50 до 75% населення планети. Але кожна буря особлива по своєму, й відповідно різні люди можуть реагувати на неї у різні терміни.

Багато людей починають реагувати не на самі магнітні бурі, а за 1 — 2 дні до них, тобто в момент спалахів на самому Сонці.

Ще одна особливість: 50% населення здатна до адаптації, тобто зменшення до нуля реакції, коли підряд йдуть один за одним кілька магнітних бур з інтервалом 6-7 днів [4].

В результаті численних досліджень, що проводилися в NASA, ESA, the Hubble Heritage Team (STSCAURA), J. Blakeslee (NRC Herzberg Astrophysics Program, Dominion Astrophysical observatory), H. Ford (JHU). Було доведено вплив магнітних бурь на здоров'я людей та показано, що ці бурі зачіпають всі органи і системи організму людини [5].

Підвищена сонячна активність може створити на Землі умови, сприятливі для широкого поширення хвороб. Зв'язок сонячної активності з епідеміями твердо доведена.

Помічено, що серцево-судинні і навіть психічні захворювання теж підкоряються сонячному розкладу. А. Л. Чижевський встановив тісний зв'язок між загальною смертністю і сонячною активністю. Підрахунки показали, що при сильних магнітних бурях хворі інфарктом міокарда гинуть в 11-16 разів частіше, ніж в дні, при спокійній магнітній корі.

За спостереженнями лікарів, якщо магнітна буря виникає одночасно з високим атмосферним тиском, то це може спричинити інсульт, а низький тиск — інфаркт. Щодо гіпертоніків, то в кожного п'ятого з них може зростати так званий серцевий тиск. Якщо людина хворіє на

гіпертонію і її звичний тиск 150х90, то тиск може піднятися до 170х120 під час електромагнітної бурі [9].

Електромагнітні бурі можуть викликати:

Головний біль - коливання магнітного поля передаються на мозок, який також має своє поле, спричинюючи цей симптом. Варто відзначити, що болить не сам мозок, а його оболонки. Втома, розсіяність уваги. Мозок відповідає за адаптацію до навколишнього середовища. Коли виникає магнітна буря, умови різко змінюються, він починає працювати в посиленому режимі, швидко виснажується.

Ломота в суглобах. Це часта скарга літніх людей, або осіб, що перенесли в минулому травми. Підвищення тиску, серцебиття. Кров згущується, кисень не доходить до органів в достатній кількості, від чого вони страждають. Загострення хронічних хвороб [11].

Метеочутливі люди відчувають напади задухи, стенокардії. З'являється відчуття тривожності і неспокою. Також в ці дні може спостерігатися безсоння. Вплив магнітних бур поширюється і на характер та поведінку людини. Агресія, неврівноваженість, складність у прийнятті потрібного рішення - все це є наслідком такої чутливості [10].

Також було встановлено, що під час магнітної бурі утворюються агрегати клітин крові (у меншій мірі у здорових людей), тобто кров згущується. Через згортання крові погіршується метаболізм кисню, а мозок та нервові закінчення першими реагують на гіпоксію [11].

У літньої людини такі механізми функціонують з меншою ефективністю, і тому вони стають чутливі до збурень ГМП (геомагнітного поля). Ефективність дії ГМП залежить також від конкретних умов проживання - так населення

Вагітні більш чутливо переносять магнітні бурі - про це заявили лікарі, які супроводжували їх весь період. Під час вагітності відбуваються значні зміни в системі кровотворення жінки. Виявляється, що в вагітних в період магнітних бур, збільшується кількість тромбоцитів і зменшується кількість еритроцитів в крові. Збільшення об'єму циркулюючої крові і кількості еритроцитів починається з перших місяців, але все це зазнає змін під впливом зовнішніх факторів. Це все пояснюється як реакція на подразник. Активація цих процесів при магнітній бурі в здоровому організмі, ймовірно, носить адаптаційно-компенсаторний характер. Однак у вагітних з плацентарним порушенням підвищується тромбогенна активність крові, що може погіршити гіпоксемію плода. Також за спостереженнями лікарів виявилось, що в період магнітних бур поширений такий феномен як стрімкі пологи [12].

Експериментальні дослідження. У період 28 березня по 31 березня 2021 року було проведено дослідження зміни тиску та серцебиття під час магнітних бур, а саме 22, 28, 29 та 30 березня.

За даними лабораторії рентгенівської астрономії Сонця прогнози магнітних бур можна спостерігати на рис. 3.

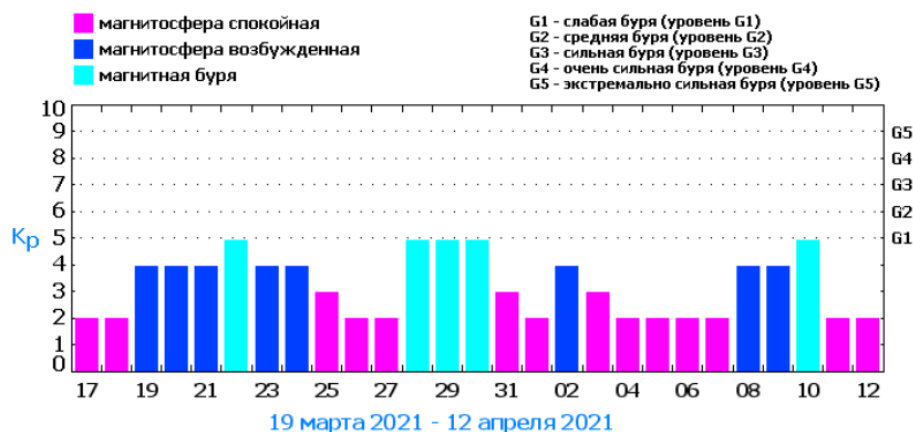


Рис. 3. Прогноз магнітних бур [8]

У дослідженні взяли участь 5 людей різної вікової групи (до 20, 20-30, 40-50, старші 60). Результати зміни серцебиття представлені у таб.1 та на рис.4.

Таб.1

	серце биття						
	23	24	25	26	27	28	29
> 60 (ч)	65	69	70	71	69	66	66
> 60 (ж)	65	67	69	73	67	67	66
40-50	61	67	70	71	69	71	62
20-30	74	81	79	81	72	70	77
до 20	60	64	65	64	69	70	65

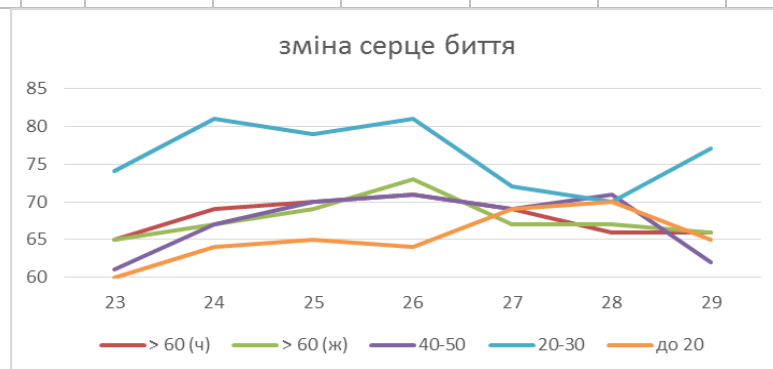


Рис. 4. Зміна серцебиття

Результати зміни тиску представлені у таб.2 та 5, а також на таб. 3 та рис. 6.

Таб.2. Зміни тиску

	тиск (верхнє значення)						
	23	24	25	26	27	28	29
> 60 (ч)	140	134	130	134	112	128	134
> 60 (ж)	120	107	116	125	128	122	121
40-50	108	101	107	110	107	105	103
20-30	96	96	100	114	99	96	104
до 20	102	105	103	102	106	96	102

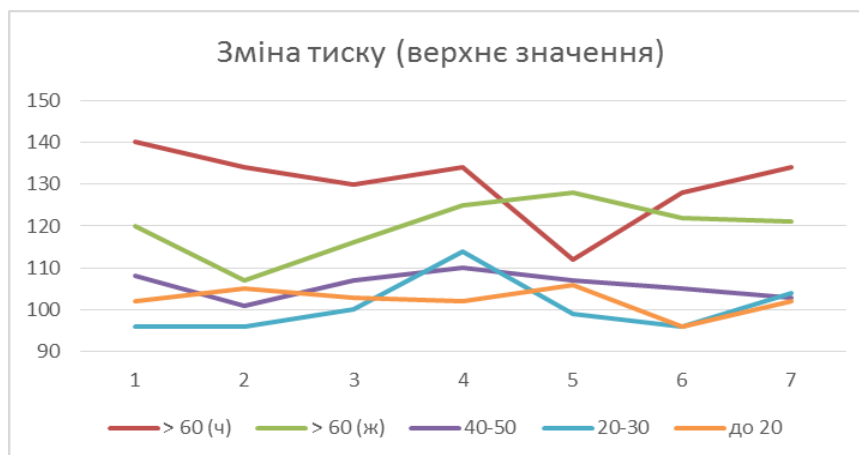


Рис.5 Зміна тиску (верхнє значення)

Таб.3. Зміни тиску

	тиск нижче значення						
	23	24	25	26	27	28	29
> 60 (ч)	80	83	82	79	68	87	81
> 60 (ж)	63	65	66	68	74	77	74
40-50	57	66	75	80	77	75	67
20-30	71	65	66	69	69	60	57
до 20	62	68	66	64	67	60	56

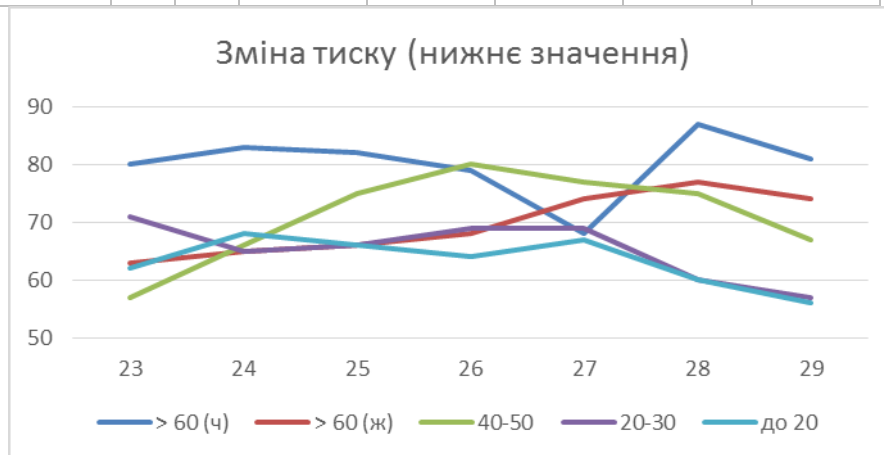


Рис.6. Зміна тиску (нижче значення)

На основі проведених досліджень можна зробити наступні висновки:

1) у день коли прогнозували бурю, погіршувалося самопочуття, відчувався головний біль, втома та спостерігалася сонливість;

2) за день до магнітної бурі та після неї самопочуття покращувалося, але ще була присутня сонливість та втома, у порівнянні зі звичайними «спокійними» днями.

Щоб покращити самопочуття, слід користуватися прогнозами магнітних бур, а також дотримуватися рекомендацій щоб уникнути або зменшити вплив Сонця під час магнітних бур.

Фахівці рекомендують розвантажити ці дні на роботі – не потрібно планувати якісь особливо складні завдання. Це стосується розумової та фізичної праці.

Висновок. Вплив коливань магнітного поля Землі обґрунтовується фізичними механізмами, доведений численними експериментальними дослідженнями та висновками лікарів.

Так, як навесні і восени магнітні бурі трапляються набагато частіше, ніж в інші пори року та їх вплив на організм людини та її здоров'я посилюється при хронічних захворюваннях. У ці дні потрібно уникати як фізичних, так і емоційних навантажень.

На даний час, за допомогою спеціальних програм кожна людина може самостійно відслідковувати та користуватися прогнозами магнітних бур, а отже може заздалегідь попередити ці загострення. Щоб уберегти організм людини від погіршення здоров'я, потрібно ще до настання несприятливої погоди будь-якими способами зміцнювати здоров'я (займатися фізкультурою, правильно організувати режим роботи і відпочинку, харчування).

Список використаних джерел:

1. Hasnulin V. I. Geophysical perturbations as the main cause of northern human stress. Alaska Med. 2007, vol. 49 (2 Suppl.), pp. 237-244.
2. Leonard W. R., Sorensen M. V., Galloway V. A., et al. Climatic influences on basal metabolic rates among circumpolar populations. Am.J.Hum. Biol. 2002, vol. 14(5), pp. 609-620.
3. Näyhä S. Cold and the risk of cardiovascular diseases. A review. Int. J. Circumpolar Health. 2002, vol. 61, no. 4, pp. 373-380.
4. А.Л.Чижевский. Эпидемические катастрофы и периодическая деятельность Солнца. М., 1930.
5. “Світ науки”. Магнітні бурі та їхній вплив на здоров'я людини. //Прага.– 3. [Електронний ресурс]– Режим доступу: <https://www.radiosvoboda.org/a/909325.html>

6. Магнітні бурі у лютому 2021. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.meteoprog.ua/ua/news/589442-magnitni-buri-u-lyutomu-2021.html>.
7. Землю накриють сильні магнітні бурі: які дні найнебезпечніші [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://glavcom.ua/country/health/zemlyu-nakriyut-silni-magnitni-buri-yaki-dni-naaynebezpechni-shi-741202.html>.
8. Лаборатория Рентгеновской астрономии Солнца. [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://tesis.lebedev.ru/forecast_activity.html?m=3&d=16&y=2021.
9. Медична і біологічна фізика: Навчальний посібник для студентів спеціальності 222 «Медицина»/ Е.І. Сливко, О.З. Мельнікова, О.З.Іванченко, Н.С. Біляк. - Запоріжжя, 2018.- 291 с.
10. Мирошніченко Ю. Б. Практична робота з астрономії на тему: "Дослідження магнітного поля Землі через мережу Інтернет" / Ю. Б. Мирошніченко, О. А. Цоколенко. // Періодичні науки. – 2018. – №141. – С. 137–154.
11. Магнітні бурі і їх вплив на людину [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://medfond.com/pro-zdorovya/magnitni-buri-i-ih-vpliv-na-lyudinu.html>.
12. Влияние гелиогеофизических факторов на свертывающую систему крови беременных с плацентарными нарушениями / [Е. В. Осипова, А. В. Ухова, В. В. Суховская та ін.]. // АСТА BIOMEDICA SCIENTIFICA. – 2018. – №3. – С. 34–40.

MAGNETIC STORMS AND THEIR IMPACT ON HUMAN HEALTH

Mariia Kopytko - 2th year of SVO student Bachelor of VSPU M. Kotsyubynsky

Viktoriia Dumenko – PhD, Associate Professor

This article presents physical mechanisms of magnet drills effect on blood-carrying, cardiovascular and nervous system of people: the results of experimental research of blood pressure and heart rate changing during the magnet drills are represented.

Keywords: solar activity, magnetic storms, blood, cardiovascular and nervous system of people.

ЗВУКИ ВСЕСВІТУ

Дар'я Кордонська - учениця 10 класу НВК №30,
гуртківець Вінницького ОЦТТУМ

В роботі розглянуто дослідження, значення та застосування звуків об'єктів Сонячної системи.

Ключові слова: звук, звукозапис, звуки космосу, музика планет.

Протягом трьох років я вивчаю звуки, які йдуть до землян із Космосу. Про це я писала у статті “Музика космосу” [1].

За час, що минув після моєї публікації, науковцям вдалося вловити, дослідити та ідентифікувати ще ось такі цікаві звучання зі всесвіту.



Найгучніші звуки на Землі

Запуск ракети. Під час запуску найбільшої ракети Сатурн-5, рівень звукових хвиль був настільки величезний, що вони могли запалити траву в радіусі однієї милі. Ви ніколи не замислювалися, чому при запуску ракет утворюється стільки пари? Відповідь дуже проста, стартовий майданчик перед пуском спеціально заливають водою, щоб погасити звукові хвилі, і щоб вони не змогли завдати шкоди самій ракеті. При запуску вода починає випаровуватися, створюючи величезну хмару пари [2].

Ядерний вибух. Рекордний звук був зафіксований під час Другої світової війни, коли американські війська скинули ядерну бомбу на Японію. В результаті вибухів у Хіросімі та Нагасакі утворилася ударна хвиля, потужність якої становила 200 децибел. Вона пододала 11 кілометрів всього за 30 секунд.

Виверження вулкану Кракатау. Він стався у 1883 році і був страшним катаклізмом. Це виверження повністю знищило прилеглі острови і створило величезну хвилю цунамі. Ударна хвиля від вибуху вулкану чотири рази обігнула земну кулю. Звук було чути на величезній відстані, навіть в Австралії.

А тепер згадайте картину Мунка «Крик», саме на ній зображено червоне небо після виверження вулкана Кракатау [2].

Геологічні дослідження марсоходу Perseverance

Звуки космосу допомагають робити нові відкриття, завдяки їм ми стаємо ближче до пізнання неосяжного всесвіту. NASA випустило аудіозапис зі звуками від ровера Perseverance, який примарсіанився 18 лютого 2021 року (рис. 1). 23 його камери та два мікрофони передають на Землю не лише відео, але й аудіо записи. Використовуючи їх науковці будуть оцінювати густину та склад порід, буріння яких проводить марсохід, а також роботу марсіанського гвинтокрила «Ingenuity» [3].

Рис. 1. Марсохід Perseverance



Значення вивчення та використання звуків космосу.

Звуки космосу це унікальні космічні явища, які варто досліджувати, вивчати та викорис товувати. З часом з їх допомогою науковці зможуть розрізнити фізичні характеристики далеких космічних тіл: наявність та склад атмосфери, віддаленість від материнської зорі, наявність та особливості магнітного поля, їх хвильовий зв'язок з супутниками чи сусідніми тілами.

Всі космічні об'єкти в певній мірі випромінюють енергію і створюють звукові хвилі, які можна почути лише після певної обробки. Результати космічних звукозаписів використовуються не тільки науковцями - фізиками та астрономами, але також психологами, психіатрами і гіпнотерапевтами по усьому світі, завдяки їх вражаючим можливостям і впливу на людську свідомість.

Свій звук мають і клітини нашого організму, звучать як і всесвіт, питання в тому, який діапазон сприйняття є доступним для нас, але факт залишається фактом – звучить абсолютно все.

Важливо щоб добитися звучання в унісон та позбутись резонансного протизвучання. Надіюсь, що згодом це матиме величезне медичне значення для землян та сприятиме покращенню і продовженню нашого життя.

На сьогодні це явище не є звичайним і звичним об'єктом дослідження, тому не існує окремих організацій, які займаються дослідженням чи записом звуків космосу, але з часом ці показники і дослідження будуть більш потрібні, тому науковці, все частіше будуть вивчати це особливе явище.

Список використаних джерел:

1. Астрономія і сьогодення: матеріали ІХ Всеукраїнської наукової конференції, 13 квітня 2020 р, Вінниця /ред.: В. Ф. Заболотний, О. В. Мозговий.- Вінниця: ТОВ «Твори», 2020.-198 с. Музика космосу. Кордонська Д. С.99-103; ISBN 978-966-949-537- 2
2. Звуки космосу. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://ukurier.gov.ua/uk/news/vcheni-nazvali-najguchnishi-zvuki-na-zemli/>
3. Звуки космосу. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://hromadske.ua/posts/marsohid-perseverance-nadislav-na-zemlyu-pershi-zvuki-ta-video-z-marsu>

SPACE SOUNDS

Daria Kordonska – student of the 10th grade School-gymnasium №30, RCTCSY

The paper considers the study, meaning and application of sounds of objects of the solar system.

Keywords: sound, sound recording, sounds of space, music of planets.

ТЕЛЕСКОП «FERMI»

Андрій Гаврилюк - гуртківець Вінницького ОЦТТУМ, учень 7 класу КЗ «ФМГ №17 ВМР».

В статті розповідається про гамма-обсерваторію «Fermi», результати її досліджень та спостережень, про події та об'єкти, досліджуванні обсерваторією.

Ключові слова: гамма-промені, гамма-телескоп, гамма-випромінювання, гамма-діапазон, обсерваторія, блазари, пульсар, гамма-кванти, джети, гамма-сплески.





Початок телескопічної ери
У 1609 році італійський астроном Галілео Галілей вперше побачив космос за допомогою телескопу. Це було початком телескопічної ери. З того часу минуло більше, як 410 років, а телескопами досі користуються. Вони сильно еволюціонували, створено багато нових їх видів. У другій половині XX століття на світ з'явився проєкт гамма-телескопу.

Рис. 1. Мої спостереження в телескоп

Галілео Галілей

Галілео ді Вінченцо Бонаюті де Галілей (15 лютого 1564 – 8 січня 1642) – італійський мислитель епохи Відродження, засновник класичної механіки, фізик, астроном, математик, поет і літературний критик, один із засновників експериментально-теоретичного природознавства (рис.2).

Вніс значні вдосконалення в конструкцію телескопу, а також за допомогою телескопічних спостережень довів правильність геліоцентричної теорії будови сонячної системи [1].

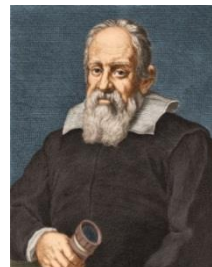


Рис. 2. Галілео Галілей - італійський вчений, який першим побачив космос за допомогою телескопа

Гамма-випромінювання

Гамма-випромінювання— електромагнітне випромінювання найвищої енергії з довжиною хвилі меншою за 1 ангстрем. Утворюється в реакціях за участю атомних ядер і елементарних частинок у процесах розпаду, синтезу, анігіляції, під час гальмування заряджених частинок великої енергії. Позначаються грецькою літерою γ . Гамма-промені мають велику проникність, не заломлюються. Під час взаємодії з речовиною вони спричиняють іонізацію атомів, породжують електрон-позитронні пари, застосовуються у медицині для стерилізації та знищення ракових клітин [2].

Телескоп Fermi, його попередники та наступники

Комптон – попередник Фермі

Гамма-обсерваторія «Комптон» — космічна обсерваторія, що працювала на орбіті Землі з 1991 по 2000 рік і детектувала випромінювання в інтервалі від 20 кеВ до 30 ГеВ. Обсерваторія складалася з 4 головних телескопів на одному космічному кораблі, які спостерігають у рентгенівському та гамма-діапазонах, а також з різноманітних спеціалізованих приладів та детекторів. Він був виведений на низьку опорну орбіту висотою 450 км, щоб уникнути пошкодження радіаційними поясами. На той час обсерваторія мала найбільше корисне астрофізичне навантаження – 17 тонн [3].

Енріко Фермі

Енріко Фермі (1901 – 1954) (рис. 3.) – італійський фізик, відомий своїми роботами в області ядерної, квантової і статистичної фізики (рис. 3). Серед його досягнень – відкриття ядерних реакцій, що відбуваються при бомбардуванні речовини нейтронами, в результаті яких народжуються нові радіоактивні елементи. До його теоретичних робіт належать: вивчення слабкої взаємодії, одної з фундаментальних взаємодій, роботи з квантової статистики ферміонів (разом із Полем Діраком). Він запропонував концепцію енергії Фермі. Лауреат Нобелівської премії з фізики (1938). Лауреат премії Румфорда Американської академії мистецтв і наук (1953) та багатьох інших наукових відзнак [4].

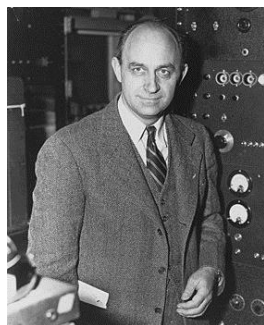


Рис. 3. Енріко Фермі

Що таке гамма-обсерваторія «Fermi»

Гамма-обсерваторія Fermi – це орбітальна гамма-обсерваторія Американського космічного агентства NASA, що працює на низькій навколоземній орбіті, названа в честь відомого італійського фізика Енріко Фермі. У цьому проєкті також брали участь: Німеччина, Італія, Франція, Швеція та Японія.

Передбачалося, що його місія триватиме 5-10 років (запуск відбувся . з космодрому на мисі Канаверал 11 червня 2008 року) [5].

Обладнання обсерваторії

На борту гамма-обсерваторії (рис. 4) встановлено ширококутний телескоп (Large Area Telescope). Прилади на «Фермі» в 50 разів чутливіші за прилади на Комптоні. Телескоп масою майже п'ять тонн, перебуває на орбіті заввишки 552 кілометри, і здатен за два оберти навколо Землі, тобто за три години «оглянути» все небо, у той час, як 17-тонний «Комптон» на вирішення аналогічного завдання витрачав 15 місяців. Обсерваторія здатна вести спостереження в широкому діапазоні. Це дозволяє робити важливі висновки про космічні промені високих енергій [5].

Історія телескопу

Перший космічний гамма-детектор був встановлений на супутнику NASA Explorer-11, що вийшов на орбіту Землі в квітні 1961 року. Він зареєстрував 22 гамма-кванти (гамма-квант — порція енергії (квант) гамма-випромінювання). Перші космічні гамма-телескопи SAS-2 і COS B були запуснені в 1972 і 1975 роках відповідно. Крім того, невеликі гамма-детектори запускалися на радянських розвідувальних супутниках серії «Космос».

Рис. 4. Космічний телескоп гамма-променів Фермі



Їх максимальна ефективна площа була близько 50 см^2 , але вони побачили багато цікавого: Галактику в гамма-променях, Крабоподібну туманність, перші гамма-пульсари, позагалактичні об'єкти, згодом названі блазарами (Блазар - один із проявів надмасивних чорних дір, що знаходяться в центрах галактик (активні галактичні ядра). Довше (більше 6 років) і успішніше за інших з гамма-телескопів першого покоління пропрацював COS B [5].

Наступним кроком став інструмент EGRET на борту гамма-обсерваторії «Комптон», запусненої в 1991 році. Цей детектор мав ефективну площу близько 1000 см^2 . Відповідно, він видав більше результатів. Його каталог включає 271 джерело, більшість з яких - блазари, в тому числі не ототоженені на той час з будь-якими оптичними об'єктами. Пропрацював EGRET близько 6 років - потім почалися проблеми з газом для іскрових камер [6]. Гамма-телескоп на борту "Fermi" ще більшим. Його ефективна площа близько квадратного метра. У каталозі «Fermi» вже більше 3000 джерел [6].

Власне телескоп називається LAT - Large Area Telescope, на борту «Fermi» є й інший, значно менший інструмент - GBM, він служить для реєстрації гамма-сплесків в діапазоні десятків сотень KeV. Якщо попередні гамма-телескопи були зроблені на основі дріт'яних іскрових камер, то детектор "Фермі" - напівпровідниковий. Це, крім кращого просторового розрішення, підвищує термін служби. LAT вже на кілька років перевищив час роботи EGRET [6].



Рис. 5. Початковий логотип GLAST



Рис. 6. Змінений логотип телескопа Фермі

попередню назву GLAST

(англ. Gamma-ray Large Area Space Telescope) було названо ім'ям Енріко Фермі (Рис.5 та рис.6) [6].

Результати досліджень гамма-телескопу

«Бульбашки» Fermi

Бульбашки Фермі (англ. Fermi Bubbles) — гіпотетична область підвищеного потоку гамма-випромінювання, що являє собою дві велетенські сфери, які дотикаються в центрі Чумацького Шляху й простягаються на 25000 світлових років, утворюючи «вісімку», перпендикулярну до площини нашої Галактики (рис. 7). Сфери розташовані симетрично відносно центру галактики.

За однією з гіпотез, підвищений потік гамма-випромінювання можуть виробляти релятивістські частинки - частинки, які рухаються зі швидкостями, що наближаються до швидкості світла, викинуті з надмасивної чорної діри, розташованої у центрі Чумацького шляху [7].

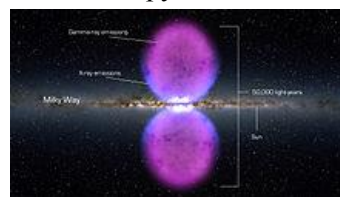


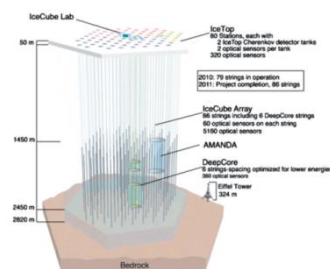
Рис. 7. Художнє зображення велетенських бульбашок Чумацького Шляху, які випромінюють у рентгенівському та гамма-діапазонах

Подія IceCube-170922A

22 вересня 2017 року о 20:54 за UTC автоматична система детектора IceCube зареєструвала подію 170922A, яка являла собою мюонову «доріжку», що утворилася в ході взаємодії нейтрино-високих енергій із льодом (рис. 8).

28 вересня 2017 року за спостереженнями гамма-обсерваторії Фермі було ідентифіковано джерело нейтрино з енергією 290 TeV.

Рис. 8. Схема детектора IceCube



Ним виявився блазар TXS 0506 + 056, розташований у напрямку сузір'я Оріона. Спалах гамма-випромінювання з того ж джерела підтвердила низка наземних черенківських телескопів, зокрема MAGIC і система H.E.S.S. Ця подія вважається визначним досягненням сучасної багатоканальної астрономії, оскільки лише спільні спостереження забезпечують досить повну та одночасну реєстрацію картини [6].

Небо очима Fermi

На рис. 9 – дані, накопичені "Фермі" за 5 перших років роботи. Карта побудована в галактичних координатах (Галактична система координат — система небесних координат із центром у Сонці, основною площиною в якій є площина галактичного диска, тому по центру малюнка йде яскравий галактичний диск). Основний внесок в яскраву смугу дає випромінювання космічних променів - протонів високих енергій, які стикаючись з частинками міжзоряного середовища, народжують нові частинки, включаючи гамма-кванти. Там є і компактні джерела - в основному гамма-пульсари і молоді залишки наднових (Наднові — зоря, що раптово збільшує свою світність у мільярди разів (на 20 зоряних величин), а іноді й більше) [6].

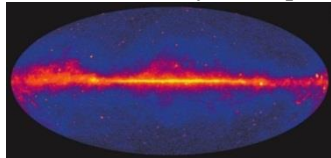


Рис. 9. Карта неба в гамма-променях енергії вище 1 GeV

Найяскравіші з них - Крабоподібна туманність (там світить і туманність, і пульсар в ній) і гамма-пульсар Vela-X з його навколишньою туманністю. "Fermi" бачить близько 150 гамма-пульсарів і кілька десятків туманностей - залишків наднових. Крім того, світять скупчення великих зірок, є і невідомі джерела. Дуги, що відходять від галактичної площини, - близькі оболонки наднових, що вибухнули близько мільйона років тому. Дифузне гамма-випромінювання галактики тягнеться далеко за межі галактичного диска, якась його частка летить і з галактичного антицентра.

Крім галактичного дифузного випромінювання є і позагалактичне, ізотропне. Щодо того, з чого і в якій пропорції воно складається, до сих пір невідомо точної інформації.

Яскраві цятки, розкидані по всьому небу в більшості випадків - блазари, що знаходяться на відстані в дуже багато світлових років від нас (рис. 10) [6].

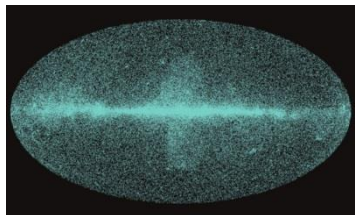
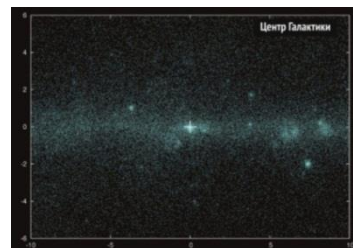


Рис. 10. Карта неба в гамма-квантах енергії вище 6 GeV.

Видно «бульбашки Фермі» - свідчення колишньої активності ядра Галактики. На рис. 10 видно ту ж галактичну площину, ті ж блазари, але більш чітко вимальовуються «стовпи», що йдуть від центру Галактики вгору і вниз. Це знамениті «бульбашки "Фермі"» - сліди активності ядра нашої галактики, де знаходиться чорна діра масою 4,7 млн. сонячних мас. Близько 10 млн років тому ядро нашої галактики випускало джети. Протони, прискорені в цих джетах, до сих пір живуть в міхурах і випромінюють гамма-кванти при взаємодії з частинками міжзоряного середовища. Поглянемо на самий центр Галактики (рис 11).

Рис. 11. По осях центр Галактики – Галактична довгота і широта в градусах

На рис. 11 центральний район $\pm 10^\circ$ по галактичній широті. У самому центрі, позначеному хрестиком, знаходиться невелике компактне джерело. Це і є наш «сплячий квазар», радіоджерело альфи Стрільця: якась активність там є,



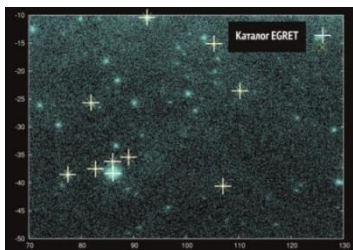


Рис. 12. Джерела з каталогу EGRET,

накладені на карту "Фермі" фотонів енергії вище 1 GeV можливо існує і розріджений акреційний диск (Акреційний диск – диск, що утворюється навколо зорі або чорної діри у результаті акреції, якщо падаюча речовина має момент обертання) (Акреція в астрофізиці – процес падіння речовини на масивне космічне тіло з навколишнього середовища під дією сили тяжіння) [7].

Небо в гамма-променях не постійно: блазари спалахують і гаснуть, іноді настільки, що стають взагалі невидимими (рис.12).

На рис. 12 хрестиками відзначені блазари з каталогу EGRET'a, який був дієвим з 1991 по 1996 рік. Були б вони постійними, то стали б яскравими джерелами на цій карті, але половини немає взагалі: за минулі роки вони потьмяніли, пішли за поріг видимості. Навпаки, є яскраві блазари, які мав би бачити EGRET, але їх немає в його каталозі [7].

«Зоопарк» Fermi

Джерела гамма-квантів, які бачить "Фермі", зібрані в каталозі, складеному за даними чотирирічних спостережень. Всього в опублікованому каталозі трохи більше трьох тисяч об'єктів двадцяти одного типу. В каталозі відсутні Сонце і Місяць, які теж прекрасно видно в гамма-променях, але не мають фіксованих координат. Гамма-сплески зібрані в окремому каталозі. Більшість об'єктів (це блазари різних типів) - «високоширотні», тобто лежать далеко від галактичної площини і в більшості знаходяться дуже далеко - в мільярдах світлових років. Чорна діра стає активною, коли до неї стягуються навколишні речовини. Класична схема подібних об'єктів: акреційний диск і струмені (джети) замагніченої плазми уздовж осі обертання акреційного диску і чорної діри (ці осі збігаються) [7].

Джет випромінює гамма-кванти в досить вузькому конусі, як промінь прожектора. Якщо ми потрапляємо в цей промінь, то бачимо блазар: дуже яскраве джерело всього електромагнітного спектра, де гамма-випромінювання, як правило, домінує по потужності. Імовірність потрапити в промінь квазара менше однієї тисячної, з чого можна зробити висновок, що в спостережуваній частині Всесвіту є багато активних галактичних ядер з досить потужними джетами.

Активних ядер, які не є блазарами, "Fermi" бачить лише два десятка. Хоча їх концентрація на три порядки вище, світність настільки менша, що видно тільки найближчі об'єкти. Ще є близько тисячі некласифікованих джерел, більшість з яких, швидше за все, теж блазари.

Звичайних (неактивних) галактик "Fermi" бачить лише кілька. Це Магелланові хмари і M31 - туманність Андромеди, і ще кілька, з бурхливим утворенням зірок.

Серед низькоширотних (в основному галактичних) об'єктів домінують пульсари. У 143 пульсарів видно імпульси в гамма-діапазоні. Ще кілька об'єктів так чи інакше пов'язані з пульсарами - це оболонки наднових, під час вибуху яких народилися пульсари і ударні хвилі, що утворилися від взаємодії пульсарного вітру з навколишнім середовищем. Пульсар виділяється по часу прильоту фотонів.

Більш рідкісні галактичні об'єкти: кульові скупчення (15 штук), подвійні системи з зірки і компактного об'єкта (5 штук) і райони інтенсивного зореутворення.

Нарешті, в зоопарк "Фермі" входять не тільки об'єкти, але і події. Головні з них - гамма-сплески. Гамма-сплеск - це щось на зразок маленького блазара, що живе секунди, десятки секунд, зрідка - сотні секунд. Короткоживучий блазар утворюється усередині колапсуючої зірки (наднової): в центрі сформувалася чорна діра, надщільний акреційний диск навколо неї і джети: зменшена в просторі (але не по потужності) версія активного галактичного ядра. Зовнішні шари зірки спочатку нічого «не знають» про це, але джети за секунди пропалюють товщу в мільйон кілометрів і вириваються назовні. Якщо джети орієнтовані в нашому напрямку, через мільярди років ми бачимо гамма-сплеск.

«Fermi» поставив детектування фотонів великої енергії від гамма-сплесків на потік: в останньому каталозі гамма-сплесків міститься 130 таких подій.

З інших подій "Fermi" бачить сонячні спалахи і геофізичні явища, пов'язані з гамма-випромінюванням в верхніх шарах земної атмосфери [7].

Парадокс Фермі

Він запропонований фізиком Енріко Фермі, який піддає сумніву можливість виявлення позаземних цивілізацій. Він стосується спроб відповісти на одне із найважливіших запитань всіх часів: «Чи людство є єдиною технологічно-розвинутою цивілізацією у Всесвіті?» Рівняння Дрейка, що дає оцінку кількості позаземних цивілізацій, з котрими ми могли би вступити в контакт, дає, в залежності від вибору невідомих параметрів, достатньо високу оцінку шансам на таку зустріч. На такий висновок Фермі відповів, що, якщо в нашій галактиці повинно існувати багато розвинутих цивілізацій, то де вони? Чому ми не спостерігаємо жодних слідів розумного позаземного життя, таких, наприклад, як зонди, космічні кораблі або радіопередачі? Припущення в основі парадоксу Фермі часто називають Принципом Фермі.

Парадокс можна підсумувати так: поєднання поширеної віри в те, що у Всесвіті існує значна кількість технологічно розвинутих цивілізацій, із відсутністю яких-небудь спостережень, котрі б її підтверджували, є парадоксальним і веде до висновку, що або наше розуміння природи, або наші спостереження неповні та помилкові [8].

ВИСНОВОК. Пройшло вже більше 12 років з того часу, як у небо запустили телескоп Фермі. Запланований час його роботи вже минув, але він і досі працює, зробивши багато відкриттів, важливих для вивчення космосу, такі, як Бульбашки Фермі і подія у льодовому кубі Ice-Cube. Телескоп Фермі зробив багато відкриттів, важливих для подальших досліджень та розуміння того, що знаходиться за межами нашої Сонячної системи. Дослідження за допомогою гамма-променів являється передовим для дослідження далекого космосу і є важливим спектром астрономії.

Завдяки обсерваторії Фермі людство з кожним її витком навколо Землі наближає нас до розгадки таємниць далекого космосу.

Список використаних джерел:

1. Галілео Галілей. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://uk.wikipedia.org/wiki/Галілео_Галілей
2. Гамма-промені. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://uk.wikipedia.org/wiki/Гамма-промені>
3. Телескоп «Комптон». [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [https://uk.wikipedia.org/wiki/Комптон_\(обсерваторія\)](https://uk.wikipedia.org/wiki/Комптон_(обсерваторія))
4. Енріко Фермі. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://uk.wikipedia.org/wiki/Енріко_Фермі
5. Телескоп Фермі. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://uk.wikipedia.org/wiki/GLAST>
6. Відкриття та дослідження Фермі [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://trv-science.ru/2018/07/31/10-let-fermi-1/>
7. Бульбашки Фермі. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://uk.wikipedia.org/wiki/Бульбашки_Фермі
8. Парадокс Фермі. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://uk.wikipedia.org/wiki/Парадокс_Фермі

FERMI TELESCOPE

Andrii Havryliuk - member of the astronomical circle RCTCSY, 7th grade student of KZ "VPML №17 VMR"

The article tells about the gamma-ray observatory "Fermi", the results of its research and observations, about events and objects, research by the observatory.

Keywords: gamma rays, gamma telescope, gamma radiation, gamma range, observatory, blazars, pulsar, gamma rays, jets, gamma bursts.

ОГЛЯД СУЧАСНИХ КОСМІЧНИХ МІСІЙ ДОСЛІДЖЕННЯ МАРСА

Анастасія Андрєєва – студентка 1 курсу СВО магістра НПУ ім. М. П. Драгоманова

У статті описані сучасні космічні місії з дослідження Марсу. Наведено фотографії поверхні Марса за допомогою камери High Resolution Imaging Experiment.

Ключові слова: космічні місії, марсоходи, дослідження Марса, "Червона Планета", астрономія.

Місія NASA: Чи є життя на Марсі?

Марсохід місії "Марс-2020" американського аерокосмічного агентства отримав назву Perseverance ("Наполегливість"). Воно було обрано з 28 тисяч заявок, надісланих американськими школярами. Переміг, семикласник Олександр Мазер, що запропонував таку назву космічного апарату [2].

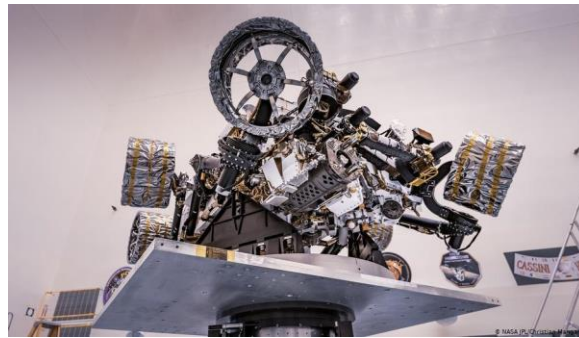


Рис. 1. Випробування ровера Perseverance

На Червону планету марсохід Perseverance успішно прибув 19 лютого 2021 року після майже семи місяців польоту з Землі. Місцем висадки було обрано кратер Езеро на західній окраїні рівнини Ісиди, на північ від марсіанського екватора. Основне завдання експедиції - з'ясувати, чи є життя на Марсі. Зокрема, він буде збирати зразки ґрунту, а також буде досліджувати кліматичні особливості планети. А в подальшому, узагальнивши отримані результати, можна буде зробити висновки про придатність атмосфери Марсу в майбутньому для життя людей [1].

Обладнаний сучасними технічними приладами (Рис. 2), в тому числі 23 камерами, Perseverance вагою в 1043 кг дає змогу отримувати зображення високої якості.

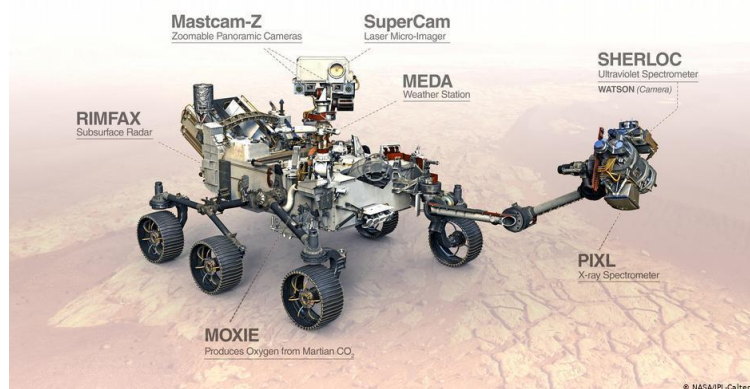


Рис. 2. Будова ровера Perseverance

Perseverance обладнаний вдосконаленою навігаційною системою з панорамними і стереоскопічними камерами (Рис.3, Рис.4), а також експериментальною установкою MOXIE, за допомогою якої отримали кисень з марсіанської атмосфери, що складається в основному з вуглекислого газу. Крім того, він має безпілотний літальний апарат Mars Helicopter для більш детального обстеження місцевості. Апарат забезпечений двома мікрофонами. У NASA сподіваються, що все це дозволить "Perseverance" спробувати почути звуки Марса [3].

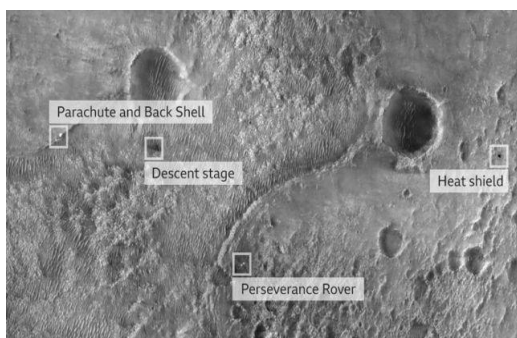


Рис. 3. Перше зображення Perseverance допомогою камери High Resolution Imaging Experiment

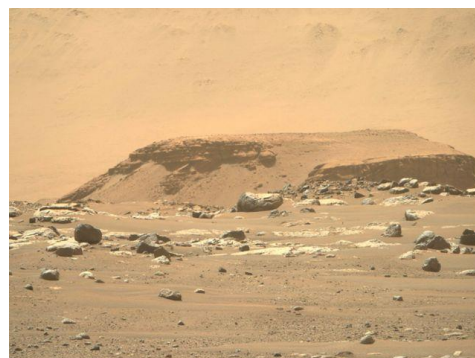


Рис. 4. Mastcam-Z сфотографувало частину стародавньої дельти у кратері Езеро

Всі зразки гірських порід і ґрунту, які отримав марсохід за допомогою бура та роботизованої руки, поміщені в стерильні металеві контейнери і залишені на поверхні планети. Для їх доставки на землю NASA планує ще одну місію в 2026 році [4].

Об'єднані Арабські Емірати (ОАЕ): "Надія"

Об'єднані Арабські Емірати стали першою арабською державою, що відправила космічний зонд на Марс. Орбітальний апарат під назвою "Аль-Амаль" ("Надія") (Рис. 5) сягнув Марса 20 липня 2020 року з японського космодрому Танегасіма за допомогою японської ракети. Він був розроблений в Космічному центрі імені Мухаммеда бін Рашида в Дубаї в партнерстві з лабораторією атмосферної та космічної фізики університету Колорадо.



Рис. 5. Космічний апарат " Аль-Амаль" ("Надія") буде спостерігати за атмосферою Марса з орбіти

На відміну від американської космічної програми з освоєння Марса, мета місії ОАЕ - спостереження за атмосферою Марса з орбіти, щоб створити першу повну картину марсіанського клімату в усіх регіонах протягом року.



Рис. 6. Сара Аль-Амірі - науковий керівник арабської місії на Марс

Космічний зонд також вперше проведе вивчення нижніх шарів атмосфери, де формується марсіанська погода, в тому числі пилові бурі. Корабель обладнаний трьома камерами, що дозволяють вести спостереження за атмосферою Марса у видимому, інфрачервоному й ультрафіолетовому діапазонах.

Для ОАЕ надзвичайно важливо досягти орбіти Марса до 50-річчя від дня заснування країни, яке відзначатиметься 2 грудня 2021 року.

Крім космічних амбіцій Абу-Дабі загальне здивування викликав і той факт, що публічною особою і науковим керівником арабської місії на Марс стала жінка - 33-річна Сара Аль-Амірі (Рис. 6).

"Ми - молода країна, яка з глобальних мірками пізно вступила в космічну гонку. Зовсім не дивно, що багато хто вважає це божевільям", - заявила вона в інтерв'ю британському науковому журналу Nature напередодні запуску зонда.

Будівництво зонда

Розробка і будівництво зонда "Надія" тривали шість років (Рис. 7).

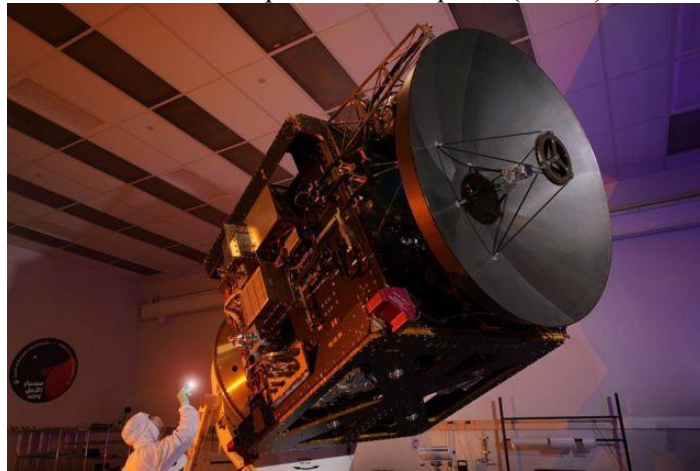


Рис. 7. Зовнішній вигляд зонду "Надія"

В ОАЕ не приховують, що, крім наукової задачі - вивчення клімату Марса і його впливу на атмосферу, - одним із завдань місії полягає не стільки в освоєнні космосу, скільки в створенні нового імпульсу економіки країни. "Уряд ОАЕ з першого дня ясно давав зрозуміти, що космос - це інструмент для досягнення набагато більш масштабної мети. Йдеться про необхідність докорінно змінити систему, інтегрувавши науку і технології в економіку ОАЕ", - заявив в інтерв'ю журналу Forbes керівник програми Омран Шараф .

Ще одна мета програми - надихнути молодь в регіоні і підвищити її інтерес до науки і досліджень. За словами наукового керівника проекту Сари Амірі, вони отримують величезну кількість листів від студентів, в яких ті цікавляться науковими аспектами місії і запитують, чи можуть вони брати участь в ній. "Нам довелося переглянути наше ставлення до зборів під час запуску", - зазначила Амірі [2].

Список використаних джерел:

1. Марсоход NASA Perseverance сел на Марсе [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://cutt.ly/4xFN60A>
2. Освоение Марса: зачем летят на Красную планету миссии США, Китая и ОАЭ [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://cutt.ly/GxFN2Al>
3. Марсохід NASA Perseverance надіслав приголомшливі зображення Марсу [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://cutt.ly/gxFMhj8>
4. Що нового на Марсі? Підсумки міжпланетного року [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://cutt.ly/yxFMTzW>

MODERN SPACE MISSIONS TO EXPLORE MARS

Anastasiia Andrieieva - 1nd year student of master's program NPDU

The article describes modern space missions to explore Mars. Photos of the surface of Mars using the High Resolution Imaging Experiment camera are provided.

Keywords: space missions, rovers, Mars exploration, "Red Planet", astronomy.

МАРСІАНСЬКА ГОНКА

Роман Незнаєнко – студент 2 курсу СВО бакалавра ВДПУ ім. М.Коцюбинського

У цій статті наведено інформацію про планету Марс, його характеристики, історію дослідження. Розкрито тему марсианської гонки. Освітлено методи різних провідних держав, які планують освоїти Марс.

Ключові слова: Марс, дослідження, SpaceX, марсианська гонка, Ілон Маск.

З давніх-давен, Марс цікавив людину. Ще в давні часи люди цікавилися цією чудернацькою цяточкою в небі, яка переливалася в кольорах. Він був названий в честь давньогрецького бога війни Марса. Саме через свій колір, колір крові (рис.1), Марс отримав таке грізне ім'я.



Рис.1. Вид Марса

Існування Марса як блукаючого об'єкту в нічному небі було зафіксовано ще давніми Єгипетськими астрономами. До 2 тисячоліття до нашої ери вони були знайомі з очевидно зворотнім рухом планети, який з'являється коли планета рухається по небу у напрямку, протилежному від свого нормального руху. Марс був зображений на стелі гробниці Сеті I, на стелі Рамессеума та на зоряній карті Сенмута. Остання є найстарішою відомою картою зоряного неба, яка датується 1534 р. до н. е., згідно з положенням планет [1].

Сьогодні, впливові люди планети Земля прикладають чимало зусиль, щоб дістатися Марса, але це задача не з легких, а все через відстань і характер планети. Марс - суворе місце для космічного корабля середня температура на ньому сягає близько 60 градусів нижче нуля. Вночі вона опускається нижче 100. Бувають і піщані бурі, застилающие небеса на кілька місяців поспіль [2]. Марс — планета земного типу з розрідженою атмосферою на ньому є метеоритні кратери, як на Місяці, вулкани, долини та пустелі, подібні до земних. Тут розташована гора Олімп (22 456 м), найвища відома гора в Сонячній системі, та Долини Марінера — величезна рифтоподібна система каньйонів. На додаток до особливостей — період обертання Марса та сезонні цикли також подібні до земних. Марс — невелика планета, більша за Меркурій, але майже вдвічі менша від Землі за діаметром. Марс має екваторіальний радіус 3396 км і середній полярний радіус 3379 км (обидва значення точно визначені космічним апаратом «Mars Global Surveyor», який почав свою місію на орбіті навколо планети 1999 року). Маса Марса становить $6,418 \times 10^{23}$ кг, що вдесятеро менше за масу Землі, а прискорення вільного падіння на його поверхні — $3,72 \text{ м/с}^2$. Це означає, що об'єкти на Марсі важать лише третину своєї земної ваги. Загальна площа поверхні Марса приблизно дорівнює всій площі Земної суші. Це десь — третина всієї площі планети Земля (див. рис. 2) [3].

Марс є найдоступнішою планетою для дослідження після Землі, якщо врахувати відстань до неї, умови на поверхні і параметри орбіти. Четверта планета від Сонця і найближчий сусід Землі, Марс став предметом ретельного вивчення сучасних вчених за допомогою потужних телескопів, зондів далекого космосу і орбітальних космічних кораблів. Чи була на ньому колись життя? Можливо, відповідь на нас чекає десь в кратері Езеро. Марсохід НАСА Perseverance, успішно досяг поверхні в ніч з 18 на 19 лютого 2021 року, починає процес з'ясування. влітку 2020 р взаємне розташування Марса і Землі було оптимальним для запуску зондів, і людство не втратило свій шанс.



Рис. 2. Розміри Землі і Марса в порівнянні

В політ вирушили відразу три місії. Перш за все це місія NASA «Марс-2020». Крім того, влітку 2020 року свою перший марсохід запустив і Китай. Його місія носить назву «Тяньвєнь-1». Вона складається з ровера і орбітального зонда, кожен з яких оснащений власними приладами для дослідження Марса. Відзначимо, що успіх цієї місії зробить Китай другим після США країною, апарат якої зможе успішно працювати на поверхні Червоної планети. Але поки місія лише прибула на орбіту (10 лютого), а висадка ровера планується на травень. Нарешті, в космос відправився зонд Об'єднаних Арабських Еміратів (ОАЕ) «Аль-Амаль» («Надія»). Це перша міжпланетна місія арабської держави. «Надія» являє собою орбітальний апарат без посадочних модулів, який займеться вивченням атмосфери Марса. ОАЕ запустили свій зонд 20 липня 2020 з космічного центру Танегасіма, Японія. 9 лютого 2021 року він успішно вийшов на орбіту. Таким чином, ОАЕ стали першою арабською країною, що досягла Марса [4].

Інженер Ілон Маск, який відомий своїми масштабними планами з освоєння Марса, розповів про те, як будуть жити перші колоністи червоної планети, повідомляє одній із газет. Один з фоловерів Маска поцікавився, де будуть жити люди, які відправляться з місією на Марс в числі перших. Він хотів дізнатися, чи буде планета до того моменту терраформірована або яка належить бізнесмену компанія SpaceX придумає альтернативні способи виживання. «Спочатку [колоністи] будуть жити під скляними куполами (рис. 3).



Рис. 3. Скляні куполи на Марсі в перспективі

В кінцевому підсумку терраформування для підтримки життя як на Землі », - заявив Ілон Маск. «Терраформування - дуже довгий процес для нашого життєвого циклу. Однак ми можемо встигнути створити людську базу на Марсі. В крайньому випадку, коли в майбутньому якась космічна цивілізація виявить наші руїни, то вони будуть вражені тим, як далеко ми зайшли », - поділився Маск. Ілон Маск протягом декількох років поспіль виношує плани по заселенню Марса землянами. Виступаючи на «пізньому шоу зі Стівеном Кольбером» в 2015 році, Маск заявив, що червону планету можна перетворити в другу Землю, якщо зробити її тепліше. Для цього він запропонував провести ядерне бомбардування Марса, щоб розтопити гігантські льодовики і випустити в атмосферу величезну кількість вуглекислого газу, який створить парниковий ефект. По прогнозам SpaceX, до 2050 року на Марсі буде проживати колонія з населенням в мільйон чоловік [5].

Для зондування на супутниках використовують активні і пасивні датчики.

Бортові активні датчики - прилади для отримання даних шляхом передачі та прийому радіохвиль. Як правило, це радіолокаційні системи на бортових платформах. Існує п'ять типів активних датчиків, кожен з яких виконує свою конкретну задачу. Радар з синтезованою апертурою (SAR) використовується для отримання топографічних даних про поверхню Землі. Висотоміри призначені для вимірювання точної висоти рівня світового океану.

Рефлектометри в основному використовуються для визначення напрямку вітру і його швидкості біля поверхні світового океану. Радари контролю опадів використовуються для визначення інтенсивності атмосферних опадів і побудови їх тривимірної структури. Радари профілювання хмарності призначені для вимірювання хмарного покриву і його структури над поверхнею Землі.

Бортові пасивні датчики являють собою дуже чутливі приймачі, так звані радіометри, які вимірюють електромагнітну енергію, що випромінюється і відбивається Землею, і хімічний склад її атмосфери. Таким дуже чутливим приймачів потрібен захист від радіочастотних перешкод для виконання необхідних вимірювань.

Прилади пасивного дистанційного зондування, що працюють на супутниках спостереження Землі, спрямовані вниз, на поверхню Землі і атмосферу, і приймають інформацію від передавачів, що працюють на поверхні або на невеликій відстані від поверхні Землі [1].

Дослідження льодового покриву. 15 вересня 2018 року з космодрому в Каліфорнії на орбіту Землі запущено супутник НАСА для вивчення стану крижаного покриву Землі. Місія штучного супутника, названого ICESat-2 може полягати в тому, щоб надати за допомогою лазера більш точну інформацію, як глобальне потепління впливає на крижані масиви.

ICESat-2 буде відстежувати поточні зміни в найдрібніших ділянках з точки огляду на висоті приблизно 500 км над планетою.

Зміна висоти льодовикового покриву всього на один сантиметр в масштабі Антарктиди представляє собою величезну кількість води 140 гігатонн, отриману або втрачену крижаним шаром.

ICESat-2 випускає 10 тисяч лазерних імпульсів в секунду по ходу руху. Нова лазерна система, яка важить півтонни, є одним з найбільших інструментів спостереження за поверхнею Землі, коли-небудь створених НАСА. У ній використовується технологія підрахунку фотонів. Зонд випускає 10 тисяч лазерних імпульсів за секунду. Кожен з них досягає Землі і відскакує назад за приблизно 3,3 мілісекунди. Точний час "відскоку" дозволяє розрахувати висоту відображеної поверхні.

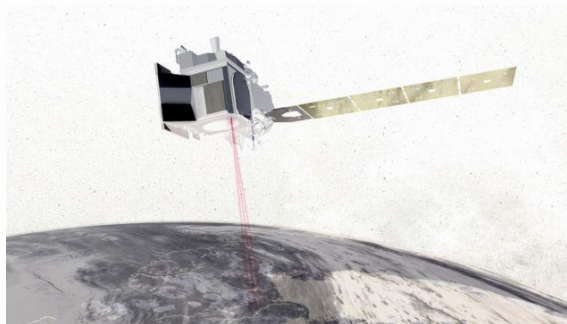


Рис.2. Супутник ICESat-2: https://elementy.ru/kartinka_dnya/188/Sputnik_ICESat_2

Вчені сподіваються, що ICESat-2 допоможе створити перші точні карти товщини морського льоду в Антарктиці. На даний момент техніка оцінки крижаного покриву чітко працює тільки в Арктиці. Вона включає в себе порівняння висоти тієї частини плаваючого льоду, яка височить над водою, з висотою самої поверхні океану. Оскільки вчені знають щільність морської води і льоду, вони можуть підрахувати, скільки льоду має перебувати під водою, і, отже, загальну його товщину.

Однак в Антарктиді цей підхід спрацьовує не завжди. Далеко на півдні крижини можуть покритися значними масами снігу. Під його вагою морський лід іноді повністю йде під воду, що заважає розрахунку його товщини.

Пропоноване рішення полягає в тому, щоб об'єднати лазерні спостереження ICESat-2, що дають відбиток від поверхні снігу, з даними радіолокаційних супутників, мікрохвильові промені

яких проникають глибше в снігове покриття. Завдяки цьому результати будуть набагато точнішими.

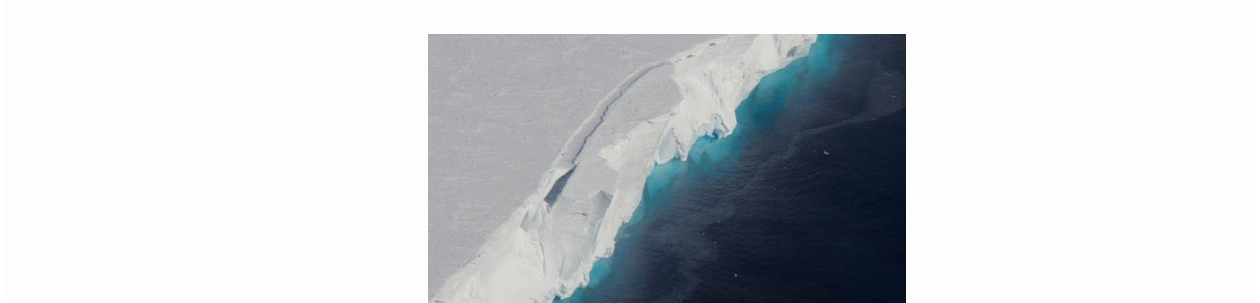


Рис. 3. Танення льодовиків на кордоні з теплою водою
<https://www.bbc.com/ukrainian/features-45539107>

З початку 2002 року, на протязі декількох місяців, інструмент MODIS на борту Terra спостерігав один з моментів руйнування і зникнення шельфових льодовиків, даючи вченим і світу можливість з висоти пташиного польоту спостерігати цю драматичну явище.

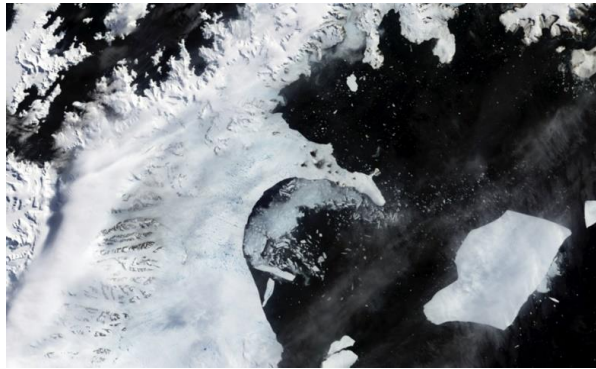


Рис.4. Chain reaction shattered huge Antarctica ice shelf [2]
<https://www.coolaustralia.org/chain-reaction-shattered-huge-antarctica-ice-shelf/>

Фотографування поверхні Землі. У грудні 1999 року NASA запустила супутник, який відкрив нову еру в нашій здатності бачити, вимірювати і розуміти Землю. Супутник, названий Terra, стартував в космос 18 грудня 1999 (він був розроблений для 5-річної дослідницької місії, але як і раніше продовжує збирати безцінні дані про суші, атмосфері і океані). У 2002 і 2004 роках, слідом за Terra стартували два нових супутника, названі Aqua і Aura. Їх часто називають трьома основними супутниками NASA системи спостереження за поверхнею Землі, яка всерйоз почалася з Terra і тепер включає в себе парк з 18 супутників. Вони зробили революцію в здатності спостерігати нашу планету з космосу.



Рис. 5. Західна півкуля Blue Marble, створене в 2002 році:
https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Earth_Western_Hemisphere_transparent_background.png

Отримання повної фотографії Землі з космосу вимагає непростої послідовності дій. У 1972 році екіпаж «Аполлона-17» взяв на Місяць камеру для того, щоб отримати знімок з повним

зображенням сфери Землі в поле зору. У 2002 році вчені NASA і візуалізатори зшили разом результати довгих місяців спостережень за поверхнею землі, океанами, морським льодом і хмарами в істинно-кольорову мозаїку без всяких швів, використовуючи гіперспектральних систему MODIS (Moderate-resolution Imaging Spectroradiometer - скануючий спектро радіометр середнього дозволу), - інструмент на борту Terra. Вони додали шар хмар для створення підсумкової композиції Blue Marble, яка стала однією з найбільш знакових зображень Землі нового століття.

Спостереження за ураганами і вулканами. Супутникове зображення може допомогти дослідникам визначити особливості урагану, включаючи ті, які можуть вказати, чи буде ураган посилюватися чи слабшати. 25 серпня 2020 року, за кілька днів до того, як ураган "Лора" здійснив обвал, як руйнівний шторм категорії 4 у Луїзіані, супутник НАСА "Терра" пролетів над Лорою в Мексиканській затоці. За допомогою свого приладу багатокутного зображення SpectroRadiometer (MISR) супутник збирав дані про швидкість вітру та висоту хмарної вершини, коли шторм посилювався і рухався на північний захід [3].



Рис. 6. Супутникове зображення урагану "Лора": <https://www.gismeteo.ua/news/stihiynnye-yavleniya/34240-v-tehase-yevakuiroyut-bolee-300-tys-chelovek-iz-za-tropicheskogo-shtorma-lora/>

Астронавт на борту Міжнародної космічної станції (МКС) зробив цю фотографію пари вулканічних вершин - однієї діючої та однієї вимерлої. Активні Коліма та вимерлий Невадо-де-Коліма - це андезитові стратовулкани Транс-Мексиканського вулканічного поясу - великої вулканічної дуги, що простягається від Мексиканської затоки до Тихого океану [4].

Спостереження за пожежами. Датчики на борту супутників Terra і Aqua можуть не тільки виявити тепло, що виходить від лісових пожеж, а також «вирахувати» кількість активних пожеж по всьому світу в будь-який момент часу. Вони надають знімки активних пожеж та вимірювання їх димових шлейфів. Погляди на пожежу з космосу тепер стали звичайним явищем, але датчики крім цього надають вченим реальні дані про те, як далеко дим поширюється від джерела, і як високо піднімається в атмосфері.

MISR (Multi-angle Imaging Spectroradiometer) інструмент на борту супутника Terra, зіграв важливу роль в отриманні додаткової інформації про те: як лісова пожежа провокує шлейфи диму; як димові шлейфи проникають у верхні шари атмосфери; як пір'я диму змішуються з хмарами.



Рис. 7. Стовп диму від пожежі в Каліфорнії 23 серпня 2013 року <https://bashny.net/t/zh-CN/295169>

Зондування атмосфери. Інструмент AIRS на борту Aqua вимірює концентрацію вуглекислого газу на відстані в кілька тисяч футів над поверхнею. І візуалізація цих даних дає уявлення про те, як саме парникові гази поширюються по всьому світу, і як їх концентрація змінюється в залежності від сезону.

Чадний газ є забруднююча речовина без кольору і запаху, що утворюється з пожеж, вихлопних труб транспортних засобів та інших антропогенних джерел. Потрапивши в атмосферу, даний забруднювач сприяє утворенню смогу, іноді за тисячі кілометрів від місця початкового виникнення. Окис вуглецю входить до складу інгредієнтів для приземного озону - шкідливого забруднювача. На борту Тетта є інструмент MORITT для вимірювання забруднюючих речовин в тропосфері.

MORITT був першим пристроєм, що відстежує джерела окису вуглецю по всьому світу. За даними, зібраними з приладів MORITT, AIRS, а так само за даними, зібраними з європейських супутників, вчені виявили, що викиди окису вуглецю скорочуються в розмірі 1% в рік з 2000 року.

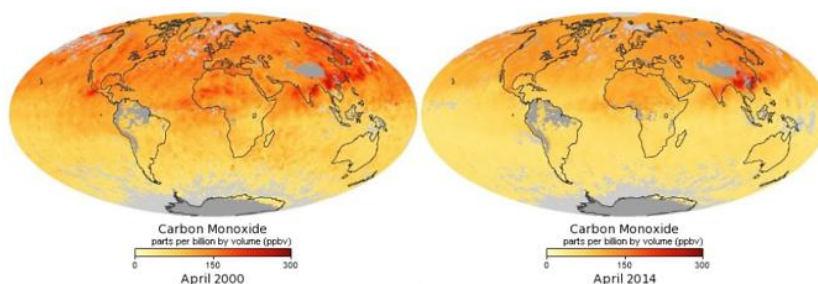


Рис. 8. Середньомісячна концентрація в тропосфері окису вуглецю на висоті близько 12000 футів, в квітні 2000 року (зліва) і в квітні 2014 року: <https://bashny.net/t/zh-CN/295169>

Інструмент AIRS на борту Aqua вимірює концентрацію вуглекислого газу на відстані в кілька тисяч футів над поверхнею. І візуалізація цих даних дає уявлення про те, як саме парникові гази поширюються по всьому світу, і як їх концентрація змінюється в залежності від сезону.

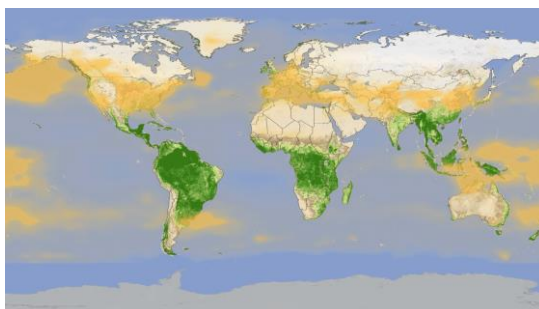


Рис. 9. Розподіл концентрації вуглекислого газу: <https://bashny.net/t/zh-CN/295169>

У 2019 році вчені з дистанційного зондування Чи Чен, Ранга Мінені та його колеги з Бостонського університету за допомогою супутникових спостережень показали, що рослинність покриву зросла у світі на 5 відсотків з початку 2000-х років. У 2020 році дослідницька група пов'язала це збільшення зеленості із незначним компенсацією глобальних температур.

Зараз, у новому дослідженні, Чен та його колеги працювали над розшифровкою того, як це озеленення може вплинути на температуру суші. Використовуючи супутникові дані та вдосконалені комп'ютерні моделі, вони виявили, що збільшена рослинність має охолоджуючий ефект, що походить від підвищеної ефективності вертикального руху тепла та водяної пари між поверхнею суші та атмосферою.

Є кілька способів, як рослинність може змінювати температуру на поверхні. Зміна площі листя може змінити альбедо або те, наскільки сонячне світло поглинається або відбивається пейзажем. Більше зелених насаджень також може змінити опір поверхні землі або наскільки добре вода може проникати і утримуватися ґрунтом та листям. І це може змінити коефіцієнт

випромінювання або те, як поверхня випромінює або відображає довгохвильове випромінювання [5].

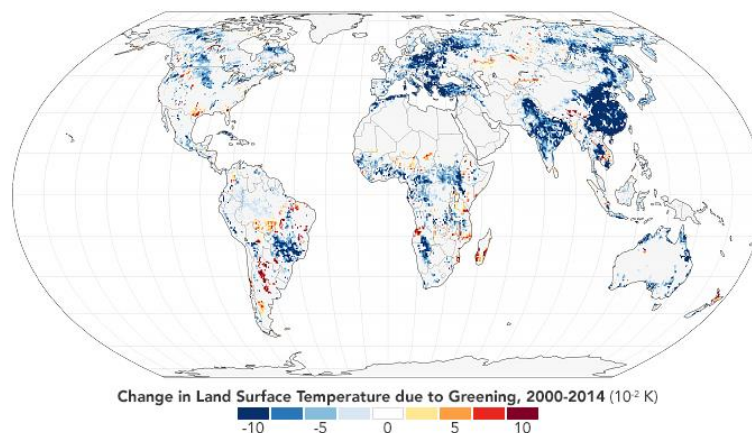


Рис. 10. Розподіл температур [5]

Картографування Землі. Дослідники вже давно просунулися вперед і нанесли на карту місцевість незвіданих раніше територій, роблячи докладні топографічні карти гір, річок, пагорбів і рівнин. Глобальна цифрова модель рельєфу (Global Digital Elevation Model), вироблена вдосконаленим супутниковим радіометром теплового випромінювання та відображення (ASTER - Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer), інструментом на борту Terra, виводить його на абсолютно новий рівень. ASTER збирає пари зображень з невеликим зсувом земної поверхні. Невеликі зсуви зображень дають інформацію про глибину і дозволяють вченим візуалізувати місцевість Землі в 3D. Перша Глобальна цифрова модель рельєфу побачила світ в 2009 році. Вона представляла собою зшиті разом 1,3 млн сцени земної поверхні [6].

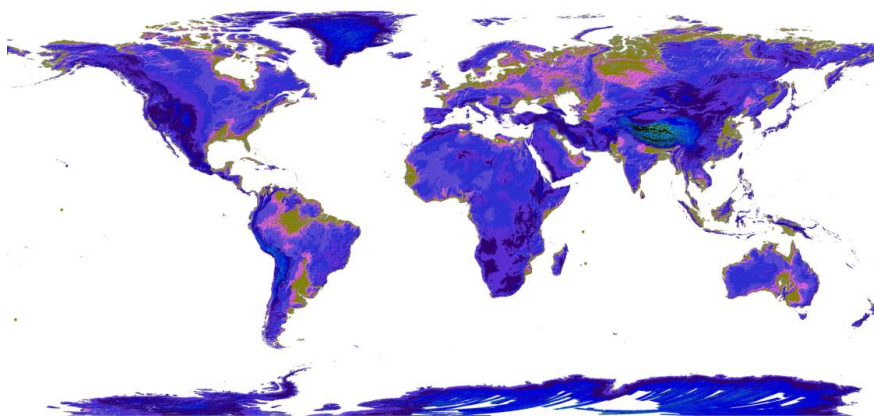


Рис.11. Картографування Землі: <https://bashny.net/t/zh-CN/295169>

Отже, супутникове зондування Землі має важливе значення для вирішення глобальних проблем, зокрема екологічних, для попередження наслідків стихійних лих, картографування Землі.

Список використаних джерел:

1. Хоулинь Чжао. Відстеження змін стану нашої планети [Електронний ресурс]: **ITU News Magazine** No. 1, 2019. Режим доступу : <https://www.itu.int>
2. Jane Qiu. Chain reaction shattered huge Antarctica ice shelf [Електронний ресурс] - Режим доступу : <https://www.nature.com/news/chain-reaction-shattered-huge-antarctica-ice-shelf> 1.13540
3. Terra MISR Used to Visualize Cloud-top Heights From Tropical Storm Laura in 3D [Електронний ресурс] - Режим доступу : <https://www.jpl.nasa.gov/news/terra-misr-used-to-visualize-cloud-top-heights-from-tropical-storm-laura-in-3d>
4. Robert Levy. Earth observatory [Електронний ресурс] - Режим доступу: <https://earthobservatory.nasa.gov/images>

5. Joshua Stevens. Greening Landscape Changes Air Flow [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://earthobservatory.nasa.gov/images/148026/greening-landscape-changes-air-flow>
6. Tassia Owen. MOPITT PI Awarded the Canadian Aeronautics and Space Institute Alouette Award [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://terra.nasa.gov/areas/mopitt>

SPACE EXPLORATION OF THE EARTH

Mykhailo Mykhalchenko - 2th year of SVO student Bachelor of VSPU M. Kotsyubynsky

Abstract: The importance of space methods of Earth research for solving important applied tasks, in particular environmental problems, natural disasters, natural disasters, is substantiated; examples of remote sensing of the Earth are presented.

Keywords: remote sensing of the Earth, satellites, sensors.

ДОСЛІДЖЕННЯ УМОВ ПРОЖИВАННЯ ЛЮДЕЙ ЗА МЕЖАМИ ЗЕМЛІ

МІСЯЦЬ ТА ЙОГО ВОДНІ РЕСУРСИ

Анатолій Відьмаченко – д-р фіз.-мат. наук, професор

Олександр Мозговий – канд. техн. наук, доцент

Олексій Стеклов – канд. фіз.-мат. наук, ст. наук. співробітник

Пропонуються шляхи поповнення біоресурсу Землі за рахунок Місяця.

Ключові слова: біоресурси, вода, Місяць.

Біоресурс Землі поступово вичерпується [8-10]. Тому його нестачу потрібно шукати в інших, крім Землі, місцях Сонячної системи. Серед таких об'єктів може бути й Місяць. При цьому необхідно ретельно підрахувати вартість їх видобутку, переробки і зберігання. Ці результати повинні прояснити питання про можливість використовувати, наприклад, воду на Місяці в якості ресурсу для землян. Ясно, що в місцях видобутку, зберігання та переробки води необхідно обладнати приміщення для людей, створюючи необхідні для цього умови [3, 4, 6]. Якщо на Місяці досить води, і якщо вона доступна, майбутні дослідники можуть використовувати її в якості питної, чи перетворити її у водень і кисень для ракетного палива й дихання.

Вважають, що вода могла там привнесена падаючими на поверхню кометами, або сонячним вітром. Як відомо, він є потоком протонів і електронів. Проте протони – це ядра атомів водню. З'єднуючись з киснем місячного ґрунту, вони можуть породжувати молекули H_2O й OH . Окремі родовища води пов'язують з вулканічними породами. Гірські породи, утворені в результаті вулканічної активності, мають вік у 100 млн років [1, 11]. Доля води у вулканічних відкладеннях становить приблизно 0,05% їх ваги. Однак деякі з цих порід покривають тисячі квадратних кілометрів площі. Тобто загальний обсяг води на Місяці можна оцінити як досить великий.

Аналіз даних, отриманих місячним мінералогічним картографічним спектрометром на борту запущеного в 2008 р. космічного апарату (КА) «Чандрайан-1» також показав, що вода поширена по всій поверхні Місяця, а не обмежується полярними регіонами [2, 5, 7].

Новим важливим етапом у вивченні Місяця і пошуку на ній льоду став запуск американських КА – «Lunar Reconnaissance Orbiter» і «Lunar Crater Observation and Sensing Satellite». «LCROSS» майже чотири місяці досліджувала мінеральний склад місячної поверхні і шукала на ній лід нейтронним детектором (Lunar Exploration Neutron Detector), призначеним для пошуку замерзлої води. Він уже виявив в районі Південного полюса велику кількість водню, який є ознакою наявності там води у зв'язаному стані. Тобто, зараз на Місяці знайдено лід в захищених від променів Сонця місцях: на дні деяких місячних кратерів. Вода є на всіх широтах, і на всіх типах поверхні без значної добової міграції. Вода знаходиться не в крижаній формі, а закрита всередині мінералів.

Тому місячні бази можуть розташовуватися не тільки на полюсах з крижаними шапками, а й на тепліших широтах, де будувати їх набагато комфортніше. Майбутній видобуток води буде мало чим відрізнятися від традиційної розробки родовищ корисних копалин. Нові технології дозволять створювати ефективні способи видобутку води з місячного ґрунту.

Список використаних джерел:

1. Morozhenko A., et al. (2015) HoA, 16, 182.
2. Shkuratov Yu.G., et al. (2003) AdvSR, 31(11), 2341-2345.
3. Steklov A.F., et al. (2019) 6 Gamow ICo, Odessa, 11-18.08, 57-58.
4. Steklov A.F., et al. (2019) 6 Gamow ICo, 11-18.08, 57.
5. Steklov A.F., et al. (2019) Lunar ISRU, 15-17.07, Columbia, id. 5033.
6. Steklov A.F., et al. (2019) Lunar ISRU, 15-17.07, Columbia, id. 5107.
7. Steklov E.A., et al. (2019) 6 Gamow ICo, 11-18.08, 43.
8. Vid'Machenko A.P., Morozhenko A.V. (2004) KNiT, 10(5/6), 21-27.
9. Vid'Machenko A.P., Morozhenko A.V. (2006) SSR, 40(6), 462-467.
10. Vid'machenko A.P., Morozhenko A.V. (2005) 36 LPSC, 14-18.03, Texas, #1015.
11. Vidmachenko A.P. (2018) 20 ISC AS YS, 23-24.05. Uman, 5-7.

THE MOON AND ITS WATER RESOURCES

Anatolii Vidmachenko - Doctor of Science, Professor

Oleksandr Mozghovyi - PhD, Associate Professor

Oleksii Stieklov - PhD, Senior Research Fellow

Ways to replenish the Earth's bioresource at the expense of the Moon are proposed.

Keywords: bioresources, water, Moon.

ТЕПЛОВА АДАПТАЦІЯ ДОВГОСТРОКОВИХ БАЗ НА МІСЯЦІ ДЛЯ ПРОЖИВАННЯ ЛЮДЕЙ

Олексій Стєклов – канд. фіз.-мат. наук, ст. наук. співробітник

Анатолій Відьмаченко – д-р фіз.-мат. наук, професор

Олександр Мозговий – канд. техн. наук, доцент

Дмитро Міняйло - інженер

Розглянуто один із варіантів теплового забезпечення постійних баз на Місяці.

Ключові слова: Місяць, теплоносій, енергія Сонця.

На 1 м² поверхні Місяця від Сонця надходить понад 1.3 кВт. Цю енергію необхідно прийняти [1, 3], перетворити, переправити під поверхню і там акумулювати [4, 5] та використовувати для повсякденних потреб й обігріву житла [2]. Принесену теплову енергію від Сонця мають збирати сонячні колектори і нагрівати матеріал теплоносія, поміщеного в труби. Ним можуть бути тверді, рідкі чи газоподібні речовини. На практиці використовують гліцерин, нафтові олії, розплави металів (Sn, Pb, Na, K), фреони, азот і ін. Зовнішня частина сонячної теплової труби у вигляді термоса – має бути прозора, а на її внутрішню частину наносять поглинаюче сонячну енергію покриття. Для підвищення ефективності його покривають чорною фарбою або селективним покриттям (чорний нікель, напилення оксиду титану).

Між зовнішньою і внутрішньою частинами прозорої труби має знаходитися вакуумний прошарок, що дає можливість зберегти ще до 95% теплової енергії. У замкнутих теплових трубках теплоносій при опроміненні вакуумних колекторів сонячним світлом нагрівається на гарячому кінці, перетворюється на пару і переміщується під поверхню до її протилежного кінця. Там, тепло віддається колектору, пара конденсується, і в рідкому вигляді повертається назад до розташованого на місячній поверхні абсорберу. Нагрітий теплоносій, циркулюючи по колектору, передаватиме теплову енергію в резервуар-акумулятор, де накопичується гарячий теплоносій. При відсутності забору тепла плоскі колектори здатні нагрівати рідину до 210 °С.

Застосовуючи під поглинаючими елементами спеціальні багатошарові покриття, і вводячи в сонячні колектори параболо-циліндричні відбивачі, можна підвищити температуру теплоносія до 250-300 °С. Отримання ще вищих експлуатаційних температур – до 500 °С – досягають за допомогою управління геліостатами по двох координатах, або розташовувати системи теплоносія у фокусі параболо-циліндричних дзеркальних концентраторів. Дзеркала слід орієнтувати по меридіану супутника, і розташовувати рядами через кілька метрів.

Також у фокусі відбивача на кронштейні можна закріпити двигун Стірлінга, що має ККД кращий 30%. Він є тепловою машиною, заснованою на періодичному нагріванні й охолодженні робочого тіла, з можливістю отримувати енергію із виникаючої при цьому зміни тиску. Робочим тілом в двигуні Стірлінга є водень, або гелій. Тепло-акумулятори в системах теплопостачання повинні мати робочу речовину з високою теплоємністю (магнезит, чавун, високоміцна цегла, суміші з солей лужних металів, кристалогідрати неорганічних солей і т.п.), та покриті матеріалом по типу термоса.

Список використаних джерел:

1. Morozhenko A.V., Vidmachenko A.P. (2004) JAIS, 36(11), 27-31.
2. Shkuratov Yu.G., et al. (2017) 10IAAS FSpE, 2.
3. Shkuratov Yu.G. et al. (2003) ASR, 31(11), 2341-2345.

4. Steklov A.F., Vidmachenko A.P. (2019) 21 Intern. scientific conf Astron. School of Young Scientists, May 21-23 2019, 23.
5. Vidmachenko A.P. (2016) 18 Intern. scientific conf Astron. School of Young Scientists, 23-27.

THERMAL ADAPTATION OF LONG-TERM BASES ON THE MOON FOR HUMAN RESIDENCE

Anatolii Vidmachenko - Doctor of Science, Professor

Oleksandr Mozghovyi - PhD, Associate Professor

Oleksii Stieklov - PhD, Senior Research Fellow

Dmytro Minaiilo - heating engineer

One of the variants of heat supply of permanent bases on the Moon is considered.

Keywords: Moon, heat carrier, solar energy.

СПЕЦИФІКА ДОВГОСТРОКОВИХ ПОСЕЛЕНЬ ЛЮДЕЙ НА МАРСІ

Анатолій Відьмаченко – д-р фіз.-мат. наук, професор

Олександр Мозговий – канд. техн. наук, доцент

Олексій Стеклов – канд. фіз.-мат. наук, ст. наук. співробітник

Розглянуто небезпеки, які чекають людство при переселенні на Марс. Пропонується ефективно розміщення і обладнання постійних баз на червоній планеті.

Ключові слова: Марс, довгострокові поселення, колонізація Марсу.

Зараз перед людством постають питання: як освоювати Марс, як відправити туди перших поселенців, як забезпечити їх проживання протягом тривалого часу у ворожому середовищі? Задачі, що ставляться перед науковцями та інженерами – складні, і не залишають права на помилку, адже йдеться про людські життя. Планування місії на Марс – це перший крок до ери міжпланетних переселень, що змінить історію людства назавжди [1]. На даний момент питання розміщення перших людських поселень на Марсі є як ніколи актуальним. Людство вже зробило перші кроки, побувавши на Місяці ще у 1970-х роках ХХ ст. Але подорож до Марсу потребує вже набагато більше часу та зусиль. Щоб серйозно підійти до освоєння червоної планети, необхідно продумати візит з точки зору довгострокової перспективи перебування людини та колонізації з повноцінним функціонуванням у ворожому для людини середовищі. Компанія-виробник космічної техніки «SpaceX» займається плануванням першого польоту на Марс, моделюючи можливі ситуації, що можуть спіткати перших колоністів.

Марс – планета відносно спокійна. Проте клімат там досить холодний. Хоча там не буває як нестерпної спеки, так і смертельних холодів. Атмосфера є, але не густа, складається переважно з вуглекислого газу. Магнітне поле слабе, тому поверхню планети постійно бомбардує потік високоенергетичних заряджених частинок сонячного вітру та космічних променів. Ще одна особливість Марса – це часті локальні та глобальні пилові бурі. Там є значні запаси води у вигляді льоду, котра знайдена у полярних шапках і під поверхнею, починаючи з глибин 15-20 см [4]. Ми вважаємо, що колонію найкраще побудувати під поверхнею, щоб захистити її від космічної радіації. Необхідно також забезпечити її енергією, і сонячні батареї в даному випадку не найкращий варіант через те, що потік сонячного випромінювання на Марсі є значно меншим, і панелі можуть постійно припорошуватись піском через регулярні пилові бурі. Оптимальним варіантом здається ядерний реактор. Потрібен також постійний доступ до водних ресурсів. Тому підбір місця першого поселення повинен бути надзвичайно ретельним. Вважаємо, що цим вимогам найкраще відповідає лавова трубка (порожнинне утворення у корі в результаті виходу вулканічної лави) з пологим горизонтальним входом, де можуть бути поклади водяного льоду під поверхнею, намерзлі за мільйони років як конденсат, або утворені підземними джерелами [2, 3]. Сама колонія, скоріше за все, матиме вигляд сполучених куполів з житловими, інженерними, та тепличними відсіками. Необхідно, щоб з часом колоністи перейшли на самозабезпечення

провіантом, тому там слід вирощувати їстівні культури. Таким чином, поселення на Марсі – це наступний необхідний технологічний прорив для людства.

Список використаних джерел:

1. Vidmachenko A.P. (2009) ASR. 6(1-2), 131-137.
2. Vidmachenko A. P. (2016) 18 ISC AS YS, 16.
3. Vidmachenko A. P. (2016) BioPD in Mars Analog EnvirConf, May 16–18, Tahoe, abstract #2002.
4. Vidmachenko A.P. (2018). 20 ISC AS YS, Uman, 91-93

SPECIFICITY OF LONG-TERM HUMAN SETTLEMENTS ON MARS

Anatolii Vidmachenko - Doctor of Science, Professor

Oleksandr Mozghovyi - PhD, Associate Professor

Oleksii Stieklov - PhD, Senior Research Fellow

The dangers that await humanity when migrating to Mars are considered. It offers efficient placement and equipment of permanent bases on the red planet.

Keywords: Mars, long-term settlements, colonization of Mars.

НАША ТАЄМНИЧА ПЛАНЕТА «П-КВАДРАТ» ТА ІНШОПЛАНЕТНА ІНВАЗІЯ МІСЯЦЯ

Марія Патон – студентка СВО бакалавра

Олексій Стеклов – канд. фіз.-мат. наук, ст. наук. співробітник

Олександр Мозговий – канд. техн. наук, доцент

Анатолій Відьмаченко – д-р фіз.-мат. наук, професор

У вигляді лабораторної роботи показано, що умови життя на Землі і характеристики Сонця, Місяця і Землі пов'язані з числом π .

Ключові слова: число π , Земля, Місяць, прискорення земного тяжіння.

Тема лабораторної роботи. Простий метод визначення прискорення вільного падіння біля поверхні Землі або ж будь-якої іншої планети.

Мета роботи. За допомогою підручних засобів визначити прискорення вільного падіння біля Землі. Проаналізувати та порівняти характеристики Сонця, Місяця та Землі. Зробити висновки про їх походження.

ХІД РОБОТИ:

Теоретична частина 1. Є два таємничих числа в природі та у прикладній математиці – це числа π (пі) $\approx 3,14$ та e (є) $\approx 2,72$.

Покажемо, що умови життя на планеті Земля зв'язані з числом π (пі) ... Запишемо звичайну формулу математичного маятника:

$$T = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{l}{g}}; \quad (1)$$

Якщо експериментально знайти період маятника T , то, при відомій довжині маятника, легко можна обчислити прискорення вільного падіння біля поверхні Землі:

$$g = \frac{4 \cdot \pi^2}{T^2} \cdot l \quad (2)$$

Експериментальна частина. Доведемо, що навіть грубо переходячи від математичного до реального фізичного маятника, в якості якого ми підвісили кросівок нашого фізика з гантеллю в 2 кілограми в середині на довгому шнурку в один метр, вдасться точно визначити прискорення вільного падіння g . Але спочатку експериментально виміряли час 20 (двадцяти) повних коливань:

$$\Delta t_{20} = 20 \cdot T \approx 41 \text{ с}; \quad (3)$$

А потім знайшли період нашого фізичного маятника з довжиною підвісу в 1 метр:

$$T \approx 2,05c; \quad (4)$$

Таємнича формула для таємничої планети Земля. Для нашого однометрового маятника отримуємо дуже просту та таємничу формулу:

$$g \approx \frac{4 \cdot \pi^2 \cdot 1}{(2,05)^2} \approx \pi^2; \quad (5)$$

Повторимо її окремо ще раз

$$g(\text{землі}) \approx \pi^2 \quad (6)$$

Висновок: наша планета Земля дуже таємнича, бо навіть прискорення вільного падіння біля її поверхні дорівнює « π в квадраті» !

Теоретична частина 2. Аналіз характеристик Сонця, Місяця, Землі.

Відстань від Землі до Місяця 384 000 км, а від Сонця до Землі 149 600 000 км. Друге число приблизно в 400 раз більше першого. Радіус Сонця 696 000 км, а радіус Місяця 1 738 км, тобто їх відношення також дорівнює числу 400 !

Висновок:. на небі Сонце і Місяць мають майже точно однакові кутові розміри. Так діаметр Сонця 31-32 кутові хвилини, а діаметр Місяця 29-33 кутові хвилини. Ось чому ми можемо бачити повні, часткові та, навіть, кільцеподібні затемнення Сонця. Все залежить від віддалі Землі до сонця при русі по еліптичній орбіті.

Саме це *дивовижне* та *неймовірне* співпадіння кутових розмірів Сонця та Місяця примушувало Жерців-Астрономів стародавнього Єгипту та Вавилону говорити про те, що.. Сонце та Місяць – це «ДВА ОКА НЕБЕСНОГО БОГА».

Для ще більшого здивування порівняємо середні густини Місяця (3.34 г/см^3) та Землі (5.57 г/см^3). Легко перевірити, що густина Місяця ближче до Марса та астероїдів ніж до Землі. Це дає нам підстави розглядати Місяць, як планетоїд, який нам «підсунули» з району пояса астероїдів для якоїсь мети. Якщо це зроблено «штучно», то діяв тут в той час «створення» Дуже плутужний Космічний Розум! А Місяць тоді – «не наш, а інопланетна інвазія...»

Підсумковий висновок. Нам на планеті Земля треба проаналізувати головне – як саме Місяць викликає Біологічні Припливи, а не тільки морські та океанічні. Та ще й – «як так сталося, що тільки людські жінки формують зрілі яйцеклітини раз на місяць, тобто що –Місячно?»

Відомо, що кожна жінка «людська» має за рік в середньому дванадцять варіантів запліднення. Формула зв'язку Сонячного тропічного року та фазового Місяця дає:

$$T_{\odot} = 12 \cdot T_{\zeta} + 11^d; \quad (7)$$

Тобто раз в три роки формується Один Тринадцятий Варіант Запліднення, бо ж за три роки «виникло» ще 33 доби додаткові!

Ось чому астрономи ввели тільки 12 (дванадцять) знаків зодіаку, а от сузір'їв зодіаку вже рівно 13 (тринадцять)

Виникає запитання – а чи не забагато «Співпадань» для нашої таємничої та рідної планети « π -квадрат», тобто для нашої планети Земля та нашого (чи не нашого) Місяця ?

OUR MYSTERIOUS PLANET " π -SQUARE" AND ALIEN INVASION OF THE MOON

Mariia Paton - student of SVO Bachelor

Oleksii Stieklov - PhD, Senior Research Fellow

Olexandr Mozghovyi - PhD, Associate Professor

Anatoliy Vidmachenko - Doctor of Science, Professor

In the form of laboratory work it is shown that the living conditions on Earth and the characteristics of the Sun, Moon and Earth are related to the number π .

Keywords: number π , Earth, Moon, acceleration of gravity.

ПРОБЛЕМНІ ПИТАННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ПЛАНЕТ ТА УМОВ ПРОЖИВАННЯ НА НИХ

Олександр Мозговий – канд. техн. наук, доцент

Марія Патон – студентка СВО бакалавра

Олексій Стєклов – канд. фіз.-мат. наук, ст. наук. співробітник

Анатолій Відьмаченко – д-р фіз.-мат. наук, професор

Борис Жилиєв – д-р фіз.-мат. наук, ст. наук. співробітник

Георгій Дашкієв – канд. техн. наук, доцент

В даній роботі наводяться теми студентських практикумів, на яких є можливість теоретично і практично розглядати проблемні питання дослідження планет, а також умов проживання на них.

Ключові слова: планети, планетологія, симбіотехніка.

Україна: Ознаки космічної держави та базові принципи вивчення астро-космічних дисциплін

Космічні Держави та Космічні Цивілізації. В наш час в світі існує вже більше 20 (двадцяти) Космічних Держав. Більше того, зараз поступово виникають стійкі Союзи, об'єднання деяких з них, що символізує початок формування так званих протокосмічних, а потім і повноцінних Космічних Цивілізацій на планеті Земля. Саме тому нове покоління спочатку студентів, а потім науковців, інженерів та фахівців з сучасних високих технологій повинні добре усвідомити, що Україна - це космічна держава і треба прикласти багато зусиль, наполегливості, щоб зберегти та розвинути ці якості нашої Держави.

Статус нашої України як Космічної Держави. Так, для нас і для цього, і перш за все, студенти і майбутні фахівці повинні знати і розуміти особливі ознаки та структури, що символізують та реалізують, стверджують «Космічний статус» нашої України. Отже: треба зберегти та розвинути підприємства, які створюють сучасні ракето-носії здатні виводити на ближні і далекі орбіти штучні супутники та елементи Космічних станцій. Подивіться фільм «Засекречений космос в Україні». Український космос підтримували більше 20 підприємств. А флагман - це «Південний машинобудівний завод імені Макарова» в місті Дніпро. А «серцем» системи в Україні є КБ «Південне».

Космодроми і Космопорти. Але повноцінна космічна Держава повинна мати саме на своїй території 2-3 повноцінних Космодроми та ще й 3-5 Космопортів для суборбітальних операцій Державних та приватних компаній, які розвивають та реалізують космічні технології. Треба звісно розвивати і міжнародне співробітництво. Нам потрібно підтримувати технології програм «Морський старт» та продовжувати стартові традиції в Бразилії та на космодромах Франції в Латинській Америці.

Розвивати сучасну трьохфазну астро – космічну планетологію. Із всіх астро-космічних дисциплін нам в Україні треба розвивати традиції класичної, фізичної та симбіотехнічної Планетології. А на вершині цієї астро-космічної піраміди повинен активно діяти особливо важливий «Інститут планетарного захисту». Подібний інститут вже є в штаті Техас, США. Але про задачі і функції всіх «Інститутів планетарного захисту» ми поговоримо окремо. Нашим студентам є що вивчати і є над чим працювати в руслі «студентських практикумів».

Три фази, три етапи розвитку, предмет та методи сучасної планетології. Цей наш практикум одночасно і самий простий і самий, самий найбільш важкий у реалізації. Студенти повинні самі самостійно це перевірити в процесі творчої роботи над трьома різними секторами розвитку та застосування сучасної планетології.

Планетологія. Сама планетологія - це особливий розділ астрофізики, який вивчає планети, планетоїди та загальну фізику тіл Сонячної системи. При цьому, наш перший сектор та перший етап розвитку планетології традиційно називається «класична планетологія». Рекомендуємо студентам вивчати «класичну планетологію» по монографіям та підручникам Шаронова Всеволода Васильовича, Барабашова Миколи Павловича, Мороза Василя Івановича, Ковалів Івана Кириловича та їх послідовників.

Фізика планет, або ж «фізична планетологія». Так, з другої половини 20 століття фізикою планет почали активно займатися геофізики, метеорологи, спеціалісти з фізики та динаміки атмосфери. Більше того, особливо актуальними стали задачі з енергетики та хімії атмосфер. Саме так і тому почав активно розвиватися цей наш особливий сектор «фізичної планетології», яка має свою специфіку та особливості. Але і фізична і класична палеонтологія взаємно доповнюють одна одну, забезпечуючи сучасні космічні дослідження планет.

Третя фаза, третій етап розвитку планетології. Нам залишається тільки пояснити студентам, той очевидний факт, що людство зараз активно розробляє проекти по обживанню Місяця та планет Сонячної системи. А це вимагає створення особливих довгострокових баз для нашої життєдіяльності «ТАМ». Саме для цього і треба забезпечити «симбіоз» (тобто «поєднання») технічних засобів та біологічного існування на іншопланетних та Місячних довгострокових Базах. Саме цим і займається «СимБіоТехнічна Планетологія» як її особливий сучасний етап розвитку.

Висновок. Студенти! Ви - молоді і за вами майбутнє! Тому, вивчайте всі три сфери, три розділи планетології! Вперед до задач терраформування і планет, і планетоїдів.

Симбіотехнічна комплектація довгострокових баз на планетах, планетоїдах та навколо особливих астероїдів та ядер комет для комфортного проживання та життєдіяльності людей і синфазної біосфери, при умові розробки надійних принципів та технологій ПОВТОРНОГО заселення планети Земля людьми з цих космічних колоній

Всі вже зрозуміли, що людство активно переходить в епоху обживання всієї Сонячної системи. А для цього потрібна симбіотехніка. Ця назва проста і прозора. Якщо наші системи та комплекси зможуть забезпечити гармонійне поєднання техніки та біологічних «специфік» життя, живого, то це і буде симбіоз, тобто поєднання яке забезпечує, підтримує і захищає живе. Таким чином, обживати ми будемо всі об'єкти та об'єми Сонячної системи тільки і завжди симбіотехнічно.

Що таке «симбіотехніка». Сам термін «симбіотехніка», на противагу традиційно модному на той час поняттю «біоніка», ввів нині академік багатьох академій Колотілов Микола Миколайович в далекому вже від нас 1982 році. В той же час цей термін було застосовано до створення особливого напрямку в астрономії – «симбіотехнічна планетологія», як основа та фундамент терраформування планет, планетоїдів, та ще й базовий принцип формування «довгострокових роторних орбітальних станцій» (ДРОСі...) навколо спеціально підібраних, по особливостям їх орбіт, астероїдів та ядер комет.

Астероїдно-кометні «таксі». Ці особливі, дуже корисні для нас (людей космонавтів/астронавтів) об'єкти ми називаємо дуже красиво - астероїдно-кометні «таксі». Співавтори створення «симбіотехнічної планетології» це – Колотілов Микола Миколайович, Відьмаченко Анатолій Петрович, та Стеклов Олексій Федорович. Практичні задачі по терраформуванню планет та планетоїдів, по створенню «ДРОСів» навколо «астероїдно-кометних таксі» можна вирішити тільки спираючись на симбіотехнічні принципи. І ці принципи треба наполегливо розвивати і стверджувати. Саме ті ж самі співавтори - Колотілов М.М., Відьмаченко А.П. та Стеклов О.Ф. рекомендували вже на поверхні Землі і в підповерхневих об'ємах провести випробування всіх технологій створення симбіотехнічних підповерхневих «Довгострокових ЕндоПланетарних станцій» (ДЕПС). І саме для цього Колотіловим М.М. пропонувалося створити особливу Циркумплярну Північну Цивілізацію вже на планеті Земля на рівні північного полярного кола та трохи вище та нижче по широті. Але ж для цього треба було б узгодити ці «циркумплярні» експерименти з усіма приполярними державами. Ми дуже на це сподіваємось.

Гравітаційні адаптери для Марса та Меркурія. Щоб обживати комфортно Марс та Меркурій, не говорячи вже про «гарячу» Венеру, треба відпрацювати симбіотехніку «ДЕПСів» ще на нашій Землі в умовах циркумплярних реалій. Які ж основні принципи симбіотехніки сьогодні доцільні та «непохитні»?

По-перше, на Марсі та на Меркурії однакова сила тяжіння на поверхні та під нею. Це 0,4 від земних реалій тяжіння. Тому методи гравітаційної адаптації, та суть гравітаційних адаптерів для скафандрів буде однакова. Нехай студенти самі розробляють суть і принципи цих адаптерів. Це дуже цікава тема для молодих і активних.

Теплова адаптація. На Марсі завжди і всюди холодно, крім тільки підсонячної точки. Але ж відстань всього в 1,5 разів більше від Сонця ніж для Землі. А тому теплова адаптація вимагає створення спеціальних польових симбіотехнічних концентраторів світла від Сонця всього-на-

всього в 2.25 раз. А це теж дитяча технічна проблема навіть для сучасного студентства. Якщо взяти за основу особливі дзеркальні розподілені целостатні установки, то зібравши по «околицям» поселення на Марсі світло з площі, яка в 3-4 рази більша за площу самого поселення, ми з вами, шановні студенти, створимо сонце-енергетичний комфорт як на курортах милого нам Єгипту, або ж як на курорті Ейлат біля Червоного моря. А на Меркурії все ще простіше. Так, на Екваторії Меркурія вдень 430°C , а під ранок -180°C морозу. А от тут то нам підійде ідея «циркумполярних поясів» на широтах $70-85^{\circ}$. На цих широтах та ще й на глибинах від 3-5 і до 30 метрів температури будуть постійними та просто комфортними для нас, для людей і для нашої синфазної біосфери. Це буде температура від $+30^{\circ}\text{C}$ (дуже тепло) і до $+5^{\circ}$. При цьому треба зробити систему симбіотехнічної «закачки» світлового сонячного фону в наші «ендопоселення» з повною чи з частковою імітацією курортів на Землі.

Сонячний Вітер та під купольні будівлі. Так, на Меркурії є великі проблеми з сонячним вітром. Але ж для цього і існують архітектурні принципи «підкупольних будівель». В Австралії таке вже в деяких містах є, то й на Меркурії це не буде проблемою.

Проблема пилових буревіїв. А от на Марсі основна проблема - це дуже і дуже набридливі локальні й глобальні пилові бурі. Але і їх не так вже й важко приборкати. Мета нашого методу при цьому - відродити гідросферу на поверхні Марсу. Для цього є два шляхи. Вони різні, але й цікаві: 1) Найпростіше вибухами відривати тилкові шматки на Фобосі і Деймосі, щоб вибухом їх відривало і відкидало проти орбітального руху цих супутників. Ці «шматочки» відірвуться, зависнуть і впадуть на Марс з дикими швидкостями. Розбившись об поверхню, а під нею ж лід, який після ударного вибуху відновить і рідку воду і атмосферу. Студенти при цьому можуть ще й підрахувати: як нам ще й нанести удари - чи фрагментами ядер комет по тому ж Марсу, це ж також буде весело, та ще й, як не дивно, це буде продуктивно для відновлення гідросфери та атмосфери на Марсі. Цікава практична задача для обчислень всіх версій та варіантів таких ударів по Марсу.

Проміжний висновок. Шановні студенти! Думайте, це ж наш Космічний практикум! Таким чином обживати і Марс і Меркурій можна і треба. Це непросто, але саме «симбіотехнічні системи» це зможуть реалізувати. Думайте, створюйте свої Супер - Пупер СимБіоТехнічні Системи і для Марса і для Меркурія. Марс нам потрібен, перш за все, для створення баз перехоплення тіл небезпечних космічних вторгнень із зон поясу астероїдів та із різних сімейств комет, які теж можуть нести загрозу. Але ж на Меркурії наші Базис довгострокові можуть нам допомогти перехоплювати небезпечні тіла на так званих «гілках повернення» («возвратных ветвях») орбіт вторгнень. Хоча там, біля Сонця, швидкості тіл вторгнень найбільші і «прилаштуватись» до них, «причалити» та змінити їх імпульс польоту та форму орбіт буде складною задачею. Але це можливо, якщо конче потрібно для безпеки планети Земля.

Симбіотехнічні «КОКОНИ». Так, і на Марсі і на Меркурії життя на базах «ДЕПС» забезпечать «симбіотехнічні кокони» під поверхнями. При цьому, буде вирішено задачі як теплової так і гравітаційної адаптації. Технології створення симбіотехнічних конків та ще й перехідних галерей – це дуже цікава задача для технічно грамотного студентства.

А от на Венері... Нам навіть краще було б сказати, а от над хмарами Венери, можна було б побудувати літаючі міста із систем дирижаблів, якщо їх з'єднання в макро-поселення зможуть втихомирити ураганні вітри над хмарами. Там, на тих висотах в атмосфері Венери, де температура падає від $+40^{\circ}\text{C}$ до -40°C , а тиск ще придатний для створення літаючих «мегаполісів», там ми зможемо дуже круто «жити-поживати» та й добро наживати, як нас вчили ще бабусі від Катрусі. Але ж в США, в NASA вже розглядають ці наші версії, які вперше прозвучали у Київському ліцеї №145. За цю роботу по Венері ліцеїстка Орел Інна отримала перше місце в Україні на конкурсі об'єднання УМАО «Сузір'я», тобто по конкурсу «Українського Молодіжного Аерокосмічного Об'єднання». Керівником цієї роботи був саме Стеклов Олексій Федорович. Це було у 2007 році.

Головна проблема і дві основні мети обживання та терраформування Місяця, Марса, Меркурія, Венери та об'ємів аж до поясу астероїдів. Так, основні проблеми в цих задачах у нас в тому – щоб не просто «обжити» об'єми та об'єкти аж до поясу астероїдів, а, по-перше, щоб створити бази «Інститутів планетарного захисту» від астероїдно - кометних небезпек для життя на Землі. Саме з цих баз, люди тих колоній повинні забезпечити перехоплення, знищення, або ж зміну траєкторій всіх небезпечних для Землі «космічних скитальців». Друге і останнє, та ще й найбільш болюче питання, яке потрібно вирішувати - створенням наших поселень на Марсі, Меркурії та Венері.

Ці наші поселення повинні забезпечити **МОЖЛИВІСТЬ ПОВТОРНОГО ЗАСЕЛЕННЯ** нашої рідненької планети Земля людьми та нашою синфазною біосферою, якщо людство, не дай Бог, загине від Космічної Глобальної Катастрофи, або ж від Глобальних Пандемій, або ж від важких Глобальних Змін Клімату на Землі.

Фурор, ейфорія та апофеоз від наших «спостережень» динамічних форм і структур нашої Галактики «Молочний шлях» із Зоряних баз на околицях Великої та Малої Магелланових Хмар

Спостереження в астрономії, як це не дивно виглядає, бувають явні/реальні та уявні/в наших думках, в нашому уявному, духовному світі. Все «уявне» дуже близьке до теоретичного та до «духовно - наукових світів» наших теоретиків. А явні, реальні спостереження - це важкий, «гранітний» або ж «залізо-бетонний» фундамент нашої практичної науки - прикладної астрономії. Всі ми, і студенти і викладачі, полюбаємо «уявні спостереження» в наших думках. Адже реальні спостереження вимагають наявності телескопів, телескопів та ще раз телескопів. А крім телескопів сучасна науково-експериментальна практика вимагає ще й фотометри, спектрометри, поляриметри, та ще й створення особливих мереж синхронно телескопічних спостережень, щоб розпізнати реальні, навіть невеликі, мінімальні зміни та процеси і на зірках, і на планетах, і на кометах, і на інших об'єктах космосу.

Сферична астрономія. Але наша телескопія спирається на особливі розділи сферичної тригонометрії та сферичної астрономії. Це нам вкрай необхідно, бо, в залежності від мети наших спостережень та від класу задач, ми використовуємо одну із чотирьох основних, так званих, небесних координат: Горизонтальну систему координат, в якій ми прив'язуємось до «азимуту» та «кутової висоти» об'єктів спостереження над математичним горизонтом. В цій системі працюють військові та студенти, а також спостерігачі спалахів та слідів космічних вторгнень в небо над нами. Екваторіальна система сферичних координат (а їх є аж дві різновидності) використовується тоді, коли ми жорстко прив'язані до місця нашої спостережної бази на планеті Земля. А от третя, так звана екліптична система сферичних координат, прив'язує нас до екліптики, яка визначається положенням площини орбіти Землі в просторі Сонячної системи. Сама екліптика - це уявна лінія перетину площини орбіти Землі з небесною сферою. В цій нашій екліптичній системі ми, астрономи, описуємо рухи тіл Сонячної системи та ще й, іноді, рухи «міжзоряних скитальців», таких як «Оумуамуа». Цей міжзоряний астероїд просто пролетів нашу Сонячну систему і полетів до інших зірок. Крім того, ми вже бачили і проникнення до нас міжзоряних комет. Це була, наприклад, міжзоряна комета «2I/Борисов», яку також позначали дв00234, с/2019Q4. Її відкрив Геннадій Борисов в жовтні 2019 року. І, на завершення нашої роботи, ми наполегливо рекомендуємо студентам не просто «вивчати» особливості нашої Галактичної системи координат, а ще й перевірити себе в царині розуміння стереометрії як структур Нашої Галактики «Молочний Шлях» (ядро, диск, гало, зоряні рукави, розсіяні і, особливо, сферичні/кулясті скупчення зірок), так ще й подумки зрозуміти та побудувати об'ємну картину того, як Ми будемо бачити нашу Галактику з Баз спостережень на околицях Малої та Великої Магелланових хмар. Це й буде вже Ваш Персональний «Ейнштейнівський експеримент ПОДУМКИ, в Духовно-Космічному просторі Вашої Душі»

PROBLEM ISSUES OF RESEARCH OF PLANETS AND LIVING CONDITIONS ON THEM

Oleksandr Mozghovyi - PhD, Associate Professor

Mariia Paton - student of SVO Bachelor

Oleksii Stieklov - PhD, Senior Research Fellow

Anatolii Vidmachenko - Doctor of Science, Professor

Borys Zheliaiev - Doctor of Science, Senior Research Fellow

Heorhii Dashkiiev - PhD, Associate Professor

This paper presents the topics of student workshops, where it is possible to theoretically and practically consider the problematic issues of planetary research, as well as living conditions on them.

Keywords: planets, planetology, symbiotechnics.

ЯК РЕАГУЮТЬ ЖИВІ ОРГАНІЗМИ НА КОСМІЧНЕ ВИПРОМІНЕННЯ

Аліна Данилевич – студентка СВО магістра

Анастасія Ковтун – студентка СВО магістра

Олена Кириленко – канд. пед. наук, доцент

Дослідження радіації, яка представлена космічним випромінюванням та її вплив на живі організми.

Ключові слова: космічне випромінювання, радіація, живі організми.

Радіаційний фон, який представлений космічним випромінюванням впливає на живі організми (рис. 1). На Землі і в космосі завжди була присутня радіація. Знання пересічного жителя планети про вплив радіації на живі організми і на людину мізерні і викривлені міфами. Люди з часом навчилися обертати її навіть собі на користь. Вплив радіації у великій кількості присутній в космічному просторі, але не потрапляє до нас на планету завдяки атмосфері. Сонце випромінює дуже велику кількість радіації кожену секунду, яка могла б знищити все живе на планеті за короткий час, однак атмосфера затримує випромінювану радіацію, але не всю [1]. Щоб зрозуміти, як космічні чинники впливають на живий організм, необхідно спочатку визначити, як вони впливають на окремі складові організму.



Рис. 1. Радіаційний фон, що отримують живі організми

Самою основною, найважливішою складовою живого організму є **вода**. Всі живі організми більш ніж на 70% складаються з води. Вона є складовою частиною не тільки крові, але тканин і клітин. Неприпустимо для нормального функціонування організму доводити воду з нього до кипіння або замерзання. При цьому обмін речовин припиняється. Тому дуже важливим фактором для нормального функціонування організму є **температура**. Більшість фахівців в даний час сходяться в тому, що космічні фактори діють на живі організми саме через їх водне середовище.



Рис. 2. Фото Д. Піккарді (рис. 2) показали, що швидкість реакцій у водному середовищі дійсно залежить від того, чи падає на водне середовище випромінювання чи ні. Виявилось, що швидкість осідання бісмуту різна при різних умовах в навколишньому просторі Землі і космосі, швидкість осідання бісмуту різна також в різні роки. І ще - ця швидкість залежить від того, в якому місці проводяться дослідження - вона залежить від широти і

довготи цього місця. Результати, отримані в Північній півкулі, відрізняються від отриманих в точно той же самий час в Південній півкулі. Виявилося, що в міру наближення до магнітного полюса швидкість реакції також змінюється.

Щоб усвідомити, чи не викликає зміна сонячної активності відповідних змін генотипних ознак, досліджувалася частота народження різних за статтю тварин при різному випромінненні. Для цього були відібрані дані з орловської та російської рисистої порід коней. Їх аналіз і зіставлення з рівнем сонячної активності показав, що приплід кобилок і жеребчиків різний в роки з різною сонячною активністю. В інших дослідженнях було показано, що це впливає не тільки на стать новонароджених, а й на інші генотипні ознаки. Так, виявилося, що зі зміною сонячної активності змінюється і чисельність соболів зі світлим і темним забарвленням, в залежності від збуреності магнітного поля Землі (в різні сезони) змінюється робота рецептора нюху соболя. Таким чином, космічні фактори безпосередньо впливають на статеві ознаки тварин, генофонд і багато інших сторін фізіологічних функцій організму тварин, що зумовлені зміною сонячної активності [2].

Дослідниками було встановлено, що космічне випроміннення також впливає на мінливість живої ваги потомства та статеві функції тварин. Було отримано дуже важливий результат: збільшення магнітного поля Землі призводить до зміни продуктивності потомства і показників відтворення.

В дослідях вивчався вплив космічних променів (аналізувалися дані за потоками елементарних частинок-мезонів). Виявилося, що зі збільшенням потоків космічних променів, а саме корпускулярної радіації, вага ягнят приблизно на 11% була більше, ніж у контрольній групі. До контрольної групи входили ягнята, які народилися в результаті запліднення в такі дні, коли підвищення інтенсивності космічних променів не було. Цікаво й інше: перевищення ваги було більше у ярочок. Їх вага у віці 4,5 місяця на 2,5 кг перевищила вагу тих ярочок, які народилися в результаті запліднення в дні нормальної інтенсивності космічних променів. Вага баранців була більша тільки на 1,6 кг.

Звичайно, простежити весь складний ланцюг процесів в організмі тварини, які проходять під дією космічної радіації, дуже складно. Для цього треба знати всі біофізичні і біохімічні процеси в організмі тварини і те, як ці процеси змінюються під дією космічної радіації. Але отримані в цих дослідях результати однозначно свідчать про те, що такий вплив безсумнівно є.

Не лише тварини опромінюються космічним випромінненням, а й люди. Радіаційний фон, що утворюється космічними променями, дає меншу половину зовнішнього опромінення, яке одержує населення від природних джерел радіації [с.33, 3].

Іонізуюче випромінювання порушує хід різних процесів, пошкоджує ДНК і збільшує кількість мутацій. Як наслідок, порушується нормальна робота клітин. Космонавти під час космічних польотів більше за всіх схильні до впливу радіації, так як магнітне поле і щільні шари атмосфери більше не захищають їх від галактичних космічних променів. На підставі даних NASA із зонда Curiosity за півроку перебування в космосі людина отримує дозу випроміннення приблизно в 25 разів більшу, ніж та що не покидала Землю рік.

Раніше вважалося, що в першу чергу через радіацію погіршуються розумові здібності і пам'ять, але наявні дані досить суперечливі.

При дослідженні тварин розділили на дві групи - контрольну, щурів яких не опромінювали, і експериментальну, яка піддавалась тривалій дії опромінення. Доза такого опромінення рівна 860-денним впливом радіації під час марсіанської місії.

Істотно змінюється метаболізм серотоніну - одного з головних речовин, що відповідає за передачу сигналу між клітинами мозку і за те, що ми називаємо настроєм. Наприклад, збільшився вміст дофаміну в гіпоталамусі. Відомо, що цей гормон відіграє значну роль у розумовій діяльності: активація системи відбувається при перемиканні уваги тварини [4].

Оптимальне функціонування живого організму забезпечується тим, що в ньому є біологічний годинник, або, іншими словами - організм має періодичність процесів в собі, що має життєво важливе значення. Під дією космічних факторів ця періодичність може порушуватися, точність ходу біологічного годинника збивається [2].

Список використаних джерел:

1. Радіація навколо нас [Електронний ресурс] // ДП Подільський ЕТЦ. URL: <https://petc.km.ua/main/1100-radacya-navkolo-nas.html>

2. Ю. В. Мизун, Ю. Г. Мизун "Таємниці майбутнього" М.: Вече, 2000.
3. Землянська О.В. Вплив іонізуючого випромінювання на життя та здоров'я людини / Землянська О.В., Івашенко Ю.В., Федоренко Т.О. // Збірник матеріалів п'ятої науково-методичної конференції. Київ, 2012 С. 32-35.
4. Космическое излучение влияет на психику, но не на умственные способности космонавтов. [Електронний ресурс]. – Режим доступу:
https://www.gazeta.ru/science/news/2019/03/29/n_12805669.shtml

HOW DO LIVING ORGANISMS REACT TO COSMIC EMITTING

Alina Danylevych – Student's Masters

Anastasiia Kovtun - Student's Masters

Olena Kyrylenko - Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor

Radiation research, represented by space radiation and its influence on living organisms.

Keywords: space radiation, radiation, living organisms.

ЯКІ ЗМІНИ ЧЕКАЮТЬ ЗЕМЛЮ КОЛИ ВОНА ЗАЛИШИТЬ СОНЯЧНУ СИСТЕМУ

Юрій Ворошило – студент 4 курсу СВО бакалавра ВДПУ ім. М. Коцюбинського

Віталій Купчик - студент 4 курсу СВО бакалавра ВДПУ ім. М. Коцюбинського

У статті подано гіпотезу щодо наслідків яких слід очікувати, якщо планета Земля покине Сонячну систему. Розглянуто та проаналізовано що може зробити людство якщо це все ж таки станеться.

Ключові слова: планета, Земля, Оумуамуа

Мільярди років Земля крутиться навколо Сонця. Здається що так буде завжди, але що якщо одного разу цей зв'язок перерветься. Бувай рідна орбіта, привіт вільний політ. Я б не став радіти від'їзду з сонячної системи. На щастя, його не варто очікувати, якщо вірити одним вченим, чи варто, якщо вірити іншим, в будь-якому випадку краще просто бути готовим до всього. Адже зовсім не виключено, що в найближчому майбутньому нам усім доведеться спробувати себе в ролі космонавта. Тому, можливо, з самого дитинства нас відвідують мрії, про польоти за межі нашої атмосфери. Представити себе в ролі Незнайки на Місяці, або відважної Аліси Селезньової, яка відкриває таємниці Третьої планети. Ми насправді готуємо себе до справжньої масштабної пригоди.



Рис. 1. Відбиття променів від Місяця

Так що ж може збити землю зі шляху і викинути її з сонячної системи і чому на блукаючій планеті доведеться несолодко. Перша причина сходу Землі з орбіти, і вона ж сама фантастична, якщо Сонце раптом не стане. Давайте уявимо, що саме це якимось чарівним чином сталося, в такому випадку жителі Землі побачать: по-перше на Землю опуститься ніч, але не мрійте романтики під Місяцем, тому що після зникнення Сонця, ви його не побачите. Він сам не виробляє світло, а лише відбиває сонячне, не побачите ви й інші космічні об'єкти, які раніше були видні завдяки відбитому світлі (рис. 1). Правда вони зникнуть з поля зору не одразу, а коли до них дійде гравітаційна хвиля від зниклого Сонця. Оскільки саме Сонце утримувало Землю й інші планети за рахунок гравітації. Планети зійдуть зі звичних місць і почнуть віддалятися від них в різні боки.

Для наочності, уявіть батут, центр якого відтягується важкою кулею для боулінгу, а навколо нього крутиться більярдна куля. Більярдна куля символізує Землю, а куля для боулінгу - Сонце. (Рис 2) Хоча різниця в пропорціях насправді більша. Тканини батута це простір-час в якому ми живемо, а тепер уявіть що ми різко прибираємо м'яч для боулінгу. Чи продовжить

маленький м'ячик дотримуватися колишньої траєкторії? Звичайно ні. Навіть якби Сонце зникло не різко, а поступово, втрачаючи масу, Земля, найімовірніше, змогла б вирватися з його гравітаційного поля, то Сонце створює свого роду вм'ятину в тканині простору-часу, по якій котиться Земля й інші планети. І рівно те ж саме відбувається між Землею і Місяцем. Отже, об'єкти на батуті почнуть рух не по орбіті, а по прямій, принаймні до тих пір, поки не потраплять під вплив гравітації більшого космічного тіла або поки не зіткнуться з іншим об'єктом.



Рис. 2. Обертання Землі навколо Сонця

Рис. 3. Зміна орбіти Землі без Сонця

Сонце є центром Сонячної системи, і, якщо воно раптом зникне, холод і морок - далеко не найсерйозніші проблеми, з якими доведеться зіткнутися людству.

Через 8 хвилин після зникнення Сонця всі планети Сонячної системи перестануть обертатися по своїх орбітах (немає Сонця - немає гравітаційного тяжіння) і почнуть рухатися по прямій лінії крізь простір, поки не потраплять в гравітаційне поле іншого масивного тіла.

Через 10 хвилин Земля зануриться в темряву. Справа в тому, що сонячному світлу необхідно дев'ять хвилин, щоб дістатися до нашої планети. Відповідно, через дев'ять хвилин ми отримаємо останню порцію світла, яка була вже в дорозі на момент зникнення Сонця. В цей же час людство перестане бачити Місяць, оскільки зараз його видно через те, що він відбиває сонячне світло. При цьому збережеться можливість бачити зірки, тому що вони є джерелами світла самі для себе.

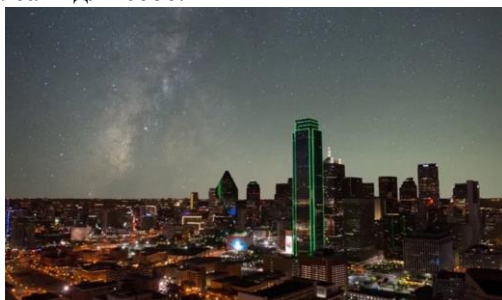


Рис. 4. Вічна ніч



Рис. 5. Залишки життя

Через декілька днів почнеться вимирання мікроорганізмів, загине більша частина бактерій. Без Сонця зможуть вижити тільки мікроорганізми, які живуть в земній корі, оскільки їх буде гріти ядро планети.

Через місяць єдиним шансом на виживання людства стане життя в підводних човнах, в найглибших і теплих частинах океану, або в абсолютно ізольованому середовищі проживання на суші.

Через кілька тижнів припиниться фотосинтез, але кисню вистачить ще на якийсь час. Всі тварини загинуть за винятком падальщиків, які проживуть довше, харчуючись померлими особинами.

Через два місяці температура на Землі впаде до -123°C і поверхня Світового океану замерзне. Виживуть лише види, що мешкають в глибоких шарах океану. При цьому основна товща води збережеться в рідкому вигляді на протязі тисячоліть, оскільки буде захищена крижаним покривом.

Через кілька десятиліть на планеті залишаться тільки великі дерева, які здатні якийсь час існувати без фотосинтезу [1].

Тому краще не чекати критичних відміток, а терміново вживати заходів. В першу чергу страждають рослини. Адже вони існують за рахунок фотосинтезу, а він залежить від сонячного світла. Через пару тижнів ви вже не знайдете в темряві дрібні рослини. Зате, наприклад, дерева в тундрі звикли до темряви і холоду та можуть протриматися до кількох років. Без цієї ключової

ланки порушується весь харчовий ланцюжок і незабаром дикі тварини вимруть до останнього. За життя будуть чіплятися некрофаги, але і їх чекає така ж доля.

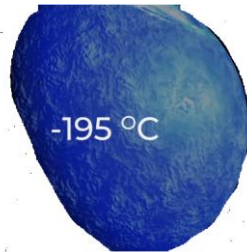


Рис. 6. Атмосфера Землі при температурі -195°C

Людям доведеться дуже несолодко, адже через низькі температури на поверхні Землі, не залишиться живих організмів та води. Ще при -195 градусів Цельсія Атмосфера перетвориться в рідке повітря, і коли це трапиться Земля покриється ним, а товщина шару складе 11,5 м. Планета дізнається, що таке дощі з кисню та азоту. Вуглекислий газ випаде відразу в твердому стані, а про видобуток палива доведеться забути, оскільки сталь, з якої зроблене обладнання, стане занадто крихкою.



Рис. 7. Підводні помешкання

З урахуванням всього цього, людам варто придивитися до океанів задалегідь. Вони будуть замерзати, починаючи з поверхні, і цей процес може розтягнутися на сотні тисяч років, так що у людства буде деякий час на те, щоб побудувати підводні притулок на глибині ближче до вулканічних зон, де буде зберігатися тепло. Альтернативний варіант-це притулок під землею. В середньому, при зануренні на глибину з кожним кілометром, температура підвищується на 15-30 градусів за Цельсієм. В межах верхніх 100 км, проривши тунель у напрямку до серця Землі, людство, теоретично, змогло б врятуватися. Ядро залишиться гарячим ще мільярди років, даруючи людам тепло.

Якщо пофантазувати на цю тему, то перед обличчям такої загальної проблеми, уряди всіх країн, найімовірніше, об'єднаються, створять робототехніку з підвищеною морозостійкістю і підберуть самі відповідні місця по всьому світу поблизу термальних джерел. Потім розпочнуть копати, розміщуючи тимчасові табори на невеликих глибинах і продовжуючи проникнення в товщі Землі. Доведеться вирішувати питання з киснем і чистою водою. Що стосується їжі, рослини, напевно, можна буде вирощувати під землею при штучному освітленні. Звичайно не все так просто і райдужно в цьому плані, напевно буде якась квота на допуск до підземного життя і процес відбору. Також людські плани може зруйнувати сейсмічні активності та й спалах епідемії в підземних умовах загрожує обернутися справжньою катастрофою.

Проте, є шанс, що через кілька поколінь люди вже адаптуються до умов нового життя і наше нинішнє існування на поверхні Землі, виявилось б їм чимось далеким і незвичайним, а може вони б все ж знайшли спосіб побудувати космічні кораблі і переселитися на планету з більш сприятливими умовами.

Доречі, Сонцю зовсім необов'язково фантастичним чином зникати, щоб Земля зійшла з орбіти і вилетіла за межі Сонячної системи. Наша планета здатна зробити це сама. Для цього вона повинна розігнатися до швидкості від 30 до 42 кілометрів на секунду, але таке досить різке збільшення швидкості, на 40% спровокувала б землетрус і просто розплющила всі будівлі на

Землі ще до того як ми постраждали б від холоду. А якщо ми б розігналися ще сильніше, до 100 км в секунду, то добралися б до найближчої зірки за 3000 років, тобто приблизно за 300 поколінь. За ці 3000 років, на нашому шляху цілком міг би зустрітися один з астероїдів, яким ми до сих пір не можемо нічого протиставити, або Планета сирота, або Чорна діра. Якщо ж Земля все-таки долетіла б до далекої зірки, нехай вже без людей, оселилося на її орбіті, й хто знає, може наша захолола планета відтанула б, і життя знову вийшла б на поверхню, як це сталося колись давно. Адже організми, які живуть на глибині в кілька кілометрів, немає діла до Сонця. Вони живуть за рахунок хемосинтезу, тобто отримують енергію для синтезу органічних речовин за рахунок окиснення неорганічних.



Рис. 8. Астероїд Оумуамуа

Збити нашу планету з курсу може і Зірка-сирота, причому їй для цього зовсім не обов'язково володіти величезною швидкістю, навпаки, чим менша швидкість, тим більшу небезпеку вона нам буде представляти. Опинившись лише на орбіті Урана, вона здатна надати нашій планеті достатньо енергії, щоб та покинула Сонячну систему. Шанси на це мізерні, але все ж. Але у вчених є

альтернативна думка що не потрібно, навіть, мимо пролітаючої зірки, Вони припускали, що астероїд Оумуамуа (рис. 8), який увійшов в Сонячну систему в 2017 році, є частиною молодії Зоряної системи. Тобто, неподалік з'явилося нове Сонце, набагато більше нашого, яка поступово перетягне планети нашої Сонячної системи до себе. Яким би був в такому випадку клімат Землі, на новій орбіті. Хто знає?

Але уявімо, що ми все-таки залишилися на своїй орбіті, і якщо нічого з цього так і не станеться, тоді нас знищить Сонце. Наша власна зірка, що зігріває нас і дає енергію всьому живому на Землі, не буде дружньою завжди. Сонце поступово стає гарячішим. Зрештою на Землі стане так спекотно, що океани почнуть випаровуватися, спричинюючи парниковий ефект і дедалі більше підвищуючи температуру планети. Цей процес може розпочатися приблизно за мільярд років і знищить усе, крім найстійкіших мікроорганізмів. Коли Сонце стане таким (рис. 9), життя не матиме шансів

Приблизно через 5 мільярдів років Сонце розшириться, перетворившись на червоного гіганта. Через 7,5 мільярда років його поверхня досягне орбіти Землі. Сонце поглине і знищить нашу планету. Є припущення, що Земля може врятуватися. Зі зростанням Сонце втрачатиме масу, тяжіння зменшуватиметься і Земля віддалятиметься. Втім, за розрахунками, проведеними 2008 року, цього буде недостатньо, щоби життя на Землі залишилося. Виходить, єдина надія - на нас. Якщо людство існуватиме у такому далекому майбутньому, вони можуть винайти спосіб перемістити Землю в безпечне місце. В іншому разі життя на Землі має максимальну тривалість - 7,5 мільярда років.



Рис. 9. Розширення Сонця

Список використаних джерел:

1. Що буде на Землі якщо Сонце згасне. Термін придатності зірки: коли згасне Сонце? Що буде якщо Сонце вибухне. [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://dprvrn.ru/uk/chto-budet-na-zemle-esli-solnce-pogasnet-srok-godnosti-zvezdy-kogda-pogasnet/>
2. Як і коли життя на Землі зникне. [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://www.bbc.com/ukrainian/vert-earth-53864802>

THE CONSEQUENCES OF OUR PLANET LEAVING THE SOLAR SYSTEM

Yurii Voroshylo – 4th year of SVO student Bachelor of VSPU. M. Kotsyubynsky

Vitalii Kupchyk - 4th year of SVO student Bachelor of VSPU. M. Kotsyubynsky

The article presents a hypothesis about the consequences of which should be expected if the planet Earth leaves the solar system. It is considered and analyzed what humanity can do if it still happens.

Keywords: planet, Earth, Oumuamua

ГАЛІЛЕЄВСЬКІ СУПНИКИ ЮПІТЕРА ЯК МІСЦЯ ПЕРЕСЕЛЕННЯ ЛЮДСТВА

Іван Перевертнюк - студент 4 курсу СВО бакалавра ВДПУ ім. М. Коцюбинського

В'ячеслав Буряк - студент 4 курсу СВО бакалавра ВДПУ ім. М. Коцюбинського

Денис Серга - студент 4 курсу СВО бакалавра ВДПУ ім. М. Коцюбинського

Розглядається питання про можливість переселення людей на один із супутників Юпітера. Галілеєвські супутники вивчені на достатньому рівні, щоб розглянути можливість людського життя на них. Робота містить основну інформацію про їх кліматичні, геологічні та атмосферні особливості. Розвиток технологій на Землі призведе до детального вивчення різних об'єктів Сонячної системи та можливості переселення людей.

Ключові слова: Супутник, зірки, Галілео Галілей, Іо, Ганімед, Європа, Калісто, Сонячна система, гравітація, атмосфера, Сонце, космос.

Поглянувши на прийдешню еру експансії в дальній космос очима фантастів, ми побачимо захоплюючі картини. Гігантські кораблі, повні переселенців, що рвуться освоювати нові, багаті ресурсами світи. Бурхливий розвиток колоній по земних зразках. Кровопротитні конфлікти між новоспеченими державами. Але чи можлива насправді колонізація планет чи інших об'єктів Сонячної системи? І чи буде вона відбуватися так, як уявляють фантасти? Розглянемо ці питання на прикладі так званих Галілеєвих супутників (Європа, Іо, Ганімед та Калісто).

Мета та завдання: Дослідження галілеєвських супутників на можливість переселення на них людей. Мета даної статті була збагатити свої пізнання в астрономії.

Відкриття супутників. Галілей 1609 року побудував свій перший телескоп із трикратним збільшенням, а трохи пізніше — зі збільшенням у 32 рази, як він сам писав згодом, «побудував собі прилад до того чудовий, що з його допомогою предмети здавалися майже в тисячу разів більші і більш ніж у тридцять разів ближчі, ніж під час спостереження простим оком». Із їх допомогою Галілей здійснив кілька важливих астрономічних відкриттів — гори і кратери на Місяці, розміри зірок та їхню колосальну віддаленість, плями на Сонці, 4 супутники Юпітера (Іо, Європа, Ганімед та Калісто), фази Венери, кільця Сатурна, Чумацький Шлях як скупчення окремих зірок та ін.

Галілеєві супутники. Ми знаємо, що основою для проживання є наявність води, і як ми знаємо Європа саме те, що потрібно людству. Але вода - це лише одна з передумов життя, тоді як океан на Європі може містити й інші, такі як джерело хімічної енергії для мікробів. Понад те, океан, можливо, взаємодіє з поверхнею у різні способи, наприклад, випускаючи з глибин на поверхню теплі кульки льоду, які пробираються через крижану оболонку.

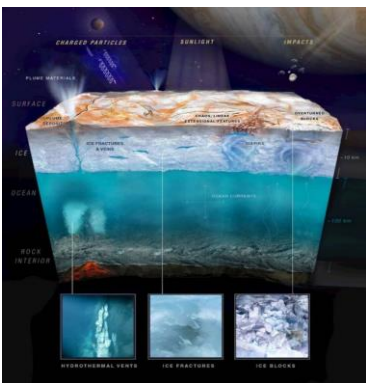
Тож вивчення поверхні може дати ключ до розуміння того, що відбувається глибоко внизу.

Європа - це крижане небесно тіло, лише трохи менше за наш Місяць, яке обертається довкола гігантської планети Юпітер. Найменший з чотирьох галілеєвих супутників, який був відкритий 1610 року Галілео Галілеєм (рис. 1.).

За розміром Європа трохи менша від Місяця. Маючи діаметр 3122 км, вона займає шосте місце за величиною серед супутників і п'ятнадцяте – серед усіх об'єктів Сонячної системи. Це найменший із галілеєвих супутників. Однак маса Європи більша, ніж у всіх відомих супутників у Сонячній системі, що поступаються їй за розмірами, разом узятих. Її середня густина – 3,013 г/см³

Якщо дивитися здалека, Європа виглядає помереженою темними смугами. Зблизька стає видно, що насправді це довгі прямі тріщини в кризі, багато з яких заповнені невідомим забруднювачем, що його науковці називають між собою "коричневе багно". В інших місцях поверхня супутника

Потужна гравітація Юпітера викликає приливні сили, через які супутник регулярно витягується, щоб потім повернутися до попередньої форми. Однак сили, які так понівечили поверхню, найкраще пояснити тим, що крижаний панцир Європи плаває над океаном рідкої води.



"Той факт, що під поверхнею є рідка вода - про що ми знаємо з попередніх місій, зокрема завдяки спостереженням магнітометра із апарату "Галілео" - робить з Європи одну з найцікавіших потенційних цілей для переселення людей" (рис. 2).

Супутник Юпітера, найближчий до планети з чотирьох галілеєвих супутників. Його діаметр становить 3642 кілометри, тому Іо є четвертим за величиною супутником у Сонячній системі.

На той час, коли місія "Вояджер" наблизилася до системи Джовіана, вона виявила вісім вивержуються вулканів на Іо, і місія "Галілей", хоча і не могла наблизитись до супутника, все ж отримала зображення вулканів з чудовою роздільною здатністю. Не менше 100 вулканів, що вивергаються, виявив цей зонд.

-Його діаметр становить 3643,2 км.

-Середня щільність 3,55 г / см³.

-Прискорення сили тяжіння на його поверхні становить $1,81 \text{ м/с}^2$

-Період обертання: 1d 18h 27.6m

-Атмосфера, що складається з 100% діоксиду сірки (SO₂).

Рис. 3. Супутник Юпітера Іо отримує світло Сонця, оскільки Юпітер затьмарює його. Цей період триває 2 години, і, як очікувалося, температура падає. Дійсно, коли Іо звернений до Сонця, його температура становить -143°C , але коли його затьмарює гігантський Юпітер, його температура може впасти до -168°C .

Дивлячись на склад атмосфери і всі інші чинники ми не думаємо, що у здорових людей виникне бажання переселитися на цей об'єкт.

Рис. 3. Супутник Юпітера Іо

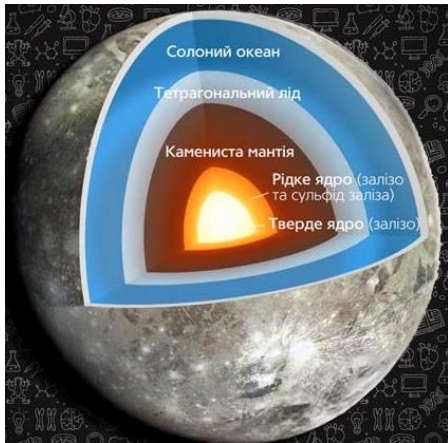


Рис. 4. Внутрішня будова Ганімеда

Ганімед дійсно вражає своїми розмірами. Його діаметр становить 5262 км (для порівняння: аналогічний параметр Меркурія оцінюється в 4879,7 км). По тяжкості він в два рази перевершує Місяць. При цьому маса Ганімеда поступається меркуріанській більше ніж в два рази. Причина цього криється в низькій щільності об'єкта. Вона лише в два рази перевищує величину такої ж характеристики у води. І це один з приводів вважати, що речовина, необхідна для зародження життя, на Ганімеді присутня, причому в досить великій кількості. Водяний лід, на думку астрофізиків, у великій кількості зустрічається в надрах, - ще одна особливість, яка характеризує Ганімед. Найбільший із супутників Юпітера має три внутрішніх шари:

- розплавлене ядро, що складається або тільки з металу, або з металу і сірчистих домішок;
- мантія, що складається з гірських порід;
- шар льоду в 900-950 км товщиною.

Можливо, між льодом і мантією розташовується прошарок з рідкої води. В цьому випадку вона характеризується температурою нижче нуля, але не замерзає завдяки високому тиску. Товщина шару оцінюється в кілька кілометрів, залягає він на глибині 170 км [4].

Каллісто - другий за розміром супутник Юпітера, один із чотирьох галілеєвих супутників і найдавший від планети серед них, названий на честь персонажа давньогрецької міфології — Каллісто, коханки Зевса.

Каллісто - синхронний супутник: її період обертання навколо власної осі дорівнює її орбітальному періоду, таким чином, вона завжди повернута до Юпітера однією стороною (перебуває у припливному захопленні). Оскільки Каллісто не перебуває у високочастотному орбітальному резонансі з іншими великими супутниками, збурення з боку Іо, Європи, Ганімеда не викликають збільшення ексцентриситету її орбіти і не призводять до припливного розігрівання через взаємодію з центральною планетою.

Ймовірно, він утворився в ході повільної акреції з газопилового диску, що оточував Юпітер після його формування. Через низьку швидкість нарощування маси супутника і слабого припливного нагрівання температура в його надрах була недостатньою для їх диференціації.

Діаметр Каллісто 4800 км. На відміну від Іо, Європи і Ганімеда, він майже суспіль усіяний кратерами, мабуть, від ударів з небесними тілами; власного вулканізму або тектонічної активності там, схоже, немає. Яскраві плями на темній поверхні - метеоритні кратери, при утворенні яких світліший матеріал був викинутий на поверхню. Кратери на Каллісто мають слабо виражений вал і невелику глибину. Температура поверхні на екваторі опівдні досягає 150° К. Вік поверхні оцінюється в 3,5 млрд. років. На ній немає протяжних рівнин або систем борозен

Виходячи з середньої щільності Каллісто-1,839 г/см³ і досліджень спектрографій передбачається, що водяний лід складає 60% його мас. Товщина крижаної кори, як і у Ганімеда, оцінюється в 75 км. Є свідчення присутності на Каллісто і таких речовин,

Рис. 5. Супутник Юпітера Калісто



як CO, SO₂, H₂CO₃.

Видно, в Каллісто є атмосфера, хоча і дуже розріджена. Вона складається з CO₂, ймовірно, перетворення органіки, приношеної метеоритами, що поступає в результаті; тиск такої атмосфери на поверхню - лише 10-6 Па.

Відмітною формою рельєфу на Каллісто є багатокильцева структура діаметром 2600 км., що складається з 10 концентричних кілець. В супутника виявлено власне дипольне магнітне поле. Проте електропровідність льоду, для його створення дуже мала, а гіпотетичне металеве ядро заховане дуже глибоко. Належною провідністю міг би володіти внутрішній океан завглибшки 10 км., за умови, що його води не менш солоні, чим в земних океанах. Втім, якщо він дійсно існує, доведеться змінити уявлення про в'язкість льодів на Каллісто або ж передбачити, що в океані розчинений деякий антифриз. Кращим кандидатом в останньому випадку був би аміак, що знижує температуру замерзання води приблизно на 100 До [5].

В результаті вивчення галілеєвих супутників висловлена цікава гіпотеза про те, що на ранніх стадіях еволюції планети-гіганти випромінювали в космос величезні потоки тепла, яке могло плавити льоди на поверхні трьох найближчих супутників. На Каллісто це не могло виявитися, оскільки він віддалений від Юпітера на 2 млн. км.

Висновки. Технології на Землі розвиваються стрімкими кроками, а далі почнуть розвиватися ще стрімкіше. Дослідники вже вважають, що на найближчих планетах достатньо ресурсів для поселення там людей. Досягнень сучасної науки цілком достатньо для початку колонізації, але необхідно чимало інженерної роботи. Ми вже плануємо відправляти людей на Марс і це стане першим великим кроком до колонізації планет. Тобто колонізація перестане бути лише темою наукової фантастики.

В статті було розглянуто галілеєві супутники, які є основними кандидатами для колонізації в межах Сонячної Системи поряд з Марсом, Венерою, Місяцем, Меркурієм і поясом астероїдів.

Основна складність у колонізації Європи полягає в сильному радіаційному поясі Юпітера. Людина без скафандра на поверхні Європи отримала б смертельну дозу радіації менше ніж за 10 хв. Вважається, що під льодовою поверхнею супутника існує океан. Життя в ньому може бути більш захищене від радіації.

Ганімед - найбільший супутник у Сонячній системі і, крім того, єдиний супутник Юпітера, який має магнітосферу, яка захистить колонізаторів від згубної дії радіації.

За оцінками НАСА, Каллісто може стати першим колонізованим супутником Юпітера. Каллісто геологічно дуже стабільний і знаходиться поза зоною дії радіаційного поясу Юпітера. Цей супутник може стати центром подальших досліджень околиць Юпітера, зокрема, Європи.

Список використаних джерел:

1. Супутник Юпітера Європа: кандидат №1 для позаземного життя. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.bbc.com/ukrainian/features-39419676>
2. Знаймо "Іо" [Електронний ресурс] URL: [https://znaimo.com.ua/Io_\(супутник\)](https://znaimo.com.ua/Io_(супутник))
3. Цікаві факти про супутник Ганімед [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.factday.net/3-17-cikave-pro-suputnyk-ganimed.html>
4. Супутник Ганімед [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://uk.play-azlabs.com/obrazovanie/81443-sputnik-ganimed-ganimed-sputnik-yupitera.html>
5. Сонячна система [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://astro.ucoz.org/index/sputnik_jupitera_kalisto/0-12

GALILEAN SATELLITES AS PLACES OF MIGRATION OF MANKIND

Ivan Perevertniuk - 4th year of SVO student Bachelor of VSPU. M. Kotsyubynsky

Viacheslav Buriak - 4th year of SVO student Bachelor of VSPU. M. Kotsyubynsky

Denys Serha - 4th year of SVO student Bachelor of VSPU. M. Kotsyubynsky

This article raises the question of the possibility of relocating humans to one of Jupiter's moons. Galilean satellites have been studied at a sufficient level to consider the possibility of human life on them. The work contains basic information about their climatic, geological and atmospheric features. The development of technology on Earth will lead to a detailed study of various objects of the solar system and the possibility of relocation of people.

Keywords: Satellite, stars, Galileo Galilei, Io, Ganymede, Europe, Callisto, solar system, gravity, atmosphere, Sun, space.

ТЕОРІЇ ПОХОДЖЕННЯ НЕБЕСНИХ ТІЛ

МОДЕЛІ ВСЕСВІТУ ФРІДМАНА О. П.

Тетяна Куценко - студентка 2 курсу СВО магістра НПУ ім. М. П. Драгоманова

У статті проаналізовано моделі створення Всесвіту Фрідмана О. П. З'ясовано принципи розширення Всесвіту. Проведено аналіз рівняння загальної теорії відносності.

Ключові слова: космос, Всесвіт, моделі Всесвіту.

Космологія - вчення, що включає в себе теорію всієї охопленої астрономічними спостереженнями області світу як частини Всесвіту [1]. Сутність її полягає в тому, що замість об'єкта, що цікавить, вивчається його модель, яка більш-менш точно повторює оригінал або його найбільш істотні особливості. Узятая за зразок модель необов'язково є матеріальною копією об'єкта.

Побудова наближених моделей різних явищ допомагає вченим ще глибше пізнавати навколишній світ. Усі результати, отримані за допомогою моделей Всесвіту, обов'язково перевіряють, порівнюючи їх із реальністю. В жодному разі не можна ототожнювати саме явище з моделлю, не можна без ретельної й багаторазової перевірки приписувати природі ті властивості, які має модель, тому що жодна модель не може претендувати на роль точної "копії" Всесвіту.

У 1922 році фізик з Петрограда Олександр Фрідман відкриває, що рівняння загальної теорії відносності Ейнштейна допускають не тільки статичні, але й динамічні рішення.

Суть цих робіт відомий російсько-американський історик Олексій Кожевников описав в доповіді «Культурне середовище теорії Великого вибуху: простір-час, смерть-воскресіння і Російська революція», яку він прочитав в Інституті гуманітарних історико-теоретичних досліджень імені А. В. Полетаєва (ІГІТД) :

«Фрідман запропонував розглядати Всесвіт, як Всесвіт з мінливим радіусом. Незрозуміло навіть, тому що ніхто тоді не хотів жити в такому Всесвіті. Всі хотіли б жити в стабільному, як кулька, Всесвіті. Саме таку модель запропонував Ейнштейн в 1917 році. В рамках релятивістської космології Ейнштейном було запропоновано дві стаціонарні моделі Всесвіту, і фізики обговорювали, яка з них краще. А Фрідман вирішив дослідити припущення - що буде, якщо радіус Всесвіту буде змінюватися? Далі в гру вже вступала математика. Фрідман стверджував, що можна знайти три класи рішень з таким якісним розвитком. У кожному з таких класів нескінченне число рішень. У стаціонарній моделі Ейнштейна це модель типу кульки, було нескінченне число рішень: для кожного радіусу можна було вказати своє рішення. А рішення визначалися двома параметрами, кожен з яких міг мати будь-яке значення - радіус всесвіту і його щільність. Рішення давало можливість зрозуміти, в залежності від обраних параметрів, в якій приблизно точці ми знаходимося, і зрозуміти, що буде із всесвітом далі.

Чому Фрідману захотілося розглядати всесвіт з мінливим радіусом, він не пояснив, але виводить всі математичні рішення цієї гіпотези. Цю гіпотезу спочатку практично всі відкинули, включаючи самого Ейнштейна. Потрібні були десятиліття, коли стали з'являтися емпіричні дані, щоб до неї повернутися, коли вже інші люди теж стали її підтримувати ».

У книзі «Світ як простір і час», що побачила світ у 1923 році, сам Фрідман розповідає про Великий вибух: «Змінний тип Всесвіту представляє велику різноманітність випадків; для цього типу можливі випадки, коли радіус кривизни світу, починаючи з деякого значення, постійно зростає з плином часу; можливі далі випадки, коли радіус кривизни змінюється періодично: Всесвіт стискається в точку (в ніщо), потім знову з точки доводить радіус свій до деякого значення, далі знову, зменшуючи радіус своєї кривизни, звертається в точку, тощо.» [2].

У 1924 році Фрідман пропонує ще одну революційну ідею про можливість існування динамічного Всесвіту з негативною кривизною, а значить, нескінченною за обсягом і необмеженою в просторі.

За свідченням В. А. Фока, щодо Фрідмана до теорії відносності переважав підхід математика: «Фрідман не раз говорив, що його справа - вказати можливі рішення рівнянь Ейнштейна, а там хай фізики роблять з цими рішеннями, що вони хочуть» [3].

Першу космологічну модель спробував побудувати Ейнштейн на основі своїх рівнянь. Він виходив з припущень про однорідність і ізоотропії, поряд з припущенням про незмінність властивостей космологічної моделі в часі. О. О. Фрідман показав в 1922 р, що статичний світ Ейнштейна є лише частковим рішенням гравітаційних рівнянь для однорідних і ізоотропних моделей, а в загальному випадку рішення залежать від часу.

Нестационарні рішення рівнянь Ейнштейна, засновані на постулатах однорідності і ізоотропії, називаються фрідманівськими рішеннями або фрідманівськими космологічними моделями.

При виведенні відповідних рівнянь спостерігаючий розподіл галактик і міжгалактичної речовини замінюють ідеалізованим суцільним середовищем з щільністю ρ і тиском p . Зв'язок між ρ і p встановлюється рівнянням стану, яке на окремих ділянках зміни ρ і p виглядає так:

$$p = \text{arc}^2,$$

де $a = \text{const}$.

У релятивістській космології зміна z частоти світла, випущеного в момент часу t з частотою ν і прийнятого в момент часу t_0 з частотою ν_0 , виражається формулою:

$$z = \frac{\nu - \nu_0}{\nu_0} = \frac{R(t_0)}{R(t)} - 1 \quad (1)$$

Для опису еволюції космологічної моделі необхідно знати функцію $R(t)$. Вона визначається рівняннями Ейнштейна. Якщо вважати $L = 0$, то рівняння Ейнштейна можна привести до двох незалежних рівнянь:

$$rR^3(1 - a) = \text{const}, \quad (2)$$

$$\frac{3kc^2}{8\pi GR^2} = \rho - \frac{3H^2}{8\pi G} \quad (3)$$

Їх наслідком є рівняння:

$$\frac{d^2 R}{dt^2} = -\frac{4\pi G}{3} R \rho (1 + 3a) \quad (4)$$

Воно явно вказує на роль тиску в створенні гравітаційного поля ($p = \text{arc}^2$).

У разі $a = 0$, тобто $p = 0$, релятивістські рівняння (2) і (3) збігаються за формою з нерелятивістським. Слід пам'ятати, що інтерпретація вхідних туди величин і співвідношень, що впливають із цих рівнянь, збігається з нерелятивістською лише для не дуже протяжних областей і проміжків часу. Однак космологія цікавиться саме випадком максимально великих відстаней і проміжків часу.

Ймовірно, найбільш значною властивістю однорідних ізоотропних моделей є обмеженість їх еволюції в часі і наявність особливих (сингулярних) станів, в яких $R(t)$ звертається в нуль, а густина матерії - в нескінченність. У свій час вважали, що наявність сингулярностей є наслідком припущень, які спрощують задачу про однорідність і ізоотропію Всесвіту. Однак теоретичні дослідження рівнянь Ейнштейна, проведені в останні два десятиліття, вказують на те, що сингулярності є загальною властивістю рішень цих рівнянь при виконанні деяких додаткових припущень про властивості матерії. Звичайно, поблизу сингулярності рішення класичних рівнянь незастосовні, там повинні проявлятися квантові властивості гравітаційного поля [4].

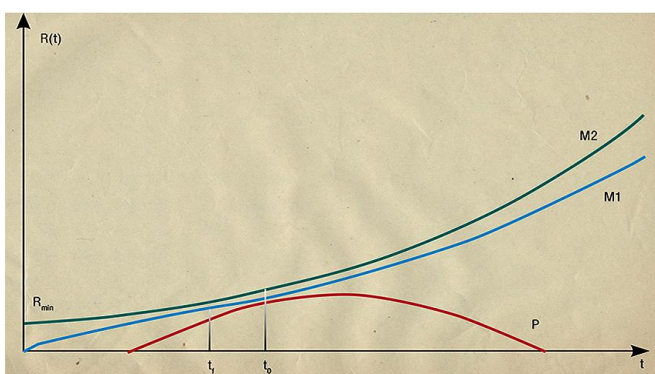


Рис. 1. Залежність космічного радіуса від часу

Розглянемо три можливих головних сценарія еволюції космосу, запропонованих Фрідманом в 1922 р, які зображені у вигляді залежності космічного радіуса від часу (рис. 1). У першому монотонному сценарії, M1, Всесвіт розширюється з сингулярності з зменшуваною швидкістю до певного моменту t_1 , потім швидкість розширення збільшується. Теперішній час відзначено на графіку лінією, що проходить через t_0 . Сценарій M1 найкращим чином узгоджується з сучасними астрофізичними спостереженнями. Крива M2 відповідає сценарію, коли Всесвіт починає розширюватися зі стану з ненульовим початковим радіусом R_{min} . Періодичний сценарій P відповідає розширенню з точки і стисненню назад в точку [2].

Таким чином, сучасна космологія за потребою є релятивістською.

Через десятиліття космічні спостереження підтвердили, що один з трьох сценаріїв розвитку космосу, запропонованих Фрідманом в 1922-1924 років, відповідає дійсності.

Рівняння загальної теорії відносності, що описують еволюцію Всесвіту, занадто складні, щоб розв'язати їх в деталях. А тому Фрідман запропонував замість цього прийняти два простих припущення: (1) Всесвіт виглядає абсолютно однаково в усіх напрямках; (2) ця умова справедливо для всіх її точок. На основі загальної теорії відносності і цих двох простих припущень Фрідману вдалося показати, що ми не повинні очікувати від Всесвіту стаціонарності.

Хоча Фрідман запропонував тільки одну модель, на основі двох його фундаментальних припущень можна побудувати три різні моделі (рис. 2).

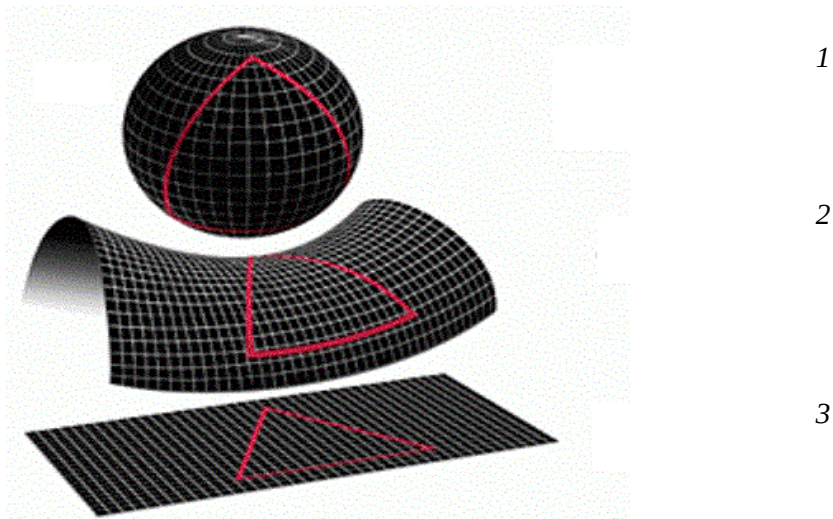


Рис. 2. 1 - це замкнутий Всесвіт, 2 – відкритий Всесвіт, 3 - плоский Всесвіт

У *першій* з них (саме її і сформулював Фрідман) розширення відбувається настільки повільно, що гравітаційне тяжіння між галактиками поступово ще більше уповільнює його, а потім і зупиняє.

Галактики тоді починають рухатися один до одного, і Всесвіт стискається. Відстань між двома сусідніми галактиками спочатку зростає від нуля до деякого максимуму, а потім знову зменшується до нуля.

У *другому* рішенні швидкість розширення настільки велика, що тяжіння ніколи не може його зупинити, хоча і трохи сповільнює. Поділ сусідніх галактик в цій моделі починається з нульової відстані, а потім вони розбігаються з постійною швидкістю.

Нарешті, існує *третій* розв'язок, в якому швидкість розширення Всесвіту достатня лише для того, щоб запобігти зворотне стиснення, або колапс. У цьому випадку поділ також починається з нуля і зростає нескінченно. Однак швидкість розльоту постійно зменшується, хоча і ніколи не досягає нуля.

Чудовою особливістю першого типу моделі Фрідмана є те, що Всесвіт не нескінченний в просторі, але простір не має меж. Гравітація в цьому випадку настільки сильна, що простір викривляється, замикаючись саме на себе на зразок поверхні Землі. Мандрівний по земній поверхні в одному напрямку ніколи не зустрічає непереборного перешкоди і не ризикує впасти з «краю Землі», а попросту повертається у вихідну точку. Такий простір в першій моделі Фрідмана, але замість властивих земній поверхні двох вимірів воно має три. Четвертий вимір - час - володіє кінцевою довжиною, але його можна уподібнити лінії з двома краями або межами, початком і кінцем [6].

Геометрія плоского Всесвіту така ж, як геометрія плоского столу, тобто паралельні лінії залишаються паралельними і ніде не перетинаються. Відмінність лише в тому, що Всесвіт розширюється, тому, хоча промені паралельні, вони віддаляються один від одного за рахунок того, що весь Всесвіт розширюється.

Замкнутий Всесвіт схожий геометричними властивостями на властивості поверхні сфери.

Відкритий Всесвіт схожий за своїми властивостями на властивості гіперboloїда, тобто якщо у горловини гіперboloїда я пущу дві паралельні прямі, то вони почнуть розходитися і ніколи не зустрінуться [7].

Тож, говорячи більш зрозумілою мовою, геометрія плоского Всесвіту така ж, як геометрія плоского столу, тобто паралельні лінії залишаються паралельними і ніде не перетинаються. Відмінність лише в тому, що Всесвіт розширюється, тому, хоча промені паралельні, вони віддаляються один від одного за рахунок того, що весь Всесвіт розширюється. Замкнутий Всесвіт схожий геометричними властивостями на властивості поверхні сфери. Відкритий Всесвіт схожий за своїми властивостями на властивості гіперboloїда, тобто якщо у горловини гіперboloїда я пущу дві паралельні прямі, то вони почнуть розходитися і ніколи не зустрінуться.

Моделі Фрідмана служать основою всього подальшого розвитку космології. Вони описують механічну картину руху величезних мас Всесвіту і її глобальну структуру. Із розв'язків, отриманих Олександром Фрідманом, випливало, що такий всесвіт може розширюватися або стискатися. Її ідея показала, як з часом повинен еволюціонувати Всесвіт. Зокрема, вона передбачила необхідність існування у минулому "сингулярного стану" - речовини величезної густини, а тому, і необхідність якоїсь причини, що спонукала надщільну речовину почати розширяться. Це було теоретичним відкриттям вибухаючого Всесвіту. Що робиться із нашим Всесвітом – можна встановити тільки за даними астрофізичних спостережень.

Список використаних джерел:

1. Космологія: веб-сайт. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://esu.com.ua/search_articles.php?id=3859
2. Автор обреченной Вселенной: веб-сайт. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://stimul.online/historical-dates/avtor-obrechennoy-vselennoy/>
3. Сажин М.В. Современная космология в популярном изложении. М. УРСС, 2002, 240 с.
4. Космологические решения Фридмана: веб-сайт. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://physics.kgsu.ru/astronomia/NV/Kosmologich%20resh%20Fridmana.htm>
5. Автор обреченной Вселенной: веб-сайт. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://stimul.online/historical-dates/avtor-obrechennoy-vselennoy/>
6. Модель Фридмана: веб-сайт. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://studfile.net/preview/2968626/>
7. Как появилась Вселенная: веб-сайт. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.popmech.ru/science/12784-pervaya-sekunda-zhizni-vselennoy-cto-togda-proizoshlo/>

MODELS OF THE FRIEDMAN UNIVERSE O. P.

Tetiana Kutsenko – 2nd year student of master's program NPDU

The article analyzes the models of creation of the Friedman Universe OP. The principles of expansion of the Universe are clarified. The analysis of the equation of the general theory of relativity is carried out.

Keywords: space, Universe, models of the Universe.

ПУЛЬСАРИ - ЗАГАДКИ ВСЕСВІТУ

Ярослава Ковалевська – учениця 7 класу КЗ ЗШ І-ІІІ ступенів № 35 ВМР, гуртківець астрономічного гуртка ОЦТТУМ

У статті систематизовано наукові дані про пульсари – одні з найдивовижніших об'єктів космосу. Розглянуто та проаналізовано їх відкриття, властивості, можливості орієнтування по них та перспективи їх досліджень.

Ключові слова: пульсар, нейтронна зірка, телескоп, дослідження.



Ми живемо в одній з величезної кількості галактик, яка має назву Чумацький Шлях. Тільки в ній налічується понад 100 млрд. зірок, а у видимій частині космосу – більше ста мільярдів

галактичних утворень. Зорі та галактики відзначаються своєю різноманітністю [1]. Пульсари – найцікавіші астрофізичні об'єкти у Всесвіті, які у звичайний телескоп спостерігати не можливо.

Пульсар — це космічне джерело електромагнітного випромінювання, що реєструється на Землі у вигляді імпульсів — сплесків, які періодично повторюються [2].

Це дуже специфічні об'єкти космосу і навіть історія їх відкриття дуже цікава.

Нейтронні зорі — одні з небагатьох астрономічних об'єктів, які спочатку було теоретично передбачено, а потім уже відкрито експериментально [3].

У 1932 році видатний радянський фізик-теоретик Л. Д. Ландау припустив існування надщільних зір, рівновага яких підтримується ядерними силами. А 1934 року німецькі астрономи Вальтер Бааде й Фріц Цвіккі назвали їх нейтронними зорями й пов'язали з вибухами наднових.

Перший пульсар випадково відкрили **Джоселін Белл** і **Ентоні Х'юїш** в Кембриджському університеті в липні 1967 році. За допомогою невеликої антени астрономи зареєстрували радіосигнал, який повторювався з постійним періодом 1 секунда.

Уночі в тому напрямку, звідки надходили імпульси, не було видно жодної зорі, тому астрономи навіть висунули гіпотезу про радіосигнал штучного походження від позаземної цивілізації, тому результати спостережень не оприлюднювали [4].

Ці об'єкт спочатку назвали LGM 1, де LGM – "Little Green Men", тобто "маленькі зелені чоловічки" [5]. Проте, Джоселін Белл виявила ще три сигнали приблизно з таким же періодом, що надходили з зовсім інших частин неба, і стало ясно, що це сигнали від представників нових класів астрономічних об'єктів.

Потім спостереження показали, що такі періодичні сигнали надходять на Землю від сотень інших невидимих джерел, які було названо пульсарами. Тільки в липні 1968 року в журналі «Nature» з'явилася повідомлення про відкриття позаземних радіоджерел невідомої природи (рис.1) [5].

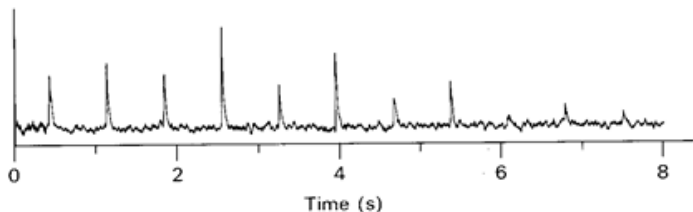


Рис. 1. Діаграма запису окремих імпульсів від одного з перших відкритих пульсарів PSR B -328+54-0,714 с

Сучасна назва першого знайденого пульсару – PSR B1919+21 або PSR J1921+215, що знаходиться в сузір'ї Лисички [6]. Даний об'єкт є радіопульсаром, який має період 1,33 секунди і тривалість імпульсу - 0,04 секунди. Імпульси пульсарів виникають з регулярними інтервалами.

Пульсари ще називають нейтронними зорями. Нейтронна зоря має дуже низьку світність (внаслідок невеликого розміру). Безпосередньо спостерігати саму нейтронну зорю важко. Без телескопу – неможливо. Спостереження ведуть з допомогою радіотелескопів, опосередковано, фіксуючи ті ефекти, які виникають через особливості нейтронної зорі (рис. 2).



Рис. 2. Випромінювання з полюсів пульсара

Нейтронна зірка володіє потужним магнітним полем, яке в трильйон разів сильніше магнітного поля Землі. Пучки випромінювання утворюються на магнітних полюсах, ймовірно, спрямовані радіально від зірки. Коли пульсар обертається, ці промені обертаються на 360 градусів, як маяк. Радіотелескопи отримують регулярний потік імпульсів, коли промінь повторно перетинає землю, роблячи пульсар пульсуючим радіосигналом. Магнітне поле змушує нейтронну зірку випромінювати з її північного та південного полюсів сильні радіохвилі і радіоактивні частини. Ці частинки можуть включати в себе різні види випромінювання, в тому числі і видиме світло [7].

Одиночні імпульси сильно відрізняються по інтенсивності. Однак, якщо разом додається кілька сотень імпульсів, виходить дуже стабільний імпульс. Пульсари також відомі своєю дуже точною періодичністю і створюють виняткові годинники [7].

Якщо нейтронна зірка розміщується своїм полюсом до Землі, то ми можемо фіксувати радіохвилі кожний раз, як тільки один з полюсів потрапляє в поле нашого зору. Цей ефект схожий на ефект маятника. Нерухомому спостерігачу буде здаватися, що світло маяка, який обертається,

постійно блимає, то пропадає, то з'являється. Таким чином нам здається, що пульсар блимає, коли він обертається своїми полюсами відносно Землі.

По суті, пульсари – це зруйновані ядра масивних зірок. Вони складаються з залізної кори, яка охоплює неймовірно щільну нейтронну речовину. Насправді, ця речовина настільки щільна, що якщо б ви принесли на поверхню Землі частину розміром з кубик цукру, вона мала б масу 100 мільйонів тонн. Тому, хоча пульсари мають діаметр лише близько 20 км, вони важать більше, ніж наше Сонце.

Нейтронна зірка – це надзвичайно щільне ядро мертвої зірки, що залишилося після вибуху наднової. Виміряні маси нейтронних зір (у подвійних системах) становлять 1-2 маси Сонця. Радіус нейтронної зорі становить близько 10-20 км, він зменшується зі збільшенням її маси. Під час гравітаційного стиснення нейтронна зоря дуже швидко обертається: період обертання становить секунди або навіть частки секунди.

Вважається, що нейтронні зорі мають тверду зовнішню кору, що складається переважно з заліза (із домішками інших елементів). Товщина кори становить близько десятої частки радіусу. Під зовнішньою корою є внутрішня. Ще глибше розташована вироджена нейтронна рідина (із невеликою домішкою протонів та електронів). У центрі густина може перевищувати ядерну. Стан речовини всередині нейтронних зір достеменно невідомий, оскільки в земних умовах його поки що неможливо відтворити [4].

Європейське космічне агентство (ЄКА) планує використовувати імпульси пульсарів для навігації у далекому космосі

ЄКА запропонувало вченим дослідити можливість застосування імпульсів рентгенівських променів, що випускаються зірками-пульсарами, для автономної навігації космічних апаратів, що знаходяться у далекому космосі [8].

Зараз навігаційні системи використовують радіопередачі між апаратом і мережею наземних станцій на Землі. Це означає, що космічний апарат повинен очікувати інструкцій із Землі, які керують його рухом у космосі. А великі космічні відстані стають причиною затримок, тривалістю у кілька годин чи навіть діб.

Перспективним напрямком розвитку космічних навігаційних систем є використання зірок-пульсарів, які будуть виступати як опорні маяки навігаційної системи. Пульсари мають різні періоди спалахів, які відрізняються дуже високою стабільністю, це дає можливість використовувати їх для вимірювання положення і швидкості космічного апарата.

20 жовтня 2018 року у семирічну подорож для дослідження Меркурія вирушила дослідницька місія BepiColombo. На борту BepiColombo розміщений рентгенівський телескоп.

За твердженням ЄКА більшість технологій використаних у телескопі можуть бути успішно застосовані у створенні системи автономної космічної навігації, що використовує сигнали пульсарів [9].

Завершення роботи гігантського телескопу "Аресібо"

1 листопада 1963 року розпочав роботу радіотелескоп "Аресібо", він був найбільшим у світі й зробив революцію у радіоастрономії. З його допомогою:

- ❖ в 1964 році визначили тривалість меркуріанського року,
- ❖ в 1968-му підтвердили існування нейтронних зірок,
- ❖ у 1974-му надіслали сигнал позаземним цивілізаціям - як "повідомлення Аресібо",
- ❖ в 1981-му створили першу карту поверхні Венери,
- ❖ в 1990-му відкрили першу планету за межами Сонячної системи.

Але найбільшу славу радіотелескоп "Аресібо" здобув завдяки дослідженням пульсарів. Американські астрофізики Рассел Галс і Джозеф Тейлор в 1993 році за їх дослідження отримали Нобелівську премію.

Радіотелескоп «Аресібо» пропрацював 57 років, хоч запланований на 50. Він протягом кількох десятиліть був найбільшим у світі радіотелескопом із однією тарілкою. Нажаль, у 2020 році він зруйнувався.

У 2016 р. в Китаї побудований найбільший і найтехнологічний телескоп Sky Eye. **Sky Eye** – параболічна антена, яка є найбільшим в світі сферичним радіотелескопом FAST з діаметром 500 метрів [10].

1 квітня 2021 року Китай повноцінно відкрив і запустив в експлуатацію свій 500-метровий телескоп для світової наукової спільноти. Використовуватися він буде спеціально для виявлення пульсарів.

В 2021 році близько 10 відсотків всього часу спостережень буде відведено саме астрономам з усього світу, а не тільки лише вченим з Китаю.

Sky Eye був офіційно введений в експлуатацію 11 січня 2020 року. Однак повноцінно вести спостереження з його допомогою вчені почали задовго до цього моменту. На 5.01 2021 р. ним вже було отримано сигнали з понад 240 пульсарів.

Відкрито особливий Мілісекундний Пульсар у зоряному скупченні Мессьє 92 здатний обертатися набагато швидше, ніж всі інші звичайні — зі швидкістю 316,5 оборотів в секунду, що дорівнює 18 990 оборотів за хвилину. До того ж, цей пульсар здатний поглинати матерію зі своєї зірки-компаньйона. Після руйнування радіотелескопу «Arecibo» в Пуерто-Ріко, FAST залишився єдиним у світі телескопом, здатним проводити спостереження далеких пульсарів [10].

Космічний центр в українському Золочеві почав досліджувати Всесвіт

Через анексію Росією частини українських територій, Україна втратила потужну базу радіотелескопів розміщених в Криму.

Про те, 15 грудня 2020 р. Україна запустила радіотелескоп РТ-32. Розташований Космічний центр у Золочеві, Львівської області і він вже почав досліджувати Всесвіт. Завершення проєкту зі створення радіотелескопу планується у 2023 році (рис 3) [11].

РТ-32 – універсальний інструмент, він приймає інформацію по всіх діапазонах хвиль, які доступні і проникають із космічних просторів на Землю. Коло наукових задач українського РТ-32 є дуже широким, це: дослідження активних ядер галактик, місць зореутворення, мерехтінь, сонячного випромінювання, пульсарів [12].

Відкриття пульсарів мало велике значення не тільки для астрономії, воно послужило стимулом для розвитку багатьох галузей фізики.

Вивчення пульсарів дає можливість досліджувати властивості могутніх гравітаційних і магнітних полів, зовсім недоступних у земних умовах.

Плани ЕКА використовувати імпульси пульсарів для навігації у далекому космосі робить пульсари космічними дороговказами.

Ми на порозі нових цікавих астрономічних та космічних звершень.

Список використаних джерел:

1. Зоря. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://uk.wikipedia.org/wiki/Зоря>
2. Пульсари. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://uk.wikipedia.org/wiki/Пульсар>
3. Нейтронна зоря. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://uk.wikipedia.org/wiki>
4. Пульсар [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.astronet.ru/db/msg/1178076>
5. Джоселін Белл. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://uk.wikipedia.org/wiki/>
6. PSR B1919+21. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://ru.wikipedia.org/wiki/PSR_B1919%2B21
7. ATNF PULSAR [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.atnf.csiro.au/research/pulsar/resources/Education_page.html
8. ЄКА планує використовувати імпульси пульсарів для навігації у далекому космосі. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://man.gov.ua/ua/news/news_of_science_and_technology/eka-planue-vikoristovuvati-impulsi-pulsariv-dlya-navigatsiyi-u-dalekomu-kosmosi
9. Загибель гігантського телескопа "Аресібо". [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.bbc.com/ukrainian/news-55199426>
10. Найбільший і самий технологічний телескоп у світі, Sky Eye, стане загальнодоступним [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://space.com.ua/2021/01/05/teleskop-sky-eye/>
11. Новий радіотелескоп для вивчення космосу запрацював на Львівщині. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://racurs.ua/ua/n147549-konstytuciynist-karantynu-vyhidnogo-dnya-pereviryt-ksu.html>
12. Як досліджують далекі галактики у центрі космічного зв'язку м. Золочів [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zlochiv.net/yak-doslidzhuiut-daleki-halakytyky-u-tsentri-kosmichnoho-zv-iazku-m-zlochiv-video/>

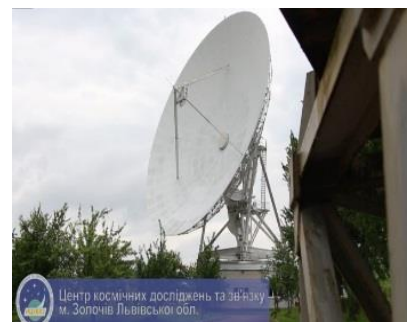


Рис. 3. Новий радіотелескоп для вивчення космосу, який запрацював на Львівщині

PULSARS-MYSTERYES OF THE UNIVERSE

Yaroslava Kovalevska - student of the 7th grade of Secondary School №35, Vinnytsia, a member of the astronomical circle RCTCSY

The article systematizes scientific data on pulsars - one of the most amazing objects in space. Their discoveries, properties, possibilities of orientation on them and prospects of their researches are considered and analyzed.

Keywords: pulsar, neutron star, telescope, research.

ФОРМУВАННЯ ТА ЕВОЛЮЦІЯ СОНЯЧНОЇ СИСТЕМИ

Андрій Волков - студент 2 курсу СВО бакалавра ВДПУ ім. М. Коцюбинського

У статті наведено інформацію про Сонячну систему, її формування та еволюцію.

Ключові слова: еволюція, акреція, сонячна система, утворення планет.

Приблизно 4,5 мільярда років тому гравітація зібрала хмару пилу і газу, щоб сформувати нашу Сонячну систему.

Хоча вчені не впевнені в точній природі процесу, спостереження за молодими зоряними системами в поєднанні з комп'ютерним моделюванням дозволили їм розробити три моделі того, що могло статися стільки років тому.

Все це призвело до утворення однієї зорі, восьми планет, 185 супутників, та незчисленної кількості астероїдів і комет.

Небулярна гіпотеза утворення Сонячної системи. Гіпотеза описує процес утворення Сонячної системи, зокрема планет. За цією гіпотезою Сонце і планети утворилися з розрідженої туманності. Гіпотеза була висловлена ще Левкіппом, далі у 1734 р. Еммануїлом Сведенборгом.

Іммануїл Кант довів, що туманність обертається навколо центра і завдяки гравітації сплющується, з часом з неї формується зірка (зірки) і планети. Аналогічна модель у 1796 р. запропонована П'єром-Симоном Лапласом.

Властивості та походження молекулярної хмари. Згідно теорією Сонячної системи, зорі формуються в масивних щільних міжзоряних хмарах, густина яких дозволяє утворитися молекулам водню. Тому такі хмари отримали назву молекулярні хмари.

Близько на 80% молекулярна хмара складається з водню, а решта речовини здебільшого гелій. Але окрім цього у хімічному складі хмари простежуються більш важкі хімічні елементи, наприклад метали. На них приходить не більше 2-х % від її маси.

Є теорія, що хмара в якій зародилась наша Сонячна система була утворена в результаті вибуху наднової зорі масою близько 30 Сонячних мас. Після чого, в космос потрапили важкі та радіоактивні елементи. Цю зірку символічно назвали Коатлікуе (рис. 1), в честь матері сонця в Ацтецькій міфології [1].

Рис.1. Зірка Коатлікуе

Така хмара, що по суті була залишками оболонки зорі була сповнена матеріалами для утворення багатьох нових зорей. В тому числі, нашого Сонця.

Причини підвищення густини в хмарі. Історія зародження Сонячної системи, яку ми називаємо своїм домом бере початок приблизно 4,5 млрд років тому. Зі спонтанного ущільнення невеликої частини молекулярної хмари.

Вважається, що підвищення густини в хмарі утворюється за рахунок деяких умов. Наприклад, зіткнення окремих хмар або найпопулярніший варіант – спалах наднової неподалік.





Рис.2. Молекулярна хмара

В нашому випадку причини флуктації речовини та власне вік Сонячної системи вчені виявили досліджуючи метеорити у складі цих космічних об'єктів було знайдено багато важких елементів.

Це дозволило припустити, що Сонце було сформовано поряд з декількома надновими зорями, вибухи яких могли спровокувати підвищення густини і речовини в хмарі. В свою

чергу, така область підвищеної густини стала центром гравітаційного тяжіння для навколишньої речовини з подальшим її стисканням.

Процеси при зародженні Сонця. Наступні 30 млн років активно відбувається процес народження нашої зорі. На цьому початковому етапі еволюції Сонця до початку термоядерних реакцій в своїх надрах наша зірка буде так званою протозорею.

Цей процес починається з колапсу протозорянної туманності, який відбувався всього за 100 тисяч років. За цей час в центральній частині хмари і відбувається швидке стискання газу і формуються гаряче ядро, маса якого поки що невелика відносно маси туманності.

На початку процесу формування протозорі молекули газу та частинки пилу падали до утвореного центру гравітаційного тяжіння, при цьому ці частинки внаслідок руху зіштовхувалися між собою що призводило до їх нагрівання. Енергія, третя частина якої трансформувалася в червоне випромінювання, яке через все ще відносну прозорість газової хмари легко залишало її надрі [2].

З часом притягуються все більше речовини, хмара ставала все менш прозорою, а отже випромінюванню було важче вирватися назовні. Температура в надрах почала різко зростати. Ще на початку свого формування хмара мала обертальний момент, так от в процес стиснення розміри газової хмари зменшувались і згідно закону збереження моменту імпульсу зростала і швидкість обертання хмари.

Збільшення швидкості призводило до того що обертаючись навколо гравітаційного центру речовина починала стягуватись до екваторіальної площини і сплющуватись утворюючи диск щільного газу.

Такий диск можна назвати акреційним диском адже газ і пил падають з нього до центру. В ядрі диска постійно збільшувався тиск та температура і при досягненні позначки в кілька тисяч градусів цельсія центральна область диску нарешті почала світитись і утворилась протозоря.



Рис.3. Протозоря

Речовина диска продовжувала падати на протозору ще приблизно 10 мільйонів років підвищуючи тиск. Температура в центрі при зовнішньої області диска залишалася відносно холодною.

Коли температура ядра досягла кілька мільйонів градусів поступово увімкнулись перші термоядерні реакції літію, берилію, табору, але газового тиску при таких температурах все що не вистачало для припинення процесу

стискання зірки. Тільки через десятки мільйонів років температура в ядрі протозорі досягла позначки в 10 мільйонів градусів цельсія що стало початком ядерного синтезу водню в гелій.

Енергія яка виділялася при ядерному синтезу і врешті-решт зупинила стискання зорі і система перейшла у стан рівноваги між силою тяжіння зірки та силою газового тиску. Саме цей момент ознаменує народження нашого сонця таким яким ми його знаємо.

Утворення планет. Народившись, сонце вібрало в себе 99,9% відсотків від усієї маси акреційного диска, а те що залишилось власне і стало основою для зародження планет у цьому контексті акреційний диск прийнято називати протопланетним диском.

Сьогодні вважається що метод за яким формуються планети є аналогічним при народженні Сонця тобто за рахунок акреції і формування акреційних дисків. Народження планет почалось з утворенням невеликих пилових зерен в протопланетному диску навколо протозорі [3].

Завдяки безпосередньому контакті та самоорганізації такі зерна сформували грудки діаметром до 200 м які в свою чергу також штовхалися утворювали більший діаметр близько 10 км.

Рис.4 Формування грудок



Кількість таких об'єктів була величезною і багато з них збереглися і сьогодні у вигляді комет та астероїдів. З часом, брили також стовхувались між собою утворюючи багато кілометрові об'єкти які називають планетаземлями.

Безперервно притягуючи до себе речовину, планетаземлі ставали дедалі більшими, та почали ущільнювати піднімаючи температуру в своєму центрі і утворюючи ядро. Таким чином утворюються об'єкти які вже прийнято називати протопланетами.

У внутрішній частині сонячної системи було надто тепло для таких летючих молекул як вода чи метан, тому протопланети в цьому регіоні формувались зі сполук з високою температурою плавлення таких як метали.

Ці протопланети згодом вирости до планет земної групи тобто Меркурій, Венера, Земля, Марс. Формування газових гігантів процес більш складний. Вважається що їх зародження відбувалася за так званою сніговою лінією яка умовно простягається між орбітами Марса і Юпітера.

У віддаленій частині Сонячної системи протопланети склалися переважно з різних типів льоду через те що матеріалів за снігової лінії було набагато більше ніж центральних областях.

Протопланети вирости до значно більших розмірів ніж планети Земного типу. Маса таких об'єктів ж дозволяє захоплювати навколишній газ, тобто водень та гелій. Таким чином утворюється газові гіганти тобто Юпітер, Сатурн, Уран, Нептун.

Цікаво що процес набору маси газового гіганта до 30 мас землі триває декілька мільйонів років і після чого швидкість акреції збільшується настільки що решта 90% маси планети гіганти набирають приблизно всього за 10000 років [4].

Підведемо підсумки: Сонячна система — це досить складна та обширна планетна система, яка включає в себе центральну зорю — Сонце та все природні космічні об'єкти (планети, астероїди, комети, тощо), які об'єднуються гравітаційною взаємодією. Сонячна система постійно розвивається та рухається, і не дивлячись на те, що точно невідомо як вона створена, проте людство постійно розвивається та вивчає її [5].

Список використаних джерел:

1. «Astronoo»\«Coatlicue мати Сонця». [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.astronoo.com/en/articles/supernova-coatlicue.html>
2. «Space» \ « Як утворилася Сонячна система?» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.space.com/35526-solar-system-formation.html>
3. «Lumen»\«Формування Сонячної системи» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://courses.lumenlearning.com/astronomy/chapter/formation-of-the-solar-system/>
4. «Natural History Museum»\«Як народилася наша Сонячна система» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.nhm.ac.uk/discover/how-our-solar-system-was-born.html>
5. Сонячна система — Вікіпедія. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BE%D0%BD%D1%8F%D1%87%D0%BD%D0%B0_%D1%81%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%B0

FORMATION AND EVOLUTION OF THE SOLAR SYSTEM

Andrii Volkov - 2th year of SVO student Bachelor of VSPU M. Kotsyubynsky

The article provides information about the solar system, its formation and evolution.

Keywords: evolution, accretion, solar system, formation of planets.

НАЙБЛИЖЧА ДО ЗЕМЛІ ПЛАНЕТА – ВЕНЕРА

Марія Томчук – студентка 2 курсу СВО бакалавра ВДПУ ім. М. Коцюбинського

Венера – друга планета Сонячної системи. Єдина з восьми основних планет Сонячної системи, що отримала назву на честь жіночого божества. Венера знаходиться до Землі ближче всіх інших планет нашої Сонячної системи. Вони схожі між собою лише зовнішніми параметрами. Атмосфера Венери більш ніж на 90% складається з вуглекислого газу, температура повітря досягає 461 градусів за Цельсієм, це вище температури плавлення свинцю. Венера – це планета гроз, де грозові «дощі» йдуть постійно, тільки замість води випадає сірчана кислота.

Ключові слова: Венера, Земля, поверхня, Сонячна система, астрономи, атмосфера.

Венера – друга планета від Сонця. Носить ім'я давньоримської богині любові. Завдяки своєму яскравому сяйву її добре видно навіть неозброєним оком. У давнину планету називали «ранкова» і «вечірня зірка». Це сусідка нашої планети, за розмірами і зовнішнім виглядом ці планети теж схожі (рис. 1) [1].

Ця планета має різні фази, як і Місяць, якщо її спостерігати з телескопа. Кожного разу, коли Венера завершує свій прохід до максимуму, це можна побачити при менших розмірах, оскільки вони знаходяться найдаліше від сонця. Навпаки, хоча здається, що це не логічно, максимальний рівень яскравості цієї планети вона досягається, коли вона перебуває у зростаючій фазі [2].

Щось подібне до того, що відбувається з Місяцем, відбувається з Венерою. Його етапи та положення повторюються протягом приблизно 1,6 років. Астрономи називають цю планету планетою "Брат Землі". І це дуже схожа планета за розмірами, масою, щільністю та об'ємом. Вчені вважають, що це і Венера була на тій самій відстані від Сонця від нашої планети, що могла б приховувати життя. Але, перебуваючи в іншій області Сонячної системи, вона стала планетою з умовами, які дуже відрізняються від наших.



Рис. 1. Планета Венера



Рис. 2. Венеріанська атмосфера

Ця дивовижна, екстремальна і незвичайна планета є одним з найяскравіших об'єктів нічного неба. Для земних спостерігачів Венера ніколи не відходить від сонячного диска далі 48-ми градусів, що пояснюється її більш близьким розташуванням до світила в порівнянні з Землею. Періоди її вечірньої і ранкової видимості неозброєним оком піддані циклічності і чергуються протягом 585 діб. Сформована, як і Земля, на відстані 240 млн. км від Сонця, Венера пішла по зовсім іншому шляху еволюційного розвитку. Хоча довгий час ці небесні сусідки, що володіють схожими розмірами і масою, вважалися космічними близнюками, пильніше вивчення

Венери довело, що у неї мало спільного з Землею. Прекрасна видимість Венери стала однією з причин того, що це небесне тіло стало першою відкритою планетою Сонячної системи. Хоча ця планета була відома ще в античному світі, докладно візуально вивчена вона була тільки з появою перших оптичних телескопів. Докладно розглянув і описав її один з найвидатніших вчених епохи Ренесансу Галілео Галілей. Сталася ця важлива подія в 1610 році.

Венеріанську атмосферу (рис. 2) зафіксував і досліджував півтора століттями пізніше не менш великий вчений М. В. Ломоносов в 1761 році, під час перетину планетою сонячного диска. Це дозволило добре розглянути багато подробиць густої і щільної, як гарячий газовий суп, венеріанської атмосфери. Та космічна подія була заздалегідь вирахована і з хвилюванням очікувалась усіма астрономами тієї епохи. Однак тільки Ломоносов сфокусував свою увагу на

незвичайне явище: в момент перетину Венерою сонячного диска навколо контуру планети з'явилося тонке сяйво. Саме Ломоносов зумів дати вірне наукове пояснення цьому візуальному фізичному ефекту. Він пов'язав його з рефракцією сонячного світла в атмосфері планети. І все ж першовідкривачами Венери можна вважати древніх римлян, що не мали відповідних інструментів для астрономічних досліджень, зате дали цій планеті ім'я.

Своєю яскравістю і незвичайним мерехтливим світінням ця планета захоплювала і приводила в ейфорію античних діячів мистецтва, пробуджуючи в них безліч романтичних асоціацій. Не відаючи її справжнього обличчя і страхітливих умов цієї планети, стародавні римляни дали їй ім'я міфологічної богині любові і гармонії. Якщо ж говорити про етимологію, то спочатку в римській міфології Венера була богинею весняних садів і символом пробудження природи після зимового сну. Пізніше її почали ототожнювати з грецькою богинею любові і краси Афродітою. Стародавнім римлянам здавалося цілком закономірним і логічним дати найяскравішій точці нічного неба ім'я прекрасної Венери. До слова, в античній літературі частіше Венери фігурують тільки Сонце і Місяць [3].

Існує безліч теорій супутників Венери в Сонячній системі. Незважаючи на те, що в Сонячній системі є чимало супутників - від одних, які не мають такої атмосфери, як Місяць, до інших, які мають досить густу атмосферу, як Титан, ви можете бачити, що Венера не має супутників. Ми знаємо, що Венера разом з Меркурієм - єдині планети в Сонячній системі, які не мають природних супутників навколо них. Причиною цього є те, чого шукають багато вчених протягом історії.

Саме тут астрономи розглядають певні можливості, які можуть пояснити, чому ці дві планети не мають супутників. Перший полягає в тому, що природні супутники були захоплені гравітацією цих

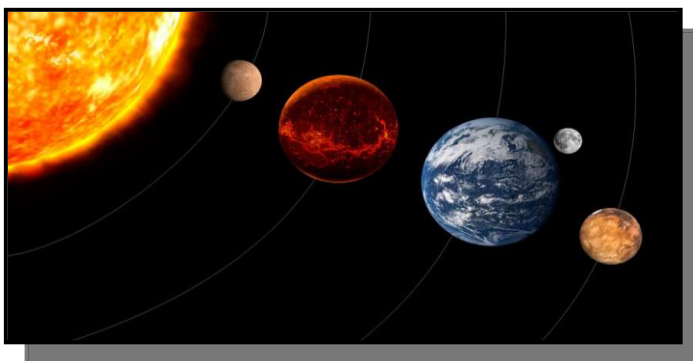


Рис. 3. Сонячна система

планет, коли вони проходили близько до них. Це було б у випадку в маленькі супутники Марсу відомий як Фобос і Деймос. Іншим сценарієм, який можна спостерігати, є те, що планета Венера подолає великий вплив, який викине частину її матеріалу в космос. Пізніше цей матеріал сформує супутник, як це відбувається з нашим Місяцем (рис. 3).

Ще одна з теорій, що існують щодо супутників Венери, полягає в тому, що він міг утворитися разом із планетою шляхом загального нарощування матеріалу, що залишився під час формування Венери. Таким чином, супутники були б частиною планети в цілому.

Беручи до уваги деякі найбільш хаотичні та динамічні теорії, що стосуються ранньої Сонячної системи, ми повинні знати, що між орбітами різних планет кружляли тисячі маленьких тіл. Саме тут вчених вразив той факт, що у нас немає жодного природного супутника. Тут їй задають питання, чи могла Венера мати супутники в минулому. Деякі дослідники представили дослідження, в яких вони могли б стверджувати, що Венера могла зазнати принаймні 2 великих ударів великих тіл в минулому вони змусили свої місяці зникнути.

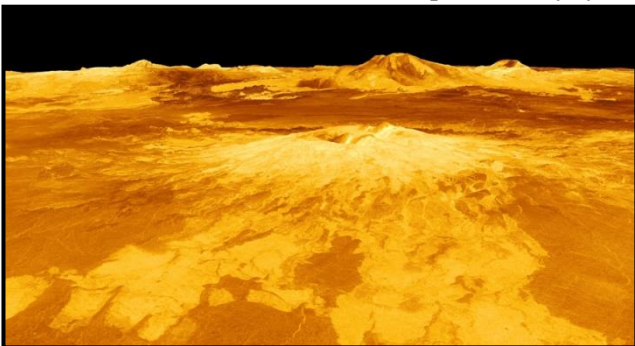


Рис. 4. Поверхня Венери

Швидше за все, на Венері міг утворитися маленький Місяць в результаті уламків, які викинулися з планети після великого удару великого тіла. Завдяки силам гравітації, супутник віддалявся, поки на нього не вплинула гравітація Венери. Таким

чином, цілком ймовірно, що планета долає якийсь подальший вплив і повертає обертання планети,

викликаючи протилежний ефект. Це спричиняє ефект припливів та відпливів супутників від Венери [5].

На Венері знаходиться найбільший застиглий лавовий потік в Сонячній системі. Його протяжність становить не менше семи тисяч кілометрів. Однією з основних особливостей Венери є її орбітальні параметри. Внаслідок зіткнення з великим космічним тілом обертання планети сильно сповільнилося і прийняло рецесивний характер. Простіше кажучи, Венера обертається проти годинникової стрілки, що не характерно для інших планет Сонячної системи, за винятком Урану. Її рух відбувається в протилежному напрямку, не із заходу на схід, а зі сходу на захід. Венеріанський день триває близько 243-х земних діб, що обумовлено надзвичайно повільним обертанням навколо своєї осі. Атмосфера Венери своєю щільністю і неймовірно високим тиском більше підходить газовим гігантам, ніж внутрішнім твердим світам (планетам земної групи). Величезна концентрація в атмосфері парникових газів – вулканічного сірководню і діоксиду вуглецю – сприяла виникненню на цій планеті смертельного парникового ефекту, що підняло температуру на поверхні на сотні градусів. Сьогодні це сама спекотна планета Сонячної системи. Крім того, атмосфера Венери володіє дуже високими світло-відштовхувальними характеристиками, завдяки яким вона так яскраво світиться в нічному небі Землі.

Незважаючи на пекельну спеку поверхня планети виглядає напрочуд спокійною (рис. 4). Щільний атмосферний “кокон” перешкоджає розвитку ерозійних процесів та рознесенню продуктів руйнування елементів рельєфу на далекі відстані. Тут відсутні процеси ґрунтоутворення і типове для Землі вивітрювання. Поверхня Венери покрита лавовими потоками, гірськими ланцюгами, гігантськими кратерами, піднесеними плато і численними активними вулканами. Це основні форми рельєфу планети. На Венері знаходиться унікальний геоморфологічний заповідник, званий землею Іштар. Це величезне природно-геологічне утворення відрізняється сусідством безлічі несхожих елементів рельєфу. Дослідження даного регіону засобами і методами сучасної геоморфологічної науки незаперечно довело існування потужних локальних тектонічних процесів, що призвели до його утворення. Найбільшим і найвищим утворенням тектонічного походження на поверхні Венери є гірська система Максвелла, розташована в центрі землі Іштар. Основна наукова інформація про його природу і характеристики отримана засобами радіолокаційного сканування космічного апарату «Венера-16». Загалом поверхня планети характеризується переважно лавовими полями, піднесеними тектонічними рівнинами, вулканічними плато і метеоритними кратерами [6].

Більша частина поверхні Венери зайнята великими рівнинами (на 85% рівнинна), над якими піднімаються три області - великі плато висотою в кілька кілометрів. Одна з них являє собою величезне вулканічне плато (архіпелаг Іштар - земля Іштар у північній півкулі і земля Афродіти поблизу екватора. Вище всіх (на 12 км вище середнього рівня поверхні) піднімаються гори Максвелла. Перепад висот уздовж екватора приблизно 5 км. Нижча точка на поверхні знаходиться на глибині 2,5 км від середнього рівня. На поверхні Венери виявлені кратери, розломи та інші ознаки протікали на ній інтенсивних тектонічних процесів. Чітко проглядаються і сліди ударного бомбардування.

Поверхня вкрита каменями і плитами різних розмірів; поверхневі породи близькі за складом до земних осадових порід. За стандартами Сонячної системи поверхню Венери досить молода: найстаріші кратери, мабуть, з'явилися близько 800 млн. років тому. Доказів сучасної вулканічної активності не виявлено. Через потужної атмосфери і високої температури ударні кратери на Венері за формою досить сильно відрізняються від кратерів на інших планетах і місяцях. Невеликі метеорити, як правило, згорають в атмосфері Венери, тому на її поверхні маленьких кратерів немає.

Було виявлено безліч різних деталей вулканічного походження. І рівнини, і тессери розсікаються протяжними (тисячі кілометрів), складно побудованими жолобами, утвореними роями тектонічних розломів. На поверхні рівнин планети виявлені загадкові "русла" довжиною від сотень до декількох тисяч кілометрів і шириною від 2-3 до 10-15 км.

Вони мають типові ознаки долин, прорізаних плином якоїсь рідини, - меандровидні звивини, розбіжність і сходження окремих "протока", а в окремих випадках - щось на зразок дельти [7].

Найвища температура на Землі 56,7°C була зафіксована в 1913 році в долині смерті (США). Це набагато прохолодніше найхолоднішого венеріанського дня. Мінімальні температури тут 430-480 градусів за Цельсієм. Наприклад, папір спалахує при 233°C, а сталь розм'якшується і втрачає свої фізичні властивості при трьохсот. На відміну від Землі, що володіє надзвичайно різноманітним кліматом, на Венері ніде неможливо сховатися від цього пекла. Через неймовірно щільну атмосферу яка закутала планету в задушливе покривало з важких парникових газів, тут практично немає різниці між кліматичними умовами екватора і полярних областей, температурами ночі і дня. Навіть пізно вночі розжарені камені Венери світяться своїм власним жаром. Це тьмяне червоно-помаранчеве світіння постійно фіксується

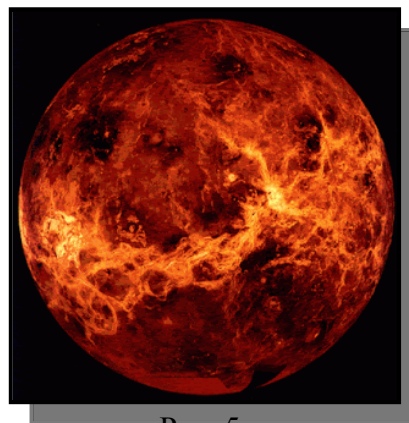


Рис. 5

Рис. 5. Загальний вигляд Венери

інфрачервоною апаратурою орбітальних телескопів і науково-дослідних космічних апаратів (рис. 5). Хоча швидкість вітрів на Венері не перевищує декількох кілометрів на годину, екстремальні температури і катастрофічний тиск надає їм силу, що перевершує будь-який земний ураган. Що ж стосується звичайної венеріанської погоди, то тут йдуть проливні дощі з чистої сірчаної кислоти, лютують електричні бурі, блискавки довжиною в тисячі кілометрів і потужністю в мільйони кіловат. Вважається, що 600 млн. років тому на Венері сталися найпотужніші вулканічні виверження, які необоротно змінили не тільки клімат планети, але і вигляд її поверхні [8].

Список використаних джерел:

1. Розповідь про Венеру. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://dovidka.biz.ua/rozpovid-pro-veneru>
2. Мережева метеорологія «Астрономія» Супутники Венери с. 98.
3. Венера. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://daleki-zori.com.ua/sonyachna-sistema/venera>
4. Супутники Венери. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.meteorologiaenred.com/uk/%D1%81%D1%83%D0%BF%D1%83%D1%82%D0%BD%D0%B8%D0%BA%D0%B8%D0%92%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B8.html>
5. Особливості планети Венера. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://daleki-zori.com.ua/sonyachna-sistema/venera>
6. Мур П. Астрономія з Патріком Муром. Пер. з англ. К. Савельєва / М.: ФАИР-ПРЕСС, 2001.
7. Планети Сонячної системи. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://sites.google.com/site/tumannistandromedi/planeti-sonacnoie-sistemi/venera>

THE PLANET NEAREST EARTH IS VENUS

Mariia Tomchuk – 2th year of SVO student Bachelor of VSPU M. Kotsyubynsky

Venus is the second planet in the solar system. The only one of the eight major planets in the solar system, named after a female deity. Venus is closer to Earth than all the other planets in our solar system. They are similar only in external parameters. The atmosphere of Venus is more than 90% composed of carbon dioxide, the air temperature reaches 461 degrees Celsius, which is higher than the melting point of lead. Venus is a planet of thunderstorms, where thunderstorms "rain" constantly, only instead of water sulfuric acid falls out.

Keywords: Venus, Earth, surface, solar system, astronomers, atmosphere.

НОВА ТЕОРІЯ ЕФІРУ

Валерій Кульматицький – канд. тех. наук, ГО «Українська академія інноваційних технологій», голова Вінницької обласної організації УЕА «Зелений світ».

Іван Скорейко – вчений секретар ГО «Українська академія інноваційних технологій».

Ця робота має на меті представити новий підхід до теорії всесвітнього ефіру, як переносника всіх електромагнітних взаємодій.

Ключові слова: всесвітній ефір, легкий нейтрон, електромагнітне поле.

Ефір (світлоносний ефір, від грец. Αἰθήρ, верхній шар повітря; лат. Aether) - гіпотетичне всепроникне середовище, коливання якої виявляють себе як електромагнітні хвилі (в тому числі, як видиме світло). Концепція світлоносного ефіру була висунута в XVII столітті Рене Декартом [9] і отримала докладне обґрунтування в XIX столітті в рамках хвильової оптики і електромагнітної теорії Максвелла. Ефір розглядався також як матеріальний аналог ньютонівського абсолютного простору. Декарт заперечував пустоту і вважав, що все простір заповнений першоматерією, або її похідними. Невидимий ефір Декарта заповнював весь вільний від матерії простір Всесвіту, однак не чинив опору при русі в ньому матеріальних тіл. Крім цього, багато з вчених вважали, що для розповсюдження електромагнітної хвилі, потрібно середовище, як повітря для розповсюдження звуку. Вони підтримували і розвивали теорію ефіру Декарта, як переносника всіх електромагнітних взаємодій, в тому числі і світла, але були і складнощі. Після сприйняття науковим товариством «Загальної теорії відносності» Альберта Ейнштейна та його постулатів, про ефір воліють не згадувати.

Теоретичні моделі ядерних частинок доктора фізико-математичних наук Л.П. Скібінського Української академії інноваційних технологій, просують ідею ефіру, як масово-енергетичне поле [2, 3, 4].

Сучасна наука експериментально довела, що матеріальні тіла складається з атомів і молекул. Атоми складаються з ядра і електронної оболонки, а саме ядро – з протонів і нейтронів. Виявилось, що протон і нейтрон – родичі. Нейтрон (N) більш важкий і у вільному стані розпадається на протон (p), електрон (e) та антинейтрино ($\bar{\nu}$) за формулою:

$$N = p + e + \bar{\nu} \quad (1)$$

(Оскільки нейтрино не має маси спокою, то ця віртуальна частинка є лише електромагнітною енергією.)

Ф. Рейнес і К. Коуен відкрили у 1956 році фото розпад протонів на легкий нейтрон і позитрон по схемі

$$p + \gamma_{0,5} = n + b, \quad (2)$$

де n – легкий нейтрон, b – антибета частинка, γ – гамма – фотон.

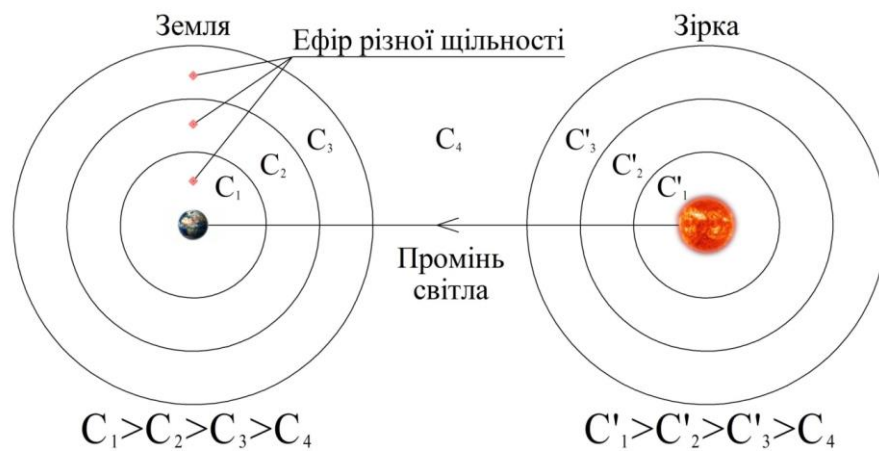
Підтвердженням факту фоторозпаду протона слугував факт одночасного виникнення легкого n-нейтрона і позитрона, який зразу ж анігілював з електроном з викидом двох гамма фотонів з енергією 0,511Мев [4].

Отже протон виявився складною частинкою створеною легким нейтроном, навколо якого обертається кільцевий позитивний струм, а це є ні що інше, як анти бета частинка. У 1957 році було доведено, що бета частинка має лівий гвинт, а анти бета частинка – правий. Новоутворений протон має позитивний заряд і магнітний момент, доти, поки навколо нього не з'явиться негативний кільцевий струм. Так утворюються атоми водню, які є початковим матеріалом, з якого побудовані всі інші хімічні елементи.

Згідно з нашою теорією саме легкі нейтрони заповнюють Всесвіт і є тим первісним елементом, з якого створена вся матерія, а також є ефіром, який передає всі електромагнітні взаємодії. Як видно з формули (2), легкий нейтрон має значну масу, а тому підвладний силі тяжіння і поблизу астрономічних об'єктів щільність ефіру завжди більша ніж на значній відстані. А як бути зі швидкістю світла в ефірі?

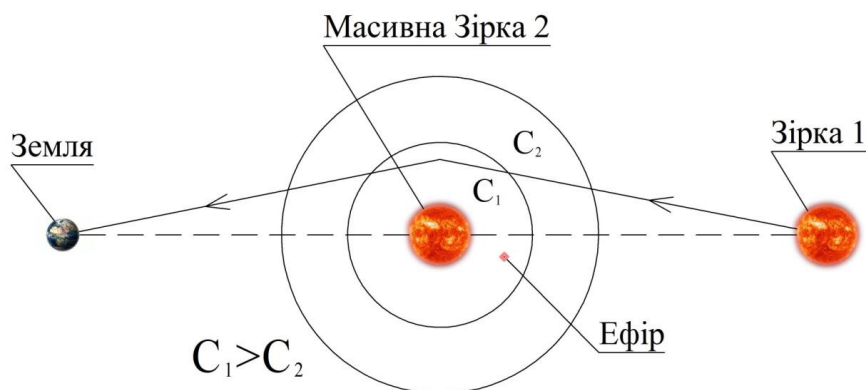
Як відомо, швидкість звуку залежить від щільності середовища і в повітрі складає 331 метр за секунду, в воді – 1485м/сек, а в сталі – 5740м/сек. Тобто, чим щільніше середовище, тим

швидкість звукової хвилі більша. Логічно допустити, що така ж залежність і в електромагнітної хвилі. Оскільки біля значних гравітаційних мас в космосі щільність ефіру значно більша, ніж біля поверхні Землі, то і швидкість світла (C) там буде більша за 300000 км/сек, а у вільному від мас просторі швидкість світла буде менша.



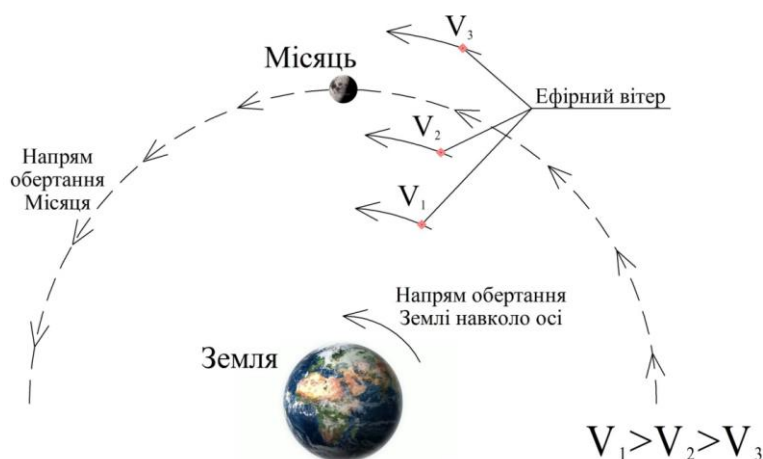
Швидкість світла не є сталою і залежить від щільності ефіру.

Також виникає дещо інше трактування викривлення простору: спостерігач на Землі інколи може бачити далеку зірку, яка затуляється ближньою через викривлення електромагнітної хвилі в щільному ефірному середовищі.



Спостерігач на Землі може бачити Зірку 1, яка знаходиться на одній лінії з Зіркою 2.

Крім цього, при обертанні планети Земля, вона захоплює ефір силою гравітації і змушує його обертатись разом з собою, тому дослід Майкельсона – Морлі був некоректно пояснений і не довів існування ефіру, а дослід Фізо підтвердив. Повне захоплення ефіру поблизу поверхні Землі підтвердили і досліди з аберацією світла Джорджа Бідделя Ейрі в 1871-1872 роках [10]. По даним NASA наш супутник Місяць щорічно віддаляється від Землі на 3,8 сантиметра [11]. Ми пояснюємо це явище тим, що Земля, обертаючись навколо своєї осі швидше, ніж Місяць по своїй орбіті, захоплює ефір і він підштовхує супутник, прискорюючи його обертання. Тому Місяць і віддаляється. Уявімо собі водяний насос, в який попала тверда частинка. Обертальна енергія води буде виштовхувати її подалі від центру. Точно так веде себе наш супутник Місяць в ефірному середовищі, що обертається швидше за нього.



Ефірний вітер "підштовхує" Місяць і він щорічно віддаляється на 4 см.

Висновок. Новітні наукові розробки підтверджують існування ефіру, як світлоносного середовища, що має деяку в'язкість і має тормозний ефект. Тому швидкість американських космічних апаратів «Вояджер» виявилась меншою за розрахункову.

Список використаних джерел:

1. Кульматицький В.І. Планета Земля – продукт ядерного синтезу. Газета «Подільська зоря» №48 (7789) 21.11.2002р.
2. Скібінський Л.П. Квантова динаміка. М. Вінниця, «Універсум», 2000 р.
3. Скібінський Л.П. Квантова теорія. Електродинаміка. Ядерний синтез. Екологія. Вінниця, «О. Власюк», 2003р.
4. В.Г. Петрук, Л.П. Скібінський, монографія. – С 42. Моделювання альтернативних джерел енергії ядерного синтезу. Вінниця: «Універсум-Вінниця, 2007р. 110с. ISBN 978-966-641-232-7
5. К.І. Чурюмов. Слово головного редактора. Журнал «Наше небо» №1 2009 р.
6. Філіпов Л.П. Всесвіт, Земля, життя. Київ, «Наукова думка» 1977р.
7. Кульматицький В.І. Виникнення Землі, Сонця, Галактики.М. Вінниця, 2009 рік. ФОП Данилюк
8. Кульматицький В.І. Теорія виникнення Всесвіту на основі реакції низькотемпературного протон-протонного синтезу за уточненою фізичною формулою. / В. І. Кульматицький // Астрономія і сьогодення : матеріали VIII Всеукраїнської наукової конференції, 12 квітня 2019 р., Вінниця / ред. В. Ф. Заболотний, О. В. Мозговий. – Вінниця : ТОВ «ТВОРИ», 2019 – С. 57 – 58.
9. Рене Декарт – Вікіпедія.
10. Абберация світла. Вікіпедія.
11. NASA: Місяць кожен рік віддаляється від Землі на 3,8 сантиметра. Actualnews, www.usa.one.org

A NEW THEORY OF ETHER

Valerii Kulmatytskyi - Ph.D. those. Sciences, NGO "Ukrainian Academy of Innovative Technologies", Chairman of the Vinnytsia regional organization UEA "Green World"

Ivan Skoreiko - Scientific Secretary of the NGO "Ukrainian Academy of Innovative Technologies"

This paper aims to present a new approach to the theory of the world ether as a carrier of all electromagnetic interactions.

Keywords: world ether, light neutron, electromagnetic field.

АСТЕРОЇД 16 ПСИХЕЯ

Валерій Кульматицький – канд. тех. наук, ГО «Українська академія інноваційних технологій», голова Вінницької обласної організації УЕА «Зелений світ».

Ця робота має на меті дати нову гіпотезу утворення астероїда 16 Психея і загибелі гіпотетичної планети Фаєтон.

Ключові слова: астероїд 16 Психея.

Даний об'єкт М-типу має в діаметрі 253 км і є оголеним ядром протопланети (рис. 1). Психея майже цілком складається із заліза та нікелю. Цей унікальний об'єкт у нашій Сонячній системі, оцінюється в 10 000 квадрильйонів доларів США. Вся світова економіка варта близько 75 трильйонів доларів. Видобуток матеріалів із 16 Психея змінить роботу всієї економіки Землі.

Так повідомляє про цей астероїд Вікіпедія [9]. Постає питання: як утворився цей астероїд?

Згідно з теорією холодного ядерного синтезу всі планети і Сонце були синтезовані з величезної хмари водню і були розжареними центрами тяжіння. Під впливом власного гравітаційного поля більш важкі хімічні елементи опускались ближче до центра нової планети, а більш легкі граніти і гнейси утворювали кору [8]. Так утворився астероїд 16 Психея, який чомусь позбувся своєї кори і це є загадкою для астрофізиків. Очевидно, що астероїд 16 Психея мав всі атрибути планети. Раніше він був дуже великим і був схожим на нашу Землю. Можливо він був ядром гіпотетичною планетою Фаєтон, яка потім розпалась на пояс астероїдів по невідомим причинам.

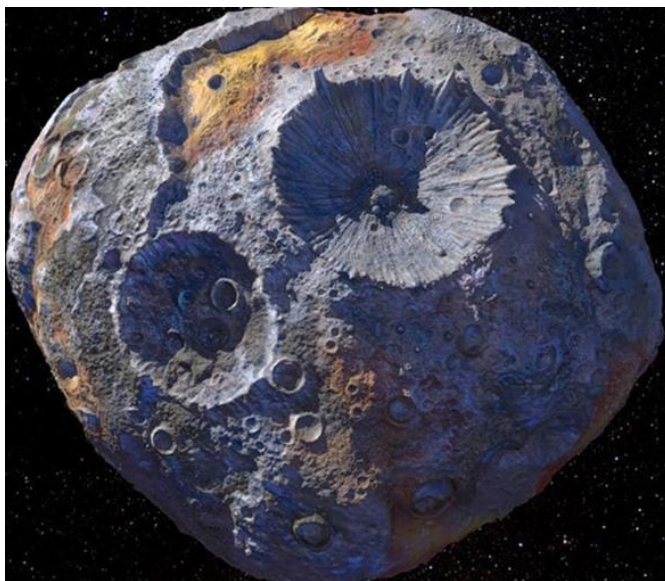


Рис. 1. Астероїд 16 Психея

Напрошуються три варіантна катастрофи цієї планети.

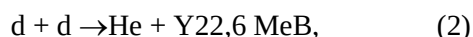
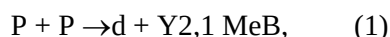
1. Реакція холодного ядерного синтезу пішла занадто швидко і планета вибухнула, як Нова зірка.

2. Планету, що була в рідкому стані розірвала сила тяжіння Юпітера, що мало імовірно.

3. Планету населяли розумні істоти, які через необачність самі себе підірвали.

4. Планета зіштовхнулася з іншим масивним тілом і розлетілась на шматки [7].

Але як народжуються планети? Формула холодного ядерного синтезу дещо відмінна від класичного термоядерного і залежить від орієнтації спінів протонів та альфа частинок для утворення нових хімічних елементів і йде навіть при температурі близької до абсолютного нуля в космосі.



де p – протон, d – дейтрон, γ – гамма квант 0,42 MeV, He – ядро гелію. З утворенням перших хімічних елементів з важкими ядрами по реакції ХЯС все сильніше починає діяти закон

всесвітнього тяжіння і вони починають рухатись до єдиного центру, утворюючи ядро. Розпечене ядро випромінює високочастотне електромагнітне поле у вигляді гамма квантів.

Відомо, що коли змінне магнітне поле пересікає електропровідне середовище з іонізованого водню, по ньому починає протікати електричний струм в певному напрямку навколо розпеченого ядра. За законом електромагнітної індукції генерується протидіюче поле і вся маса іонізованого газу починає обертатись навколо центру сплющуючись та ущільнюючись. Утворюється газовий диск, який по спіралі наближається до центру, що призводить до збільшення його швидкості обертання. Одночасно в ньому продовжується процес синтезу важких ядер, що призводить до утворення нових центрів тяжіння, що рухаються по відповідним орбітам за законом Кеплера [7].

Так природа побудувала перший космічний електродвигун.

Ці нові центри тяжіння теж починають розжарюватись і обертатись навколо своєї осі. Поблизу цих нових центрів починає обертатись і маса газу, утворюючи супутники планет. Так утворився супутник Землі Місяць, а також всі супутники інших планет. Процес утворення цих супутників яскраво демонструють нам кільця Сатурну, в площині яких вони і обертаються. Пройдуть мільярди років перш ніж ці маленькі зірочки – планети почнуть охолоджуватись, утворюючи кору. Це фактично більш легкий застиглий шлак з гранітів і гнейсів, що плаває по більш важкому рідкому базальті, залізі, золоті, свинцю та інших ще важчих хімічних елементах, аж до трансуранових.

На нашу думку, потужне магнітне поле Юпітера призвело до резонансних процесів в ядрі Фаетона. Це прискорило ядерний синтез настільки, що і призвело до вибуху планети і залишилось лише металеве ядро – астероїд 16 Психея. Можна стверджувати, що Сіхоте-Алінський залізний метеорит – це уламок 16 Психея, загальна маса якого оцінюється в 60—100 тонн. За хімічним аналізом, Сіхоте-Алінський метеорит складався з 93,29% заліза, 5,95% нікелю, 0,38% кобальту і невеликих кількостей вуглецю, хлору, фосфору і сірки. За своєю структурою він належить до вельми грубоструктурних октаедритів. Найбільший знайдений фрагмент мав масу 1745 кг.

За оцінками дослідників, загальна маса космічного тіла під час входження в атмосферу становила близько 1000 тонн [10].

Список використаних джерел:

1. Кульматицький В.І. Планета Земля – продукт ядерного синтезу. Газета «Подільська зоря» №48 (7789) 21.11.2002 р.
2. Скібінський Л.П. Квантова динаміка. М. Вінниця, «Універсум», 2000 р.
3. Скібінський Л.П. Квантова теорія. Електродинаміка. Ядерний синтез. Екологія. Вінниця, «О. Власюк», 2003р.
4. В.Г. Петрук, Л.П. Скібінський, монографія. С 42 Моделювання альтернативних джерел енергії ядерного синтезу. Вінниця: «Універсум-Вінниця, 2007р. 110с. ISBN 978-966-641-232-7
5. К.І. Чурюмов. Слово головного редактора. Журнал «Наше небо» №1 2009 р.
6. Філіпов Л.П. Всесвіт, Земля, життя. Київ, «Наукова думка» 1977р.
7. Кульматицький В.І. Виникнення Землі, Сонця, Галактики. М. Вінниця, 2009 рік. ФОП Данилюк В.Г.
8. Кульматицький В.І. Теорія виникнення Всесвіту на основі реакції низькотемпературного протон-протонного синтезу за уточненою фізичною формулою. / В. І. Кульматицький // Астрономія і сьогодення : матеріали VIII Всеукраїнської наукової конференції, 12 квітня 2019 р., Вінниця / ред. В. Ф. Заболотний, О. В. Мозговий. – Вінниця : ТОВ «ТВОРИ», 2019 – С. 57 – 58.
9. Вікіпедія. Астероїд 16 Психея.
10. Вікіпедія. Сіхоте-Алінський метеорит.

ASTEROID 16 PSYCHE

Valerii Kulmatytskyi - Ph.D. those. Sciences, NGO "Ukrainian Academy of Innovative Technologies", Chairman of the Vinnytsia regional organization UEA "Green World".

This work aims to give a new hypothesis of the formation of the asteroid 16 Psyche and the death of the hypothetical planet Phaeton.

Keywords: Asteroid 16 Psyche.

СУЧАСНИЙ ПОГЛЯД НА ЧОРНІ ДІРИ

Наталя Дерманська – студентка 2 курсу СВО магістра НПУ ім. М. П. Драгоманова

У даній статті коротко викладено сучасні уявлення про чорні діри, методи їх пошуку та класифікацію.

Ключові слова: чорна діра, сингулярність, горизонт подій, акреційний диск, ергосфера.

Чорна діра — це астрофізичний об'єкт, який утворюється на завершальному етапі життєвого циклу зорі, масою що найменше 3 мас Сонця. Її густина настільки висока, що кривина простір-часу та припливні сили у центрі стають нескінченно великими. Сила тяжіння чорної діри настільки потужна, що покинути її не можуть навіть об'єкти, які рухаються зі швидкістю світла, навіть кванти самого світла. Уявна гіперповерхня у простір-часі, яка відділяє точки звідки світло може потрапити до спостерігача від тих, звідки не може називається горизонтом подій. Будь-яка ізольована чорна діра описується трьома параметрами: масою, електричним зарядом та моментом імпульсу [1].

Та як виявити те, що не можливо побачити? Застосовують 3 основних способи:

Відстеження поведінки об'єктів навколо чорної діри. Наприклад, у центрі галактики NGC 4261 є спіралеподібний диск, що обертається. За розмірами він близький до Сонячної системи, однак, його маса у 1,2 рази більша за Сонце. Цим самим принципом керувалася лавреатка Нобелівської премії Андреа Гез, якій вдалося довести, що в центрі Чумацького шляху є надмасивна чорна діра. 26 річні спостереження зорі S2 показали, що її рух не може бути пояснений у рамках ньютонівської механіки, але добре описується у рамках ЗТВ. Перицентр зорі розташований у 120 а.о. від чорної діри, а швидкість в перицентрі досягає 7650 км/с, приблизно 2,5% швидкості світла [2].

Метод гравітаційного лінзування. Із ЗТВ ми знаємо про здатність масивних об'єктів викривляти світлові промені. Масивне тіло, як от чорна діра, розташоване між Землею та віддаленим об'єктом, здатне викривляти його світло за принципом лінзи.

Випромінювання. Якщо чорна діра спостерігається у складі тісних подвійних систем, де речовина зорі-супутника перетікає на чорну діру по спіралі. Навколо чорної діри утворюється акреційний диск, який випромінює у гамма та рентгенівському діапазонах [3].

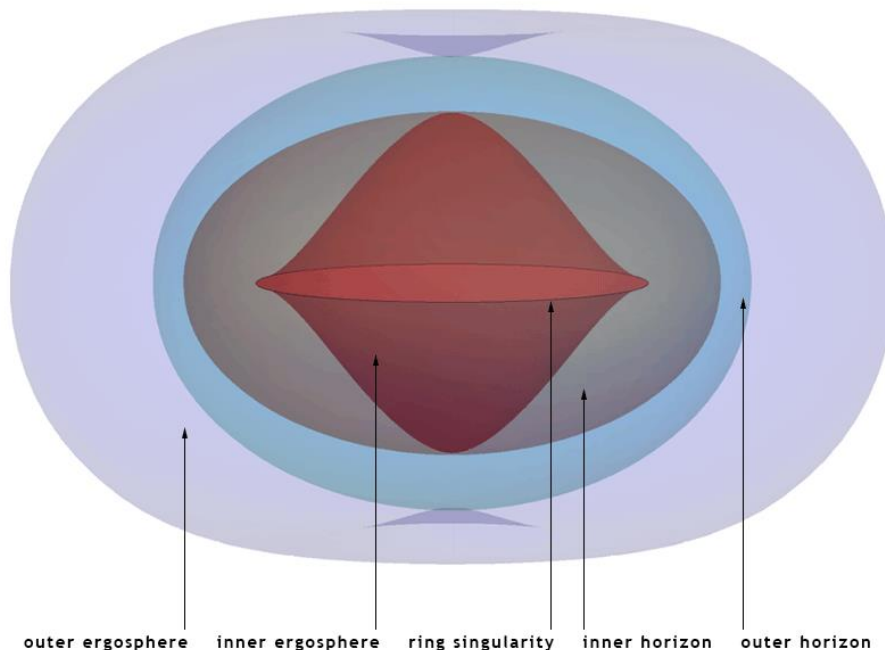


Рис. 1. Схема ергосфери

Зараз виділяють 3 основні типи чорних дір.

1. Найпростішими є незаряджені чорні діри, що не обертаються. Чорні діри Шварцшильда.

Вони найпростіші за будовою та складаються лише з сингулярності та горизонту подій. На тіло, що падатиме у таку чорну діру діятимуть припливні сили, особливо потужні поблизу сингулярності. Ці сили стискатимуть тіло у тангенційному напрямку та видовжуватимуть у радіальному.

2. Чорні діри Райсснера-Нордстрема. Заряджені діри, що не обертаються. Мають обмеження на заряд. Зовні вони виглядають та поведуться так само, як чорні діри Шварцшильда, але мають додаткове електричне поле. Тіло, впавши крізь горизонт подій рухатиметься до сингулярності так само, але десь на шляху перетне другий горизонт подій і опиниться у внутрішній області чорної діри, де радіальна координата знову стає простороподібною. А сингулярність часоподібною. Тіло може рухатися в її околі у будь-якому напрямку. Отже, навіть найменший заряд чорної діри змінює тип центральної сингулярності.

3. Чорні діри Керра. Незаряджені чорні діри, що обертаються. Мають обмеження на момент імпульсу. Чорна діра Керра обертається за рахунок попереднього обертання зорі, що її створила. Під час колапсу зорі, вона стискається до сингулярності, при зменшенні розмірів, швидкість зростає. Після колапсу, ядро, яке стало сингулярністю, продовжує обертання. Центральна сингулярність у цьому випадку оточена зовнішнім горизонтом, який оточений межею стаціонарності, що дотична до горизонту подій у протилежних точках на вісі обертання. Область між цими двома поверхнями називається ергосферою (рис.1).

Тіло, що потрапляє до ергосфери змушене рухатися по орбіті у напрямку обертання чорної діри, але має змогу покинути ергосферу, не потрапивши до чорної діри [4. С 190-199].

Час йде, світ змінюється. Від отримання перших розв'язків до перших спостережень ставлення науковців до чорних дір змінювалося. Від заперечення, до активних пошуків. Ці об'єкти досі є одними з найбільших загадок Всесвіту, тому вивчення чорних дір лишається перспективним напрямком дослідження космосу.

Список використаних джерел:

1. Пармаклі І. Погляд крізь чорні діри//Universe Space Tech. 2021. №1. С. 10-14.
2. S2 (звезда), URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/S2_\(звезда\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/S2_(звезда)) (дата звернення 31.03.2021)
3. Як ми знаходимо чорні діри? URL: <https://dvokrapka.com/space/2008/12/yak-my-znahodymo-chorni-diry> (дата звернення 31.03.2021)
4. Парновський С, Парновський О. Як влаштовано Всесвіт. Вступ до сучасної космології. — Львів: ВСЛ, 2019. — 248 с.

A MODERN LOOK AT BLACK HOLES

Natalia Dermanska - 1st year student of master's program NPDU

This article summarizes modern ideas about black holes, methods of their search and classification.

Keywords: black hole, singularity, event horizon, accretion disk, ergosphere.

ЧОРНІ ДІРИ

Наталя Романюк - студентка 2 курсу СВО бакалавра ВДПУ ім. М. Коцюбинського

У статті міститься інформація про перші дослідження чорних дір, їх утворення і теорія, а також перше фото чорної діри та сучасні дослідження.

Ключові слова: Чорна діра, відкриття, дослідження.

Чорна діра – астрофізичний об'єкт, який створює настільки потужну Силу тяжіння, що жодні, навіть найшвидші часточки, не можуть покинути його поверхню, навіть світло [1]. Згідно з теоріями сучасних вчених в нашій галактиці Чумацького шляху може перебувати до сотні мільйонів чорних дір. Не менша їх кількість може бути і в сусідній з нами галактиці Андромеда, до якої від нашого Чумацького шляху летіти всього нічого – 2,5 мільйона світлових років [4].

Об'єкти, поле гравітації яких настільки сильне для світла, що воно не здатне вирватися, були вперше розглянуті у 18 столітті Джоном Мічеллом [1]. За його розрахунками, якщо наше Сонце

взяти і стиснути (кажучи сучасною комп'ютерною мовою – заархівувати) до радіуса в 3 км, утвориться настільки велика (просто величезна) сила гравітації, що навіть світло не зможе її покинути. Так і з'явилося поняття «чорна діра», хоча насправді вона зовсім не чорна, на наш погляд більш відповідним був би термін «темна діра», адже має місце саме відсутність світла.

Пізніше, у 1918 році про питання чорних дір в контексті теорії відносності писав великий вчений Альберт Ейнштейн [2].

Загальна теорія відносності передбачає, що достатньо компактна маса буде деформувати простір-час, утворюючи чорну діру. Навколо чорної діри існує математично визначена поверхня, що називається горизонтом подій, яка визначає точку, з якої вже немає повернення. Вона називається «чорною», тому що поглинає все світло, що потрапляє на горизонт, нічого не відбиваючи, подібно до абсолютно чорного тіла в термодинаміці [1].

Але тільки в 1967 році стараннями американського астрофізика Джона Уїллера поняття чорних дір остаточно завоювало місце в академічних колах.

Як би там не було, і Д. Мічел, і Альберт Ейнштейн, і Джон Уїллер в своїх роботах припускали тільки теоретичне існування цих загадкових небесних об'єктів у космічному просторі, проте справжнє відкриття чорних дір відбулося в 1971 році, саме тоді вони вперше були помічені в телескоп [2].

Утворення чорних дір

Згідно з новим дослідженням, не всі надмасивні чорні діри можуть з'являтися внаслідок знищення зірок. Вчені припускають, що ці гігантські загадкові об'єкти сформувалися ще на ранньому етапі розвитку Всесвіту. Найпопулярнішою є теорія про те, що надмасивні чорні діри з'являються внаслідок смерті величезних зірок: під дією гравітації їхні ядра стискаються і зірка, по суті, поглинає сама себе, перетворюючись в надзвичайно важкий об'єкт із сильним гравітаційним полем. Але, представники Університету Західного Онтаріо опублікували роботу, згідно з якою зірки взагалі можуть не брати участь у створенні надмасивних чорних дір. Як пише Engadget, автори дослідження Шантану Басу і Арпан Дас припускають, що гігантські чорні діри створювалися «дуже, дуже швидко протягом дуже, дуже коротких проміжків часу», після чого їх формування припинилося. Басу і Дас вважають, що відомі нам надмасивні чорні діри могли з'явитися не через смерть зірок, а самі собою, на етапах раннього розвитку Всесвіту. «У надмасивних чорних дір був короткий період часу, коли вони могли швидко рости, а потім, в якийсь момент, через усю радіацію у Всесвіті, яку створювали інші чорні діри і зірки, їхнє формування зупинилося», – кажуть автори роботи.

Сьогодні вчені припускають, що надмасивні чорні діри, які вчені виявили протягом останніх кількох десятиріч років, з'явилися через 800 млн років після Великого вибуху. Ця гіпотеза ускладнює наше розуміння того, як розвиваються чорні діри [3].

Теорія чорних дір

Не дивлячись на величезну масу (яка в сотні тисяч разів перевищує масу нашого Сонця) і неймовірної сили гравітацію побачити чорні діри в телескоп було не просто, адже вони зовсім не випромінюють світла. Вченим вдалося помітити чорну діру тільки в момент її «трапези» – поглинання іншої зірки (рис. 1), в цей момент з'являється характерне випромінювання, яке вже можна спостерігати. Таким чином, теорія чорної діри знайшла фактичне підтвердження [3].

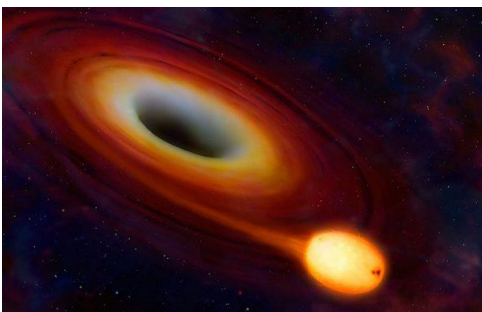


Рис. 1. Чорна діра поглинає зірку

Астрономам вперше вдалося отримати зображення чорної діри, що розташована в далекій галактиці.

Її діаметр складає понад 40 мільярдів кілометрів, що в три мільйони разів перевищує розміри Землі, вчені назвали її "монстром".

Чорна діра розташована на відстані 500 мільйонів трильйонів кілометрів і її зображення сформували на основі даних мережі з восьми телескопів по всьому світу (рис. 2).

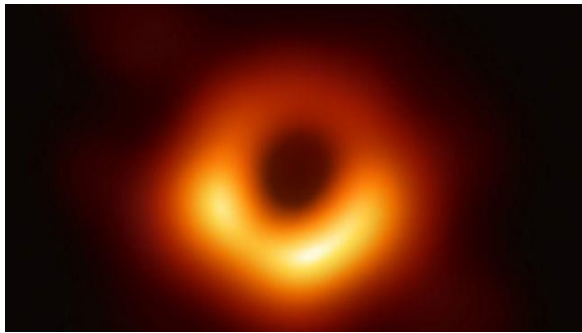


Рис. 2. Перше зображення чорної діри: вона оточена ореолом яскравого газу, який зтягує сила тяжіння діри

Деталі опублікували 10 квітня в журналі *Astrophysical Journal Letters*.

Край темного кола в центрі — це точка, в якій газ потрапляє в чорну діру, яка має таку силу тяжіння, що навіть світло не може її покинути. Зображення відповідає тому, як фізики-теоретики й голлівудські

режисери, уявляли чорні діри, стверджує доктор Зірі Юнсі, з Університетського коледжу Лондона — який є частиною проекту.

"Хоча це відносно прості об'єкти, чорні діри ставлять деякі з найскладніших питань про природу простору і часу, і в кінцевому підсумку нашого існування", - сказав він.

"Примітно, що зображення, яке ми спостерігаємо, настільки схожі на те, що ми отримуємо на основі наших теоретичних розрахунків. Поки видається, що Ейнштейн знову правий".

Але наявність першого зображення дозволить дослідникам дізнатися більше про ці таємничі об'єкти. Їм буде надзвичайно цікаво знайти ті моменти, в яких чорна діра відрізняється від того, що від неї очікує теоретична фізика.

Ніхто насправді не знає, як утворюється яскраве кільце навколо отвору. Ще цікавішим є питання про те, що відбувається, коли об'єкт потрапляє в чорну діру [5].

Список використаних джерел:

1. «Чорна діра». [Електронний ресурс]. – Режим лоступу: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A7%D0%BE%D1%80%D0%BD%D0%B0_%D0%B4%D1%96%D1%80%D0%B0
2. «Як утворюються чорні діри в космосі». [Електронний ресурс]. – Режим лоступу: <https://www.poznavayka.org/uk/astronomiya-2/chorni-diri-v-kosmosi-tsikavi-fakti/#a1>
3. «Зірки ні при чому. Вчені пояснили, звідки беруться гігантські чорні діри». [Електронний ресурс]. – Режим лоступу: <https://nv.ua/ukr/techno/popscience/yak-utvoryuyetsya-chorna-dira-vcheni-visunuli-novu-gipotezu-50029437.html>
4. «Історія відкриття чорних дір». [Електронний ресурс]. – Режим лоступу: <https://www.poznavayka.org/uk/astronomiya-2/chorni-diri-v-kosmosi-tsikavi-fakti/#a1>
5. «Чорна діра, опублікували перше в історії фото». [Електронний ресурс]. – Режим лоступу: <https://www.bbc.com/ukrainian/news-47882814>

BLACK HOLES

Natalia Romaniuk - 2th year of SVO student Bachelor of VSPU M. Kotsyubynsky

The article contains information about the first studies of black holes, their formation and theory, as well as the first photo of a black hole and modern research.

Keywords: Black hole, discovery, research.

ТЕМНА МАТЕРІЯ

Назар Заболотний - студент 4 курсу СВО бакалавра ВДПУ ім. М. Коцюбинського

Розглянуто темну матерію як складову космосу, її дослідження, форми, проблеми, недоліки гіпотез.

Ключові слова: темна матерія, гіпотези про темну матерію, форми темної матерії.

Відповідно до сучасної стандартної космологічної моделі космос складається зі звичайної (баріонів) матерії, темної матерії і темної енергії. Відповідно до цієї моделі вік космосу становить 13,8 мільярдів років. “Темна” означає “невідома”. Тоді на частку невідомої науки

речовини - енергії приходить 96% від їх загальної кількості. Це означає, що навколо нас існують суцільна темна матерія і темна енергія, а ми про них нічого не знаємо. Тоді як можна довіряти науці з її законами, які не враховують дії темних матерії і енергії? Це ставить вчених у глухий кут і дає привід для створення і розвитку різних псевдонаукових спекуляцій, фантастики і містики. Тому вивчення невідомих видів матерії та енергії являється актуальною науковою задачею. Але спочатку потрібно дослідити стан питання і визначити підстави існуючих гіпотез про темної матерії і темної енергії.

Що таке темна матерія. Під темною матерією астрофізики мають на увазі невідому речовину, яка надає гравітаційний вплив на звичайну речовину, до цього дійшов Фріц Цвікі. У 1931 року швейцарець Цвікі припустив можливість існування темної матерії. Він перерахував галактики в одному скупченні і по їх світності прийшов до висновку, що чим вони яскравіше тим більше в них зірок і тим вони важчі. Потім по зсуву червоних спектральних ліній Ф. Цвіккі визначив з якою швидкістю розкидані галактики. І тоді він виявив, що при дуже великій швидкості кількість матерії знайденого по світності явно недостатньо. Ф. Цвіккі висунув гіпотезу в частих скупченнях знаходиться невидима прихована маса, яка утримує галактики. Це і є темна матерія. Дану гіпотезу підтримував і молодий датський вчений Ян Оорт, на основі якої в 1932 році довів, як відбувається рух зірок нашої галактики [1].

Сьогодні вчені вважають, що все, що ми можемо побачити: пил, зірки, планети і так далі - це лише мала частина складовою Всесвіту насправді. Одні стверджують, що темна матерія займає 85% у Всесвіті, інші кажуть, що ця цифра коливається в районі 95% [2]. Дослідження завжди висувають все нові і нові гіпотези, що являє собою дана речовина.

Проблема темної матерії. Проблема темної матерії (докази її існування) складається з двох проблем, а саме:

- астрофізичної - тобто протиріччя маси гравітаційно-пов'язаних об'єктів, які спостерігаємо, і їх систем з параметрами, визначені гравітаційними ефектами.
- космологічної - протиріччя космологічних параметрів, які отримані за астрофізичними даними середньої густини Всесвіту [3].

Недоліки гіпотез про темну матерію. Слабким місцем гіпотези про темну матерію є великий вік космосу - обчислюється 13,8 мільярдами років. Слід гадати, що це цифра сильно завищена. Про це свідчить величезна кількість фактів, які визначають, що вік космосу вимірюється не мільярдами, а тисячами років. Найбільш показовими є експериментальні дані про кількість космічного пилу на Місяці. Встановлено, що швидкість осадження цього пилу в середньому становить 0,00085 см/рік, а реальна товщина шару пилу на Місяці не перевищує 7,5 см. Розділивши 7,5 см на 0,00085 см/рік отримаємо, що вік Місяця становить не більше 8824 роки. Крім того, навколо Сонця обертається велика кількість недовгоживучих комет. Встановлено, що термін їх життя не повинен бути більше 10 тисяч років. Якщо вік космосу обчислюється тисячами років, то необхідність існуючій гіпотезі про темну матерію в космосі відпадає, так як за такий відносно короткий космічний час галактики і зоряні скупчення не могли помітно розсіятися [4].

Форми темної матерії. Поки що про форми темної матерії можна говорити гіпотетично. Її ділять на два класи: англійською перший називають МАСНО (Massive Astrophysics Compact Halo Objects). Мабуть, це - невідомі стабільні масивні об'єкти астрофізичного масштабу. Це можуть бути і остивші зірки, які прийнято називати коричневими карликами, і ті планети, що дрейфують в міжзоряному просторі без зв'язку з якимось певним світилом, і чорні діри. Швидше за все, це об'єкти, які складаються зі звичайного речовини, але майже не випромінюють світло. Тому їх можна виявити тільки за гравітацією [5].

Інший вид темної матерії називають WIMP (Weakly Interactive Massive Particles) - слабо взаємодіючі масивні частинки. Маса цих частинок теоретично може досягати 10¹⁶ маси протона, але є гіпотеза, що вони можуть бути значно легше електрона. Темну матерію бачать поки тільки по її гравітаційній взаємодії без інших проявів. Деякі дослідники говорять, що при взаємному знищенні анігіляції цих частинок може дати якесь електромагнітне випромінювання. Є вказівка на його спостереження, але поки достовірного висновку зробити не можна [5].

Є інший спосіб класифікації матерії на гарячу, холодну і теплу. На сьогоднішній день гаряча гіпотеза практично виключена, тому що передбачувана нею структура космічних об'єктів суперечить астрономічними спостереженням.

Холодні частинки темної матерії, навпаки, добре описують спостережувану великомасштабну структуру галактики, їх скупчення, але поки що передбачення цієї теорії в деталях дещо розходяться зі спостереженнями.

Можливо існує тепла темна матерія. В ній ці недоліки зникають. Маса частинок такої матерії приблизно в 100 разів менше маси електрона. Зараз це дуже популярна схема, і тим більше є вказівка, що такі частинки існують.

Ще є так званий аксіон - це частинка дуже легка, в мільярд разів легше електрона, але вона холодна, бо ніколи не була гарячою, на відміну від нейтрино. Теорія передбачає цю частку. Вона, як один з варіантів, дозволяє вирішити деякі проблеми фізики елементарних частинок. Тому її називають природним кандидатом на роль темної матерії [5].

Зараз публікуються роботи де передбачається, що темна енергія якось взаємодіє з темною матерією і тоді може бути неоднорідне розподілення, що дасть змогу спостерігати її астрономічні прояви. Крім того, за рахунок можливої взаємодії з темною матерією з'являються шанси прямої реєстрації темної енергії.

Якщо темна енергія - це вакуумна енергія, яка ні з чим не взаємодіє, ніяк не проявляється, а тільки розштовхує Всесвіт, то тут перспектив особливих немає.

У цьому сенсі набагато цікавіше модифікована гравітація, яка має дуже чіткі і дуже яскраві передбачення.

Зараз шукають прояви темної матерії всередині зірок, в тому числі всередині Сонця, про яке ми дуже багато знаємо завдяки гелієвої сейсмології - спостерігаються коливання поверхні Сонця, тобто сонце трясіння, що можливість вивчати внутрішню будову світила.

Точність спостережень зростає і, можливо в кінці кінців, можуть бути виявлені деякі аномалії, які свідчать, що в Сонці є незвичайне джерело енергії, за рахунок анігіляції часток темної матерії.

Отже, аналіз питання, що таке темна матерія, стає зрозумілим, відповіді на це ще немає, або всі відповіді розходяться (і всі ці відповіді на основі гіпотез). Є тільки відомо те, що вона (темна матерія) займає понад 90 % Всесвіту. Також відомо те, що є так звана темна енергія, яка в свою чергу є формою темної матерії, яка не випускає і не поглинає ніякого електромагнітного випромінювання, зокрема світла. І те, що вона взаємодіяє з другими речовинами за допомогою гравітації. Багато є ще різних тверджень і гіпотез щодо темної матерії, і темної енергії, і чорних дір, але одне достеменно відомо те, що вони існують і це головне твердження яке підтверджено.

І якщо вони все таки ж існують, то незабаром ми все ж таки дізнаємось, що вони з себе представляють, а поки ми можемо надіятись, що все невідоме ми можемо дізнатись за допомогою науки.

Список використаних джерел

1. Електронна бібліотека "Елементи". [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://elementy.ru/lib/430380>
2. V-Kosmose.COM. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://v-cosmoses.com/temnaya-materia-vselennoy/>
3. ModCos. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.modcos.com/>
4. Венс Феррелл. Час проти еволюції. Чому вік Всесвіту - не мільйони років ? М.: Русский Хронограф, 2003, 128 с.
5. Интерфакс. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.interfax-russia.ru/>

DARK MATTER

Nazar Zabolotnyi - 2th year of SVO student Bachelor of VSPU M. Kotsyubynsky

Dark matter as a component of space, its research, forms, problems, shortcomings of hypotheses are considered.

Keywords: dark matter, hypotheses about dark matter, forms of dark matter.

ІСТОРИЧНІ АСПЕКТИ РОЗВИТКУ АСТРОНОМІЇ

РОЗВИТОК ЗАСОБІВ СПОСТЕРЕЖЕНЬ В ГАО НАН УКРАЇНИ У ХХ СТОЛІТТІ

Марія Патон – студентка СВО бакалавра

Олексій Стєклов – канд. фіз.-мат. наук, ст. наук. співробітник

Олександр Мозговий – канд. техн. наук, доцент

Анатолій Відьмаченко – д-р фіз.-мат. наук, професор

Розглянуто історичні аспекти створення Головної астрономічної обсерваторії НАН України, розвитку матеріальної бази, розширення кола досліджуваних задач. Роль при цьому директорів обсерваторії.

Ключові слова: ГАО НАН України, засоби спостереження в астрономії.

Головну астрономічну обсерваторію НАН України засновано 17 липня 1944 р. з ініціативи відомого вченого, астронома й геофізика, Олександра Яковича Орлова (1880 — 1954). Розташована вона за 12 км від центра Києва в Голосіївському лісі (звідси походить її неофіційна назва – Голосіївська).

«Важка епоха творіння» і реалізації мрії Академіка Орлова О.Я.

Академік Орлов Олександр Якович в усі часи і в різні епохи своєї наукової творчості мріяв створити або Центральну, або Головну астрономічну обсерваторію в Україні. Про причини та про коріння цієї психологічної установки і «домінанти» його життєвого шляху ми поговоримо в кінці даної роботи.

А почнемо з того, що величезні, постійні зусилля Орлова О.Я. в 1944-1948 рр. були спрямовані на вирішення трьох проблем:

- рішення спірних питань щодо вибору місця розміщення ГАО АН УРСР;
- буквально титанічні зусилля щодо забезпечення вихідного, але гідного фінансування по створенню інфраструктури нової обсерваторії, за вибором функціонального і красивого проєкту Щусєва Олексія Вікторовича для її корпусів. Особливо підкреслимо, що саме Щусєв А.В. був автором проєкту Мавзолею Леніна;
- особливо палаючою темою тоді було створення хоча б тимчасових павільйонів для установки перших трьох телескопів.

Так, вже в 1946 р ГАО АН УРСР мала такі телескопи:

- 1) АКД або двокамерний короткофокусний астрограф конструкції Пономарьова (діаметр об'єктива $D = 12$ см, а фокусна відстань $F = 70$ см). Сама символіка «АКД» розшифровується як «Астрограф Короткофокусний Подвійний»;
- 2) вертикальний круг Ваншаффа ($D = 19$ см, $F = 252$ см);
- 3) подвійний довгофокусний астрограф Тепфера – Штейнгеля ($D = 40$ см, $F = 550$ см).

Два останніх телескопа були отримані по репараціям з Німеччини, з обсерваторії Берлінського університету (Бабельсберг).

Орлов О.Я. був виснажений боротьбою і постійними зменшеннями фінансування робіт зі створення ГАО АН УРСР. Адже в цей період йому вже було 64 - 66 років. Саме тому Орлов О.Я. передав у 1948 р пост директора своєму учневі і послідовнику - Цесевичу Володимирі Платоновичу з Одеси.

Дуже коротка епопея «мерехтливої зірки» Цесевича В.П. як директора ГАО АН УРСР у 1948-1951 рр.

Цесевич В.П. був директором тільки два роки. Але він встиг, звичайно, усвідомити весь величезний обсяг майбутніх робіт по забезпеченню реальної працездатності ГАО АН УРСР.

Що ж було реально зроблено в швидкоплинні два роки Цесевича В.П.? Ось приблизний перелік виконаних робіт:

- 1) затверджено склад першої Вченої ради;
- 2) успішно проведені ремонти і юстирування основних телескопів;
- 3) були отримані перші 10 знімків окремих ділянок неба за програмою Цесевича В.П.;

4) ГАО АН УРСР прийняла участь у роботі комісії «Астроради АН СРСР» по вивченню змінних зірок;

5) почалося систематичне фотографування неба на астрографі для створення скляних бібліотек (склотеки), в тому числі і для служби змінних і нових зірок (1950);

6) у травні 1951 р. Цесевича В.П. звільнили з посади директора ГАО АН УРСР.

Дуже сумне і останнє повернення Академіка Орлова О.Я. на посаду директора ГАО АН УРСР

Так, з 10 травня 1951 року та до 18 січня 1952 року, тобто менше ніж на рік, директором ГАО АН УРСР знову став Орлов О.Я. У звіті за 1951 р слід виділити таке:

1) вчена рада змушена прийняти рішення про зниження витрат на будівництво і, що ще гірше і сумніше, на спрощення проекту будівництва корпусів обсерваторії через відсутність необхідного фінансування;

2) у звіті особливо наголошувалося про відсутність службових і житлових приміщень, поганий стан під'їзної дороги, відсутність води, велику нестачу вимірювальних лабораторних приладів;

3) хоча телескопи, які передані в ГАО АН УРСР, ретельно вивчалися і регулювалися - вертикальний круг, астрограф ДДА (40 см) і двокамерний астрограф;

4) почалися роботи на Мікрофотометрі.

Особливо відзначимо, що вже з 1946 р академік Орлов О.Я. просив звільнити його з посади директора ГАО АН УРСР через поганий стан здоров'я. Більш того, після всіх мук в 1944 - 1948 рр. він навіть просив звільнити його і від звання дійсного члена-академіка АН УРСР. Спроба замінити Орлова О.Я. його учнем Цесевичем В.П., на жаль, не вдалася. Та й повернення менш, ніж на рік, Орлова О.Я. в крісло директора було скоріше сумним, ніж успішним. В історії ГАО АН УРСР наступав період «довгобуду» і довгих, довготривалих років боротьби. Спочатку за статус науково-дослідного інституту, який був підтверджений тільки у 1969 р, тобто через 25 (двадцять п'ять!) років від створення обсерваторії. Ну, а перехід на першу категорію оплати праці в ГАО АН УРСР був здійснений тільки у 1988 р, тобто через 44 роки після заснування і створення ГАО АН УРСР. У січні 1952 р Орлов О.Я. покинув свій пост.

Епоха директорства в ГАО АН УРСР Яковкіна Авеніра Олександровича: семирічка 1952-1959 рр.

На початку цього періоду загальний стан обсерваторії був дуже плачевний. Саме Яковкін А.О. писав в пояснювальній записці, що через 8 років після заснування в ГАО АН УРСР немає під'їзної дороги, немає телефонного зв'язку, немає води, немає житлових і службових приміщень, ні своїх транспортних засобів. У 1952 р. робота обсерваторії протікала в надзвичайно важких умовах.

У 1951-1953 рр. А.К. Король активно спостерігав на вертикальному крузі і отримав дані, необхідні для складання фундаментального каталогу слабких зірок.

Тільки у 1955 р. завершено будівництво під'їзної дороги до ГАО АН УРСР і першого житлового трьохквартирного будинку для співробітників (заслуга Н. К. Загоруйко).

У 1956 р. на телескопі ДДА вивчався Марс (Ш.Г. Горделадзе, Е.А.Гутовенко).

А також завершено будівництво двоповерхового лабораторного корпусу з 16 кімнат, в яких були бібліотека, лабораторія, службові кімнати для 11 співробітників. Колчинский І. Г. активно вивчав швидкоплинні зміни рефракції в земній атмосфері, це була госпдоговірна тематика.

У 1957 р. в ГАО АН УРСР активно і регулярно працював «метеорний патруль». Федчун М.С. вів регулярні реєстрації слідів метеорів.

У тому ж 1957 р. А.К. Король створив і забезпечив роботу станції спостережень ШСЗ, що високо оцінила «Астрорада АН СРСР».

Гуртовенко Е.А. активно спостерігав Сонце на фотосферно-хромосферному телескопі АФР-2. На ДДА активно вивчалися пульсації інтенсивності світла від зірок.

У 1958 р завершено будівництво башти і монтаж 70 см телескопа-рефлектора АЗТ-2 для астрофізичних досліджень.

Президія АН УРСР затвердила створення поки ще поза структурних відділів фундаментальної астрометрії (Яковкін А.О.), фотографічної астрометрії (Колчинский І. Г.), астрофізики (Горделадзе Ш.Г.) і фізики Сонця (Гуртовенко Е.А.).

Вивчення хромосферних спалахів і протуберанців (Гуртовенко Е.А.), а також цінні дані про фігуру і особливості руху Місяця зміцнили імідж ГАО АН УРСР, яка в травні 1958 р провела 14-ю Всесоюзну астрометричну конференцію.

Тринадцятилітня епоха директорства Федорова Євгенія Павловича: 1959-1973 рр.

Активно на телескопі АЗТ-2 проводились регулярні фотометричні дослідження зірок (1959 рік).

Спектральні спостереження йдуть на МГСТ- малому горизонтальному сонячному телескопі (1959 рік).

На хромосферному телескопі вивчаються сонячні протуберанці (1959 рік).

Придбано телескоп АВР-2 і кілька мікрофотомерів (1959 рік).

Невдалі спроби придбати 2.6 м телескоп у ЛОМО (1960 г.).

Роботи по підборі місць для астрофізичної філії ГАО АН УРСР очолив Коваль І.К. (1961 г.).

Встановлені і введені в експлуатацію два телескопа АЗТ-7 і АВР-2 (1961 г.).

У ГАО АН УРСР вперше активно спостерігали і вивчали сезонні зміни оптичних параметрів атмосфери і поверхні планети Марс (1961 г.).

Закінчено будівництво оптико-механічних майстерень (1964 г.).

Встановлено три нових астрономічних телескопи - Зеніт-телескоп ЗТЛ-180, горизонтальний місячний телескоп (ГЛТ) і рефлектор АЗТ-14 (1964 г.).

«Астрорада АН СРСР» визначила ГАО АН УРСР основною установою з двох проблем: по вивченню руху полюсів Землі і по вивченню фігури Місяця (1965 г.).

Виконано монтаж та розпочато спостереження на горизонтальному сонячному телескопі АЦУ-5 (1965 г.).

Встановлено і почали працювати перші ЕОМ «Промінь» (1965р) і «Раздан» (1969 р).

Нові невдалі спроби придбати у ЛОМО 1,5 м телескоп АЗТ-12 (1966/1973 рр.).

З'явилися два астрофізичних відділи: відділ фізики Місяця і планет (Коваль І.К.), відділ фізики зірок (Ворошилов В.І.) (1967).

Виготовлений універсальний фотометр слабких світлових потоків для вивчення планет і зірок (1967).

Хоча ГАО АН УРСР в 1969 р. і отримала статус науково-дослідного інституту, але перехід на першу категорію по оплаті праці буде здійснений тільки в 1988 р, тобто через 44 роки після заснування самої обсерваторії.

Район Приельбрусья, с. Терскол, Кабардино-Балкарська АРСР обрані для створення астрофізичного філії ГАО АН УРСР (1969 р).

Підписано договір ГАО АН УРСР і підприємства «Карл Цейс Йена» (НДР) про поставку телескопа ДША в 1972 р (1969 р).

Перша експедиція з вивчення астроклімату на Піку Терскол і доповідна записка Федорова Є.П. про будівництво астрофізичної філії (справа «449Б», 1969 г.).

Лукацька Ф.І. і Порфирьев В.В. завершили дослідження змін блиску і спектру нестационарних зірок (1969 р).

Початок регулярних виїздів за кордон для спостережень ШСЗ в Судан, Чад, Єгипет, острів Кергелен і т.д. (3 1969 р).

Президія АН УРСР затвердила Постанову №138 про будівництво астрофізичної філії ГАО АН УРСР на Піку Терскол (Приельбрусья) на висоті 3100 м. (1970 р).

Колеснік І.Г. відправлений до Ленінграда на ЛОМО для оформлення договору на виготовлення для ГАО АН УРСР 1,5-м телескопа (1970 р). На жаль, цей телескоп не придбаний.

Створено прилад для одночасної реєстрації напрямлень і інтенсивності світла зірок (1970 р).

Автоматизовано процес спостережень на телескопі АФР-2 за програмою «Служба Сонця» (1970 р).

Придбана координатно-вимірювальна машина «Аско-рекорд» (1970 р).

Відбулася перша експедиція на Пік Терскол (1971-1973 рр.), Керівник Колеснік І.Г.

На Піку Терскол встановлений телескоп АЗТ-14 і розпочато перші спостереження (1971).

Відремонтовано і модернізовано та перенесено в новий павільйон «Вертикальний круг Ваншаффа» (1971).

В Одесі створено відділ астрофізичного приладобудування ГАО АН УРСР (1972 р).

Федоров О.П. пішов з посади директора ГАО АН УРСР за власним бажанням в квітні 1973р

Два роки домінування планетології і директорства Ковалю І.К. (1973 - 1974 рр.).

Президія АН УРСР прийняла рішення зобов'язати ГАО АН УРСР замовити в 10-й п'ятирічці 2-м телескоп фірми «Карл Цейс Йена» замість раніше замовленого 1,5 м телескопа ЛОМО (1973 г.).

Почалася і успішно була продовжена друга астрономічна експедиція на Пік Терскол (керівник В.В. Аврамчук) (1973-1977 рр.).

Отримано телескоп ДША фірми «Карл Цейс Йена» (НДР) і побудований павільйон для цього телескопу (1973 г.).

Вперше в ГАО АН УРСР створено Раду молодих вчених (1973 г.).

Закуплено дві ЕОМ «Мир-1» і «Мир-2», а також астрономічна камера АФУ-75 (1973 г.). Примітка: камеру АФУ-75 в 1974 р встановили на Піку Терскол.

Активно тривали вивчення оптичної нестабільності земної атмосфери і астрономічної рефракції (1973 г.).

Успішно оброблені дані поляриметрії по глобальній пиловій бурі на Марсі (1971). Визначені розміри частинок (1973 г.).

Делегація фірми «Карл Цейс Йена» побувала в ГАО АН УРСР (1974 г.).

Директор ГАО АН УРСР Коваль І.К. відвідав Пік Терскол (1974 г.).

Заступник директора з наукової частини Яцків Я.С. відвідав і працював в Мідсузавській широтній обсерваторії в Японії (1974 г.).

Наприкінці 1974 р. стало відомо, що директор Коваль І.К. йде зі своєї посади і з ГАО АН УРСР взагалі. Це означало, що буде призначений новий директор ГАО АН УРСР.

Починався новий, дуже довгий і складний період директорства в ГАО АН УРСР (з 1994 р. ГАО АН України) Яцківа Я.С. (з 9 січня 1974 року і по теперішній час - 2021 рік, тобто ДЕВ'ЯТЬ п'ятирічок).

Підсумки комплектації ГАО АН УРСР телескопами і іншими засобами автоматизації процесів спостережень і обробки їх результатів в 1944 - 1975 рр.

В епоху директорства Орлова О.Я. (1944-1951 рр.).

Працював АКД - двокамерний короткофокусний астрограф конструкції Пономарьова.

Працював «Вертикальний круг Ваншаффа».

Працював ПДА- подвійний довгофокусний астрограф Тепфера-Штейнгеля.

В епоху директорства Яковкіна А.О. (1952-1959 рр.).

З'явився і активно працював «Метеорний патруль» (1957 р., спостерігач Федчун М.С.).

Король А.К. керував станцією спостережень ШСЗ в ГАО АН УРСР (1957 р.).

Гуртовенко Е.А. забезпечив спостереження Сонця на фотосферно-хромосферному телескопі АФР-2 (1957 р.).

Побудована башта і встановлений телескоп-рефлектор АЗТ-2 (1958 р.).

В епоху директорства Федорова Є.П. (1959-1973 рр.).

Активно йшли спостереження Сонця на МГСТ - малому горизонтальному сонячному телескопі (1959-1965 рр.).

Працює хромосферний телескоп, придбаний телескоп АВР-2 і кілька мікрофотометрів (1959 рік).

Встановлено, від'юстовано і введено в експлуатацію телескоп АЗТ-7, а також АВР-2 (1961 р.).

У 1964 р встановлені відразу три нових астрономічних телескопи:

- зеніт-телескоп ЗТЛ-180;
- горизонтальний місячний телескоп Яковкіна А.О. (ГЛТ);
- рефлектор АЗТ-14.

Виконано монтаж та розпочато спостереження на горизонтальному сонячному телескопі АЦУ-5 (1965 р.).

Створена обчислювальна лабораторія на основі ЕОМ «Промінь» (1965 р.) і «Раздан» (1969 р.). Керівник Дума Д.П.

Участь ГАО АН УРСР у створенні атласу зворотного боку Місяця за підсумками космічної фотозйомки на КА «Зонд-3» (1966 р., Коваль І.К., Лісіна Л.Р., Миронова М.М.).

Створено і успішно пройшов випробування універсальний фотометр для реєстрації слабких світлових потоків, який забезпечував спектрофотометричні і поляриметричні спостереження планет і зірок (Бугаєнко О.І., Бугаєнко Л. А, Парусімов В. Г, Кругов В. Д, 1967 р.).

З 1969 року і далі багато співробітників ГАО АН УРСР регулярно виїжджали в Судан, Чад, Єгипет, на острів Кергелен та інші місця для спостережень ШСЗ.

У 1970 році успішно автоматизований процес спостережень «служби Сонця» на телескопі АФР-2.

Придбано координатно-вимірювальну машину «Аско-Рекорд» (1970 р.), а телескоп АЗТ-14 встановлений на піку Терскол (1971 р.).

У 1969 році підписано договір з підприємством «Карл Цейс Йена» про постачання в ГАО АН УРСР телескопа «ПША» (Подвійний ширококутний астрограф).

У 1970 році 30 квітня президія АН УРСР затвердила постанову №138 «Про будівництво астрофізичної філії ГАО АН УРСР на Піку Терскол (Приельбрусья) на висоті 3100 м.

Два роки директорства Ковалів І.К. (1973-1975 рр.)

Отримано з НДР від фірми «Карл Цейс Йена» і побудований павільйон для телескопу ПША (1973 р.). (Згідно з договором від 1969 року).

Закуплено астрономічну камеру АФУ-75 (1973 р.), яку передбачалося використовувати як Комето-шукач. Її (цю камеру) в 1974 р. встановили на Піку Терскол, а в 1973 р. закупили також дві ЕОМ - «Мир-1» і «Мир-2».

Загальний висновок: до початку 1975 р. у ГАО АН УРСР у звичайному простому переліку було не менше 16 телескопів і засобів астрономічних спостережень.

Підбиваючи підсумки, ще раз наведемо простий перелік астрономічних телескопів і камер спостереження за даними в ГАО АН УРСР на січень 1975 р.

- 1) АКД - двокамерний короткофокусний телескоп - астрограф конструкції Пономарьова.
- 2) Вертикальний круг Ваншаффа.
- 3) ДДА - подвійний довгофокусний астрограф Тепфера-Штейнгеля.
- 4) «Метеорний патруль» (Федчун М.С.).
- 5) Особливі дзеркально-лінзові зорові труби для спостережень ШСЗ (А.К.Король).
- 6) АФР-2, фотосферно-хромосферний телескоп (Гуртовенко Е.А.).
- 7) АЗТ-2 (телескоп-рефлектор).
- 8) МГСТ - малий горизонтальний сонячний телескоп.
- 9) АВР-2 - ахроматичний візуальний рефрактор, телескоп для візуальних спостережень.
- 10) Зеніт-телескоп ЗТЛ-180.
- 11) ГМТ - горизонтальний місячний телескоп Яковкіна А.О.
- 12) АЗТ-14 - телескоп-рефлектор.
- 13) АЦУ-5 - горизонтальний сонячний телескоп.
- 14) ДША - подвійний ширококутний астрограф, телескоп фірми «Карл Цейс Йена» (НДР).
- 15) АФУ-75, астрономічна камера.
- 16) Президія АН УРСР підтримала рішення на замовлення двометрового телескопа у фірми «Карл Цейс Йена» (1973 р.).

Всього ж телескопів і астрономічних камер спостереження на початок 1975 р. ГАО АН УРСР в списку значилося не менше 16 (шістнадцяти).

Вражаючи успіхи Академіка Яцківа Я.С. в зміцненні телескопії за перші 25 років (п'ять п'ятирічок) Його директорства в ГАО АН УРСР (НАН України) і одна (перша?) його помилка в період 1975 - 1999 рр.

Раніше ми вже перерахували успіхи всіх директорів ГАО НАН УРСР у справі комплектації телескопами, в зміцненні, посиленні можливостей «Голосіївської телескопії». Повторимо для ясності:

- Орлов О.Я. - три телескопи.
- Яковкін А.О. - чотири телескопи і / або спостережних комплексів.
- Федоров Є.П. - шість телескопів.
- Коваль І.К. - три телескопи, два отримано, один (двометровий) - замовлено.

Всього реально отримано 15 одиниць найменувань засобів телескопії і один телескоп замовлено.

А тепер дуже коротко перерахуємо успіхи Директора та Академіка Яцківа Я.С. в перші 25 років (п'ять п'ятирічок ...) Його «правління» в ГАО АН УРСР (з 1994 року - ГАО НАН України):

- Два 60 см телескопа на Майданак (1976 р.) та в Болівію (АО «Санта-Анна»).

- Два телескопа (АТ-7 і АТ-80) на Терскол в 1977 р.
- Лазерний далекомір ЛД-2 в Голосієво, 1977 р.
- Сонячний телескоп АЦУ-5 в Голосієво, 1981р.
- Астрометричний телескоп аксіального типу «МАК» в Голосієво, 1983 р.
- Великий горизонтальний сонячний телескоп БГСТ (1989 р., Терскол),
- Сонячний телескоп АЦУ-26 (Терскол, 1991 р.).
- Бортовий космічний телескоп «ДІФОС» (дифракційний Фотометр Сонячний, в 1992/1994 рр.).
- Особливий телескоп «СЕФ» (1995 р., Терскол).
- А в 1996 р. введено в дію двометровий телескоп фірми «Карл Цейс Йена» на Терсколі.

Висновок: всього в 1975-1999 рр. список телескопії в Обсерваторії поповнили 12 назв.

Загальні підсумки роботи

1) Очевидність успіхів академіка і директора ГАО НАН України Яцківа Я.С. саме в тому, що за 25 років його керівництва в 1975-1999 рр. список засобів телескопії поповнився 12-ма найменуваннями.

2) А при цьому весь список за кількістю телескопів і особливих астрономічних камер спостережень / реєстрацій склав ні багато, ні мало, а аж 27 (двадцять сім) найменувань / позицій.

3) З подивом відзначимо, що за нашими підрахунками в Кримській астрофізичній обсерваторії було 26 (двадцять шість) найменувань засобів телескопії, а в наші часи їх список містить приблизно 22 найменування.

4) Про якість і про наукову цінність самих цих телескопів ми поки не говоримо. Це особлива тема. Але тут важливо також відзначити, що в Кримській АО всі телескопи строго розподілені по відділах обсерваторії і саме відділи несуть відповідальність за їх працездатність і за їх модернізацію.

5) Але для нас (поки) важливим фактом є саме наявність списку з 27-ми найменувань засобів телескопії, отриманих зусиллями всіх шести Директорів за «народні гроші» для забезпечення астрономічних спостережень в ГАО АН України в період 1944-1999 рр., тобто за 55 років.

6) Помилкою академіка і директора НАН України Яцківа Я.С., з нашої точки зору, була ЛІКВІДАЦІЯ ДВ (дослідного виробництва) в 1989-1990 роках. І, тим більше, закриття / ліквідація двох малих підприємств МП «Астросервіс» в 1992 р. і МП «Міцар» в 1993 р. Адже саме ці малі підприємства і повинні були замінити ДВ ГАО АН України в епоху ринкової економіки для реалій незалежної Держави Україна.

7) Причому, знову ж таки з нашої точки зору, ситуацію з технічним обслуговуванням і з модернізацією величезного списку телескопії в ГАО НАН України з 27-ми назв ніяк не рятувало створення в 1994 р Науково-Технічного Комплексу (НТК «Голосієво»), керівник Е. Г. Кратков.

8) На жаль, але цей «науково-технічний комплекс» з красивою назвою «Голо ... Сієво», як показав подальший розвиток телескопії в ГАО НАН України, просто не зміг забезпечити справу «Астро ... Сервісу».

Про можливі подальші дослідження розвитку телескопії в ГАО НАН України в 2000 - 2021 роках в статусі «Дипломної роботи».

Загальний висновок простий: Вивчення розвитку телескопії ГАО НАН України в період 2000 - 2021 років складна і цікава робота. Вона цілком може і повинна отримати статус «Дипломної роботи» по найцікавішій тематиці - наукометричного аналізу розвитку телескопії ГАО НАН України в кризові роки «революційних і постреволюційних» потрясінь.

Саме всебічне вивчення причин кризових явищ у розвитку ГАО НАН України в 2000 - 2021 роках дозволить нам розробити концептуальний науково-технічний проект «МИР ГАО НАНУ». Адже сама назва цієї теми і цього проекту означає «Модернізація і Реконструкція ГАО НАНУ».

Ми дуже сподіваємося на те, що і Вчена Рада і Активна частина співробітників ГАО НАН України допоможуть нам в розробці цієї теми і план - графіків цього найважливішого для Долі ГАО НАН України науково-технічного проекту. Ми дуже сподіваємося на світле майбутнє самої нашої «Головній Астрономічній Обсерваторії Національної Академії Наук України».

При цьому, ми вважаємо, що будь-які спроби замінити, підмінити ГАО НАН України «своєрідною і оригінальною» установою типу «Інститут Прикладної Астрономії» за рахунок

створення поруч якогось «Міжнародного Науково - Реабілітаційного Бальнеологічного Центру» дуже і дуже сумнівні.

ГАО АН УРСР заснована 17 липня 1944 року, коли УРСР стала співзасновником ООН і, тому, вона є Символом Державності України.

DEVELOPMENT OF OBSERVATION MEANS IN GAO NAS OF UKRAINE IN THE XX CENTURY

Maria Paton - student of SVO Bachelor

Oleksii Steklov - PhD, Senior Research Fellow

Oleksandr Mozghovyi - PhD, Associate Professor

Anatolii Vidmachenko - Doctor of Science, Professor

The historical aspects of the creation of the Main Astronomical Observatory of the National Academy of Sciences of Ukraine, the development of the material base, the expansion of the range of research problems are considered. The role of the directors of the observatory.

Keywords: GAO NAS of Ukraine, means of observation in astronomy.

НОБЕЛІВСЬКІ ПРЕМІЇ З ФІЗИКИ В ГАЛУЗІ КОСМОЛОГІЇ

Аміна Пальченко – студентка 2 курсу СВО бакалавра ВДПУ ім. М. Коцюбинського

Вероніка Приймак – студентка 2 курсу СВО бакалавра ВДПУ ім. М. Коцюбинського

В статті систематизовано та виокремлено основні відкриття з фізики в галузі космології за які було отримано Нобелівські премії у 2011, 2017, 2019, 2020 роках; обґрунтовано і підкреслено зв'язок сучасної фізики, астрономії та космології.

Ключові слова: Всесвіт, космологія, галактика, гравітація, гравітаційні хвилі, чорні діри, загальна теорія відносності, темна енергія, Нобелівська премія.

Космологія - це наука, що вивчає Всесвіт у цілому: закони її розвитку і найбільш загальні епохи її історії. Сучасна космологія є найскладнішою областю астрономії, оскільки вона діє на стику з багатьма, часом ще не завершеними, розділами фізики, в першу чергу теорії гравітації, фізики елементарних частинок і надвисоких енергій.

Розвиток космології як науки дав величезний поштовх до розуміння процесів не тільки про навоколишній світ в сьогоденні, але і про життя Всесвіту в минулому і майбутньому.

По суті, сучасна космологія - це дивний симбіоз новітніх наукових досягнень, яскравий приклад науки, що увібрала в себе за останні двадцять років переваги різних підходів і методів опису нашого світу.

Сучасна космологія і фізика нерозривно пов'язані між собою.

Фізика ХХ ст. розвивалася відповідно до методологічної схемою «експеримент - відкриття - теорія - новий експеримент - підтвердження». Тепер їй на зміну приходить схема «теоретичні моделі - перевірка їх на життєздатність в космології».

Переважає більшість сучасних фізичних теорій (наприклад, вельми популярна теорія суперструн) оперують надвисокими енергіями, поки не досяжними в земних лабораторіях і на прискорювачах. Шляхом спостережень і аналізу сучасних процесів і подій, що відбувалися в ранньому Всесвіті, космологія дозволяє виявляти класи фізично значимих моделей серед великої кількості абстрактних математичних побудов. Звичайно, не можна забувати, що перевірка теорій на життєздатність не є в повній мірі перевіркою на істинність.

Але краса сучасних фізичних моделей, витонченість їх математичного обґрунтування іноді настільки привабливі, що космологи працюють над такими моделями навіть при відсутності будь-яких експериментальних або наглядних фактів, що підтверджують правильність обраного шляху.

Не дивно, що останнім часом Нобелівські премії з фізики присуджують саме до дослідження у галузі космології.

Нобелівська премія з фізики в галузі космології за 2011 рік.

Нобелівську премію 2011 року в галузі фізики розділили Сол Перлматтер (Saul Perlmutter), Брайан Шмідт (Brian Schmidt) і Адам Рісс (Adam Riess) (рис.1) за відкриття прискореного розширення Всесвіту. Ця інформація епохальна для фізичної космології, оскільки в контексті

загальної теорії відносності вона свідчить про наявність у природі фундаментального компоненту — темної енергії [1].

У стандартній космологічній моделі, оснований на теорії гравітації Ейнштейна, прискорене розширення Всесвіту означає наявність у ньому особливої компоненти, що отримала назву темної енергії. Один з варіантів темної енергії — це так звана космологічна стала, або Λ -член. Ейнштейн уперше ввів її в теорію гравітації ще в 1917 р. Космологічна стала за властивостями подібна до енергії фізичного вакууму і може ототожнюватися з нею. Але на сьогодні достеменно невідомо, чи саме ця константа природи, чи інший матеріальний носій, середовище або поле є темною енергією. Згідно зі спостереженнями за надновими типу Ia, за анізотропією температури космічного мікрохвильового фонового (реліктового) випромінювання (СМВ), за просторовим розподілом галактик у Всесвіті, темна енергія становить близько 73% повної енергії Всесвіту, ще 23% припадає на темну матерію, природу якої теж не з'ясовано. Лише 4% енергії Всесвіту має форму відомої речовини, такої як звичайні атоми, з яких складаються галактики і міжгалактичний газ [2].



Рис. 1. Сол Перлматтер (Saul Perlmutter), Брайан Шмідт (Brian Schmidt) і Адам Рісс (Adam Riess)

Прискорене розширення великомасштабного Всесвіту є однією з основних проблем в сучасній теоретичній фізиці і космології [10,11]. Згідно астрофізичним спостереженнями, темна енергія ($\approx 70\%$) з негативним тиском забезпечує вирішення проблеми прискореного розширення великомасштабної Всесвіту [12]. З іншого боку, згідно з тим же спостереженнями, темна матерія необхідна для того, щоб, наприклад, сформувалися структури і для того, щоб крива обертання галактики була плоскою [13, 14]. Під час космологічної інфляції, яка є однією з центральних ідей сучасної космології, Всесвіт також розширюється прискорено, що викликано енергією вакууму. Доцільно описувати космічну інфляцію і прискорене розширення великомасштабного Всесвіту в рамках єдиного підходу. Однак треба пам'ятати, що фізика і механізм інфляції в ранньому Всесвіті повністю відрізняються від фізики прискореного розширення великомасштабного Всесвіту [15, 16].

Нобелівська премія з фізики в галузі космології за 2017 рік.

Нобелівську премію в 2017 році відзначили фізики експериментатори, які плідно працювали в США Райнер, Баррі Кларк Баріш та Кіп Стівен Торн «...вони зробили вирішальний внесок у створення детектора LIGO (рис. 2) (LIGO - лазерний інтерферометр гравітаційно-хвильової обсерваторії) та саму реєстрацію гравітаційних хвиль» [3].

На сьогоднішній день було чотири сигнали гравітаційної хвилі, які записані в обсерваторіях світу та були спровоковані злиттям «чорних дір» у відкритому космосі навколо планети Земля або за вибуху інших масивних предметів. Існування гравітаційних хвиль є одним із передбачень загальної теорії відносності (GTR-General Theory of Relativity). Їх відкриття підтверджує не тільки GTR, але і також вважається одним із доказів існування «Чорної діри» в космосі.

Гравітаційні хвилі - це коливання просторово-часової геометричної структури, що поширюється в «просторі та часі», що рухається зі швидкістю світла [3]. Їх існування прогнозували більше ніж сто років тому в GTR, що була розроблена в 1915 році видатним німецьким фізиком-теоретиком Альбертом Ейнштейном (1879-1955) [3]. При цьому гравітаційна хвиля при досягненні планети Земля ледь відчутна і для того, щоб «досягти» Землі, це пройшло більше мільярда років.



Рис. 2. Детектор LIGO

Щоб зареєструвати її, фізикам потрібні нові надчутливі інструменти - детектори гравітаційних хвиль, що розходяться в просторі зі швидкістю світла в усіх напрямках, а місцем їх походження є, наприклад, далекі космічні місця де дуже масивні предмети стикаються один з одним тобто так звані «Чорні діри». Створення цих детекторів вимагали роботи тисячі людей та ресурсів зібраних з 20 країн. Оцінити наукові проблеми взялись саме

іноземні фізики-експериментатори і вони зазначають, щоб зареєструвати гравітаційну хвилю вченим потрібно було досягти чутливості своїх лазерних інтерферометрів, яка була б еквівалентна чутливості приладу, здатного вимірювання відстані до далекої зірки з точністю до десятих міліметра [4]. У детектор LIGO, гравітаційна хвиля проходить відстань між двома лазерними інтерферометрами за 7 м/с.

Отже, у цьому величезному надчутливому пристрої два лазери-інтерферометри можуть уточнювати покази один одного. Б. Баріш приєднався до команди LIGO, на якій працювало лише 40 співробітників в 1994 році і перетворив його з часом у величезну міжнародну співпрацю LIGO-VIRGO це остання - нещодавно створена європейська гравітаційно - хвильова обсерваторія. Завдяки злагодженій роботі учасники цієї наукової співпраці, зробили фундаментальний прорив у фізичній реєстрації гравітаційної сталої доказом існування гравітаційних хвиль та детальнішого розуміння сили тяжіння [4]. Зрозуміло, що нобелівський комітет не присуджував б премію лише за одну таку подію, що зафіксували в лютому 2016 встановлену детектором LIGO [3]. Але так як К. Торн є провідним світовим експертом у галузі теорії відносності та який проводив теоретичні обчислення необхідні саме для роботи та детальнішої розробки детектора LIGO, що стали проривом в сучасній космології, не змогли залишити без уваги нобелівський комітет. Ще цікаво відзначити, що четверта гравітаційна хвиля нещодавно виявлений детектором LIGO не була результатом злиття «чорних дір» у просторі, але стала результатом вибуху нейтронної зірки [4]. Дослідження які проводили Р. Вайс, Б. Баріш та К. Торн розширили наші знання про Всесвіт і призвели до розвитку принципово нового спостереження за далекими космічними об'єктами, що розвиває сучасну астрономія, включаючи гравітаційні хвилі [3].

LIGO використовує фізичні властивості світла і самого простору для виявлення гравітаційних хвиль. LIGO-детектор являє собою в'язку з двох великих оптичних інтерферометрів, рознесених в просторі на відстань в 3,002 км. Кожен такий інтерферометр є модернізованою версією відомого інтерферометра Майкельсона. Модернізація здійснена за рахунок додавання резонаторів Фабрі-Перо в кожне з плечей інтерферометра для збільшення оптичного ходу променя. Ідея експерименту на LIGO-детекторі: коли гравітаційна хвиля проходить через детектор, розтягування і стиснення простору змушує плечі інтерферометра поперемінно збільшуватися й зменшуватися в силу поляризації гравітаційних хвиль. У міру того як плечі інтерферометрів змінюють довжини, лазерні промені, переміщаючись через них, проходять різні відстані, що призводять до зміни в інтерференції між хвилями, і відбувається зміщення інтерференційних смуг [17].

Нобелівська премія з фізики в галузі космології за 2019 рік

Лауреатами Нобелівської премії з фізики 2019 р., як відомо, стали троє науковців.

Джеймс Піблс, Мішель Майор, Дідьє Кело (рис.3) – лауреати нобелівської премії, що стали відомими відкривачами в галузі космології.

Джеймс Піблс отримав премію за теоретичні відкриття, що сприяло нашому розумінню того, як Всесвіт розвивався. Джеймс Піблс та його праці зробили величезний внесок у становлення сучасної фізичної космології вони є дороговказом для теоретиків та експериментаторів. Усі попередні Нобелівські премії з космології (1978, 2006, 2011) так чи інакше пов'язані з його роботами. Тому можна впевнено сказати, Нобелівську премію присуджено справжньому гуру сучасної космології [8].

1965 року американські вчені Арно Пензіаса, Роберт Вудро Вільсон та безпосередньо Джеймс Піблс дійшли висновку, що електромагнітний сигнал не міг мати внутрішньо галактичного походження. Вони зрозуміли що мали справу з сигналом, спектральний склад якого

відповідав спектру випромінювання абсолютно чорного тіла, нагрітому до 3,5 К відповідно до їх тодішньої оцінки. Цю експериментальну роботу відомі світові астрономи вважають визначною пам'яткою досягнення в астрофізиці 20 століття. Тому воно не випадково в 1978 році це принесло їм Нобелівську Премію з фізики [8].



Рис.3. Джеймс Піблс, Мішель Майор, Дідьє Кело

Слід зазначити, що відкриття Дж. Піблса пов'язані не з фактом існування мікрохвильового випромінювання у Всесвіті, але з його властивостями [9]. По-перше, це Нобелівський лауреат на базі теоретичних моделей, розроблених ним, показали, що випромінювання відіграє важливу роль у формуванні галактики Всесвіту. По-друге, він розрахував спектр коливань цього реліктового випромінювання. Він розробив нову модель Всесвіту і з її допомогою підрахували, як би виглядало це випромінювання, якщо додати до звичайної матерії Всесвіту «холодну темну» матерію. По-третє, він додав «темну» енергію від'ємну щільність до цієї моделі і знову перерахували спектр реліктового випромінювання. На подібній космологічній моделі Дж. Піблса вивчали як гіпотетичні сутності введені ним впливають на еволюцію Всесвіту. По суті, він заклав основи теоретичної космології.

Мішель Майор і Дідьє Кело — отримали нобелівську премію за відкриття у 1995 р. першої планети в нашій галактиці поза Сонячною системою, що обертається навколо зорі, подібної до Сонця. Наприкінці 1993 р. Мішель Майор та його аспірант Дідьє Кело розпочали систематичні вимірювання радіальних швидкостей у півтори сотні зір, подібних до Сонця для цього вони використовували спектрометр. Мішель Майор і Дідьє Кело здійснили давню мрію астрономів знайти планети за межами Сонячної системи біля подібних до Сонця зір. Однак їхнє відкриття набагато більш значуще принаймні ще з двох причин: по-перше, астрономи отримали змогу вивчати планети та планетні системи в нашій галактиці і порівнювати їх із Сонячною системою, що допоможе краще зрозуміти її утворення та еволюцію, а по-друге, відкрито шлях до пошуків планет, придатних для життя [9].

Нобелівська премія з фізики в галузі космології за 2020 рік

Троє фізиків розділили Нобелівську премію з фізики в галузі космології за 2020 рік.

У формулюванні Нобелівського комітету написано, що половина премії присуджується Пенроузу за «Відкриття того, що формування чорних дір (рис.4) є надійним прогнозом загальної теорії відносності» [5].

Інша половина була розділена між Рейнхардом Гензель і Андреа Гез «За відкриття надмасивного об'єкта в центрі нашої галактики».

Відкриття Пенроуза стало результатом математичних досліджень загальної теорії відносності. Це формулювання відображає той факт, що і до робіт Пенроуза було відомо, що досить щільний об'єкт (наприклад, газова хмара, зірка або скупчення зірок) може стиснутися в чорну діру. Однак, попередні розрахунки були засновані на багатьох припущеннях, найбільш важливими з яких були сферична форма розглянутих об'єктів і різні спростовують припущення про властивості колапсуючої матерії. Пенроузу вдалося запропонувати новий революційний метод, який дозволяє встановити можливість колапсу без будь-яких особливих припущень про природу і геометрію тіла при виконанні декількох простих умов. Основи цього методу були

сформульовані в класичній праці Пенроуза 1965 року: «Гравітаційний колапс і просторово-часові сингулярності» [5].

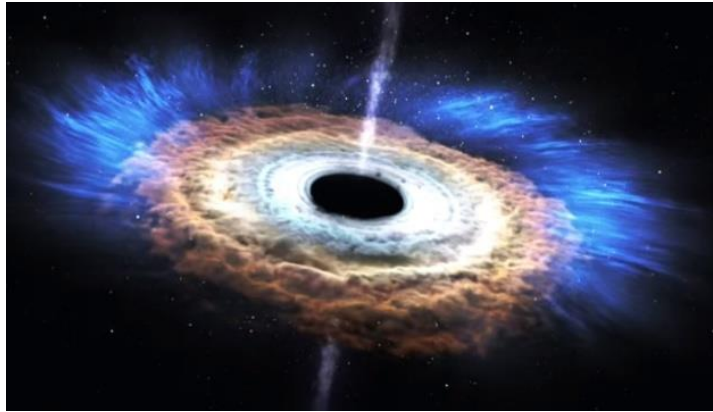


Рис.4. Зображення чорної діри

У статті він показав, що якщо виконуються умови, які очікуються всередині чорної діри, а також виконані деякі інші, цілком очікувані вимоги, всередині чорної діри деякі світлові промені не можуть бути продовжені і повинні обірватися, виконавши кінцевий шлях. У таких випадках кажуть, що світловий промінь упирається в сингулярність - деяку особливу поверхню, що служить межею простору-часу. В даний час відомо, що фізично сингулярності збігаються з поверхнями, що володіють формально нескінченною кривизною простору-часу, поблизу яких руйнуються практично будь-які фізичні тіла, хоча теорема Пенроуза ніяк не визначає їх фізичний зміст, а просто гарантує їх присутність всередині чорних дір. Ця робота давно увійшла в підручники з загальної теорії відносності (ЗТВ), вона послужила початком її абсолютно нового і нетривіального розвитку, в якому взяли участь Пенроуз, Стивен Хокінг та інші відомі вчені. Виникла в результаті її нова область досліджень іноді називається «глобальною лоренцевою геометрією». Обговоримо деякі важливі припущення і основну ідею доведення теореми Пенроуза.

По-перше, передбачалося, що простір-час є «Передбачуваним» в наступному сенсі: десь в минулому, в якийсь момент часу можна задати деякі початкові параметри, які повністю визначають подальшу еволюцію як матерії, так і самого простору-часу. Пенроуз виявив, що чорні діри можуть утворюватися і утворюються, докладно описавши їх у статті, яка навіть сьогодні є найважливішим внеском в науку. Пенроуз з'ясував, що в основі чорних дір лежить нескінченно щільне ядро, зване сингулярністю, де діють невідомі нам закони. Роджер Пенроуз за допомогою витончених математичних моделей показав, що саме існування чорних дір є прямим наслідком теорії відносності Альберта Ейнштейна. Одне з пророцтв загальної теорії відносності полягає в тому, що у чорних дір є горизонт подій, межа, за якою ніщо, навіть світло, не може піти [6].

Сьогодні дослідників природи гравітаційних сил можна умовно розділити на дві групи - тих, хто продовжує пошуки в руслі геометричного підходу, що лежить в основі загальної теорії відносності і тих, хто відмовляється пов'язувати гравітаційне поле з геометрією простору-часу і розвиває польову концепцію гравітації. Польова концепція гравітації дозволяє описувати гравітаційні взаємодії тіл аналогічно електричній і магнітній взаємодії і не суперечить іншим експериментально обґрунтованим підходам до опису явища гравітації і інерції. До речі, за відкриття обертового ядра чорної діри в центрі нашої галактики, лауреатами Нобелівської премії 2020 стали, разом з Роджером Пенроузом, два інших фізика - німець Рейнхард Генцель і американка Андреа Гез.

По-друге, наявність всередині чорної діри сингулярності - деякої особливої поверхні, що служить кордоном простору-часу теорема Пенроуза ніяк не визначає їх фізичний зміст, а просто гарантує їх присутність всередині чорних дір. Загальна теорія гравітації, а слідом за нею і теорія Роджера Пенроуза не здатна описувати поведінку системи і зокрема чорної діри в динаміці, оскільки утворення нових частинок і об'єктів в процесі розвитку чорної діри призводить до порушення симетрії в часі [7].

По-третє, через 55 років після появи статті Роджера Пенроуза «Гравітаційний колапс і просторово-часові сингулярності» на сторінках одного з журналів була опублікована стаття професора Френка Зауерсіга і трьох його колег «Кінцеві Амплітуди Квантової гравітації: Ніяких прив'язок» з відмовою від теорії струн і ЗТВ Ейнштейна, що лежить в основі М-теорії струн та

інших варіантів цієї теорії [11]. Автори пропонують при описі чорних дір використовувати гравітаційно-опосередковане розсіювання скалярних полів, засноване на параметризації лоренцевої квантової ефективної дії. При цьому автори заявляють: "Наша конструкція дозволяє уникнути масивних частинок з більш високим спіном, характерних для теорії струн" [1].

Отже, сучасна космологія базується на досягненнях астрономії, теоретичної фізики, фізики елементарних частинок, фізики надвисоких енергій і користується складним математичним апаратом, стимулюючи при цьому їх власний розвиток.

Список використаних джерел:

1. The accelerating universe. Background on the Nobel Prize in Physics 2011 // The Royal Swedish Academy of Sciences. — 17 p.
2. Einstein A. Die Feldgleichungen der Gravitation // Sitzungsber. Preuss. Akad. Wiss. Berlin. — 1915. — S. 844–847
3. Baranov M.I. Antologiya vydaiushchikhsia dostizhenii v nauke i tekhnike: Monografiia v 4-h tomakh. Tom 1. [An anthology of outstanding achievements in science and technology: Monographs in 4 vols. Vol. 1]. Kharkov, NTMT Publ., 2011. 311 p. (Rus).
4. Baranov M.I. Antologiya vydaiushchikhsia dostizhenii v nauke i tekhnike: Monografiia v 4-kh tomakh. Tom 2. [An anthology of outstanding achievements in science and technology: Monographs in 4 vols. Vol. 2]. Kharkov, NTMT Publ., 2013. 333 p. (Rus).
5. Roger Penrose "Gravitational Collapse and Space-Time Singularities" published in Phys. Rev. Lett. 14, 57. (1965)
6. Jean – Loup Puget, "The sight on the relic background" Scientific American, No.9, (2014)
7. V. Venkatraman Krishnan et al., "Lense–Thirring frame dragging induced by a fastrotating white dwarf in a binary pulsar system," Science (January 30, 2020). science.sciencemag.org/cgi/doi/10.1126/science.aax7007
8. Cholakov V. Nobelevskie premii. Uchenye i otkrytiia [Nobel Prizes. Scientists and discovery]. Moscow, Mir Publ., 1986. 368 p
9. Hatzes A.P., Cochran W.D., Endl M., McArthur B., Paulson D.B., Walker G.A.H., Campbell B., Yang S. A planetary companion to γ Cephei A. Astrophysical Journal. 2003. 599 (2): 1383. DOI: <https://doi.org/10.1086/379281>
10. Riess A. G. Observational evidence from supernovae for an accelerating universe and a cosmological constant/ A. G. Riess [et al.] // The Astronomical Journal. – 1998. – Vol. 116, – No. 3, – Pp. 1009 - 1038.
11. Hawkins E. The 2dF Galaxy Redshift Survey: Correlation functions, peculiar velocities and the matter density of the universe/ The 2dFGRS Team. E. Hawkins [et al.] // – Mon. Not. Roy. Astron. Soc. – 2003. – Vol. 346. – Pp. 78 - 96.
12. Yoo J. Theoretical Models of Dark Energy /J. Yoo, Y. Watanabe // Int. J. Mod. Phys. – 2012. – Vol. D21. – P. 1230002.
13. Bradav M. Revealing the Properties of Dark Matter in the Merging Cluster MACS J0025.4-1222*/ M. Bradav [et al.] // The Astrophysical Journal. – 2008 – Vol. 687. – Pp. 959-967.
14. Bosma A. 21-cm line studies of spiral galaxies. II. The distribution and kinematics of neutral hydrogen in spiral galaxies of various morphological types / A. Bosma [et al.] // Astron. J. – 1981. – Vol. 86. – Pp. 1825 - 1846.
15. Liddle A. An introduction to cosmological inflation / A. Liddle // arXiv. – 1999. – astro - ph/9901124
16. Capozziello S. Unified phantom cosmology: Inflation, dark energy and dark matter under the same standard / S. Capozziello, S. Nojiri, S. D. Odintsov // Phys. Lett. B. – 2006. – Vol. 632. – Pp. 597 - 604.
17. Advanced LIGO : LIGO Scientific Collaboration / LIGO – Livingston : Laser Interferometer Gravitational-Wave Observatory, 2014 [Electronic resource]. – Mode of access: <https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1411/1411.4547.pdf>. – Date of access: 1.01.2020

NOBEL PRIZES IN PHYSICS IN COSMOLOGY

Amina Palchenko – 2th year of SVO student Bachelor of VSPU M. Kotsyubynsky

Veronika Priymak – 2th year of SVO student Bachelor of VSPU M. Kotsyubynsky

The article systematizes and highlights the main discoveries in physics in the field of cosmology for which the Nobel Prizes were awarded in 2011, 2017, 2019, 2020; the connection of modern physics, astronomy and cosmology is substantiated and emphasized.

Keywords: Universe, cosmology, galaxy, gravity, gravitational waves, black holes, general theory of relativity, dark energy, Nobel Prize.

УКРАЇНА РАДІОАСТРОНОМІЧНА

Надія Почапська - керівник астрономічного гуртка – методист Вінницького обласного центру технічної творчості учнівської молоді

Радіоастрономія — галузь сучасної астрономії, що вивчає космічні об'єкти, досліджуючи їх електромагнітне випромінювання в діапазоні радіохвиль. Радіотелескопи дозволяють науковцям показати нам дуже далекі небесні світила, зареєструвавши їх випромінювання.

Радіокосмічну Україну через анексію Росією частини її територій, через втрату та відновлення бази радіотелескопів, варто заслужено порівняти з птахом фенікс, що відродився з попелу.

Ключові слова: *радіоастрономія, космос, радіотелескоп, Всесвіт, радіоінтерферометр.*

Радіоастрономія виникла в 30-х роках XX століття, із появою перших радіотелескопів.

Рис. 1. Юні астрономи в Національному центрі управління та випробувань космічних засобів біля Євпаторії 2010 р. Авторка роботи друга ліворуч



У 1931 році американський вчений Карл Янський (рис. 2) першим зареєстрував космічне радіовипромінювання Чумацького Шляху на хвилі 14,6 м. за допомогою антени, призначеної для дослідження радіоперешкод від блискавок. Його й вважають засновником радіоастрономії [1]. На його честь названо кратер на Місяці.



Рис. 2. Карл Янський-американський фізик та радіоінженер, основоположник радіоастрономії (22.10.1905 р. – 14.02.1950 р.)

Радіоастрономія України

Йосип Самуїлович Шкловський (рис. 3) - перший радіоастроном України. Займався радіоастрономією та широко пропагував цю галузь науки [1].

Рис. 3. Йосип Шкловський (01.07.1916 - 03.03.1985)



Він перший в СРСР розробив та прочитав фундаментальний курс радіоастрономії. Це відбулося у 1953—1954 роках в Державному астрономічному інституті імені П. К. Штернберга [2].

Народився він у м. Глухів Чернігівської губернії Російської імперії (нині Сумська область України) в єврейській сім'ї дрібного торговця [3]. За часів радянської влади родина вимушено виїхала до Казахстану. Вищу освіту почав здобувати у Владивостоці (1933-1935), а згодом перевівся на фізичний факультет до Московського державного університету. Здобувши вищу освіту у 1938 р. молодий фізик-оптик навчався в аспірантурі на кафедрі астрофізики в Державному астрономічному інституті імені П. К. Штернберга. Після її закінчення в 1942 р. працював у цьому ж інституті. З 1949 р. також працював у Кримській астрофізичній обсерваторії [3].

Сфера наукових досліджень Й. С. Шкловського:

сонячна фотосфера, хромосфера та корона, радіовимірювання нашої Галактики, декаметрова радіоастрономія, джерела зоряної енергії, еволюція зірок, емісійні туманності, будова Галактики, природа спалахів наднових зір, квазарів, пульсарів та рентгенівських джерел, проблеми пошуку позаземних цивілізацій.

У 1962 році Йосип Самуїлович видав свою найвідомішу книгу «Всесвіт, життя, розум», яка вразила читачів у СРСР та за кордоном. В його честь іменем "Шкловський" астрономи назвали кратер на супутнику Марсу Фобосі та астероїд 2849, відкритий його колегою по КРАО Миколою Черних в 1972 році [3].

Перший в світі радіотелескоп на подвір'ї своїх батьків збудував Гроут Ребер з США (англ. *Grote Reber*). Його апарат мав параболічну форму антени діаметром 9 м. (рис. 4). За його допомогою Гроут намалював зоряну мапу на якій виділялись в радіодіапазоні центральні області Чумацького шляху та «яскраві» об'єкти Лебідь А та Кассіопея А [4].



Рис. 4. Перший радіотелескоп збудований в США радіоаматором Гроутом Ребером у 1937 р.

Конструкції антен радіотелескопів відрізняються великою різноманітністю, це обумовлено дуже широким діапазоном довжин хвиль, які використовуються в радіоастрономії (від 0,1 мм до 1000 м) (рис. 5 та рис. 6)



Рис. 5. Радіотелескоп-рефлектор

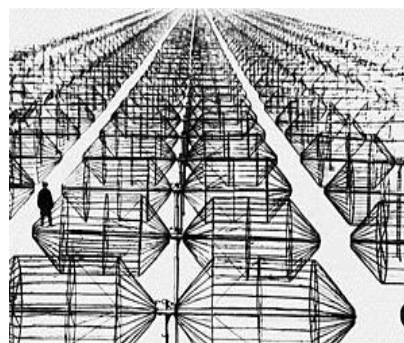


Рис. 6. Радіогратки

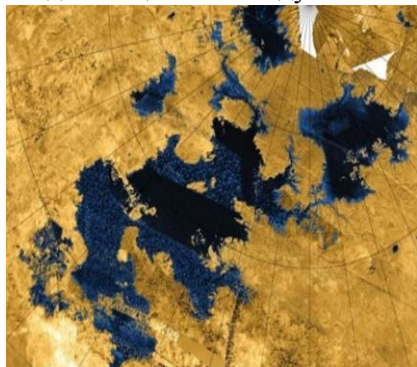
Семён Якович Бра́уде - український радіофізик і радіоастроном

Академік АН УРСР (з 1958), доктор технічних наук, професор. Засновник радіоокеанографії та декаметрової радіоастрономії (рис.7)

Рис. 7. С. Я. Бра́уде (28.01.1911, Полтава — 30.06. 2003, Харків)



За безпосередньою участю Семена Яковича 1938 року в Харкові вперше у світі було створено трикоординатний імпульсний радіолокатор із довжиною хвилі 64 см, розроблено новий неконтактний метод дистанційного зондування морів на далеких відстанях [5].



У січні 2021 р. в Інтернет мережі було повідомлення від провідного автора дослідження супутника Сатурна - Титана Валерію Поджіалі, наукового співробітника Корнельського центру астрофізики і планетології (CCAPS): «Астрономи розрахували глибину найбільшого моря Титана» [6].

Рис. 8. Моря та озера в північній полярній частині Титана (згідно радарних знімків «Кассіні»)

На найбільшому супутнику Сатурна - Титані знаходиться море Кракена – це море рідкого метану. Воно виділяється своєю протяжністю - 1170 км і площею - 400 тисяч кв. км (рис. 8). Його можна порівняти з Каспійським морем на Землі.

Астрономи Корнельського університету підрахували, що глибина цього моря поблизу його центру становить не менше 300 метрів, що цілком достатньо для дослідження потенційного підводного човна-робота [6].

Вимірювали глибину моря, відзначаючи різницю в часі проходження радіосигналу радара на морське дно і його повернення на рідку поверхню.

Визначаючи кількість енергії сигналу радара, поглиненої під час проходження через рідину, визначили хімічний склад моря. Дані для нового відкриття були зібрані під час прольоту космічного апарату Кассіні над Титаном 21 серпня 2014 року (рис.9).

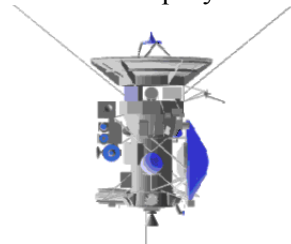


Рис. 9. Космічний апарат Кассіні — Гюйгенс в космосі

Зпівставивши та проаналізувавши ці наукові відкриття вважаю, що розроблений українським вченим С. Я. Брауде неконтактний метод дистанційного зондування морів на далеких відстанях, знайшов своє застосування при вивченні планет та їх супутників. Він послужить землянам при дослідженні ще багатьох космічних тіл.

Радіоастрономія - провідний напрямок Інституту радіофізики та електроніки АН УРСР

С. Я. Брауде 1955 року зі своїм однодумцем О. Усиковим заснували Інститут радіофізики та електроніки АН УРСР (ІРЕ). Одним з нових наукових напрямків у ньому стала радіоастрономія. 1985-го Брауде з колегами на базі радіоастрономічного сектора ІРЕ створили Інститут радіоастрономії АН УРСР.

У 1960-і роки Семен Якович започаткував ще один науковий напрям — декаметрової радіоастрономії. Разом з колегами створили найбільші радіоастрономічні системи дослідження декаметрових хвиль, унікальні за своєю чутливістю і роздільною просторовою здатністю — радіотелескоп УТР-2 та радіоінтерферометр УРАН [7].



Рис. 10. Диполь антенної решітки радіотелескопу заввишки понад три метри кожний - елементи антени радіотелескопу УТР-2

Грандіозний український Т-подібний радіотелескоп - УТР-2

Запущений 1972 р. в Зміївському районі Харківської області (рис. 10). Таких чутливих інструментів для вивчення Всесвіту на низьких радіочастотах немає ніде в світі [8].

У 1994 році, разом з юними астрономами – учасниками Всеукраїнської олімпіади з астрономії, яку проводив Харківський державний університет імені Каразіна, ми побували на екскурсії на УТР-2. З цікавістю оглядали антенні поля, розташовані у вигляді букви Т, на яких розміщено аж 2040 антен - диполів. Кожне з антенних полів має довжину 900 м, а ширину - 50 м.

Радіотелескоп УТР-2 можна "навести" на 2 мільйони "точок" у небі. "Це підстава для гордості за вітчизняну науку та за свою країну" [8].



Науковці УТР-2 провели нас по одному з трьох бетонних підземних тунелів заввишки по 2 метри і завдовжки по 900 метрів кожен. Саме вздовж них прокладені кабелі, по яких зафіксовані космічні сигнали надходять до приймачів на комп'ютерах-реєстраторах, розташованих в обчислювальному центрі (рис. 11).

Рис. 11. "Національна академія наук України. Радіоастрономічний інститут. Радіоастрономічна обсерваторія ім. С. Я Брауде"

Комп'ютери лише записують отримані сигнали, а вже вчені їх опрацьовують і роблять відповідні висновки та відкриття [8].

Блискавки на Сатурні вперше на поверхні Землі зафіксував УТР-2. Цей радіотелескоп до теперішнього часу є найбільшим і найдосконалішим у світі інструментом спостереження декаметрового діапазону довжин хвиль [8].

Чи зможемо ми зловити сигнали інших цивілізацій?

«Зловити сигнали інших цивілізацій найближчим часом не вийде - бракує потужності передавачів: вона повинна бути порівнянна з потужністю випромінювання об'єктів, які ми реєструємо нашими надчутливими приймачами й антенами. У світі ще немає передавачів, здатних досягти таких потужностей» - відповів завідувач відділом декаметрової радіоастрономії Радіоастрономічного інституту, кандидат фізико-математичних наук Олег Ульянов [8].

Гігантський український радіотелескоп – ГУРТ

Це телескоп, який створюється на базі існуючого радіотелескопу УТР-2. Він не має чіткої геометричної форми. Заплановано, що він складатиметься з розкиданих на території обсерваторії ділянок квадратної форми (кожен кластер матиме по 25 антен). ГУРТ так спроектовано, що його потужність можна збільшувати до 20 000 антен, площу - до мільйона квадратних метрів (рис.12). Станом на 2018 рік телескоп налічував 550 антенних елементів [7].



Рис. 12. Антенні решітки радіотелескопу ГУРТ

Через економічні та політичні проблеми, а також військові дії російських найманців на території України програма побудови ГУРТ реалізована лише частково [8].

29.01.2021 р. опубліковано повідомлення: «В Австралії побудують найбільший радіотелескоп у світі». Міжнародний центр радіоастрономічних досліджень

(ICRAR) повідомив, що довгоочікуваний проект всього світу - найбільший радіотелескоп Square Kilometer Array (SKA) - почнуть будувати вже в 2021 році. Розташується він у Західній Австралії. Офіційний запуск запланований на 2027-й рік (рис. 13) [9].



Рис. 13. Так виглядатиме антенне поле радіотелескопу SKA площею 1 км² з 130 тисяч окремих радіоантен

Українські радіоінтерферометри Академії Наук (УРАН)

Система УРАН — це рознесені на тисячі кілометрів елементи однієї гігантської антени. Вітчизняна система інтерферометрів УРАН (рис. 14) має підрозділи в п'ятих місцях, що значно посилює можливості потужного УТР-2 та дозволяє суттєво покращити кутове розділення [10].



Рис. 14. Схема розташування системи УРАН

У 1960 році створенно радіотехнічний комплекс локаторів «Плутон» для досліджень далекого космосу. Він складався з трьох окремих приймальних і передавальних антен.

Його антена АДУ-1000 – («антена далеких участків») (рис. 15) з ефективною поверхнею 1000 м² - це ґрати з 8 параболічних 16-метрових алюмінієвих дзеркал, розташованих в 2 ряди по 4 дзеркала на загальному поворотному пристрої [11].



Рис. 15. Учениця Вінницького ОЦТТУМ і МАН Дробата Тетяна та авторка роботи Почапська Н.І. біля антенного комплексу АДУ-1000 радіотелескопу «Плутон» у 2010 році

Антенна решітка розміщена на двох міцних корпусах дизельних підводних човнів зварених між собою і закріплених на фермі залізничного мосту (рис. 16).

Вона встановлена на опорно-поворотному пристрої 305-мм гарматної вежі головного калібру утилізованих крейсерів. Використання готових конструкцій дозволило побудувати антени в прискорені терміни [12].

Рис. 16. Авторка роботи біля ферми залізничного мосту встановленої на порноповоротному пристрої 305-мм гарматної вежі, на якій розміщена решітка АДУ-1000

На території Центру космічного зв'язку розташована антенна система «Зоря» (рис. 17).



Рис. 17. Антенна система станції «Зоря» 12 квітня 1961 року здійснювала зв'язок з першим космонавтом Землі Ю.О. Гагаріним (фото авторки)

У 1962 році «Плутон» був модернізований. На ньому була встановлена апаратура прийому наукової інформації в сантиметровому діапазоні. Швидкість передачі наукової інформації становила до 3 кбіт/с при прийомі телеметрії і до 6 кбіт/с при прийомі зображень [12].



Рис. 18. Електронно обчислювальна машина М 122 Центру далекого космічного зв'язку - попередник сучасних комп'ютерів (фото авторки)

Тут були проведені перші у світі радіолокаційні дослідження Венери, Марса і Меркурія, уточнено моделі їх руху. Здійснено перше у світі радіомовлення для позаземних цивілізацій.

11 листопада 2013 р. антена передавач



АДУ- 1000 (К1) була демонтована [12].

Радіотелескоп П-2500 (РТ 70) — унікальний радянський радіотелескоп

Це телескоп - рефлектор (рис. 19) розташований в Україні, в

Рис. 19. П-2500 (РТ-70). Євпаторія

Автономній республіці Крим біля Євпаторії. Побудований в 1978 році. Діаметр його чаші 70 м, збираюча площа 2500 м², довжина радіохвилі 5-300 ГГц [13].

Нажаль, Крим анексований. Після анексії Криму у 2014 році Україна втратила парк космічних антен. Росія привласнила всі космічні об'єкти Криму.

Відомо, що космічна галузь Росії, а значить і космічні об'єкти в Криму, активно використовується в її військових програмах, а тому несуть військову загрозу всім країнам Азово-Чорноморського та Середземноморського регіону.

Міністерство юстиції та інші правові органи України відзначають цей факт у своїх позовах до міжнародних судів [14].

Центр космічних досліджень і зв'язку Національного центру управління космічних засобів державного космічного центру України був створений заново

У 2020 році неподалік міста Золочів, що на Львівщині, запрацював новий український радіотелескоп РТ-32 (рис. 20) [15].



Рис. 20. Радіокосмічний центр біля міста Золочів

Українські фахівці модернізували радянську антену MARK-4B, на базі якої і створили радіотелескоп сантиметрового діапазону довжин хвиль РТ-32 [15].

За оцінками фахівців, це буде один із найкращих радіотелескопів на території України і Східної Європи з двома потужними, параболическими антенами з діаметром 25 м (КТНА-200) і 32 м (MARK-4B) (рис. 22) [15].



Рис. 21. Антена MARK-4B, на базі якої створений радіотелескоп РТ-32

Радіотелескоп проводить дослідження космічних мазерів, а з вересня 2020 р – одночасні спостереження змінності активних ядер галактик із латвійським 32-метровим радіотелескопом (Вентспілс, Латвія)

Вчені мають за мету відновити роботу українського радіотелескопа в Європейській РНДБ мережі. Завершення проекту планується у 2023 році.

Очікується, що радіотелескоп РТ-32 буде сумісним із засобами РНДБ-мережі США (VLBA), Європи (EVN) та може увійти до числа провідних радіоастрономічних інструментів Європи. Це дасть новий поштовх розвитку фундаментальної науки та забезпечить участь України в міжнародних проєктах з досліджень та використання космічного простору. Україна долучилась до вивчення Галактики та готується до вивчення Марсу та Місяця [16].

РТ-32 перевищує характеристики РТ-70

РТ-32 набагато технологічніший, аніж РТ-70, тут модифіковані системні рішення, нова елементна база. «Цей телескоп працює ефективніше, краще використовуються його можливості. Дзеркало цієї антенної системи має дуже хороші характеристики. Тому, в деяких режимах, РТ-32 перевищує характеристики РТ-70», – порівнює військовий фахівець Віктор Ожінський [15]. Такий інструмент допоможе вивчати невідомі об'єкти у Всесвіті.

Цей телескоп, окрім фундаментальних задач, дає можливість моніторити космічний простір, управляти супутниками, які використовуються для цивільних задач.

Український супутник Січ 2-30

У 1995 році Україна стала повноцінною космічною державою. Тоді країна запустила перший власний супутник Січ-1 українською ракетою Циклон.

До кінця 2021 р. Україна планує вивести на навколоземну орбіту супутник дистанційного зондування Землі Січ 2-30 [17]. Нам необхідний власний супутник, адже нині Україна купує послуги, які надаються подібними апаратами інших країн. «Це сприятиме вирішенню низки завдань у сферах економіки, силових структур, а також допоможе зекономити бюджетні кошти» [17].

Україна обрала американську компанію SpaceX Ілона Маска для запуску в грудні 2021 року супутника дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) "Січ 2-30 (2-1)". Проведено технічні переговори, інтенсивно йде робота зі SpaceX щоб поєднати український супутник із ракетоносієм SpaceX [18].

Маса супутника 180 кг. Орбіта – кругова-сонячна, її висота 663-682 км; працюватиме не менше 5 років.

Українська радіоастрономія відкрита для співпраці



Вважаю, радіокосмічну галузь України через анексію Росією частини її територій, через втрату, а згодом відновлення бази радіотелескопів, варто заслужено порівняти з птахом фенікс, що відродився з попелу.

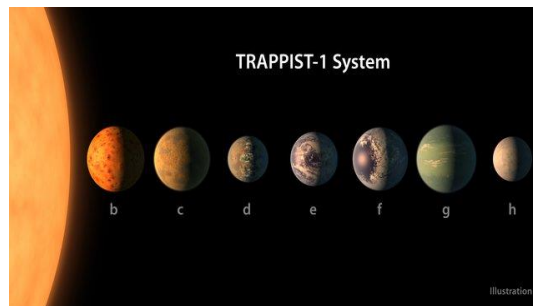
Експлуатація радіотелескопа РТ-32 відкриває нові можливості української радіоастрономії та космічної навігації. Центр у Золочеві є напівзакритим об'єктом. Він під охороною, та для науково-освітніх проектів тут завжди відкриті двері [19].

Рис. 22. РТ-32 та 7-метрова, поки ще не робоча антена

У вересні 2020 року відбулася масштабна благодійна акція, до якої залучили Центр космічних досліджень і зв'язку в Золочеві. Тоді було оцифровано та відправлено 100 тис. дитячих малюнків у далекий космос! Їх малювали діти зі всієї України. Малюнки у вигляді радіосигналу і досі летять на планетарну систему TRAPPIST-1 (рис. 23), яка знаходиться на відстані 41 світловий рік від нас. Це ряд планет, на яких, можливо, є життя.

Рис. 23. Лінійка планет зорі TRAPPIST-1 з сузір'я Водолія

У перспективі і планах включити антену у європейську систему радіотелескопів [20]. Цікаво, що вже зараз 32-метрова антена MARK-4B під Золочевом є потужнішою за 72-метрову, якою користувалися у Криму. Оскільки сучасні підсилювачі та розробки українських вчених, які вмонтовані в антену, дають більші можливості [19].



Чому європейцям може бути цікаво включити цю антену у свою систему?

Оскільки чим більша відстань між радіотелескопами, тим більшу площу охоплення вони покривають. Більше того, 32-метрова антена може стати найбільшою у Європі.

РТ-32 повертається на 1 градус за 3 секунди. Коефіцієнт використання поверхні близько 75%. Це дуже багато. Комп'ютер наводить її на відповідну точку в небі і точність спрямованості є десятитисячна градуса! Тобто це надточна багатотонна машина, яка може підслуховувати за зірками за мільярди мільярдів кілометрів від нас [19].

В Україні радіоастрономія живе і розвивається, влітаючи дослідження і досягнення українських науковців у когорту робіт світового значення. Є охочі працювати та робити дослідження під українським прапором, а наші дослідники готові співпрацювати у світовій спільноті радіоастрономів.

Список використаних джерел:

1. Радіоастрономія — Вікіпедія. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://uk.wikipedia.org/wiki/Радіоастрономія>.
2. Шкловский И.С. - Радиоастрономия. Популярный очерк. Изд.2, 1955. - 296 с.
3. Шкловський Йосип Самуїлович. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://ukr-vo.org/personalities/index.php?b&6&lit=%D8&idp=633>
4. Радіотелескоп — Вікіпедія. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://uk.wikipedia.org/wiki/Радіотелескоп>
5. Брауде Семён Якович — Вікіпедія. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://uk.wikipedia.org/wiki/Брауде_Семен_Якович

6. Розрахована глибина найбільшого моря Титана. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://kurs.com.ua/ua/novost/274861-rasschitana-glubina-samogo-bolshogo-morja-titana>
7. Гігантський український радіотелескоп. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://uk.wikipedia.org/wiki/Гігантський_український_радіотелескоп
8. Національне надбання: Радіотелескоп під Харковом. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.ukrinform.ua/rubric-regions/2546152-nacionalne-nadbanna-radioteleskop-pid-harkovom.html>
9. В Австралії побудують найбільший радіотелескоп у світі. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://news.am/rus/news/584832.html>
10. Українські радіоінтерферометри Академії Наук (УРАН)— українська система радіотелескопів для вивчення космосу. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://uk.wikipedia.org/wiki/Українські_радіоінтерферометри_Академії_Наук
11. АДУ-1000. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://uk.wikipedia.org/wiki/АДУ-1000>.
12. Кримський радіотелескоп і комплекс Плутон. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://crimeaz.ru/originalnye-obekty/583-krymskij-radioteleskop-i-kompleks-pluton.html>
13. РТ-70. [Електр. ресурс]. – Режим доступу: <https://uk.wikipedia.org/wiki/РТ-70>
14. Анексований лунодром: як Росія привласнила космічні об'єкти в Криму 20 грудень 2020, Микола Семена Кримський журналіст, оглядач Крим. Реалії. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://ua.krymr.com/a/yak-rosiya-pryvlasnyla-kosmichni-obyekty-u-krymu-/31009944.html>
15. Космічний центр у Золочеві почав досліджувати Всесвіт: Україна запустила радіотелескоп РТ-32. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.radio-svoboda.org/a/kosmos- vsesvit-radioteleskop-na-l%CA%B9vivshchyni/31001789.html>
16. Україна в космосі. «На власні очі». [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://spacecenter.gov.ua/embed>
17. Україна планує до кінця 2021 року вивести на орбіту супутник. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://fakty.com.ua/ua/ukraine/20210201-tse-realno-ukrayina-planuye-do-kintsya-2021-roku-vyvesty-n>
18. Україна планує запустити супутник ракетою компанії SpaceX 12 лютого, 2021. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://day.kyiv.ua/uk/news/120221-ukrayina-planuye-zapustyty-suputnyk-raketoyu-kompaniyi-spacex>
19. Як під Львовом дослідники розбудовують найбільший радіотелескоп Європи. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://space.com.ua/2020/02/04/ yak-pid-lvovom -doslidniki-rozbudovuyut-najbilshij-radioteleskop-yevropi/>

UKRAINE RADIOASTRONOMY

Nadiia Pochapska - the head of the astronomical circle - methodologist of Vinnytsia regional center of technical creativity of student youth.

Radio astronomy is a branch of modern astronomy that studies space objects by studying their electromagnetic radiation in the range of radio waves. Radio telescopes allow scientists to show us very distant celestial bodies by registering their radiation.

Radio-space Ukraine due to Russia's annexation of part of its territories, due to the loss and restoration of the radio telescope base, should be deservedly compared to the phoenix bird, reborn from the ashes.

Keywords: radio astronomy, space, a radio telescope, the Universe, a radio interferometer

АСТРОНОМІЯ В УКРАЇНСЬКІЙ НАРОДНОСТІ ВУСТАМИ СУЧАСНОГО ПОКОЛІННЯ

Лілія Бузенюк - вчитель фізики, інформатики та астрономії Стрижавської ЗОШ І-ІІІ ст

Анастасія Містота - учениця 10 класу, смт. Стрижавка.

Мирослав Містота - учень 10 класу, смт. Стрижавка.

У статті досліджуються астрономічні знання та уявлення українського народу і їх відображення у фольклорі, обрядовості та матеріальній культурі.

Ключові слова: народна астрономія, космогонія, астрономічні знання та уявлення, небо, Сонце, Місяць, зоря, астральна символіка, солярна символіка, лунарна символіка.

Для наших пращурів всесвіт був однією-єдиною величезною домівкою. Людина сивої давнини відчувала єдність світу і намагалась облаштувати своє особисте життя, життя своєї родини, свого народу, виходячи з цієї всесвітньої єдності. Небесні світила – далекі й недосяжні – були для неї такими ж близькими як і все те, що оточувало її на Землі. Очевидно, що до наших днів дійшли лише уламки колись єдиної картини небесного світу наших пращурів. Проте навіть ці, збережені народною пам'яттю фрагменти говорять про допитливість і високий духовний рівень наших предків [9].

На даний час, астрономія як наука, почала стрімко розвиватися. У загальноосвітніх школах з'являється предмет «Астрономія»; функціонують астрономічні установи та обсерваторії; спеціалізовані астрономічні заклади в університетах та інститутах. Усі вони від 1991 об'єднані в Українську Астрономічну асоціацію. За своїм науково-технічним потенціалом в галузі астрономії Україна належить до розвинених держав світу.

Розглядаючи фольклорні та етнографічні матеріали початку ХХ ст., серед різноманітних, іноді суперечливих уявлень та вірувань, зустрічаємо й такі, що не розходяться з сучасними науковими поглядами. Так, за народними уявленнями, Земля тримається у повітрі («на божому воздусі») і не сходиться з небом. Одні зорі розташовані ближче до Землі, інші – на більшій відстані. Навколо Землі знаходиться світ, небо, «святе повітря», «святі зірки», а під землею – камінь, вода, вогонь («вогняна маса»).

Цікавими є і такі народні матеріалістичні здогади: «Сам світ круглий, як яблуко, нема йому ні початку, ні кінця». Земна куля уявлялась у системі Всесвіту, як жовток у яйці, Місяць – як небесний камінь. Форма Землі кругла («на подобию кавуна», «як яйце», «як м'яч»). Серед записів про перебування на небі води і вогню є такі, де зазначається, що вогонь знаходиться на небі у вигляді Сонця й зір [15].

Однак найбільш пізнаним у народі небесним світилом, пов'язаним із селянським побутом, був Місяць, якому приписувалась дивна сила, зокрема вплив на всі рослини і усе живе. Супутник Землі Місяць впливає не тільки на припливи і відпливи океанів, але й на життя людини.

Нічне світило пов'язане з річним відліком часу. Зіставляючи зміну фаз Місяця зі зміною пір року, люди дійшли до розуміння року як проміжку часу, протягом якого фази Місяця повторюються 12 чи 13 разів [5].

Спостерігаючи за зоряним небом, селяни розрізняли деякі важливі зорі. Вирізняли на небі й окремі планети – зорі. На небі планету Венеру видно, як дуже яскраву й красиву зорю, частіше всього на підсвітленому Сонцем небі перед сходом або зразу після заходу.

У народній слов'янській астрономії сузір'я отримали назви різних знарядь праці, предметів (борона, віз, граблі, ківш, коси, плуг, рало, сито, ярмо), людей (косарі, орачі, пастух) (рис.1), домашніх тварин і птахів (воли, вівці, поросята, квочка з курчатами). Існує гіпотеза, що слов'яни виділяли на зоряному небі «свої» об'єкти, які не співпадали з загальноприйнятими.

Основні сузір'я зоряного неба були здавна відомі українцям. Народна астрономія має багату астрономічну термінологію, що влучно передає вигляд або характер поодиноких зоряних груп (наприклад, «Квочка» – Плеяди, «Коромисло з відрами» – Терези). Але, на відміну від сучасних наукових назв, які запозичені з іноземних мов, зокрема, грецької і латинської, народна астрономічна номенклатура українців є цілком самобутньою (рис.2).

Українська народна астрономія – це створені українським народом назви зір, сузір'їв та інших об'єктів зоряного неба. Багато українських астронімів мають відповідники в астронімії інших народів. Образ возу для позначення Великої Ведмедиці та образ квочки з курчатами – для Плеяд є загальноєвропейськими, образи коси чи косарів – для Пояса Орiona є загальнослов'янськими.

Зоряне небо давало стародавній людині можливість орієнтуватися уночі і в часі, і в просторі, тож виникнення старих астронімів губиться у сивій давнині. Так, астрономи стверджують, що назва найяскравішого північного сузір'я – Велика Ведмедиця – виникла близько 100 тисяч років тому. Зараз у обрисах Великої Ведмедиці важко розпізнати яку-небудь тварину, але у багатьох народів давнини це сузір'я пов'язувалося саме з ведмедицею. Сучасні люди у поєднанні семи найяскравіших зір сузір'я Великої Ведмедиці вбачають зображення ковша або воза, проте так було не завжди. Справа в тому, що властивий усім зорям власний рух особливо

помітний у сузір'ї Великої Ведмедиці. Сто тисяч років тому конфігурація цього сузір'я була схожа на профільне зображення печерного ведмеда. Близько 80 тисяч років тому така подібність була втрачена. Ця інтерпретація набула певного розголосу та визнання серед астрономів.

Традиційні космогонічні уявлення українців охоплюють цілу систему народних знань, міфологічних вірувань та поглядів на сутність і походження Землі і Всесвіту, небесних тіл Сонячної системи та зір.



Рис.1. «Габлі» (пояс і туманність Оріона на Україні)

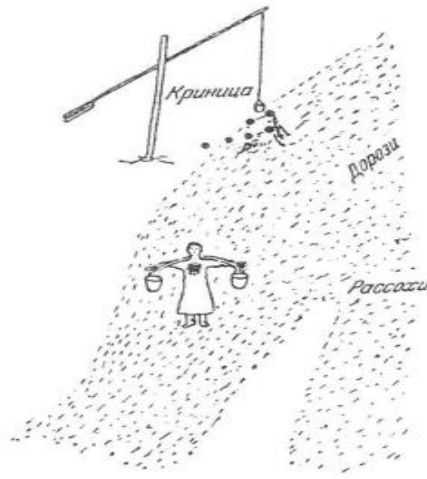


Рис.2. «Дівчина з відром» біля «рассохи дороги» сузір'я Орла біля розвилки Молочного Шляху

Для давнього народного світогляду властиве обоження природних явищ і небесних світил. Аналіз текстів українського фольклору: календарно-обрядової і родинно-обрядової поезії, замовлянь, казок і переказів, легенд, загадок, прислів'їв і приказок, свідчить, що в народі світобудова розглядалась як єдиний цілісний організм.

Традиційні космогонічні уявлення зберегли давній поділ Всесвіту на три зони: небо, землю і підземний світ. Народна астрономія – частина народної космології і сукупність уявлень про один із трьох світів – «верхній» небесний світ. По відношенню до земного світу небесний світ розглядається або як подібний, або як дзеркальний.

Космогонічні та космологічні міфи зародились за доби ранніх землеробів. Одним із найпоширеніших в українській, як і у світовій міфології, є космогонічний міф про утворення світу, богів, людини, усього живого з яйця. З образом космічного яйця пов'язане уявлення про сферичність неба і землі. Яйце, що дає життя, зрівнюється з природними явищами, котрі мають подібні форму: з Сонцем, Місяцем, Землею, небесною сферою. Найчастіше воно розбивається, і з різних його частин утворюються окремі складові Всесвіту. Існують міфи, що порівнюють Землю з жовтком, оточеним водами Світового океану.

Записи українського фольклору засвідчують існування народного уявлення, за яким «яйце уподоблюється всій тварі (тобто всьому творінню, всесвіту): шкаралупа, як небо; плівка, як хмари; білок, як води; жовток, як земля; а вогкість посеред яйця – як у світі гріх» [13].

В українському фольклорі та обрядовості присутні елементи солярної символіки, сонячних міфів, які містять сліди культу Сонця, антропоморфізації, уявлень про Сонце як живу істоту: Сонце – чоловік з осяйним лицем, проміння якого освітлює Всесвіт («чоловік з ясним обличчям», «чоло Боже», «Боже лице»). Його вважали й «оком Божим», що оглядає світ, «відблиском лица Божого», «царем небесним» [11].

Проте в українських колядках, щедрівках, веснянках денне світило описується і в образі жінки – «богині», «княгині», «красної панни», «гарної панни». Збереглися уламки народних вірувань про Сонце-жінку, небесну царицю. Так, у назві такого явища, як дощ із сонцем, помітна луна давніх вірувань про жіноче божество Сонця: «Наша цариця плаче», «Королева небесна сміється» [14]. Зустрічаються подібні згадки і в замовляннях, казках (Матір Сонця).

Калита – це обрядовий хліб українців, який символізував втомлене, потоншене осіннє Сонце, а ще обряд вшанування Сонця. За формою калита – круглий великий корж з чотирма дірками з одного краю, зі зробленими ямками та рисочками – візерунком «кривого танцю»,

посередині витиснене Сонце з промінням, Місяць і зорі. Печуть калиту коржем (кажуть в народі, що рік тоншає), з медом, оздоблюють колосками, зубцями, щоб зручно кусати. Під час випікання калити дівчата, співаючи, вели хоровод-танок, символічно славлячи ним Сонце. А згодом, коли калиту підвішують до стелі, співають [6]:

У небо, наша калита, у небо...

А ти, сонечко, підіймись,

Та на нас подивись;

Ми калиту чіпляємо,

На місяць поглядаємо,

Свою долю закликаємо

Українська весняна писанка є символом зародження Всесвіту. У найдавніших обрядах писанка використовувалась як священний символ Космічного Яйця. Писанка – важливий атрибут язичницького культу, пов'язаний із зустріччю весни, з Великоднем, зі щорічним відродженням Сонця, природи. Жовток яйця, схований за «двома брамами», своїм кольором і формою нагадує Сонце. Таким чином, ще у прадавні часи яйце стало символом Сонця-Весни, частиною життєдайної і чарівної сили бога-Сонця.

Візерунки писанок глибоко архетипічні за своєю природою і містять специфічні знаки і символи. На українських писанках зображувалися тригвери, розети-сонця, кривульки, хрести, клинці, свастики, рожі-розети, зірки, місяці, характерні пояси зі зигзагами в них. Орнамента українських писанок містить космогонічні мотиви – стилізовані зображення солярних і лунарних знаків, Сонця, Місяця, зір, Світового Древа, богині-праматері, небесних оленів і коней. Ці так звані астральні графеми відомі в мистецтві з найдавніших часів – ще з періоду трипільської культури. Деякі з них символізують рух Сонця і циклічність (ламані хрести і спіралі), стилізоване Древо Життя (восьмигранні хрести).

Одним із найпоширеніших елементів у писанковому орнаменті українців є зображення Сонця у вигляді різних солярних знаків. Це були різноманітні хрестики й зірочки різної величини, жовті й червоні плямочки. Такі зображення Бога Сонця пояснюються особливостями людського зору. «Павуки» («павучки»), тобто 3-, 4-, 6-, 8-промінні «свастики» часто ще називалися «рукавами», «бабиними рукавами», «дідовими рукавами»; зірочки – «ружами», «повними ружами», «ружечками». У більшості регіонів, як правило, з обох боків яйця писали по одній великій зірці або по одному великому «павуку», в інших – відповідно до сегментного розподілу поверхні яйця – по кілька зірок чи «павуків» [1].

«Кривулька» або «безконечник» символізувала вічність сонячного руху. Такі знаки, як гачковий хрест (свастика), тригвер, рожа-зірка, дослідники вважають символом Сонця – найвищого божества наших предків. Тригвер («триніг») означає, за різними версіями, небо, землю і повітря, або небо, землю і пекло, чи повітря, вогонь і воду і т. п. [7].

Астральну символіку українських писанок іноді підкреслюють і їхні назви: «звізда» (Гуцульщина), «зірка» (Східне Полісся), «зірки» (Кубань), «зірка з крученими рукавами» (Західне Поділля), «зірчаста» (Буковина, Східне Полісся), «зірчаста з сосонкою» (Підляшшя), «шість зір» (Чернігівщина), «небесні коники» (Гуцульщина), «квіточки з листочками і крученим сонечком» (Західне Поділля), «сонечка» (Пряшівщина), «сонечка з лебедями» (Західне Поділля), «сторчові сонечка» (Південна Буковина), «пасочок із сторчовими зірочками» (Чернігівщина), «сторчова рожа» (Західне Поділля, Чернігівщина).

Здавна в орнаментальних мотивах української народної вишивки зустрічаються елементи символіки давніх культів. Наприклад, зображення розетки в колі – солярний знак, що виражає ідею Сонця, круговороту.

Поширеним на сорочках і рушниках багатьох областей України є мотив ружі. За однією із версій, слово «ружа» містить древню назву Сонця – Ра, адже квітка ця нагадує Сонце. Візерунки з ружами укладалися за законами рослинного орнаменту, що означало безперервний сонячний рух із вічним оновленням. Троянди, укладені в систему геометричного узору, – це не просто квіти, а квіти-зорі, що уособлюють уявлення народу про Всесвіт як систему.

«Зірки, розкидані по рукаві і зібрані в геометричний орнамент, – це уявлення про структуру Всесвіту, що вже є не хаотичним і безладним, а упорядкованим і гармонійним» [2]. Вишиті сорочки Київщини могли містити на плічку 6 зоряних рядів, а на рукаві – 12. На сорочці із Сумщини вишитий узор, що в народі зветься «ламана гілка». А зображує вона не що інше, як створення із хаотичного космосу окремих зір цілісної життєтворчої системи, нашої Галактики.

Рослинні орнаменти за своєю символікою означають розквіт (паростки, гілки, квіти), молодість, життя (дерево життя або «вазон»). У зображенні рослин, що вертикально піднімаються на рушниках, килимах, декоративних розписах, дослідники вбачають відгомін первісного культу «Світового Дерева» («Дерева Життя»), симетрія якого означала встановлення зв'язків між частинами світу (землі, небесної та інших сфер) і припинення хаосу.

На вишивках зустрічається і таке зображення як Стоп життя – могутній Світовий стоп, з невтомними павучками на ньому, що снують із хаосу космосу лад. Іноді це стопи-смужки, що тримають на собі весь білий світ. На Буковині «стоп» – назва мотиву візерунку «Дерево Життя». Вважають, що на вишиваних рушниках збереглися зображення Рода, Рожаниць і Берегині. Берегиня – поширений в усій Україні символ, що виступає як Мати-природа, і Дерево життя, що сформувало із мороку космосу чітку систему Всесвіту [2]. Тут відбулася заміна образу дерева образом жінки, що виступає як символ життя і родючості.

В обрядовому фольклорі зустрічається поєднання мотивів вишивання, вишивки та певних світоглядних мотивів: мотив Світового Дерева, мотиви переходу та зв'язків із потойбічним світом, мотиви небесних світил. В українських обрядових піснях простежується образ красної панни, яка вишиває сорочки своїм батькам або братові, милому. Як малюнок вишивки називають зорі і Місяць, або всю небесну тріаду [3]:

Перший узорць – пресвітлий місяць,

Другий узорць – красне сонінко,

Третій узорць – часті зіздоньки

Досліджуючи астрономічні знання та уявлення українського народу і їх відображення у фольклорі, обрядовості та матеріальній культурі, простежується розвиток української народної астрономії з найдавніших часів до сьогодення. З'ясовується вплив раціональних астрономічних знань українського народу на господарську діяльність. На основі фольклорно-етнографічних джерел і матеріалів, етнографічних, археологічних та мистецтвознавчих досліджень аналізуються міфологічні космогонічні та космологічні уявлення українців, розглядається астральна символіка в народній творчості та обрядовості. Народні астрономічні знання та уявлення досліджуються у всій сукупності їх проявів: від господарської діяльності до міфології і символіки.

Космогонія – галузь науки, в якій вивчається походження і розвиток космічних тіл і їх систем: зірок і зоряних скупчень, галактик, туманностей, Сонячної системи і всіх вхідних в неї тіл – Сонця, планет (включно із Землею), їх супутників, астероїдів (або малих планет), комет, метеоритів [8].

Сонце – зоря, що є центром Сонячної системи [12].

Місяць – єдиний природний супутник планети Земля. Другий за яскравістю об'єкт на земному небосхилі після Сонця і п'ятий за величиною супутник планет Сонячної системи [10].

Зоря або **зірка** (також у художньому мовленні *зоряниця*, *зірниця* (переважно ранкова чи вечірня, Венера); також заст. фольк. чи діал. *звізда*; також у словнику Грінченка *зіра*) — велетенське розжарене, самосвітне небесне тіло, у надрах якого ефективно відбуваються (або відбувались) термоядерні реакції [4].

Cosmogony - a branch of science that studies the origin and development of cosmic bodies and their systems: stars and star clusters, galaxies, nebulae, the solar system and all its constituent bodies - the Sun, planets (including Earth), their satellites, asteroids (or small planets), comets, meteorites.

The **sun** is the star that is the center of the solar system. The **moon** is the only natural satellite of the planet Earth. The second brightest object in the earth's sky after the Sun and the fifth largest satellite of the planets of the solar system.

Zorya or **zirka** (also in artistic speech *zoryanytsya*, *zirnytsia* (mostly morning or evening, Venus; also deputy folk or dial star; also in Grinchenko's dictionary *zira*) is a giant glowing, self-luminous celestial body, in the bowels of which they effectively occur). or occurred) thermonuclear reactions

Список використаних джерел:

1. Біняшевський Е. Українські писанки // Україно, мене моя! Сповідь: поезії, писанки: 3б. / Упоряд. та приміт. О. Шевченка. – К.: Веселка, 1993. – С. 282-293.
2. Знаки 155 стародавніх українських вишивок: Альбом / Упоряд. та вступ. ст. Т. Островська. – К.: Бібліотечка журналу «Соняшник», 1992. – 72 с.
3. Золотослов. Поетичний космос Давньої Русі / Упоряд., передм. та пер. М. Москаленка; За ред. Д. Павличка. – К.: Дніпро, 1988. – С. 55, 204, 395.

4. «Зоря». [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://uk.wikipedia.org/wiki/>
5. Климишин І. Небо нашої планети. – Львів, 1979. – 204 с. – С. 61, 64-65.
6. Килимник С. Український рік у народніх звичаях в історичному освітленні: Т. 5.: (Осінній цикл). – Вінніпег – Торонто: Український Національний Видавничий Комітет, 1963. – С. 229-230.
7. Килимник С. Український рік у народніх звичаях в історичному освітленні: У 3 кн., 6 т. – Кн. 2. Т. 3.: (Весняний цикл.); Т. 4.: (Літній цикл.). – К.: АТ «Обереги», 1994. – 528 с. – С. 173-208. – С. 177.
8. «Космогонія». [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://uk.wikipedia.org/wiki/>
9. Крячко І. Наше небо: Науково-популярний астрономічний журнал.-Київ: Київський республіканський планетарій, №3 - 2006. – 22 с.
10. «Місяць». [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://uk.wikipedia.org/wiki/>
11. Скуратівський В. Русалії. – К.: Довіра, 1996. – С. 210-213, 216, 218, 222-224, 584.
12. «Сонце». [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://uk.wikipedia.org/wiki/>
13. «Таланчук О. Українознавство. Усна народна творчість. – К.: Либідь, 1998. – С. 13, 16, 18, 19.
14. Федорів-Ходак О. Народні прикмети передбачення погоди за Сонцем та Місяцем // Українська народна енциклопедія. – Львів: Червона калина, 1996. – 648 с. – С. 536 – 574. – С. 536, 538-539.
15. Федорович Н. Наше небо: Науково-популярний астрономічний журнал.-Київ: Київський республіканський планетарій. – 105 с.

ASTRONOMY IN THE UKRAINIAN NATIONALITY BY THE MOUTH OF THE MODERN GENERATION

Liliia Buzeniuk - teacher of physics, computer science and astronomy at Stryzhavska Secondary School of the 1st-3rd grades

Anastasiia Mistota - 10th grade student at Stryzhavska Secondary School of the 1st-3rd grades

Myroslav Mistota - 10th grade student at Stryzhavska Secondary School of the 1st-3rd grades

The article examines the astronomical knowledge and ideas of the Ukrainian people and their reflection in folklore, rituals and material culture.

Keywords: folk astronomy, cosmogony, astronomical knowledge and ideas, sky, sun, moon, stars, astral symbols, solar symbols, lunar symbols.

МЕТОДИКА НАВЧАННЯ АСТРОНОМІЇ В СЕРЕДНІХ ТА ВИЩИХ НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДАХ

ВИКОРИСТАННЯ РУХОМОЇ КАРТИ ЗОРЯНОГО НЕБА НА ЗАНЯТТЯХ З АСТРОНОМІЇ

Олена Кириленко - канд. пед. наук, доцент

Описано принцип роботи рухомої карти зоряного неба. Представлено будову рухомої карти зоряного неба. Наведені деякі задачі, які можна розв'язувати використовуючи рухому карту зоряного неба. Представлені розв'язки деяких задач.

Ключові слова: астрономічний календар, рухова карта зоряного неба; задачі, які розв'язуються з використанням рухомої карти зоряного неба.

Астрономія завжди була і залишається спостережною наукою. Спостереження - це головне в діяльності астрономів-любителів.

Рухома карта зоряного неба разом з астрономічним календарем дозволяє ефективно розв'язувати практичні задачі щодо визначення умов видимості небесних світил для заданого пункту Землі, тобто моментів їх сходу над горизонтом, кульмінації тощо.

За допомогою рухомої карти можна моделювати ситуації сходу і заходу світил, їх верхні і нижні кульмінації, оцінювати розташування світил відносно горизонту, визначати моменти названих явищ в обрану дату, або визначати дату за відомим моментом явища, визначати азимуту сходу чи заходу світил.

Принцип роботи моделі рухомої карти зоряного неба такий: при змодельованій ситуації якого-небудь явища (сходу, заходу, кульмінації) проти дати на зоряній карті читається момент часу даного явища, приведений на накладному крузі. При цьому центри накладного круга і зоряної карти мають бути суміщені. Всередині внутрішнього кола накладного круга опиняється саме та ділянка неба, яка є видимою у даний момент.

Будова рухової карти зоряного неба. Рухома карта зоряного неба складається з двох частин: зоряної карти (рис. 1) та накладного круга (рис. 2).

Зоряна карта – це проекція небесної сфери на площину небесного екватора, якщо дивитися з північного полюса світу.

При такій проекції неспотвореними лишаються лише ті ділянки небесної сфери, які безпосередньо розміщені поблизу північного полюса світу, який є центром карти. Масштаб зображення на карті дещо збільшується у напрямках від її центру до краю.

На зоряній карті представлена **друга екваторіальна система координат** у вигляді сітки концентричних кіл і прямих радіальних ліній-променів, які розходяться від центру карти. Центром карти є **північний полюс світу**. Від нього радіальними променями ідуть проекції **кіл схилень**. Концентричні кола представляють собою проекції **добових паралелей**, одна з яких є **небесним екватором**.

Значення прямого піднесення α нанесені по краю карти при основі кожної радіальної прямої лінії з інтервалом 1^h , від 0^h до 24^h . Значення схилення δ нанесені вздовж радіальної прямої, яка позначена $\alpha = 0^h$. Добові паралелі на карті розташовані через 30° за схиленням. Концентричне коло (добова паралель), яке позначено 0° , очевидно, є небесним екватором.

Екліптика на карті представлена колом, неконцентричним до добових паралелей. Точки перетину екліптики і небесного екватора є точками γ весняного рівнодення і φ осіннього рівнодення. Точки, діаметрально протилежні до них, є точками $\odot$ літнього сонцестояння і Υ зимового сонцестояння.

Границі сузір'їв позначені прямими пунктирними лініями. На карті нанесені зорі тільки до 6^m . Вздовж краю карти відмічені календарні дати та місяці року.

Деякі завдання легко вирішуються за допомогою одного лише основного круга рухомої карти зоряного неба (накладного для їх вирішення не потрібно).

1. Скориставшись нанесеною на карту системою екваторіальних координат, можна визначити координати (пряме піднесення α і схилення δ) зір. Завдання: визначте, наприклад,

координати Арктура, Веги, Денеба, Сиріуса, Альдебарану, Бетельгейзе, Капели, Спіки, Проціона і порівняйте отримані вами результати з табличними даними, що містяться в астрономічних довідниках і календарях.

2. Знаючи координати зір, їх α і δ можна з'ясувати, що це за зорі.

3. Знаючи екваторіальні координати планет, можна визначити, в якому сузір'ї видно планету, і, отже, оцінити умови її видимості в даний день і годину.

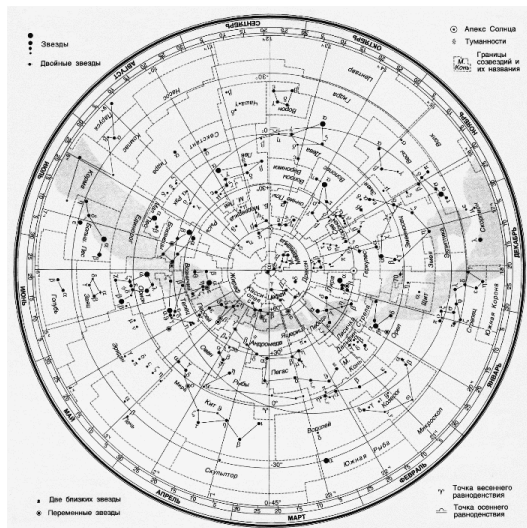


Рис. 1. Зоряна карта

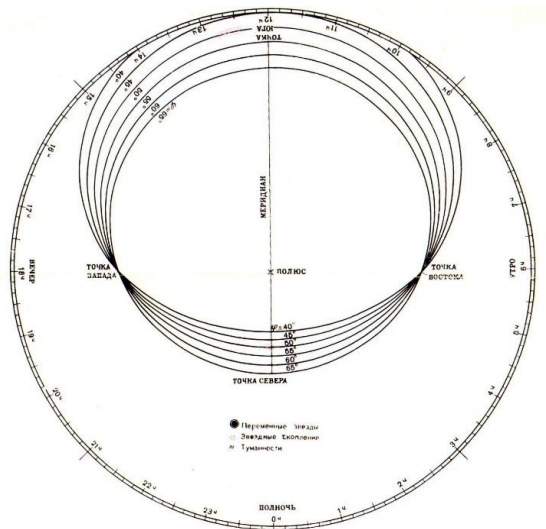


Рис. 2. Накладний круг

4. Можна визначити положення Сонця на фоні зір, тобто дізнатися сузір'я, в якому Сонце перебуває, і його екваторіальні координати.

Для цього згадаємо, що видимий річний шлях Сонця на небесній сфері - екліптика - зображена на карті зоряного неба у вигляді ексцентричного овалу, що перетинає лінію небесного екватора в точках весняного й осіннього рівнодення. Щоб визначити, в якій точці екліптики знаходиться Сонце в певний момент, досить знайти на карті точку перетину екліптики з прямою, що проходить через полюс світу (центр карти), і точкою, яка відповідає даті спостереження. Знаючи це, ви легко переконаєтеся, що 30 березня Сонце буде в Рибках, а 30 квітня вже виявиться в Овні.

5. Знаючи екваторіальні координати Місяця (вони теж наводяться в астрономічному календарі), можна визначити сузір'я, в якому знаходиться Місяць. Зіставивши положення Місяця з положенням Сонця, можна збагнути, в якій фазі буде Місяць.

6. На карті зоряного неба можна оцінити зоряні величини зір, якщо вказана шкала, яка пояснює, яким зоряним величинам відповідають кружечки, що зображують зорі. Якщо такої шкали немає, але відомо, що на цю карту нанесені зорі до 6-ї зоряної величини. Якщо знати це, а також зоряні величини деяких зір (наприклад, Полярної $+2,14^m$, Веги $0,14^m$, Альдебарану $+1^m$, Сиріуса $-1,6^m$, то таку шкалу можна скласти самостійно).

7. Перелічити сузір'я, через які проходить Сонце протягом року.

8. Визначити, в яких сузір'ях знаходяться характерні точки екліптики і записати їх координати.

Отже, навіть без накладного круга карта дозволила нам отримати чимало корисних відомостей. Можливості її розширяться, коли скористаємося картою в повному комплекті, тобто з обома кругами.

Накладний круг в моделі рухомої карти – це прозорий сірий круг, в забарвленні якого є внутрішній білий круг. Центр цього білого круга зміщений відносно центру накладного круга, який співпадає з полюсом світу P , на величину $z = 90^\circ - \varphi$ і є точкою зеніту Z , для спостерігача, що знаходиться на широті φ .

На накладному крузі представлена горизонтальна система координат. Коло, яке обмежує внутрішній білий круг є математичним горизонтом, вздовж якого приведені значення азимутів A . Математична точка заходу W в горизонтальній системі має $A=90^\circ$, точка сходу E має $A=270^\circ$,

точка півдня S має $A=0^\circ$, точка півночі N має $A=180^\circ$. Лінія, яка сполучає центр зоряної карти P (північний полюс світу) і центр білого накладного кола Z , є не що інше, як небесний меридіан, який на накладному крузі проектується прямою лінією $SZPN$. Очевидно, що проекція небесного меридіана співпадає з проекцією полуденної лінії NS , яка сполучає дві точки математичного горизонту: півночі N і півдня S . Вздовж краю накладного круга є шкала, яка представляє місцевий час, позначений від 0^h до 24^h .

Для переходу від місцевого часу T_m , який нанесено по краю накладного круга, до поясного часу T_n , який використовується в громадському житті, звертаються до відомих співвідношень в системах відліку часу.

Зауважимо, що система відліку часу визначається географічним меридіаном, який є початком відліку часу в цій системі.

Деякі завдання, які вирішуються за допомогою рухомої карти зоряного неба:

1. Можна з'ясувати, які сузір'я в даній місцевості не заходять. Очевидно, для цього достатньо подивитися, які сузір'я при обертанні накладного круга завжди залишаються в вирізі карти. Визначте, які сузір'я ніколи не заходять за обрій тієї місцевості, де ви живете. Наприклад, визначити сузір'я, які не заходять на широті Києва.

Для визначення сузір'їв, які не заходять в Києві, достатньо на покритті провести добову паралель, яка відповідає умові $\delta = 90^\circ - \varphi$ і перерахувати всі сузір'я, які основною своєю конфігурацією потрапили всередину цього кола.

2. Можна приблизно визначити час сходу, верхньої кульмінації і заходу будь-якої зорі. Визначити моменти сходу та заходу Сонця і азимути точок його сходу та заходу на обрану дату.

Місце розташування Сонця серед зір знаходять в точці перетину екліптики з прямою лінією, яка сполучає полюс світу на зоряній карті з обраною датою. Лінію провести на прозорому покритті. Моменти сходу і заходу Сонця визначити сумістивши точку положення Сонця з лінією математичного горизонту, змодельовавши ситуації сходу і заходу, а проти дати прочитати час T_m для кожної з них. Моменти сходу і заходу Сонця визначити за поясним часом.

3. Аналогічним чином можна визначити час сходу, кульмінації і заходу будь-якої планети і Місяця (попередньо дізнавшись їх екваторіальні координати з астрономічного календаря). Визначити моменти сходу та заходу Місяця на обрану дату.

Місце розташування Місяця визначають за координатами α та δ , які виписують з астрономічного календаря з точністю до хвилин на момент, близький до моменту заходу Сонця на обрану дату, і наносять на прозоре покриття, позначивши назву. Моменти сходу і заходу Місяця визначають, сумістивши точку положення Місяця з лінією математичного горизонту, змодельовавши ситуації сходу і заходу, а проти дати прочитати час T_m для кожної з них. Моменти сходу і заходу Місяця визначити за поясним часом.

Момент сходу світила над горизонтом можна визначити, якщо накладний круг накласти на карту так, щоби положення даного світила сумістилося з лінією математичного горизонту, причому в його східній частині. Зафіксувавши в такому положенні накладний круг, читаємо момент сходу даного світила на краю накладного круга проти обраної дати.

Момент заходу світила за горизонт можна визначити, якщо накладний круг накласти на карту так, щоби дане світило співпало з лінією математичного горизонту в його західній частині. Далі читаємо момент заходу проти обраної дати.

Момент кульмінації світила можна визначити, якщо світило сумістити з лінією небесного меридіана. Світило буде у верхній кульмінації, якщо воно знаходиться на небесному меридіані між точками північного полюса P і півдня S ; у нижній кульмінації – якщо воно знаходиться на небесному меридіані між точками північного полюса світу P і півночі N . Якщо відомий момент кульмінації, то проти нього читаємо дату на зоряній карті і навпаки.

4. Скласти програму спостережень планет на обрану дату.

Положення планет нанести на прозоре покриття, виписавши з астрономічного календаря координати α і δ з точністю до хвилин на момент початку даної доби. Результати оформити в таблицю 1.

Екваторіальні координати планет

Таблиця 1

Назва планет	Пряме піднесення, α	Схилення, δ
Венера		
Меркурій		
Марс		
Юпітер		
Сатурн		
Уран		
Нептун		

Програму спостережень планет оформлюють в таблицю 2, де для кожної години астрономічної ночі приводиться перелік планет, які знаходяться над горизонтом, а також назви сузір'їв, в яких вони знаходяться. Початком астрономічних спостережень на дану дату слід вважати момент заходу Сонця з урахуванням тривалості. Кінцем спостережень слід вважати момент сходу Сонця, скоректований за сутінки.

Програма спостережень

Таблиця 2

Моменти спостережень	Планети, які видно над горизонтом і відповідні їм сузір'я
$T_{\text{поч.сп.}} = T_1$ $T_2 = T_1 + 1^h$ $T_3 = T_2 + 1^h$... $T_{\text{кн.сп.}}$	Марс (...), Місяць (...), ...

5. Визначити для обраної дати час верхньої кульмінації деяких зір: Арктур, Вега, Кастор, Спіка, Альферац, Альдебаран, Сиріус.

Моменти верхньої кульмінації зір слід спочатку визначати за місцевим часом, а потім перейти до поясного.

USING A MOVING MAP OF THE STARRY SKY IN ASTRONOMY CLASSES

Olena Kyrylenko – Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor

The principle of operation of a moving map of the starry sky is described. The structure of a moving map of the starry sky is presented. Some tasks that can be solved using a moving map of the starry sky are given. Presented solutions to some tasks.

Keywords: astronomical calendar, moving map of the starry sky; tasks that are solved using a moving map of the starry sky.

ФОТОПОЛЮВАННЯ КОСМІЧНИХ ВТОРГНЕНЬ ЯК ЗАХИСТ БІОРЕСУРСІВ ЗЕМЛІ

Олександр Мозговий – канд. техн. наук, доцент

Марія Патон – студентка СВО бакалавра

Олексій Стеклов – канд. фіз.-мат. наук, ст. наук. співробітник

Анатолій Відьмаченко – д-р фіз.-мат. наук, професор

Борис Жилиєв – д-р фіз.-мат. наук, ст. наук. співробітник

Георгій Дашкієв – канд. техн. наук, доцент

Вивчення астрономії неможливо без оволодіння навиками астрономічних спостережень і обробкою отриманих результатів. В даній роботі розглядаються питання вибору наукових задач і проблем студентами при самостійному вивченні практичних наукових досліджень як студентські практикуми.

Ключові слова: фотополювання, космічні вторгнення, захист біоресурсу Землі, планетарна безпека.

Найпростіша методика обробки фотореєстрацій спалахів та слідів Космічних Вторгнень в атмосферу над нами.

Всі люди хоча б декілька раз за життя бачили так звані «падаючі зірки», а може ще й загадували бажання в ці незабутні моменти. А астрономи, професіонали та аматори, називають ці явища «метеори» або ж «боліди».

Саме слово «метеори» з древньо-грецької мови перекладається як «той якого піднято над землею». Навіть у сучасній Греції, є особливі місця, храми та споруди, які у греків й досі називаються «Метеори». Причому в ці місця зараз іде великий наплив туристів. Але ми - не греки, тому для нас «метеори» - це дуже малі, невеличкі, а інколи середні за розміром фрагменти комет або ж астероїдів, які влітають, згорають і частково вибухають в небі над нашими містами, селами, над нашими Державами. Дуже часто метеори, які утворилися з якоїсь конкретної комети або ж астероїда, щорічно в певні дати дають багато вторгнень, багато явищ по типу «падаючих зірок». Це явище астрономи називають «метеорні потоки». Всього вже відомо нам десятки різних метеоритних потоків, які мають різну інтенсивність по кількості метеорів за годину. А от дуже яскраві метеори, які спочатку спалахують, вибухають, світяться по ходу свого сліду різнобарвними кольорами називаються «боліди». Ці боліди інколи можуть все освітити навкруги як удень, та ще й засвітити свою яскраву білу, або ж кольорову трасу, що пролягла через половину небесної сфери. Саме слово «болід» в перекладі з грецькою - яскравий «метальний спис» на небі, який навіть більш яскравий ніж планета Венера. Дуже часто болідами називають яскраві вогняні кулі, що рухаються в небі. Таке буває коли швидкість боліда не дуже велика.

Необхідна і реально можлива точність визначення маси болідів та метеорів. Дуже легко показати, що визначення маси метеорних тіл та болідів завжди має неточність аж в десять і, навіть, в 100 (сто) і більше разів. Це легко доводить так званий «парадокс Челябінського вторгнення» боліда 15.02.2013 року. Справа в тому, що залишок тіла вторгнення, яке витягли із озера Чебаркуль, мав діаметр приблизно 1.7м, а підрахунки втрат маси за рахунок абляції дали оцінку діаметра тіла вторгнення перед атмосферою аж 17 м.

Таким чином залишок був в 10 разів менше ніж початковий діаметр тіла вторгнення. А це означає, що до Землі долетіла одна тисячна доля маси, ось чому визначення маси можна робити з помилкою плюс-мінус порядок.

Найпростіший «студентський» метод визначення параметрів тіла космічного вторгнення. Якщо у вас є знімок спалаху і сліду космічного вторгнення, то обробляти його треба так:

3.1. Припустимо, що ваш знімок має поля реєстрації 30° градусів по висоті та 40° градусів по азимуту. Тоді Ви досить точно виміряєте лінійні розміри всього поля та лінійний розмір ширини світлого сліду боліда.

3.2. Із співвідношення цих лінійних розмірів ви легко знайдете кутовий діаметр сліду бліду. Запишіть цей кутовий розмір.

3.3. А тепер вам треба визначити кутову висоту цієї ділянки сліду над горизонтом. Визначте і запишіть її.

3.4. Якщо висота ділянки сліду вище або дорівнює 45°, то слід вважати, що відстань до сліду лежить в межах від 35 км до 70 км.

3.5. Для цієї версії відстаней Ви знайдете діапазон лінійного діаметру сліду в метрах.

3.6. Якщо ж кутова висота сліду менша або дорівнює 30°, то слід вважати, що відстань до сліду лежить в межах 60 - 120 км. А вже звідси Ви знову знайдете діапазон лінійного діаметру сліду в метрах.

3.7. А вже після цього Вам треба взяти 2% або ж 1% від діаметру сліду для оцінки діаметру самого тіла вторгнення. Причому 2% береде, якщо слід Ви сфотографували «свіжий», який утворився тільки що. А 1% виберете тоді, якщо слід вже розширений вітрами в атмосфері.

3.8. Таким чином Ви з деякою «оптимізацією» знайдете спочатку лінійний діаметр сліду вторгнення, а потім, оцінивши свіженький у вас слід чи вже «розширений/розтягнутий», зразу ж і швидко візьмете або 2% або ж 1% від діаметру сліду. Це і буде оцінка діаметру тіла вторгнення. Оцінку діаметра вже самого тіла вторгнення також запишіть в зошит моніторингу спостережень.

3.9 Потім ви уважно подивитесь на вигляд самого сліду на фотознімках. Якщо слід досить «стиснутий» і не розтягнутий, то сміливо беріть густину для тіла вторгнення в 3.5 г/см³ (каміння). А якщо ж слід розширений як творожна розсипчаста маса, то це означає що тіло вторгнення - це кусочок комети, а для такого випадку треба брати середню густину тільки 2 г/см³.

3.10. Знаючи, обчисливши самостійно діаметр для тіла вторгнення і обравши оцінку середньої густини, Ви самі обчислите масу тіла вторгнення в момент утворення сліду.

3.11. Дайте перевірити вимірювання по слідах Космічних Вторгнень на Ваших фото і Ваші обчислення – Вашому Викладачу.

3.12. Відповідь запишіть скромно: маса в кг, але чесно і зразу ж запишіть весь діапазон можливої маси тіла вторгнення від 10% Вашої оцінки та до оцінки в 10 разів більшою ніж Ваша.

3.13. Оце і будемо об'єктивна оцінка маси тіла вторгнення. Якщо ви отримали 50 кг, то вся Ваша оцінка буде від 5 кг до 500 кг.

І це буде чесно і коректно...

Традиції цікавих фотополювань на незвичайні хмарні утворення у США та в Україні

Традиції Джона Дей. В Сполучених Штатах Америки велику увагу приділяють розвитку метеорології. Студенти повинні знати, що астрономи вивчають метеори та метеорні явища, а наука метеорологія вивчає закони та примхи погоди, фізику явищ та процесів в атмосфері нашої планети Земля. Дуже цікаво й те, що в США багато десятиліть працював професор, метеоролог Джон Дей (1913-2008), який очолював фанатичних мисливців за хмарами. Разом з ним працював фотохудожник Стів Рей. Американське товариство фотомисливців за незвичайними хмарами налічує вже більше 10 тисяч осіб, в Австралії таких «аматорів незвичайних форм серед хмар» вже більше 3 тисяч, в Швейцарії більше 2 тисяч. Але найбільша кількість фанатів полювання з фотокамерами на незвичайні, на підозрілі або ж на незрозумілі хмари в Великій Британії... Тут фотомисливців на дивовижні хмари аж 30 тисяч, а очолює їх Гевін Претор-Пінні. Цей письменник, дослідник незвичайних явищ в природі, особливо ж знається в швидкоплинному світі хмар над нами. На сьогодні різні товариства, клуби, об'єднання мисливців за незвичайними, підозрілими та, навіть, небезпечними хмарними утвореннями вже існують в 120 державах.

В Україні. Так, навіть у нас в Україні - в Києві, у Вінниці, в Глухові існують особливі тематичні групи, об'єднання астрофізиків, фізиків, математиків, кібернетиків, інженерів, які ведуть постійне фотополювання на незвичайні хмарні утворення. В Україні є астрофізик, планетолог, викладач фізики Святослав Дей, який постійно зі своїми студентами веде фотополювання на сліди космічних вторгнень фрагментів, кусочків ядер комет та астероїдів. Дуже дивне співпадіння: в США працював Джон Дей, а в Україні - працює Святослав Дей. Але ж, це ще й подвійне «дивне співпадіння», бо, Святослав Дей - це псевдонім Олексія Стеклова, який вибрав собі цей «нік», щоб друкувати свої авторські методички та книжки.

Викладачі та студенти. Разом з Олексієм Стековим/ Святославом Деєм в цій «царині» фотополювань на незвичайні хмарні утворення та на спалахи космічних вторгнень в небо над Україною працюють: академік Академії вищої школи України Анатолій Відьмаченко, два доктори фізико-математичних наук Борис Грудинін та Борис Жилиєв, а також кандидат технічних наук Григорій Дашків, кандидат технічних наук Олександр Мозговий та багато студентів з Києва, з Вінниці, з Глухова та з багатьох інших міст та містечок України.

Висновок, заклик. Так, ми закликаємо всіх наших студентів: виходьте на фотополювання за дивовижними, за підозрілими хмарами та на спалахи та сліди космічних вторгнень метеороїдів, фрагментів комет та астероїдів. Кожне фото незвичайних хмарних утворень допоможе всім нам ретельно стежити за небом над нами. Це дуже важливо і корисно, особливо в наш складний час новоявлених гібридних війн.

Родоначальники та важковаговики досліджень космічних вторгнень в астрономічних обсерваторіях та/або в інститутах прикладної астрономії України та світу.

По перше, студенти повинні чітко уявити для себе в чому метеорні явища та космічні вторгнення в небо над нами співпадають за означенням, а в чому вони принципово різні.

Про висоти та дати «метеорних дощів». Зазвичай, такі метеорні явища як спалахи та «польоти падаючих зірок» відбуваються на висотах 60 - 100 км над Землею. Як правило, метеорні явища об'єднуються в так звані «метеорні потоки», які повторюються в ті ж самі дати з року в рік. Цей «повтор» метеоритних дощів, коли максимума кількості метеорів, які вилітають з однієї точки, що зветься радіантом, приходяться на певні календарні дати, пояснюється тим, що наша планета Земля перетинає орбіту або комети, або астероїда, від яких по різних причинах відокремилися великі рої різних - невеличких або ж «середніх» за розміром частинок кожен рік приблизно в ті ж самі дати календаря. Причому цей «перетин», ця наша зустріч з частинками

комети або астероїда може відбуватися один раз на рік, а інколи і двічі на рік. Так з частинками від комети Галлея ми, наша Земля, стикається на початку травня (потік «Ета-Акварід») та в жовтні (потік «Оріонід»).

Космічні вторгнення. Так, спалахи метеорів та польоти «падаючих зірок», як правило відбуваються на висотах 60 – 100 км. Але, деякі метеорні потоки приносять нам і досить великі частинки за розмірами і масами. Вони дуже яскраво та досить довго летять в атмосфері, причому дуже частенько залишаючи «сліди» після своїх польотів вже на висотах 50км і нижче. Саме ці явища на висотах 50, 40 і ще нижче до поверхні Землі і у нас в Україні, і в США та в Європі прийнято називати «космічними вторгненнями».

Спорадичні явища космічних вторгнень. Відмітимо ще й те, що більшість саме «космічних вторгнень» відбувається за рахунок так званих «спорадичних болідів», які неочікувані, випадкові і не належать ні до яких метеоритних потоків. Саме тому «космічне фотополювання» на спорадичні болідні явища – це дуже складна, але ж цікава наша задача.

Наші Лідери та «Авторитети». В часи СРСР та в часи незалежної України були дуже сильні спеціалісти по дослідженню як метеорів так і «космічних вторгнень». Перш за все це Астапович Ігор Станіславович, Чурюмов Клим Іванович, Багров Олександр Вікторович та Кручиненко Віталій Григорович. Студенти повинні вивчати та аналізувати їх шлях в астрономії та їх досягнення у вивченні метеорів, болідів, комет, астероїдів. Це і є наші родоначальники та важковаговики в дослідженнях і комет, і астероїдів, і метеорів, і болідів, і космічних вторгнень. Ми сподіваємось на те, що наші студенти продовжать ці важливі наукові традиції в наших астрономічних обсерваторіях або ж в інститутах прикладної астрономії.

Культурологічні, туристичні та медичні аспекти фотополювання або відео моніторингу космічних вторгнень в Небо України: Вінницька, Чернігівська та Київська області в космічній самореалізації.

Наша тема для практичних дій студентів полягає у вихованні сили волі для реалізації особливих туристичних «походів», авто - мото туризму в зони космічних «трансформацій» України. Так, у Вінницькій області є один із дев'яти ударних, імпактних кратерів біля міста Іллінці. Це всього в 40 км на південному сході від Вінниці. Цей кратер астрономи та фізики називають Іллінецькою «астроблемою», тобто ударним імпактним утворенням, яке виникло приблизно 400 мільйонів років назад.

Задачі практикуму. Студенти повинні самостійно оглянути кратер, виміряти його розміри та глибину. При цьому треба порівняти ваші розміри та глибини з оцінками первинного діаметру мінімум в 7(сім) кілометрів та глибини не менше 600-800 метрів. А ще, в практичній роботі вам, студенти, треба написати реферат про знайдені тут ще у 1974 році так звані «корінні імпактні алмази», які було виділено із так званих порід «тагамітів».

Озеро Стибин на Чернігівщині. Не менш цікавою може виявитись і тема дослідження особливого озера метеоритно - ударного походження «Стибин», яке знаходиться на відстані в 68 км від Києва по трасі «Київ - Чернігів» біля села Озерне та Савин. Саме озеро Стибин вже має номер реєстрації як пам'ятка природи України космічного, ударного, метеоритного походження. Але студентам слід придивитися на карту цього «мікрорайону» із космосу. Ви побачите поряд ще й озеро Святе біля села Озерне. Але ж і село це на початку СРСР, до 30-х років теж називалося - село Святе. Більше того, навколо сіл Савин та Озерне/Святе є не тільки три досить великих (ударно –метеоритних ???) озер Стибин, Святе і Варяги, але ще й від 10 до 15 таких дивних «утворень» - як маленькі круглі озерця, які так і названо місцевими українцями – «кружки».

Озера після падіння двох десятків фрагментів ядра комети? Ми, астрономи, підозрюємо, що сюди прилетів із космосу, розбився на фрагменти і в серії вибухів утворив ціле «поле» імпактно-ударних озер досить великий фрагмент ядра комети. А от маленькі ударні «кружки», такі як, наприклад, озерце «Гайдук» та й інші теж цікаві і корисні для вимірювань і досліджень.

Медичний аспект та бальнеологія для туристів. Так, медичний аспект цього практикуму в тому, що місцеве населення та гості (туристи) в гарну теплу погоду зможуть приймати тут водні процедури та лікуватися. Ось чому, не безпідставно, вважається, що біля села Савин треба розмістити «бальнеологічний профілакторій».

Висновки та пропозиції. Таким чином, Іллінецьку астроблему треба оформити, доповнити спорудами туристичного сервісу. Тоді ця астро-космічна пам'ятка природи збільшить потік туристів до Вінниці та Вінницької області. Тут, біля Іллінецького катеру, треба розгорнути також

невеличку «Базову Обсерваторію Моніторингу Астро - Космічних Вторгнень» («БОМАКВ»), наприклад від Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського. А основний офіс цієї «БОМАКВ» повинен розміщуватись в особливому «музей-галереї» історії космічних вторгнень, їх реєстрацій та вивчення. Тоді весь потік туристів буде знати куди, для чого і чому вони сюди їдуть. Ну а імпактні алмази теж добувати треба, якщо геологи ці факти обґрунтують і підтвердять. А от на межі Чернігівської та Київської областей потрібно створити особливий центр «бальнеології», медичної реабілітації саме в зоні ударних, імпактних, метеоритних озер Стибин, Святе, Варяги. Тут також потрібно розмістити невеличку спеціалізовану обсерваторію «БОМАКВ», як і у Вінницькій області, та ще й такий же офісний «музей-галерею» космічних вторгнень. Саме тут ми, астрономи України (як і у Вінницькій області), зможемо розгорнути цікавий туристичний, прибутковий бізнес-центр з «відтинками астрономії, фізики космосу, вивчення астероїдно - космічних небезпек». А також центр бальнеології, реабілітації, сімейного відпочинку. Все це – теж задачі нашого студентства, а не тільки викладачів.

Особливі задачі та три функції синхронних мереж телескопічних та/або ширококутних спостережень в нашу епоху гібридних війн

У Головній астрономічній обсерваторії Національної Академії наук України за 76 років її існування, в різні часи, було розгорнуто і працювало більше 20-ти різного роду і класу астрономічних телескопів. Студенти повинні знати, що саме слово «телескоп» в перекладі з грецької означає: [tele] - «далеко» та [skopeo] «дивлюсь».

Синхронні спостереження. Але зараз розповімо про особливу систему, або ж мережу синхронно працюючих телескопів, яку створив в ГАО НАНУ доктор фізико-математичних наук Жилияєв Борис Юхимович.

Перші синхронні спостереження найбільшого супутника Юпітера - Ганімеда провели 9 - 12 березня 1981 року на двох телескопах Олександр Пугач, Олексій Стеклов та Леонід Юревич. Ці спостереження на двох телескопах високогірної Базисної «Терскол» на північному Кавказі біля гори Ельбрус повинні були підтвердити наявність атмосфери у Ганімеда. На той момент, в процесі тих спостережень це не вдавалося зробити. Але через 20 років, все ж таки, ознаки періодичної появи атмосфери у Ганімеда були неспростовно доведені нашими колегами-астрономами у США. Синхронні спостереження на двох телескопах бази «Терскол» були тільки «епізодом» та цільовим експериментом. Тим більше, що ці два телескопи були дуже близькі один від одного.

Синхронні мережі телескопів. А Жилияєв Б. Ю. та його лабораторія вивчення «швидкоплинних процесів у зірках» створили і використовували широку мережу синхронної телескопії, в якій синхронно працювали телескопи Кавказу (Терскол), Криму (КрАО), Болгарії та Греції. Ці роботи велись лабораторією Б. Жилияєва приблизно з 1986 по 2014 роки. Десятки наукових робіт, сотні об'єктів з особливими ознаками мікро змінності різної природи, з різними причинами генерації цих явищ було надійно зареєстровано.

Особливості епохи гібридних війн. А от зараз, в нашу епоху гібридних війн, та ще й після першого досвіду створення в лабораторії Жилияєва Б.Ю. особливого «напів-військового» приладу оптичної розвідки «АНКОР», активно встало питання про створення «мереж» та/або «кустових» локальних полів синхронних реєстраторів не тільки спалахів і слідів космічних вторгнень в небо над нами, але й вторгнень військового штибу/класу, тобто - БПЛА (безпілотних літальних апаратів).

Три функції синхронних мереж. Так які ж три функції повинні забезпечити нові комплекси ширококутних камер моніторингової реєстрації? А ось які:

- самі ширококутні камери повинні в полі зору 100 на 100 градусів своєчасно і надійно зареєструвати об'єкти, які нас цікавлять;

- а от дублюючий телескопічний канал, оптична вісь якого повинна бути строго паралельна (а по суті співпадати) з віссю ширококутної камери, повинен дозволити швидко, навіть миттєво, провести розпізнавання об'єкта вторгнення. Так два канали синхронно та одночасно і реєструють і розпізнають клас, тип, вид об'єкта вторгнення (космічний, технічний, свій, чужий, безпечний чи небезпечний і т.п.);

- але ж ми повинні (негайно!!!) забезпечити ще одночасну, синхронну роботу оповіщення, прицілювання та знищення об'єктів вторгнення, якщо в цьому є потреба. Ось чому, важко це чи ні, але синхронна система повинна виконувати три функції одночасно.

Висновки. Створюючи автоматизовані спостережні комплекси оптичної розвідки, ми повинні зразу ж і невідкладно забезпечити виконання всіх трьох вищеназваних функцій. Тому що, на війні як на війні, навіть якщо вона гібридна чи аеро-космічна.

Статистичні закономірності та класифікація всіх видів, типів космічних вторгнень в атмосферу Землі

Шановні студенти! Перш за все зверніть увагу на дуже дивні, цікаві та неочікувані результати отримані нашим співавтором та колегою по реєстраціям та фотополюванню на спалахи та на сліди космічних вторгнень. Це результати декана факультету технологічної і професійної освіти Глухівського Національного педагогічного університету імені Олександра Довженка, доктора педагогічних наук Грудиніна Бориса Олександровича.

Великі космічні «дощі» над Глуховом. Уявіть собі, що над стародавньою столицею Гетьманщини кожен день вибухають, згорають та залишають короткоживучі плазмові сліди що найменше від 5 до 25 тис. вторгнення. Але ж оцінка 5 - 25 тис. космічних вторгнень за день – це, повторимо ще і ще раз найменша кількість із зареєстрованого, тобто це «мінімум-мінімум» за весь час спостережень в небі над містом Глухів. А над такими містами як Вінниця або ж Київ їх, цих тис. космічних вторгнень, буде принаймні не менше. Особливо підкреслимо те, що дуже часто Грудинін Б.О. за день реєстрував і 100 і навіть 400 спалахів, вибухів та плазмових шлейфів від вторгнень космічних тіл – фрагментів ядер комет, уламків астероїдів, метеороїдів, або ж від тіл невідомої природи або походження, а також фрагментів космічного сміття - уламків наших земних супутників та елементів космічних систем. Більше того, щомісячна кількість космічних вторгнень над Глуховом завжди була не менше 1000 (тисячі) по реєстраціям радіоехо, тобто по реєстраціям відбитих від плазмових тимчасових «хвостів-шлейфів» радіохвиль. Ці «плазмово-молекулярні» хвости після космічних вторгнень, які утворювались саме вздовж траєкторії тіл вторгнень в атмосферу над нашою чудовою та милою столицею Гетьманщини реєструвались досить надійно. Таким чином, у підсумку, за весь рік над Глуховом надійно і об'єктивно по радіо спостереженням було зареєстровано не менше 12 тисяч різних космічних вторгнень.

Задача студентів та викладачів. Вам, студенти, треба допомогти вашим викладачам і звернутись до Лідера в цих справах, Директора Миколаївської Астрономічної обсерваторії Шульги Олександра Васильовича. Саме він може допомогти Вашому Університету придбати і розгорнути комплекс радіотехнічного моніторингу та реєстрації плазмово-молекулярних явищ, які виникають в процесі космічних вторгнень в атмосферу над вашими містами. Не прогайте момент, будьте наполегливими.

Статистичні закономірності. Якщо статистичні закономірності для радіотехнічних реєстрацій нас просто здивували, а це аж по тисячі космічних вторгнень за місяць, то фото-відео моніторинг та реєстрація і спалахів і слідів дає більш «скромну» статистику - від 10 до 50 космічних вторгнень на місяць. Але в період максимумів метеоритних потоків із зони радіанту можуть вилітати і десятки і навіть більше сотні «падаючих зірок» за годину. Майте при цьому на увазі, що ми ж тут говоримо, про такі особливі вторгнення, які більш яскраві за планету Венера, і які залишають після себе довготривалі, довго живучі сліди на нашому небі. Саме ці «боліди» і фіксують наші «команди» фото - мисливців на ці небезпечні небесні явища.

Так, ці особливі і навіть, небезпечні «космічні вторгнення», сліди від яких досягають висот і 50, і 40, і навіть 20 км над нами, нас цікавлять перш за все. Адже це дійсно дуже небезпечні вторгнення космічної матерії в Тропосферу, в зону нашої життєдіяльності. Спеціально для нашого студентського практикуму наведемо таблицю з даними про частоту/періоди вторгнень космічних тіл різної маси в атмосферу нашої планети Земля.

Ці статистичні дані ми взяли із монографії одного із наших Лідерів – із книги Кручиненка Віталія Григоровича «Математико-фізичний аналіз метеорного явища», Київ, «Наукова думка», 2012 р.

Конкретно:

1) Космічні тіла масою (КТМ) 10 міліграм вторгаються в атмосферу планети Земля по 140 (сто сорок тис.!!!) за кожен день. Але ж ці 140 тис. кожен день розподіляється по всій поверхні сфери/атмосфери Землі. Ось чому ми з вами цього не відчуваємо, а якщо і бачимо, то не часто.

2) Тіла «КТМ» в 1 грам влітають вже один раз за 0,44 секунди.

3) Тіла «КТМ» 100 грам влітають один раз за 0,44 хвилини.

- 4) Тіла «КТМ» в 1 кг - один раз за 3.44 хвилини.
- 5) Тіла «КТМ» в 10 кілограм - один раз за 26.8 хвилин.
- 6) Тіла «КТМ» 100 кг - один раз за 3,5 години.
- 7) Тіла «КТМ» в 1 тонну - один раз на добу, точніше: один раз в 27,2 години.
- 8) Тіла «КТМ» в 10 тонн - один раз за 8,84 діби.
- 9) Тіла «КТМ» як Сіхоте-Алінський болід, масою 100 тонн - один раз за 2-3 місяці.
- 10) Тіла «КТМ» в 5000 тонн - один раз за 6,2 років.
- 11) Тіла «КТМ», як Тунгуський або ж Аризонський масою вже в 2 мільйони тонн - один раз на 1300 років.
- 12) Якщо ж маса «КТМ» буде сотні мільйонів тонн та більше, то і нам, і біосфері буде важко вижити. Але це, Слава Богу, буває один раз в 100 тисяч, або ж раз в 2-5 мільйонів років.

Висновок. Космічні вторгнення треба і реєструвати і, наполегливо, вивчати фізику цих явищ.

Проблематика спостережень дуже дивних «миттєвих» появ вибухових «пакетів» в процесі космічних вторгнень міжзоряних та міжгалактичних дуже швидких частинок

Шановні студенти! Всі, хто із вас почне свою неповторну епопею космічного фото чи відео полювання на спалахи та сліди космічних вторгнень, повинні знати та пам'ятати про те, що інколи в Небі над Вами - або прямо на чистому небі, або ж в «прогалинах» між хмарами, майже миттєво можуть з'являтися, утворюватися невідомі за своєю природою «вибухові пакети». Ці вибухові пакети виникають одразу саме як вибухи якихось невеличких частинок. І ці вибухи, як правило, не утворюють «слідів» вздовж своїх траєкторій вторгнення, а утворюють майже сферичні, трохи розбурхані хмаринки. Такі «вибухові пакети» схожі на «Салют Космосу в атмосфері Землі».

Це красиво, це вражає, але й лякає. В один із таких салютів космосу над містом Тетіїв на півдні Київської області утворилося аж до 9 (дев'яти) таких малих вибухових хмарок. Так, це були також «космічні вторгнення», бо за 5 - 10 хвилин до них ми бачили і фотографували два досить яскравих спалахи болідів, після яких були красиві сліди, які начебто летіли з - під Сонця. Фотографувати було складно. Явище двох денних болідів було вже само по собі «феєричне». А тут, коли ми - космічні фотомисливці ще не оговталися від краси двох болідних вторгнень, тут же, поряд зі слідами болідів, розпочався феєрверк раз – по разу дев'яти вибухових пакетів.

Тасмницю появи вибухових пакетів в нашій атмосфері ще нерозгадано. Про ці явища є дві різних версії. Так, Стеклов Олексій і Дашків Григорій, вважають, що вибухові пакети утворюють невеликі за масою і розмірами міжзоряні або ж навіть міжгалактичні частинки. Адже в САО РАН наші колеги-астрономи Афанасьєв Віктор та Караченцев Ігор вже реєстрували міжзоряні або міжгалактичні метеори. Та й міжзоряний астероїд «Оумуамуа» не залишає нам місця для сумнівів: міжзоряні та міжгалактичні вторгнення малих тіл – метеороїдів відбуваються досить часто. Для міжзоряних частинок середня швидкість буде близькою до швидкості руху Сонця навколо ядра Нашої Галактики. А це ж 250 км/с! А частинки міжгалактичного походження будуть рухатись ще швидше - аж до 750 км/с, бо це швидкість руху нашої Галактики «Молочний шлях» в місцевому скупчення галактик (в сузір'ї Діва). Ось вам і різниця: маленькі часточки Сонячно-системної генерації вторгаються в нашу атмосферу зі швидкостями в середньому 25 км/с, міжзоряні - зі швидкостями 250 км/с, а міжгалактичні 750 км/с !

Час руху часточок в атмосфері Землі та енергія вибухів. Саме вражаюча різниця швидкостей і означає, що міжзоряні частинки космічних вторгнень несуть енергію вторгнень, що в 100 разів більша ніж у сонячно-системних частинок. А міжгалактичні частинки взагалі несуть енергію вторгнень в 1000 (тисячу) разів більшу ніж сонячно-системні. Наш співавтор, Олексій Стеклов, вважає, що ці мікрочастинки, мікрометеори міжзоряного та міжгалактичного походження і відповідальні за «космічні салюти вибухових пакетів» над нашими головами, в небі над нами. Але інші наші колеги - Пугач Олександр та Жилияєв Борис вважають, що треба більш докладно розв'язати задачу математичної фізики про вибухову взаємодію «надшвидких» міжзоряних та міжгалактичних частинок з атмосферою Землі. Ефективна товща атмосфери Землі всього 100 км і частинки формально її пролітають так: а) міжзоряна - менше ніж за пів секунди! б) а міжгалактична - за 0,13 секунди.

Висновки і рекомендації. Пугач Олександр правий в тому, що ці оцінки формальні, але ж появи «космічних салютів» із вибухових пакетів - це реальність. Ось чому ми всі, і студенти і викладачі повинні не тільки пасивно реєструвати ці явища, а й розробити їх теорію.

Системні спостереження спорадичних та поточкових космічних вторгнень, а також цільові пошуки метеоритів та «вулканітів» навколо нас

Всі ми, і студенти і викладачі, добре вже розуміємо, що найбільшу загрозу для людей несуть саме «спорадичні», тобто випадкові, або ж несистемні вторгнення метеороїдів та болідів. Нам досить легко спостерігати і вести фото-відео-реєстрацію частинок із «метеоритних потоків». Дивись, прицілсь в зону «радіанту» і чекай: підвезе тобі сьогодні, чи не дуже. Але ж щось таки із Космосу до нас таки прилетить. Як правило, це будуть прості і не дуже яскраві метеори, але бувають серед них і боліди. Більше того, ці боліди можуть проникати аж до висот 40-30-20 км. Саме їх ми і називаємо «космічними вторгненнями».

Досвід космічного фотополювання. Опишемо для студентів простий і ефективний метод фотореєстрації метеорів та болідів, який застосовує наш колега - Сашко Сліпченко. Він багато років завідував оптико-механічною майстернею в Астрономічній обсерваторії Київського Національного Університету імені Тараса Шевченка. Але був фанатом реєстрації «космічних вторгнень». Сашко Сліпченко виставляв одну свою фотокамеру на тринозі, направляючи її на зону радіанту. Камера працювала автоматично, роблячи один знімок в 3(три) секунди. Але ж збоку на «стегні» у нашого космічного фотомисливця була ще одна така ж сама камера, яку він «вихоплював», якщо болід, або ж невідоме тіло, наприклад, космічне сміття, вривалося в нашу рідну атмосферу десь «збоку». Сашко Сліпченко - майстер космічного фотополювання. Він розгортає свої сезони реєстрації космічних вторгнень у себе на дачі, яка в селі Ровжі, на лівому березі Дніпра в 60км вище Києва. Мабуть під його впливом, прямо на березі Дніпра, біля села Ровжі з'явився молодіжний табір «Космос» та ще й особлива база «Нептун». Тут молодь відпочиває, ловить рибу, та ще й фотографує спалахи та сліди «космічних гостей» в нашій атмосфері. Цікаво й те, що зараз Сашко Сліпченко працює вже в музеї «Революції Гідності». Він хоче щоб наша Україна була сильною космічною державою. Це ж, на його думку, одна з важливих задач Революцій в Україні.

Як нашим студентам навчитися збирати «космічне каміння». А як же і для чого астрономи - професіонали та аматори, шукають і збирають метеорити? Це ж те саме каміння з металами чи без, яке долітає аж до поверхні Землі і буквально «валяється» у нас під ногами. Так і є !

Але спочатку розповімо про досвід харківських астрономів. Вони - дуже «круті хлопці», бо побачили дуже яскравий болід, що пролетів над ними, розвалився в повітрі і падавав кусками десь в Росії, але поблизу кордонів. Наші герої просто обчислили, де ж приблизно падали «обломки» космічного гостя. Потім тихенько поїхали в Росію. А там таки знайшли аж три невеличких, але дуже цікавих «шнациків»/кусочків метеоритів. Куски були свіжі свіжі, свіжообгорілі. Так що харківські астрономи будують вивчати ці космічні камінці самі, та ще й запросять до справи і російських колег. А от наші співавтори Стеклов Олексій та Патон Марія регулярно ведуть пошуки метеоритів навколо Києва. Для цього треба мати або ж досить сильний магніт на підвісці, а ще краще металошукач.

Пошуки студентів. Студенти Деснянського економіко-правового коледжу, під керівництвом Стеклова О.Ф. (викладач фізики та астрономії ДСПК) багато разів знаходили і метеорити, і, так звані «вулканіти», а ще й залишки снарядів і фрагменти зброї часів Другої світової війни.

Справа пошуку метеоритів цікава, але треба бути обережними. Авіабомби та снаряди - це велика небезпека, що ж стосується «вулканітів», то це, каміння з фрагментами заліза, яке колись «викидали» вулкани з надр нашої планети Земля. Так що і ці знахідки теж дуже цікаві і корисні.

Особливі принципи застосування метеоритів та вулканітів у медицині. Наприклад, на сьогодні є особлива, так звана, «метеоритна та вулканітна літотерапія» - лікування через прогрівання частин нашого тіла цими космічними «камінцями» . Цікаво й те, що відомий геолог Вальтер Антон Антонович і метеорити, і вулканіти вважає рівноцінними і корисними для людей.

Студенти, Шановні фотомисливці на спалахи і сліди Космічних Вторгнень в Небо над нашими містами і Державами ! Успіхів Вам! Хай Вам «повезе» в нашому дуже захоплюючому і цікавому космічному фотополюванні !

PHOTOGRAPHY OF SPACE INVASIONS AS PROTECTION OF EARTH BIORESOURCES

Oleksandr Mozghovyi - PhD, Associate Professor

Mariia Paton - student of SVO Bachelor

Oleksii Stieklov - PhD, Senior Research Fellow
Anatolii Vidmachenko - Doctor of Science, Professor
Borys Zhyliayev - Doctor of Science, Senior Research Fellow
Heorhii Dashkiiev - PhD, Associate Professor

The study of astronomy is impossible without mastering the skills of astronomical observations and processing the results. This paper considers the choice of scientific tasks and problems by students in the independent study of practical research as student workshops.

Keywords: photohunting, space invasions, protection of the Earth's bioresource, planetary security.

МЕТОДИКА ВИКОРИСТАННЯ ЕЛЕКТРОННИХ РЕСУРСІВ З АСТРОНОМІЇ В УМОВАХ ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ

Олександр Кузьминський – канд. пед. наук, викладач, Вінниця

У статті розглянуто можливості використання спеціалізованої платформи для навчання астрономії в умовах дистанційного навчання. Запропоновано використання програмної оболонки для електронного навчання та інтеграції e-learning-платформ в IT-екосистему у закладах середньої освіти та для студентів вищих навчальних закладів, що вивчають астрономію.

Ключові слова: дистанційне навчання, сучасні інформаційні технології, методи навчання, додатки, ресурси.

Навчальний процес у сучасній школі досить часто зазнає змін у результаті різних причин. Серед позитивних: на урок впливають нові підходи та методики до викладання навчального матеріалу, з'являються нові засоби та додаткові ресурси, що дають змогу вчителю якісніше або швидше донести матеріал до учнів. Негативними ж є зменшення якості та кількості вчителів у навчальних закладах, не повне забезпечення або, взагалі, відсутність приладів та технічного забезпечення навчального процесу. Слід віднести до негативних чинників і проблему, що застала знезапечно населення нашої планети, тобто пандемія спричинена поширенням вірусу. Освіта була не готова і досі не забезпечується на рівні попередніх років.

Основною формою навчального процесу у сучасній школі є урок. Саме тому і теоретична, і практична педагогіка мають підвищену увагу до методики організації та проведення уроків. Аналіз теоретичних уявлень про урок як форму навчального процесу, а також практичний досвід свідчать, що уроки астрономії своїми типами, структурою та іншими характеристиками мало відрізняються від уроків з інших навчальних предметів природничого циклу. Це дає нам змогу не розглядати відомі з педагогіки питання щодо підготовки та проведення уроку [1].

Як відомо в Україні уроки астрономії зазнавали змін таких як кількість, хронологія вивчення тем та взагалі зникали з навчальних планів базової та повної середньої освіти. Але коли астрономія знову поверталася у список предметів, що вивчаються у школі, то вона завжди була близькою з фізикою та іноді вважалась «додатком» до фізики. Тому методи структура навчальних занять, їх типи найбільш близькими є саме з фізикою.

Типи та структура уроків фізики та астрономії досліджена та розроблена у роботах таких вчених як: Яцків Я. С., Чурюмов К. І., Шут М. І., Мартинюк М. Т., Коршак Є. В., Благодаренко Л. Ю., Сиротюк В. Д., Заболотний В. Ф., Мисліцька Н. А., Крячко І. П. та інші.

В сучасних умовах періодичного, а в деяких географічних регіонах регулярного дистанційного навчання вчитель не має змоги у повному обсязі виконати усі вимоги до навчального уроку. Вчителі зіткнулися із черговою проблемою вибору дистанційної платформи для навчальної діяльності. Адже можливості навчальних засобів в Інтернеті досить різні.

Найбільш наближені до педагогічних критеріїв є платформи, що розроблялися та впроваджувалися ще в допандемійний період, у яких були можливості порівняти ефективність електронних засобів із класичними.

Для забезпечення повноцінного очного і дистанційного навчання та імплементації Закон України "Про освіту" на базі Комунального закладу вищої освіти «Вінницького гуманітарно-

педагогічного коледжу» запроваджено у 2018р. частково, а у 2020р. повноцінно використання освітньої платформи LMS Collaborator.

За даними розробника: ТОВ «Давінту Україна» Collaborator – це багатофункціональна платформа для адаптації, навчання, атестації та розвитку персоналу компаній з гнучкими можливостями інтеграції. Сучасна українська ІТ-компанія Davintoo створює системні розробки для навчання та сертифікації персоналу компаній, внутрішніх комунікацій, аналізу даних, електронного навчання та інтеграції e-learning-платформ. [2]

Тобто, можливості такого програмного забезпечення не обмежені навчальною програмою чи іншими строгими документами, а допомагають вчителю поєднати обов'язки із сучасними підходами до роботи із людьми для підвищення продуктивності діяльності, що також є однією з основних проблем у педагогіці.

Розглянемо особливості створення та роботи із системою на прикладі уроків астрономії.

Для нашого навчального закладу платформу адаптовано та створено базу даних з усіма працівниками та студентами. Ідентифікація користувача відбувається за спеціальним посиланням на головному сайті навчального закладу: <https://vgpk.davintoo.com/> (рис.1).

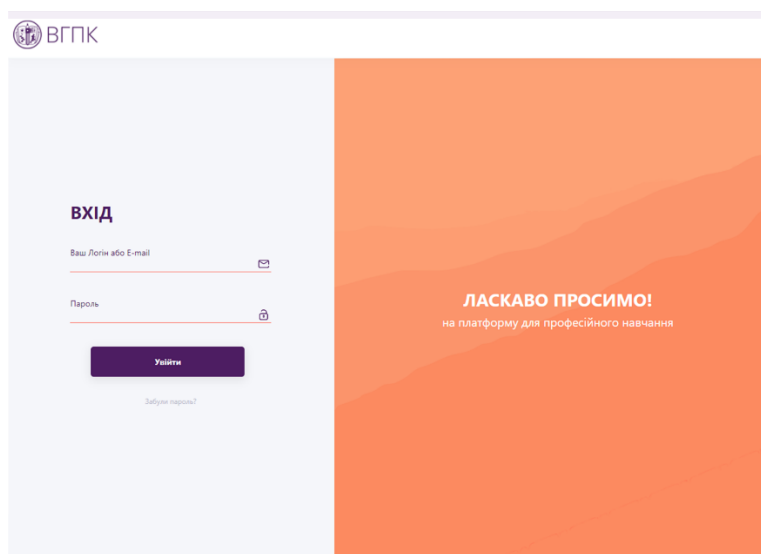


Рис. 1. Вікно авторизації у системі Collaborator

В системі створено два типи користувачів – це безпосередньо «користувач» (використовується для здобувачів освіти) та «тьютор» (версія для викладачів та вихователів). Авторизуючись як тьютор відкриває право створювати ресурси та призначати завдання.

Створення навчальних матеріалів структуровано ступенево та формується так: спочатку створюється ресурс (аналог навчального уроку чи пари), далі з ресурсів формується курс (наприклад тема чи розділ що вивчається окремо) і нарешті програма навчальної дисципліни чи навчального предмету складається із курсів.

Відповідно до вищезазначеного найбільше можливостей має елемент «ресурс». Ресурси можуть містити майже усі найпоширеніші типи цифрової інформації. Ресурс може бути «сторінкою», тобто містити текст, таблиці, зображення, мультимедіа та інші як цифровий план конспект (рис.2-3). Ресурс у вигляді адаптивної сторінки має такі ж можливості використання типів інформації але розміщується як інтернет сторінка із власною адресою. Ресурс у форматі «файл» створюється досить просто, оскільки, полягає лише у створенні назви та завантаженні готового відредагованого файлу (для попередження проблем із різними браузерами пропонується використовувати тип файлу .pdf). Ресурс може бути створений у вигляді «відео». Тип ресурсу «посилання» відображає переадресацію на зовнішній ресурс. Ще ресурс може бути створений як HTML-сайт, галерея та SCORM.

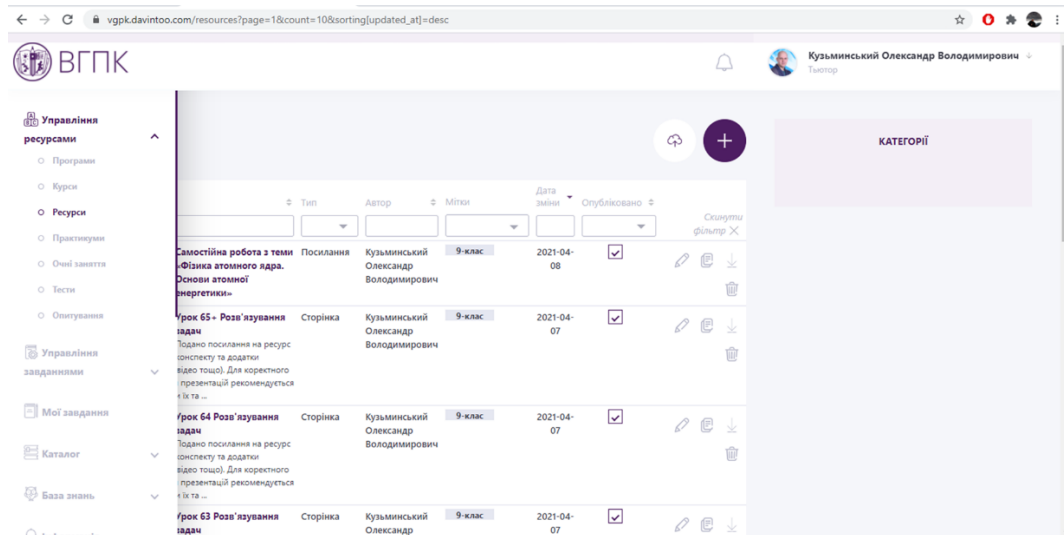


Рис. 2. База даних власних ресурсів

Sharable Content Object Reference Model (SCORM) — набір стандартів та специфікацій, розроблений для систем дистанційного навчання. Цей стандарт містить вимоги до організації навчального матеріалу та всієї системи дистанційного навчання. SCORM дозволяє забезпечити сумісність компонентів та можливість їх багаторазового використання: навчальний матеріал представлений окремими невеликими блоками, котрі можуть включатись у різні навчальні курси та використовуватись системою дистанційного навчання незалежно від того, ким, де та за допомогою яких засобів вони були створені. SCORM заснований на стандарті XML [3].

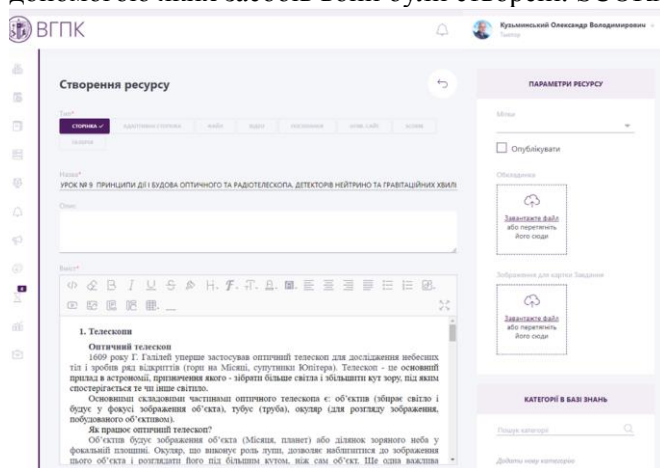


Рис. 3. Вікно створення ресурсу у вигляді сторінки

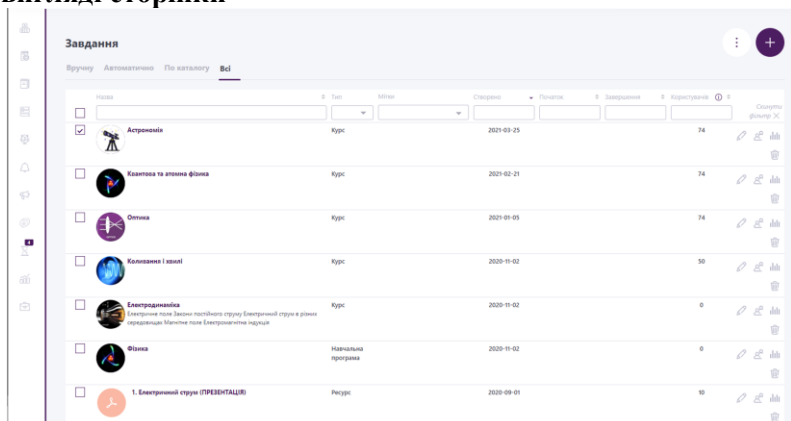


Рис. 4. Вікно управління завданнями

Завдання формуються із готових ресурсів (також може бути курс або програма). Із бази даних завдання призначаються відповідним користувачам або цілим групам користувачів. Для зручності у цьому ж меню відбувається моніторинг виконання завдань та контроль (рис.4).

Список використаних джерел:

1. Іван Крячко. Методика навчання астрономії в старшій загальноосвітній школі. — К.: Видавничий центр «Наше небо», 2018. — 244 с.
2. Офіціна сторінка цифрового ресурсу. Collaborator. Багатофункціональна платформа для адаптації, навчання, атестації та розвитку персоналу компаній з гнучкими можливостями інтеграції [Електронний ресурс] / Офіціна сторінка цифрового ресурсу // ТОВ «Давінту Україна» – 2021. – Режим доступу до ресурсу: <https://collaborator.biz>.
3. SCORM [Електронний ресурс]. – 2019. – Режим доступу до ресурсу: <https://uk.wikipedia.org/wiki/SCORM>.

METHODS OF USING ELECTRONIC RESOURCES IN ASTRONOMY IN THE CONDITIONS OF DISTANCE LEARNING

Oleksandr Kuzmynskyi

The article deals with the possibilities of using a specialized platform for teaching astronomy in terms of distance learning. The use of a software shell for e-learning and integration of e-learning platform in the IT ecosystem in secondary schools and for students of higher education institutions studying astronomy is proposed.

Keywords: distance learning, modern information technologies, teaching methods, applications, resources.

ВИГОТОВЛЕННЯ МАКЕТУ УКРАЇНСЬКОЇ ДОЗВУКОВОЇ КРИЛАТОЇ РАКЕТИ «КОРШУН-2»

Богдан Поляк — учень 8 класу ЗШ №3, м. Вінниця, гуртківець астрономічного гуртка ОЦТТУМ



У статті йдеться про вивчення особливостей української дозвуквої крилатої ракети «Коршун-2», виготовлення макету цієї ракети максимально подібного до оригіналу. Заохочення ровесників до вивчення особливостей української техніки, здобуття ними знань, вмінь та навичок при виготовленні моделей та макетів.

Ключові слова: крилата ракета, створення макету, швидкість, дальність польоту.

Крок до заповітної мрії

Ще з дошкільного віку я захоплено спостерігав за польотами літаків та уявляв себе за штурвалом лайнера. З часів початкової школи зацікавився авіа та ракетомоделями. Одного разу ми з класом побували на екскурсії в Державному музеї історії авіації та космонавтики України імені Олександра Федоровича Можайського, що в селищі Вороновиця недалеко Вінниці (рис. 1 та рис. 2)

Рис. 1. В цьому будинку з 1869 по 1876 рік жив і працював винахідник першого в світі літака О. Ф. Можайський (1825-1890)





Рис. 2. В залах Державного музею історії авіації та космонавтики імені О. Ф. Можайського з першою вчителькою Волинець Оксаною Михайлівною

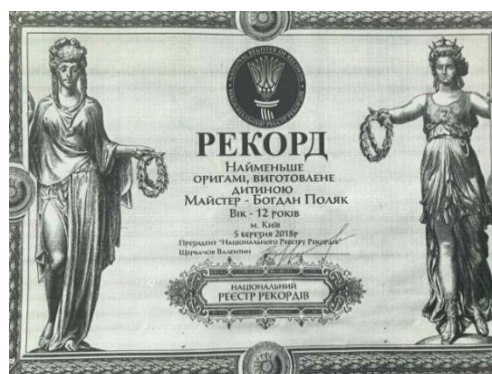
Навчаючись в молодших класах я займався в гуртках оригамі та початкового технічного моделювання Вінницького ОЦТТУМ, виготовляв моделі найпростіших літаків та ракет, виборював перемоги в обласних та всеукраїнських конкурсах.

Згодом я займався в авіамодельному гуртку, де виготовляв складніші моделі відомих літаків, а також продовжував виготовляти моделі в техніці оригамі.

Я запам'ятав, що за основною професією винахідник першого в світі літака О. Ф. Можайський був моряком. Саме тому основні частини повітряних лайнерів названі ним так, як і частини лайнерів океанських: штурвал, фюзеляж і т. д. Напевно, саме тому я так натхненно виготовляв паперові кораблики в техніці оригамі. Спочатку для їх виготовлення брав папір розміром 20х20 см, потім 10х10 см, згодом 2х2 см., а далі - пішов на рекорд - 1х1см. З квадратика паперу площею 1 квадратний сантиметр руками, без будь яких допоміжних засобів, я виготовив кораблик, його довжина вийшла 6,74 мм.

Про те, що це рекордно найменше оригамі, виготовлене мною 5 березня 2018 року свідчить відповідний сертифікат (рис. 3).

Рис. 3. Сертифікат про рекорд України виданий мені Національним реєстром рекордів



Я отримав не тільки знання, вміння та сертифікат, але й найнесподіванішу нагороду за рекорд України – політ разом з інструктором на легкомоторному літаку в околицях Києва (рис. 4 та рис. 5).



Рис. 4. На легкомоторному літаку – політ вдалий



Рис. 5. Політ над Києвом за штурвалом літака

Політ за штурвалом літака - це крок до здійснення моєї мрії.

Моя мрія здобути відповідну освіту, знання, вміння та необхідні навички і стати льотчиком. Після польоту вона тільки посилилася, мене цікавить авіаційна та ракетно-технічна техніка.

Як відомо, Україна була одною із ведучих країн світу в розробці та виготовленні ракет, але з розпадом СРСР значною мірою вона втратила свій потенціал, перестала бути ядерною державою.

З початком агресії Росії Україна почала відновлювати свій збройний потенціал, а серед нього значне місце посідає ракетобудування.



Мене зацікавив проект крилатої ракети «Коршун», яка розроблялась в Україні (рис. 6). Я відшукав її не секретні дані і виготовив її модель.

Рис. 6. Проект крилатої ракета серії Коршун

Особливо вразило те, що незначні зміни в ракеті «Коршун» дають можливість збільшити радіус її дії до 1500-2000 км, що має велике значення для обороноздатності України [1].

«Коршун-2» — український перспективний проект дозвукової крилатої ракети

Створення дозвукової крилатої ракети Коршун вперше згадується як складова багатофункціонального ракетного комплексу «Сапсан». Він повинен був поєднати в собі цілий ряд ракет різного призначення оперативно-тактичного ракетного комплексу: крилата ракета, проти корабельна ракета та інші.

Після зупинки програми Сапсан роботи по створенню дозвукової крилатої ракети Коршун продовжили як окремий проект. За схемою побудови та застосування вона є схожою на Американську крилату ракету «Томагавк» та російську «Калібр».

В даній крилатій ракеті може використовуватись двигун МС-400, що серійно виготовляється на підприємстві Мотор - Січ «Запоріжжя». В українській крилатій ракеті «Коршун- 2» двигун знаходиться в самому корпусі, що знижує імовірність виявлення її засобами ППО [1].

Для Збройних Сил України важливо, що дальність ракети Коршун може складати 1500-2000 км, що робить цю ракету зброєю стратегічного радіусу дії. Для прикладу: аналоги Коршуна мають таку дальність – китайська CJ -10 2200-2500 км, Російська КР «Калібр» 1500-2500 км. Коршун -2» може розміщуватися в пусковому контейнері, який можна встановити як на мобільному наземному шасі, так і на кораблі. Передбачається також можливість її установки без контейнера на пілони під літаком [1].

Відомий Український експерт, директор Цетру армії конверсії і розброєння Валентин Бадрак (жовтень 2018р. в українському виданні Ukr Life заявив:

«...тільки нові далекобійні українські ракети здатні в корні змінити риторику переговорів між РФ і Україною» [2].

Характеристики комплексу

Дуже важливий той момент, що український комплекс з ракетою «Коршун -2» відповідає обмеженням, що накладаються режимом контролю за ракетними технологіями. Відповідно до них держави, що володіють ракетними технологіями, не можуть продавати за кордон ракети з дальністю понад 300 км, а маса кожної такої ракети не повинна перевищувати 500 кг.

Крилата ракета буде здійснювати політ огинаючи рельєф місцевості на надмалих висотах, до 50 метрів над поверхнею землі. Радіус дії нового комплексу в діапазоні 280-300 км. Запланована маса бойового оснащення ракети – 480 кг, швидкість польоту дозвукова, на рівні 0,7 – 0,8 Маха [1].

Число Маха (бо) – характеристичне число, що визначається відношенням характерних швидкостей для руху тіла в рідині чи газі до швидкості звуку на цій висоті.

Число Маха характеризує ступінь стиснення повітря і характер пов'язаних з цим змін в обтіканні літака зустрічним потоком. Оскільки з підйомом на висоту швидкість звуку зменшується, то польотам з однією і тією ж швидкістю відносно землі на різних висотах відповідають різні числа М.

$$M = \frac{v}{a},$$

де v – швидкість тіла відносно потоку,
 a – швидкість звуку. Швидкості, для яких число Маха більше за 1, називають надзвуковими.

Число Маха назване на честь австрійського фізика Ернста Маха. Швидкість звуку у сухому повітрі при $t=20\text{ }^{\circ}\text{C}$ дорівнює 343 м/с, або 1236 км/год. [3].

Вперше проект оперативно-тактичного ракетного комплексу (ОТРК) "Коршун-2". був представлений ДП "КБ "Південне" на міжнародній військовій виставці «Зброя та Безпека-2014», яка проходила у Києві (рис. 7).

Рис. 7. Макет крилатої ракети «Коршун-2».
Виставка «Зброя та Безпека»



За своїм призначенням та тактико-технічними характеристиками новий український комплекс схожий на ракету Р-500 російського комплексу ОТР "Іскандер-М", але сучасніший та ефективніший ніж російська зброя [2]. Коршун -2» може розміщуватися в пусковому контейнері, який можна встановити як на мобільному наземному шасі, так і на кораблі. Передбачається також можливість її установки без контейнера на пілони під літаком [1].

Технічні характеристики дозвукової ракети «Коршун-2», створюваної на основі технології радянської крилатої ракети X-55.

Розробник	КБ «Луч» , КБ «Південне»
Виробник	КБ «Південне» , Харківський авіаційний завод , «Мотор Січ» та інші підприємства українського військово-промислового комплексу
Варіанти	Модифікації базування: корабельне, наземне і повітряне
Довжина	5000—5600 мм
Двигун	МС-400

«Комплекс буде використовувати перспективну крилату ракету, розроблену на базі проекту "Коршун", для ураження наземних цілей» (рис. 8) [2].



Рис. 8. Ракетний комплекс Коршун-2

Експертна думка: «Для зміцнення зовнішньополітичних позицій і розвитку власного оборонно-промислового комплексу Україні слід відновити зброю стримування, адже це — сильна протиповітряна оборона і ракетний щит. Якщо ми це зробимо, то й оборонно-промисловий комплекс завантажимо, і отримаємо можливість розмовляти з сусідніми країнами і з країнами далекого зарубіжжя на нормальних умовах, а не знизу вверх» — заявив експерт [4].

Теоретичне підґрунтя моєї роботи

Моя робота над макетом почалась з ознайомлення з його технічними характеристиками, а також вивчення важливих для мене наукових і технічних термінів та понять, як: число Маха, дозвукові, білязвукові та гіперзвукові швидкості [3]. Так як, я прагну стати професійним пілотом, то я й вивчав швидкості і ракет, і літаків, а розробляв макет ракети [5].

Розвиток швидкості

Дозвуковими вважаються швидкості з $M = 0,8$ — це відповідає швидкості звичайного реактивного лайнера. Білязвуковими - швидкості з числами Маха від 0,8 до 1,2. Гіперзвукові швидкості мають $M = 5$. Літак «Конкорд» і реактивні винищувачі належать до надзвукових; американські космічні човники входять у земну атмосферу на гіперзвуковій швидкості з $M = 20$ [5].

Виготовлення макету української дозвукової крилатої ракети «Коршун-2» (рис. 9-13)

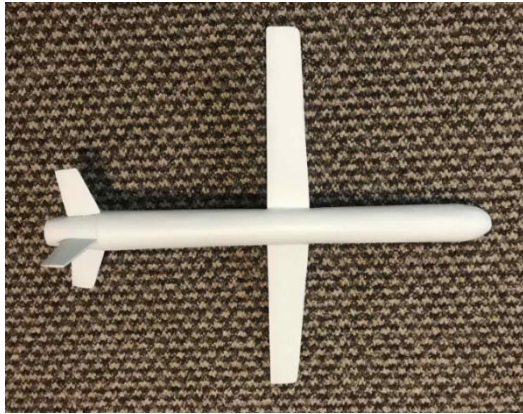


Рис. 9. Виготовлення макету у масштабі



Рис. 10. Вибір швидкосохнучого $M=1:5$ грунту



Рис. 11. Грунтував та фарбував у дворі



Рис. 12. Оздоблював макет у квартирі



Рис. 13. Ось такий він, виготовлений мною макет української дозвукової крилатої ракети «КОРШУН-2»

Значення процесу роботи над проектом

Вже сім років триває неоголошена Росією війна, війна по захопленню українських земель, корисних копалин, українських територій, душ та розуму українських людей, ворог хоче нашого поневолення та пригноблення.

Сьогодні завдання школярів здобувати не тільки ґрунтовні знання, а основне вміння, навички та компетенції щоб бути максимально реалізованими та корисними своїй Батьківщині. Я хочу стати професійним пілотом та провадити

українські повітряні лайнери над мирними землями єдиної, незалежної, соборної країни – України.

В процесі роботи над виготовленням макету «Коршун-2» я відшукав необхідні відомості, отримав нові знання, вміння та навички, а ще, коли розповідав друзям про роботу над макетом відчував їх підтримку та зацікавленість.

Надіюсь, Україна скоро буде у складі та під захистом Європейського Союзу, а з його підтримкою російську агресію та анексію ми зможемо здолати не військовими діями, а економічними та політичними санкціями.

Список використаних джерел:

1. Коршун-2 (Крилата ракета). [Електронний ресурс]. - Режим доступу: [https://uk.wikipedia.org/wiki/Коршун-2_\(крилата_ракета\)](https://uk.wikipedia.org/wiki/Коршун-2_(крилата_ракета))

2. "Південмаш" розробив ракетний комплекс "Коршун-2", який ефективніше за російського "іскандера". [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://www.5.ua/tehnolohiyi/pivdenmash-rozrobyv-raketnyi-kompleks-korshun-2-iakyi-efektyvnishe-za-rosiiskoho-iskandera-61836.html>

3. Число Маха: [Електронний ресурс]. - Режим доступу: https://uk.wikipedia.org/wiki/Число_Маха

4. «Грім» та «Коршун» — аргументи стримування агресора у майбутньому?. [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://www.mil.gov.ua/ministry/zmi-pro-nas/2014/11/11/grim-ta-korshun-argumenti-strimuvannya-agresora-u-majbutnomu/>

5. Надзвуковий літак. [Електронний ресурс]. - Режим доступу: https://uk.wikipedia.org/wiki/Надзвуковий_літак

MANUFACTURE OF A MODEL OF UKRAINIAN SUBSONIC CRUISE MISSILE «KORSHUN-2»

Bohdan Poliak – student of the 8th grade of Secondary School №3, Vinnytsia,
a member of the astronomical circle RCTCSY

The article deals with the study of the peculiarities of the Ukrainian subsonic cruise missile "korshun-2", making a model of this missile as close as possible to the original. Encouraging peers to study the features of Ukrainian technology, their acquisition of knowledge, content and navigation in the preparation of models and models.

Key words: cruise missile, layout, speed, efficiency flight.

ДАНІ ПРО АВТОРІВ

Андрєєва Анастасія Михайлівна - студентка 1 курсу СВО магістра , спеціальність 104 Фізика та астрономія, Національний педагогічний університет імені М. П. Драгоманова

Буряк В'ячеслав Юрійович - студент 4 курсу СВО бакалавра, спеціальності 014 Середня освіта (Фізика), Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського

Бузенюк Лілія Григорівна - вчитель фізики, інформатики та астрономії Стрижавської ЗОШ І-ІІІ ст., смт Стрижавка Вінницького району

Василенко Володимир Володимирович - аспірант фізичного факультету Київського національного університету імені Тараса Шевченка

Відьмаченко Анатолій Петрович – доктор фізико-математичних наук, професор, зав. відділом фізики планетних систем, академік АН ВШ України, Головна астрономічна обсерваторія НАН України

Волков Андрій Анатолійович - студент 2 курсу СВО бакалавра, спеціальність 015 Професійна освіта (Комп'ютерні технології), Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського

Ворошило Юрій Русланович - студент 4 курсу СВО бакалавра, спеціальності 014 Середня освіта (Фізика), Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського

Гаврилюк Андрій Олександрович - гуртківець астрономічного гуртка Вінницького обласного центру технічної творчості учнівської молоді, учень 7 класу комунального закладу «Вінницький фізико-математичний ліцей №17 Вінницької міської ради»

Голубасєв Олександр Володимирович - кандидат фізико-математичних наук, старший науковий співробітник НДІ астрономії, завідувач Чугуївської спостережної станції НДІ астрономії Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна

Граняк Валерій Федорович – кандидат технічних наук, доцент, кафедра теоретичної електротехніки та електричних вимірювань Вінницького національного технічного університету

Данилевич Аліна Володимирівна – студентка 1 курсу СВО магістра , спеціальність 014 Середня освіта (Фізика), Національний педагогічний університет імені М. П. Драгоманова

Дашкієв Григорій Миколайович – кандидат технічних наук, старший науковий співробітник, Головна астрономічна обсерваторія НАН України

Дерманська Наталя Василівна - студентка 4 курсу СВО бакалавра , спеціальність 104 Фізика та астрономія, Національний педагогічний університет імені М. П. Драгоманова

Думенко Вікторія Петрівна – кандидат технічних наук, доцент, кафедра фізики і методики навчання фізики, астрономії Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського

Єфіменко Володимир Михайлович – кандидат фізико-математичних наук, директор Астрономічної обсерваторії Київського національного університету імені Тараса Шевченка

Жиляєв Борис Єфимович – доктор фізико-математичних наук, завідувач лабораторії швидкозмінних процесів у зорях, Головна астрономічна обсерваторія НАН України

Заболотний Назар Романович - студент 4 курсу СВО бакалавра, спеціальності 014 Середня освіта (Фізика), Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського

Ізвєкова Інна Олександрівна - аспірантка НАН України

Кириленко Олена Іванівна – кандидат педагогічних наук, доцент кафедри експериментальної і теоретичної фізики та астрономії, Національний педагогічний університет імені М. П. Драгоманова

Ковалевська Ярослава Віталіївна - гуртківець астрономічного гуртка Вінницького ОЦТТУМ, учениця 7 класу Комунального закладу «Загальноосвітня школа І-ІІІ ступенів №35 Вінницької міської ради»

Ковтун Анастасія Олександрівна– студентка 1 курсу СВО магістра, спеціальність 014 Середня освіта (Фізика), Національний педагогічний університет імені М. П. Драгоманова

Кордонська Дар'я Валеріївна - гуртківець астрономічного гуртка Вінницького обласного центру технічної творчості учнівської молоді, учениця 10 класу школи- гімназії № 30 ім. Тараса Шевченка

Копитко Марія Володимирівна - студентка 2 курсу СВО бакалавра, спеціальності 014 Середня освіта (Фізика), Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського

Криводубський Валерій Никифорович - доктор фізико-математичних наук, старший науковий співробітник, Астрономічна обсерваторія Київського національного університету імені Тараса Шевченка

Купчик Віталій Васильович - студент 4 курсу СВО бакалавра, спеціальності 014 Середня освіта (Фізика), Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського

Кузьминський Олександр Володимирович - кандидат педагогічних наук, викладач кафедри інформатики та інформаційних технологій в освіті Комунального закладу вищої освіти «Вінницький гуманітарно – педагогічний коледж»

Куліш Катерина Вікторівна - студентка 3 курсу СВО бакалавра, спеціальність 104 Фізика та астрономія, Київський національний університет імені Тараса Шевченка, *kulish.kateryna@gmail.com*,

Кульматицький Валерій Інокентійович – кандидат технічних наук, Віце президент «Української академії інноваційних технологій», Голова ВОО УЕА «Зелений світ»

Куценко Тетяна Янівна - студентка 2 курсу СВО магістра, спеціальність 104 Фізика та астрономія, Національний педагогічний університет імені М. П. Драгоманова, Київ

Міняйло Дмитро Миколайович - інженер-теплотехнік, ТОВ «УКРГАЗБУДПРОЕКТ»

Михальченко Михайло Юрійович - студент 2 курсу СВО бакалавра, спеціальності 014 Середня освіта (Фізика), Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського

Містота Анастасія Русланівна - учениця 10 класу КЗ Ліцей №2 смт. Стрижавка Вінницького району Вінницької області

Містота Мирослав Русланович - учень 10 класу КЗ Ліцей №2 смт. Стрижавка Вінницького р-ну Вінницької області

Мозгова Альона Михайлівна - кандидат фізико-математичних наук, провідний інженер сектору астрометрії та малих тіл Сонячної системи Астрономічної обсерваторії Київського національного університету імені Тараса Шевченка

Мозговий Олександр Васильович – кандидат технічних наук, доцент, кафедра фізики і методики навчання фізики, астрономії Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського

Невовдовський Петро Вікторович - кандидат фізико-математичних наук, старший науковий співробітник, Головна астрономічна обсерваторія НАН України

Незнаєнко Роман Борисович - студент 2 курсу СВО бакалавра, спеціальність 015 Професійна освіта (Комп'ютерні технології), Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського

Овсак Олександр Степанович - кандидат фізико-математичних наук, старший науковий співробітник, Головна астрономічна обсерваторія НАН України

Омельченко Альона Романівна – студентка 1 курсу СВО магістра, спеціальність 104 Фізика та астрономія, Національний педагогічний університет імені М. П. Драгоманова

Пальченко Аміна Олександрівна - студентка 2 курсу СВО бакалавра, спеціальності 014 Середня освіта (Фізика), Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського

Патон Марія Олексіївна – здобувач першого рівня вищої освіти, Міжрегіональної Академії Управління персоналом

Перевертнюк Іван Сергійович - студент 4 курсу СВО бакалавра, спеціальності 014 Середня освіта (Фізика), Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського

Поляк Богдан Валерійович - гуртківець астрономічного гуртка Вінницького ОЦТТУМ, учень 8 класу Комунального закладу «ЗОШ I-III ступенів №3 ВМР»

Пономаренко Василь Олександрович - кандидат фізико-математичних наук, науковий співробітник астрономічної обсерваторії Київського національного університету імені Тараса Шевченка, vasiliyponomarenko@gmail.com

Почапська Надія Іванівна – керівник астрономічного гуртка – методист Вінницького обласного центру технічної творчості учнівської молоді

Приймак Вероніка Олегівна - студентка 2 курсу СВО бакалавра, спеціальності 014 Середня освіта (Фізика), Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського

Романюк Наталя Олександрівна - студентка 2 курсу СВО бакалавра, спеціальність 015 Професійна освіта (Комп'ютерні технології), Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського

Серга Денис Олександрович - студент 4 курсу СВО бакалавра, спеціальності 014 Середня освіта (Фізика), Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського

Сімон Андрій Олександрович - інженер першої категорії фізичного Київського національного університету імені Тараса Шевченка

Скібінський Леонтій Петрович – доктор фізико-математичних наук, Українська академія інноваційних технологій (УАІТ)

Скорейко Іван Сергійович – інженер, «Українська академія інноваційних технологій»

Стеглов Олексій Федорович – кандидат фізико-математичних наук, старший науковий співробітник Головної астрономічної обсерваторії НАН України

Томчук Марія Русланівна - студентка 2 курсу СВО бакалавра, спеціальність 015 Професійна освіта (Комп'ютерні технології), Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського

ЗМІСТ

СЛАВНІ ЮВІЛЕЇ КИЇВСЬКИХ АСТРОНОМІВ

Володимир Єфіменко Валерій Криводубський

4

СТАН СУЧАСНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ КОСМОСУ

РОЛЬ НЕГАТИВНОЇ СПРАЛЬНОЇ ТУРБУЛЕНТНОЇ В'ЯЗКОСТІ В ФРАГМЕНТАЦІЇ МАГНІТНИХ ПОЛІВ НА СОНЦІ

Валерій Криводубський

10

ПРО МЕТЕОРИ

Олександр Голубаєв, Альона Мозгова

15

УРОЖАЙ ЗЕРНОВИХ ТА СОНЯЧНА АКТИВНІСТЬ

Анатолій Відьмаченко, Олександр Мозговий, Олексій Стеклов

19

СПЕКТРОПОЛЯРИМЕТРІЯ, ОЗОНОВИЙ ШАР ТА ДОСЛІДЖЕННЯ АЕРОЗОЛІВ В АТМОСФЕРІ ЗЕМЛІ

Анатолій Відьмаченко, Олександр Мозговий, Петро Неводовський, Олександр Овсак,
Олексій Стеклов

20

РЕЗУЛЬТАТИ ОПТИЧНОГО МОНІТОРИНГУ АКТИВНОГО ЯДРА ГАЛАКТИКИ PKS 1222+216

Катерина Куліш, Василь Пономаренко, Андрій Сімон, Володимир Василенко,
Інна Ізвєкова

21

ЗАСТОСУВАННЯ ДИСКРЕТНОГО ВЕЙВЛЕТ ПЕРЕТВОРЕННЯ ВИЗНАЧЕННЯ ХІМІЧНОГО СКЛАДУ ОКРЕМИХ НЕБЕСНИХ ТІЛ

Валерій Граняк, Василь Пономаренко

24

ЕЛЕКТРОМАГНІТНА ТЕОРІЯ БЕТА-РОЗПАДУ

Леонтій Скібінський

26

СУЧАСНИЙ СТАН ДОСЛІДЖЕННЯ НЕЙТРОННИХ ЗІР

Альона Омельченко

31

МАГНІТНІ БУРІ ТА ЇХ ВПЛИВ НА ЗДОРОВ'Я ЛЮДИНИ

Марія Копитко, Вікторія Думенко

33

ЗВУКИ ВСЕСВІТУ

Дар'я Кордонська

39

ТЕЛЕСКОП «FERMI»

Андрій Гаврилюк

40

ОГЛЯД СУЧАСНИХ КОСМІЧНИХ МІСІЙ ДОСЛІДЖЕННЯ МАРСА

Анастасія Андрєєва

46

МАРСІАНСЬКА ГОНКА

Роман Незнаєнко

49

КОСМІЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ЗЕМЛІ

Михайло Михальченко

51

ДОСЛІДЖЕННЯ УМОВ ПРОЖИВАННЯ ЛЮДЕЙ ЗА МЕЖАМИ ЗЕМЛІ

МІСЯЦЬ ТА ЙОГО ВОДНІ РЕСУРСИ

Анатолій Відьмаченко, Олександр Мозговий, Олексій Стеклов

58

ТЕПЛОВА АДАПТАЦІЯ ДОВГОСТРОКОВИХ БАЗ НА МІСЯЦІ ДЛЯ ПРОЖИВАННЯ ЛЮДЕЙ

Олексій Стеклов, Анатолій Відьмаченко, Олександр Мозговий

59

СПЕЦИФІКА ДОВГОСТРОКОВИХ ПОСЕЛЕНЬ ЛЮДЕЙ НА МАРСІ	60
Анатолій Відьмаченко, Олександр Мозговий, Олексій Стеклов	
НАША ТАЄМНИЧА ПЛАНЕТА «π-КВАДРАТ» ТА ІНШОПЛАНЕТНА ІНВАЗІЯ МІСЯЦЯ	61
Марія Патон, Олексій Стеклов, Олександр Мозговий, Анатолій Відьмаченко	
ПРОБЛЕМНІ ПИТАННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ПЛАНЕТ ТА УМОВ ПРОЖИВАННЯ НА НИХ	63
Олександр Мозговий, Марія Патон, Олексій Стеклов, Анатолій Відьмаченко, Борис Жилиєв, Георгій Дашкієв	
ЯК РЕАГУЮТЬ ЖИВІ ОРГАНІЗМИ НА КОСМІЧНЕ ВИПРОМІНЕННЯ	67
Аліна Данилевич, Анастасія Ковтун, Олена Кириленко	
ЯКІ ЗМІНИ ЧЕКАЮТЬ ЗЕМЛЮ КОЛИ ВОНА ЗАЛИШИТЬ СОНЯЧНУ СИСТЕМУ	69
Юрій Ворошило, Віталій Купчик	
ГАЛІЛЄВСЬКІ СУПНИКИ ЮПІТЕРА ЯК МІСЦЯ ПЕРЕСЕЛЕННЯ ЛЮДСТВА	73
Іван Перевертнюк, В'ячеслав Буряк, Денис Серга	

ТЕОРІЇ ПОХОДЖЕННЯ НЕБЕСНИХ ТІЛ

МОДЕЛІ ВСЕСВІТУ ФРІДМАНА О. П.	77
Тетяна Куценко	
ПУЛЬСАРИ - ЗАГАДКИ ВСЕСВІТУ	80
Ярослава Ковалевська	
ФОРМУВАННЯ ТА ЕВОЛЮЦІЯ СОНЯЧНОЇ СИСТЕМИ	84
Андрій Волков	
НАЙБЛИЖЧА ДО ЗЕМЛІ ПЛАНЕТА – ВЕНЕРА	87
Марія Томчук	
НОВА ТЕОРІЯ ЕФІРУ	91
Валерій Кульматицький, Іван Скорейко	
АСТЕРОІД 16 ПСИХЕЯ	94
Валерій Кульматицький	
СУЧАСНИЙ ПОГЛЯД НА ЧОРНІ ДІРИ	96
Наталя Дерманська	
ЧОРНІ ДІРИ	97
Наталя Романюк	
ТЕМНА МАТЕРІЯ	99
Назар Заболотний	

ІСТОРИЧНІ АСПЕКТИ РОЗВИТКУ АСТРОНОМІЇ

РОЗВИТОК ЗАСОБІВ СПОСТЕРЕЖЕНЬ В ГАО НАН УКРАЇНИ У ХХ СТОЛІТТІ	102
Марія Патон, Олексій Стеклов, Олександр Мозговий, Анатолій Відьмаченко	
НОБЕЛІВСЬКІ ПРЕМІЇ З ФІЗИКИ В ГАЛУЗІ КОСМОЛОГІЇ	108
Аміна Пальченко, Вероніка Приймак	
УКРАЇНА РАДІОАСТРОНОМІЧНА	114
Надія Почапська	
АСТРОНОМІЯ В УКРАЇНСЬКІЙ НАРОДНОСТІ ВУСТАМИ СУЧАСНОГО ПОКОЛІННЯ	121
Лілія Бузенюк, Анастасія Містота, Мирослав Містота	

МЕТОДИКА НАВЧАННЯ АСТРОНОМІЇ В СЕРЕДНІХ ТА ВИЩИХ НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДАХ

ВИКОРИСТАННЯ РУХОМОЇ КАРТИ ЗОРЯНОГО НЕБА НА ЗАНЯТТЯХ З АСТРОНОМІЇ

Олена Кириленко 127

ФОТОПОЛЮВАННЯ КОСМІЧНИХ ВТОРГНЕНЬ ЯК ЗАХИСТ БІОРЕСУРСІВ ЗЕМЛІ

Олександр Мозговий, Марія Патон, Олексій Стеклов, Анатолій Відьмаченко,
Борис Жиляєв, Георгій Дашкієв 130

МЕТОДИКА ВИКОРИСТАННЯ ЕЛЕКТРОННИХ РЕСУРСІВ З АСТРОНОМІЇ В УМОВАХ ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ

Олександр Кузьминський 138

ВИГОТОВЛЕННЯ МАКЕТУ УКРАЇНСЬКОЇ ДОЗВУКОВОЇ КРИЛАТОЇ РАКЕТИ «КОРШУН-2»

Богдан Поляк 141

ДАНІ ПРО АВТОРІВ 147

Наукове видання

10-а Всеукраїнська наукова конференція «АСТРОНОМІЯ І СЬОГОДЕННЯ» Збірник наукових праць

Збережено особливості мовного стилю авторів

Тематика конференції:

1. Стан сучасних досліджень космосу
2. Космічні вторгнення в атмосферу Землі
3. Теорії походження небесних тіл
4. Науковий пошук юних астрономів
5. Історичні аспекти розвитку астрономії
6. Методика навчання астрономії в середніх та вищих навчальних закладах

Відповідальний за випуск: Мозговий О.В.

Дизайн обкладинки: Кузьминський О.В.

Підписано до друку 16.04.2021
Формат 64х90/16. Папір офсетний.
Друк цифровий. Гарнітура Times New Roman.
Умов. друк. арк. 19,13. Умов. друк. арк. 17,79.
Обл.-вид. арк. 14,41
Наклад 45 прим. Зам. № 4286/1.

Віддруковано з оригіналів замовника.
ФОП Корзун Д.Ю.
Свідоцтво про державну реєстрацію фізичної особи-підприємця
серія В02 № 818191 від 31.07.2002 р.

Видавець ТОВ «ТВОРИ».
Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи до
Державного реєстру видавців, виготовлювачів і розповсюджувачів
видавничої продукції серія ДК № 6188 від 18.05.2018 р.
21034, м. Вінниця, вул. Немирівське шосе, 62а.
Тел.: 0 (800) 33-00-90, (096) 97-30-934, (093) 89-13-852.
e-mail: info@tvoru.com.ua
<http://www.tvoru.com.ua>