

Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника
Фізико-технічний факультет
Кафедра фізики та методики викладання

ДИПЛОМНА РОБОТА

на здобуття другого (магістерського) рівня вищої освіти

на тему:

«Шкільна астрономічна енциклопедія»

Виконала:

студентка II курсу, групи Ф(СО)м-21
спеціальності: Середня освіта (Фізика)

Луцак І-М. М.

Науковий керівник:

доктор фізико-математичних наук,
проф. Яблонь Л.С.

Рецензент:

кандидат фізико-математичних наук,
проф. Яцура М.М.

Івано-Франківськ

2022

АНОТАЦІЯ

Сучасній «дорослій людині, яка не відчуває внутрішнього потягу до таємниць Всесвіту, важко збагнути, навіщо їй здобувати астрономічні знання. На перший, достатньо прагматичний, погляд вони їй ніколи не знадобляться, адже життя більшості людей не пов'язане прямо з тим, що відбувається на зоряному небі, а тим паче в космічному просторі. Тепер будь-яка людина дуже рідко використовує небесні світила для орієнтування у просторі й визначення часу, як це робили наші пращури в давнину. Для цієї мети є різні технічні пристрої — компаси, навігатори, годинники тощо.

Не кожен учень хоче бути професійним астрономом. Більшість людей взагалі далекі від будь-якої науки, хоча в своєму житті успішно використовують результати роботи науковців. Зазвичай люди не мають уявлення, яка складна наука «захована» в тих чи інших їхніх речах. Проте наука проявляє себе не лише в речах; вона є частиною нематеріальної культури, її найважливіші й найзагальніші результати складають наукову картину світу, що впливає на світогляд. Саме в цьому полягає ще одне важливе значення науки — її цінність для духовного життя людини.

Хай там як, але в сучасному світі без елементарних астрономічних уявлень не обійтися. Це пов'язано з тим, що багато з них лежать в основі нашого буденного життя. Щодня ми користуємось, наприклад, такими поняттями, як час та його одиниці (година, доба, рік), календарем. Астрономічні знання дають можливість людині сприймати довкілля не як набір роз'єднаних природних компонентів, а у вигляді єдиної взаємозалежної природної системи під назвою Всесвіт, що існує й розвивається за певними законами. Астрономія дозволяє розглядати життєвий простір людства комплексно, дає знання про те, яке місце людина посідає у Всесвіті.

Здобутки астрономічної науки, як безсумнівна матеріально-духовна цінність людства, мають бути передані молодому поколінню через освіту. В реаліях України це відбувається головню у загальноосвітніх навчальних закладах, тобто в школах.

Шкільна астрономічна освіта — навчальна діяльність, яка включає в себе предметні та загальнокультурні компетентності учня (астрономічні знання, вміння, навички, а також ті елементи культури, в яких вони відображені). Засвоєння молодими людьми астрономічної культури свого народу й людства в цілому — один із важливих засобів розвитку й формування цілісної особистості, її духовності, творчої індивідуальності, інтелектуального й емоційного багатства. Нинішній світ вимагає, щоб учень не лише засвоїв досвід минулих поколінь, але й навчився застосовувати його в нових мінливих умовах, змінюючи, а інколи навіть відмовляючись від нього. Учні мають бути активними, ініціативними, творчими, здатними самостійно здобувати знання, розпоряджатися своїм особистісним потенціалом, щоб цілеспрямовано будувати свій життєвий шлях.

Астрономія — передовий рубіж природознавства. Тією чи іншою мірою вона стосується всіх інших природничих дисциплін — від фізики, для якої Всесвіт нині перетворився у величезну лабораторію, до біології, з якою астрономія дотична в питанні як походження життя на нашій планеті, так і пошуку його на інших небесних тілах. Окрім цього, астрономія широко використовує математику, інформатику, а також новітні технологічні досягнення. Астрономія інтегрує знання з усіх природничо-наукових і деяких суміжних галузей»[19].

За «багатовікову історію астрономії було зібрано багато відомостей про будову, рух, фізичну природу, шляхи розвитку небесних тіл і їх систем та Всесвіту в цілому. Цим відомостям присвячені сотні і тисячі томів наукової та науково-популярної літератури. Природно, неможливо зібрати всі ці відомості в одній роботі навіть при самому стислому їх викладі.

Проте в своїй роботі, яка лежить зараз перед Вами, я постаралася, щоб Ви, незважаючи на це, знайшли в ній відповіді на основні питання, які можуть у Вас виникнути при читанні книг по астрономії, повідомлень про нові астрономічні відкриття, про космічні перельоти та все інше зв'язане з цим.

В енциклопедії Ви знайдете опис найважливіших астрономічних обсерваторій, приладів та методів, якими користуються астрономи в своїх різноманітних дослідженнях космічних об'єктів та з яких розділів складається астрономія» [41].

Багато уваги приділено розповіді про різні небесні тіла – про Сонячну систему, планети, серед яких і наша Земля, супутники планет, одним з яких є Місяць, про малі планети, комети... В енциклопедії ви також знайдете розповіді про зорі різних типів. Зі статей про нашу Галактику Вам стануть відомі її розміри і будова, про зірки і туманності, котрі входять до її складу.

Енциклопедія призначена для школярів, які хочуть поповнити свої знання про Всесвіт, отримати необхідну інформацію по астрономії. Нагромаджені астрономічні статті є продовженням дипломної роботи, яка містила в собі терміни від початку алфавіту до літери к. Як я вище згадувала, в цій роботі через обмеженість її обсягу, містяться лише найосновніші астрономічні відомості від літери к до літери п. Для того щоб більш глибоко вивчити астрономію, Вам потрібно звернутися до спеціальних книг, які можна взяти в шкільній чи районній бібліотеці або ж знайти їх електронну версію в інтернеті.

Сподіваюсь, що ця книга стане настільним довідником для багатьох юних любителів астрономії, котрі знайомлячись зі статтями, вміщеними в енциклопедії, зрозуміють, яка захоплююча наука астрономія і яке широке поле наукової та творчої діяльності відкрито перед майбутніми астрономами.

ЗМІСТ

ВСТУП	6
Розділ 1. Астрономічні статті.....	8
1.1. Астрономічні статті на букву «К»	8
1.2. Астрономічні статті на букву «Л»	36
1.3. Астрономічні статті на букву «М»	41
1.4. Астрономічні статті на букву «Н»	66
1.5. Астрономічні статті на букву «О»	81
1.6. Астрономічні статті на букву «П»	89
РОЗДІЛ 2. ЗАВДАННЯ ДЛЯ УЗАГАЛЬНЕННЯ ЗНАНЬ	97
2.1. Завдання в Q-R кодах	97
2.2. Ребуси	102
ВИСНОВКИ.....	106
ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА.....	107

ВСТУП

Актуальність роботи: нагромаджені астрономією знання застосовуються для практичних потреб людства. Вона вивчає речовину в космосі у таких станах і масштабах, які не можна створити в лабораторіях, і цим розширює фізичну картину світу, наші уявлення про матерію. Усе це важливо для розвитку діалектико-матеріалістичного уявлення школярів про природу. Вивчаючи астрономію, слід звертати увагу на те, які відомості є достовірними фактами, а які – науковими припущеннями, які з часом можуть змінитися.

Наукове завдання – сформувані астрономічні статті призначені для знаходження школярами в них відповідей на основні питання, які можуть у них виникнути при читанні книг по астрономії, повідомлень про нові астрономічні відкриття, про космічні перельоти і все інше зв'язане з астрономією.

Новизна: відсутність для учнів середніх навчальних закладів подібних видань. Енциклопедія при її завершенні буде корисною не тільки для учнів старших класів середніх навчальних закладів, але і для вчителів, які проводять уроки з астрономії та всі тих хто цікавиться астрономією.

Мета роботи: створити навчально-методичне видання «Шкільна астрономічна енциклопедія» на допомогу школярам старших класів, які хочуть поповнити свої знання про Всесвіт та його будову, отримати інформацію про широке поле наукової та творчої діяльності яке відкрито перед сучасними астрономами і астрофізиками.

Об'єкт дослідження: Сонячна система і все, що в ній знаходиться: планети, зірки, комети та різноманітні об'єкти глибокого неба (зоряні скупчення, галактики і туманності).

Предмет: астрономія і астрофізика – науки про фізичну, будову, рух, походження, еволюцію небесних тіл, їх систем і Всесвіту в цілому.

Для досягнення зазначеної мети у роботі поставлені наступні завдання:

- розроблення тематичного плану (розподілу загального обсягу статей) і словника (повного переліку термінів, які увійдуть до роботи);

- ознайомлення з методичними рекомендаціями, щодо підготовки статей;
- пошук достовірного і ґрунтового матеріалу для написання роботи;
- проредагування роботи.

Стислий опис результатів дослідження: статті енциклопедії-словника розповідають про зірки, великі та маленькі планети, прилади та цікаві явища, які вивчає астрономія і астрофізика. Користуючись енциклопедією школярі дізнаються нелегку наукову роботу астрономів і астрофізиків, про прилади які використовуються для астрономічних і астрофізичних досліджень, про складні космічні апарати тощо. В енциклопедії містяться лише найосновніші астрономічні відомості. Для того щоб більш глибоко вивчати астрономію, потрібно звернутися до спеціальних книг, які можна взяти в шкільній чи районній бібліотеці або ж знайти їх електронну версію. Енциклопедія розрахована для школярів середнього та старшого віку.

Робота має обсяг: 110 аркушів, 43 посилань на джерела, 11 рисунків та 4 QR коди.

Ключові слова: АСТРОНОМІЯ, НЕБЕСНЕ ТІЛО, ПРИЛАДИ ВИМІРЮВАННЯ, ЗІРКИ, ПЛАНЕТИ, МІСЯЦЬ.

Розділ 1. Астрономічні статті

1.1. Астрономічні статті на букву «К»

Календарний місяць – проміжок часу «від першого до останнього дня місяця за календарем.

Тривалість календарного місяця – від 28 до 31 доби (у григоріанському та юліанському календарях). Є апроксимацією синодичного місяця» [21].

Календарний рік — проміжок часу «від першого до останнього дня будь-якого року за календарем»[21].

Як у григоріанському так і в юліанському календарях звичайний рік містить 365 днів, високосний рік — 366 днів. «Календарний рік є апроксимацією тропічного року. В середньому за юліанським календарем він дорівнює 365,25 доби, григоріанським — 365,242 доби»[8].

Календи (лат. Calendae) — назва першого дня місяця в давньоримському календарі.

За календами «відлік днів вели у місяцях, причому у зворотному порядку: стільки-то днів, починаючи з середини місяця, до календ (включаючи їх). Вислів «до грецьких календ» означає момент, який ніколи не настане, тому що дні за календами застосовували тільки в давньоримському календарі»[29].

Каллісто – другий за розміром супутник Юпітера. Відкритий в 1610 році Галілео Галілеєм та названий на честь «персонажа давньогрецької міфології — Каллісто, коханки Зевса»[31].

«Радіус 2420 км. Маса 10×10^{22} кг, густина 1,86 г/см³.

Поверхня Каллісто вкрита плямами. Температура поверхні на екваторі опівдні досягає 140-150 К, проте вона швидко знижується після заходу Сонця. Над водяно-крижаною мантиєю є силікатно-льодова кора завтовшки близько 75 км»[38].

Кам'яні метеорити, аероліти — найпоширеніший вид метеоритів, «які складаються із силікатів з невеликими домішками металу.

Їхня густина близько 3.5 г/см³ . Вони поділяються на два види: численніший — хондрити та менш численний – ахондрити, які залежно від

переважаючого мінералу мають більш детальнішу класифікацію. Після падіння вони вкриваються блискучою, темною кіркою плавлення. Всередині них мала кількість порожнеч.

Кам'яні метеорити падають частіше, аніж залізні метеорити, проте їх важче розпізнати на ґрунті. Вони мають неправильну, уламкову форму, сірий колір, іноді темний»[8].

Канопус (Сухель) — зоря α «Кіля ($0,75^m$), надгігант. Друга за яскравістю зоря Південної півкулі неба. Для багатьох космічних апаратів Канопус являється навігаційною зорею, за якою орієнтуються кораблі у космічному просторі під час наведення на об'єкт спостереження»[8].

Кант Іммануїл, Kant I. (1724-1804) — нім. «філософ, основоположник класичного німецького ідеалізму. В 1755-1797 працював у Кенігсберзькому університеті. Автор першої наукової гіпотези про виникнення Сонячної системи»[8].

Капська обсерваторія (Cape Observatory) – Південно-Африканська астрономічна обсерваторія — «наукова установа Великобританії, відкрита в 1820 на зразок Гринвіцької обсерваторії, з якою була формально об'єднана в 1960. Розташована на мисі Доброї Надії поблизу м. Кейптауна»[26].

Головні дослідження: «визначення точних координат, власних рухів та променевих швидкостей зірок, зоряна фотометрія та колориметрія, служба часу та служба Сонця.

Головні інструменти: потрійний екваторіал з 61-см фотографічним і 46- та 20-см візуальними об'єктивами, 33-см астрограф з 25-см гідом, 15-см візуальний рефрактор, 102- і 46-см рефлектори, геліограф, сонячний патруль, аспіролябія Данжона та ін.»[8].

Каптейн Якобус Корнеліус, Kapteyn J. C. (1851-1922) — голландський астроном. «З 1878 професор Гронінгенського університету.

Першим почав широко застосовувати статистичний метод вивчення будови Галактики. В 1900 вперше кількісно оцінив зміни просторової густини зір з відстанню та розробив схематичну модель Галактики у вигляді

сплющеного еліпсоїда обертання. У 1906 видав план фотографування зір у 206 вибраних площадках»[1].

Каптейна зірка — одна із зірок з найбільшим власним рухом. «Тьмянний червоний субкарлик»[6]. Перебуває в сузір'ї Живописця (в Україні не видно). Названа на честь Я.К.Каптейна.

Каретников Валентин Григорович (нар. 1938) — український «астроном, академік АН вищої школи України (1992). З 1989 – директор Одеської обсерваторії.

Наукові праці стосуються зоряної астрофізики, вивчення затемнюваних подвійних зір, астрофотометрії. Іменем Каретникова названо малу планету №4685»[13].

Карта неба (Carte du Ciel: Catalogue Astrographique, CdC), «каталоги та фотографічний атлас неба — міжнародна програма досліджень, у якій від 1887 взяли участь 18 астрономічних обсерваторій»[9].

За допомогою однакових астрографів сфотографовано зірки до 14^m . У каталоги було поміщено всі зорі до 12^m . Донедавна видано 90% каталогів, проте ще не всі є картами.

Кассіні Джованні Доменіко, Cassini G. D. (1625-1712) — італійський, французький астроном, член Паризької АН. У 1650-1669 — професор Болонського університету. З 1669 «працював у Франції, керував будівництвом Паризької обсерваторії, яку очолював до кінця життя.

Прославився як талановитий спостерігач. Визначив з високою точністю періоди обертання навколо осі Юпітера та Марса. Склали таблиці руху супутників Юпітера. Відкрив чотири супутники Сатурна – Япет (1671), Рею (1672), Тефію та Діону (1684) . У 1675 виявив, що кільце Сатурна складається із двох частин, розділених темною смугою. Склали велику карту Місяця. Дав перший науковий опис зодіакального світла. Керував експедиційними роботами під час вимірювання дуги меридіана на території Франції»[3].

Кассіопея (араб. «володарка трону») — «сузір'я Північної півкулі неба. Найяскравіші зірки: α – Шедар; β – Каф; δ – Рукба (Ксора); γ – Наві; η – Ахірд. Ці зорі утворюють на небі фігуру у вигляді літери W.

Кассіопея перебуває в смузі Молочного шляху. Найліпші умови видимості ввечері – у листопаді – грудні. Народна назва – Борона»[4].

Кастор — зоря α «Близнят ($1,58^m$). Зірка головної послідовності. Кастор є візуально-потрійною системою, кожна компонента якої є спектрально подвійною, тому ця система складається з шести зірок»[16].

Квадрант (від лат. *quadrans (quodrantis)* — чверть, четверта частина) — кутомірний «інструмент, яким вимірювали висоти небесних світил над горизонтом та кутові відстані між ними.

Він є чвертю кола, дуга якого поділена на градуси та встановлена у вертикальній площині. Навколо осі, яка проходить через центр кола та розміщена перпендикулярно до його площини, може повертатися зорова труба. В астрономічних обсерваторіях використовувались великі квадранти, що нерухомо кріпились до кам'яних стін будівлі.

Вийшов з ужитку наприкінці XVII ст.»[24].

Квадрантиди — метеорний «потік. Період видимості 2-4 січня; максимальна активність 3 січня. Годинне число метеорів 30»[8].

Квазаги, радіотихі квазари (QSG — скорочене від англ. *quazi-stellar galaxy* – квазізоряна галактика) — «об'єкти, котрі відрізняються від квазарів тим, що не мають помітного радіовипромінювання. Квазаги у 1965 році відкрив американський астроном А. Сендіджей»[34].

За розрахунками, в одиниці космічного об'єму квазаги у 50-100 разів більші, ніж квазари, які, швидш за все, являються тільки короткою фазою в житті квазарів.

Квазари (англ. *quasars*, скор. від *quasi-stellar radio source* – квазізоряне радіоджерело) — позагалактичні «об'єкти, які мають зореподібні зображення та сильні емісійні лінії з великим червоним зміщенням у спектрі.

Квазарами або квазізоряними джерелами у 60-х роках ХХ ст. назвали компактні джерела космічного радіовипромінювання, котрі спостерігаються також в оптичному діапазоні у вигляді слабких блакитних зірочок. У 1965 р. було виявлено, що існує більш численний, ніж квазари, клас об'єктів, схожих на них в оптичному діапазоні, але без радіовипромінювання. Такі об'єкти отримали назву квазізіркових галактик чи квазагів. Загальна назва квазарів та квазагів – квазізіркові об'єкти.

Видимий блиск квазізоряних об'єктів укладений в межах від 13^m до 22^m , в той час як їх абсолютні зоряні величини досягають величезних значень – від 22^m до 31^m . Це означає, що за світністю квазізоряні об'єкти яскравіші за звичайні галактики в сотні і тисячі разів, хоча за розмірами вони в стільки ж разів менші. Про їх відносно невеликі розміри свідчать швидкі зміни їх блиску: іноді протягом одного року блиск змінюється в десятки разів.

Спостерігається близько 30 квазізіркових об'єктів 22 зіркової величини на 1 кв. градус небесної сфери. Це приблизно стільки ж, скільки спостерігається і галактик цієї яскравості. При цьому просторова щільність квазагів приблизно в 100 разів вища порівняно з квазарами. Квазізоряні об'єкти часто входять до складу груп і бідних скупчень галактик, але не спостерігаються в областях, зайнятих багатими скупченнями. Навколо всіх близьких квазізоряних об'єктів в оптичному діапазоні спостерігаються протяжні (40 - 100 кпс) туманності слабкої поверхневої яскравості, що своєю витягнутою структурою нагадують взаємодіючі галактики. У цих туманностях дуже багато газу і видно досить широкі лінії випромінювання. У деяких випадках видно також зіркові лінії поглинання.

Аналізуючи всі відомі відомості про квазізіркові об'єкти, можна зробити висновок, що вони є ядрами потужних галактик на одній з їх еволюційних стадій – короткочасної, але дуже активної. При цьому квазари можуть виникати тільки в гігантських галактиках, а квазаги також і в плоских спіральних системах. Слід зазначити, що активність ядер галактик на нижчому рівні – явище досить поширене.

Виникнення короткочасної дуже активної стадії в еволюції ядра пов'язане, мабуть, або з епохою його утворення в молодій галактиці, або з процесами сильної гравітаційної взаємодії (аж до злиття) галактик у тісних групах, внаслідок чого приблизно за мільярд років може утворитися гігантська сфероїдна система, перенасичена газом. Взагалі, як свідчать спостереження, активність ядер, тісно пов'язані з присутністю у центральних областях галактик великої кількості газу, який, осідаючи на ядро, у той чи інший спосіб підтримують його активність»[41].

Кварцовий годинник — прилад для точного вимірювання часу; «хід таких годинників встановлюється за допомогою пластинки з мінералу кварцу (п'єзокварцова пластинка). Пластинка з цього матеріалу має чудову властивість. Якщо до її граней підвести змінну електричну напругу, вона почне робити коливання з відповідною частотою.

Якщо частота електричної напруги збігається з власною резонансною частотою самої пластинки, то виникають пружні стоячі хвилі, що відрізняються високою стабільністю. Ці коливання використовуються для управління генератором електромагнітних коливань кварцового годинника.

Кварцовий годинник має високу точність ходу: його добова помилка становить тисячні або навіть десятитисячні частки секунди. Для забезпечення ще більш високої точності в службах часу одночасно застосовується кілька кварцових годинників.

Спочатку кварцовий годинник був досить громіздким пристроєм. Однак з розвитком сучасної електроніки з'явилася можливість створення малогабаритного переносного кварцового годинника, який з успіхом застосовується в морській та авіаційній навігації, а також в експедиційних умовах»[41].

Кека телескоп — найбільший «сегментний телескоп у світі.

Установлений на горі Мауна-Кеа (висота 4120 м над рівнем моря) на Гавайських островах, яка відома найкращим астрокліматом. Проект телескопа розробили вчені Каліфорнійського технологічного інституту, фінансує

будівництво фонд У. М. Кека – мецената, який пожертвував гроші на будівництво телескопа за умови, що прилад буде названий в його честь. Його вартість становить 6% від вартості космічного телескопа Хаббла.

Монтування цього телескопу азимутальне. Проникна сила – 28^m (наближається до межі космічного телескопа Хаббла), проте уступає останньому у роздільній здатності.

Наприкінці 1993 отримано перші наукові результати. У 1996 введено в дію другий 10-м телескоп, який об'єднано в систему з першим телескопом Кека»[8].

Кембриджська радіоастрономічна обсерваторія, Малларда радіоастрономічна обсерваторія (Cambridge Observaiory, Mullard Radio Astronomy Observatory) — «радіоастрономічна «обсерваторія Кембриджського університету, заснована в 1951 році.

Головні дослідження: складання каталогів радіоджерел, вивчення пульсарів.

Головні інструменти: 5 -км інтерферометр, який складається з восьми 13-м параболічних антен; 6 -км інтерферометр, який складається з 18.3 -м параболічних антен; 0.8-км інтерферометр, який складається з двох 9.1-м антен»[8].

Кеплер Йоганн , Kepler J. (1571-1630) — німецький астроном і математик. «Він відкрив три основні закони руху планет, винайшов оптичну систему, що застосовується, зокрема, у сучасних рефракторах, підготував створення диференціального, інтегрального та варіаційного обчислення в математиці»[2].

Кеплер написав багато наукових праць та статей. «Найважливіша його праця – "Нова астрономія" (1609), присвячена вивченню руху Марса за спостереженнями Т. Браге і містить перші два закони руху планет. У праці "Гармонія Світу " (1619) Кеплер сформулював третій закон, об'днюючий теорію руху всіх планет в одне ціле. Сонце, займаючи одне із фокусів еліптичної орбіти планети, є, за Кеплером, джерелом сили, рушійної планети. Він висловив справедливі здогади про існування між небесними тілами тяжіння та пояснив припливи та відливи земних океанів впливом Місяця. Складені

Кеплером на основі спостережень Браге "Рудольфові таблиці" (1627) давали можливість обчислювати для будь-якого моменту становище планет з високою для тієї епохи точністю. У роботі "Скорочення коперникової астрономії" (1618-1622) Кеплер виклав теорію та способи передбачення сонячних та місячних затемнень. Його дослідження з оптики (проблеми заломлення світла, астрономічної рефракції, розробка теорії зорових труб) викладені у творах "Додаток до Віттело" (1604) та "Діоптрики" (1611). Чудові математичні здібності Кеплера виявилися, зокрема, у виведенні формул визначення обсягів багатьох тіл обертання»[41].

Кеплера закони — три закони, які «описують незбурений рух планет відносно Сонця. Їх вивів емпіричним шляхом Й. Кеплер на початку XVII ст. Два перші закони були опубліковані в його головній праці «Нова астрономія» (1609), третій відкрито пізніше й опубліковано в праці «Гармонії світу» (1619)» [36].

Перший закон. «Кожна планета рухається по еліпсу, в одному з фокусів якого є Сонце. З часом закон доповнювали і тепер він формулюється так: під час незбуреного руху орбітою точки, що рухається, є крива другого порядку, в одному з фокусів якої міститься центр сили тяжіння. Орбіта матеріальної точки в незбуреному русі – коло, еліпс, парабола або гіпербола.

Другий закон. Кожна планета рухається в площині, котра проходить через центр Сонця, причому площа сектору орбіти, що його описує радіус-вектор планети, змінюється пропорційно до часу. Іноді другий закон формулюється як закон площ: радіус-вектор планети за однакові проміжки часу описує рівновеликі площі.

Третій закон. Квадрати сидеричних періодів обертання планет навколо Сонця співвідносяться як куби їхніх середніх відстаней від Сонця»[8].

Климишин Іван Антонович (нар. 1933) — український астроном, «академік АН вищої школи України, дійсний член Наукового товариства ім. Т. Г. Шевченка (1992) . У 1958—1974 працював в обсерваторії Львівського університету (в 1962 — 1970 заст. директора з наук. роботи). З 1974 — професор Івано-Франківського педагогічного інституту (тепер Прикарпатський університет).

Наукові праці стосуються радіаційної космічної газодинаміки та історії календаря. Він є автором понад 40 наук. монографій, підручників та навчальних посібників. Іменем пана Івана названа мала планета № 3653»[18].

Коагуляція (лат. coagulatio – зсідання) (в астрономії) — збільшення маси та розмірів частинок міжзоряного космічного пилу «завдяки їх злипанню під час взаємних зіткнень».

Для злипання частинок пилу потрібно, щоб швидкість зіткнень була порівняно малою. У протилежному випадку відбувається дроблення на менші частинки або повне руйнування»[24].

Когерентне розсіювання (від лат. cohaerens – взаємопов’язаний) — процес, під час якого «атом змінює напрям руху розсіюваного фотона, не змінюючи свого енергетичного стану, а розсіяний фотон має ту ж енергію, що й до розсіювання»[12].

Козоріг — зодіакальне сузір’я. Найяскравіші зірки: δ – Шедді; β – Дабіх; α – Греді. Два тисячоліття тому, «коли в Давній Греції склали назви сузір’їв, у Козорога була точка зимового сонцестояння».

Найкращі умови видимості ввечері – у серпні-вересні. Сонце проходить через сузір’я з 19 січня по 16 лютого»[42].

Коліматор, в оптиці (від лат collineo – націлююся, спрямовую) — пристрій «для створення пучка паралельних променів. У спектральних приладах він використовується, щоб зменшити астигматизм диспергуючої системи, наприклад, призми та дифракційних ґраток»[24].

Комета (грец. κομήτης – волохатий) — тіло Сонячної системи, котре має вигляд туманних об’єктів, зазвичай зі світлим згустком-ядром у центрі та хвостом. Належить до найкрасивіших небесних тіл. «Світлі туманні оболонки, які оточують невелике ядро, довгий хвіст, який іноді тягнеться на півнеба, швидкий рух серед зірок – все це робить комету несхожою на інші небесні світила. Комета може спостерігатися тоді, коли невелике крижане тіло, яке називають ядром комети, наближається до Сонця на відстань менше 4-5 а. е.,

прогрівається його променями і з нього починають виділятися гази та пил, які видно в результаті їх освітлення Сонцем.

Гази та пил, котрі виділяються з ядра, створюють навколо нього туманну оболонку – атмосферу комети, яка складає разом із ядром голову комети. Її атмосфера безперервно розсіюється в міжпланетний простір: під дією світлового тиску та взаємодії із сонячним вітром гази та пил відносяться у напрямку від Сонця, утворюючи хвіст комети.

Усередині голови у більшості комет спостерігається яскраве зіркоподібне "ядро", котре є свіченням центральної, найбільш щільної зони газів навколо істинного ядра комети. Голова комети та її хвіст не мають м'які обриси. Їхні видимі розміри залежать від інтенсивності виділення газів та пилу з ядра, яке визначається розмірами ядра та його близькістю до Сонця, а з іншого боку, від обставин спостережень; насамперед від яскравості фону неба. Іноді та чи інша комета зближується з будь-якої потужної планетою, і це призводить до різкої зміни її орбіти.

Поперечник голови комети зазвичай становить десятки та сотні тисяч кілометрів, проте, наприклад, у комети 1680 і у яскравої комети 1811 він перевищував мільйон кілометрів, тобто майже дорівнював поперечнику Сонця. Вздовж хвоста комети яскравість зменшується поступово, і тому довжина видимої частини хвоста – до місця, де він зливається з фоном неба, залежить від чорноти неба, від застосовуваного телескопа та інших причин. Зазвичай довжина видимої частини хвоста становить мільйони та десятки мільйонів кілометрів. Але в яскравої комети 1680 р., що мала гігантську голову, хвіст було видно протягом 300 млн. км, так як його довжина була вдвічі більша за відстань від Землі до Сонця» [14].

Спостереження за яскравими кометами дозволили астрономам накопичити цінні дані про кометні хвости, що стали основою вивчення їхньої природи. Як показали спектроскопічні спостереження, свічення оболонок голови та хвоста комети створюється більшою мірою газовими молекулами та пилом. Голова та хвіст комети абсолютно прозорі. Коли комета спостерігається між Землею та

якоюсь зіркою, то світло зірки доходить до нас без помітного послаблення. Отже, гази та пил у кометах надзвичайно розріджені.

Згідно з класифікацією, запропонованою в 70-х роках. ХІХ ст. астрономом Ф. Л. Бредихіним, «всі кометні хвости поділяються на три типи: хвости І типу спрямовані прямо від Сонця; хвости ІІ типу вигнуті та відхиляються назад по відношенню до орбітального руху комети; хвости ІІІ типу майже прямі, але помітно відхиляються назад. При деяких взаємних положеннях Сонця, комети та Землі хвости ІІ і ІІІ типів здаються земному спостерігачеві спрямованими на Сонце, тому утворюють такзвані аномальні хвости. Сучасні дослідження дозволили встановити, що хвости І типу – плазмові, вони мають струменеву структуру і складаються з іонізованих молекул, яких з великим прискоренням відносяться геть від ядра внаслідок електромагнітної взаємодії із сонячним вітром. Хвости ІІ типу утворені пиловими частинками різної величини, що безперервно виділяються з ядра. Хвости ІІІ типу з'являються в тому випадку, коли з ядра одночасно виділяється ціла хмара порошинок. Пилінки різної величини набувають різного прискорення під впливом світлового тиску, і тому така хмара розтягується в смугу – хвіст комети.

Близько 1950 вдалося встановити, що ядра комет – це порівняно невеликі крижані тіла, які складаються з замерзлих газів, перемішаних з деякою кількістю нелетких кам'янистих речовин. Поперечники ядер бувають зазвичай від кількох сотень метрів до кількох кілометрів, і тому ядра не видно.

Коли комета наближається ближче до Сонця і випаровування посилюється, то можна побачити туманні оболонки голови комети, а іноді й розріджений потік газів, що відганяється геть від ядра відштовхуючою дією Сонця. Разом із газом ядро залишають і порошинки з нелетких кам'янистих речовин. Такі потоки газу та пилу утворюють один або кілька хвостів комети. Проте не тільки порошинки, але також й більші частинки залишають ядро, що захоплюються потоком газів, які випаровуються. Кометні ядра настільки малі, що сила тяжіння на їхні поверхні у десятки тисяч разів менше, ніж Землі.

Світіння газів у кометах – це перевипромінювання сонячного світла, причому перевипромінюються тільки промені певних довжин хвиль, притаманних даній молекулі.

Як свідчить вивчення спектрів, майже в усіх кометах випромінювання голови породжується нейтральними молекулами, які складаються з 2 чи 3 атомів. У 70-х роках було встановлено присутність у кометах атомарного кисню, водню та вуглецю. У 1974 р. вперше вдалося виявити радіовипромінювання кометних молекул.

Комети є членами Сонячної системи. Вони рухаються навколо Сонця по витягнутих еліптичних орбітах різних розмірів, як завгодно орієнтованих у просторі. Відомо близько 100 періодичних та короткоперіодичних комет, які через кілька років або десятків років наближаються до Сонця, витрачаючи при цьому щоразу деяку частину свого ядра.

Існування періодичних комет було встановлено наприкінці XVII ст. англійським астрономом Е. Галлеєм, який обчислив орбіти комет, які спостерігалися в 1531, 1607 і 1682 рр., і виявив їхню дивовижну подібність. Надалі підтвердилося, що це були різні наближення до Сонця однієї і тієї ж комети, яка отримала назву комети Галлея. Вона повертається до Сонця із періодом близько 76 років.

Більшість комет мають орбіти, у тисячі разів більші за діаметр планетної системи. Вони наближаються до Сонця через проміжки часу в мільйони років. Тому, на відміну короткоперіодичних комет, передбачити їх появу неможливо. У таких комет, коли вони знаходяться дуже далеко від Сонця, орбіти змінюються під впливом тяжіння найближчих зірок. У той самий час в усіх кометах під час руху в області, зайнятої планетами, орбіти змінюються під впливом планетних тяжінь. Зміни бувають особливо великі при тісних зближеннях комет із планетами-гігантами. Зрідка відбуватися зіткнення комети з планетами. Частина кратерів на Землі та Місяці, Меркурії та Марсі утворилася внаслідок ударів ядер комет.

Більшість комет відкривається сьогодні за фотографіями. Трапляються випадки, коли їх відкривають при спостереженні неба неозброєним оком. Але неозброєним оком добре видно тільки тоді, коли підходять порівняно близько до Сонця. Комету називають на прізвище людини, яка її відкрила, рідше – на прізвище астронома, який багато її вивчав.

Чергове наближення комети Галлея до Сонця спостерігалось у квітні 1986р. Але вже наприкінці 1983 р. вдалося виявити її за допомогою чутливої апаратури. На той час вона була ще на великій відстані від Сонця. Крім різнобічних спостережень комети Галлея з різних обсерваторій на зустріч із нею було надіслано п'ять космічних апаратів, які мали пролетіти поблизу комети та передати на Землю відомості про її структуру та склад. Вони були направлені до Венери, під дією її тяжіння змінили свою орбіту і полетіли в бік комети Галлея, що наближається до Сонця»[41].

Компас (нім. Kompaß, з італ. compasso, від compassare – міряти кроками) — «прилад для орієнтування на місцевості та визначення сторін світу. Його дія полягає у використанні магнітної стрілки, гіроскопа та сприйманні радіохвиль»[40].

В астрономії є спеціальний компас, який називається пеленгатор. Він безперервно спостерігає за положенням певного небесного світила (напр., Сонця), що дає змогу визначити напрям земного меридіана, якщо нам відомі астрономічні координати місця перебування.

Конфігурації (лат. configuratio, від configuro — надаю правильну форму) — «характерні положення планет Сонячної системи на їх орбітах по відношенню до Сонця та Землі. Вони «різні для нижніх (іноді їх називають внутрішніми) планет, що знаходяться до Сонця ближче за Землю (Меркурій, Венера), і для верхніх (зовнішніх), орбіти яких розташовані за орбітою Землі (інші планети).

Розглянемо схему руху нижньої (внутрішньої) планети, вважаючи для простоти, що вона рухається у тій самій площині, як і Земля. Момент, у який нижня планета перетинає пряму, яка з'єднує центри Сонця та Землі, називається її нижнім з'єднанням. Поблизу нижнього з'єднання планету видно у вигляді

вузького серпа. Саме в момент нижнього з'єднання планету не видно, оскільки вона повернена до Землі півкулею, яка не освітлена Сонцем. Однак у цей час може настати явище проходження планети по диску Сонця, коли планети – Венера або Меркурій можуть спостерігатися у вигляді чорного кружечка, який рухається сонячним диском»[8].

Продовжуючи рухатися орбітою, «нижня планета для земного спостерігача досягає деякого найбільшого кутового віддалення від Сонця, після чого знову починає до нього наближатися. Положення найбільшого кутового віддалення називається елонгацією. Меркурій в елонгації спостерігається на відстані близько 28° , Венера – близько 48° від Сонця. Розрізняють елонгації східні, коли планета спостерігається ввечері після заходу Сонця, і західні, коли її видно під ранок, до його сходу.

Момент проходження нижньої планети строго за Сонцем називається верхнім з'єднанням. Поблизу верхнього з'єднання планета спостерігається як повний диск.

Для верхніх (зовнішніх) планет розрізняють моменти протистояння, західної та східної квадратур та з'єднання. У протистоянні верхня планета помітна на протилежному від Сонця боці неба, тоді як відстань між нею і Землею найменша. Цей період є найбільш сприятливим для астрономічних спостережень її поверхні. У квадратурах кут між напрямком планети та Сонцем становить 90° . У поєднанні верхня планета, так само як і нижня, йде за диск Сонця і губиться в його променях. У цей період відстань від Землі до планети найбільша.

Місяць, під час обертання навколо Землі виявляється, то між Сонцем і Землею, подібно до нижньої планети, то далі від Сонця, подібно до верхньої планети. Тому стосовно Місяця астрономи частіше користуються спеціальною термінологією, хоча, по суті, момент молодика аналогічний нижньому з'єднанню, момент повного місяця - протистоянню і т.д»[41].

Координатно-вимірювальна машина – лабораторний «прилад для точного вимірювання положення небесних світил зображуваних на фотографіях

зоряного неба. Точність виміру координат на координатно-вимірювальних машинах досягла $\pm 0,5$ мкм.

Основні частини координатно-вимірювальних машин: предметний столик, на якому закріплюється фотографія; вимірювальний мікроскоп із сіткою ниток для наведення на зображення об'єкта; точно розділені шкали або мікрометричні гвинти, якими проводиться відлік координат вимірюваного об'єкта»[17].

У 60-х роках. ХХ ст. «створено напівавтоматичні машини: наведення на об'єкт, що вимірюється, здійснює оператор, а відлік шкал прочитується і реєструється на перфострічці або перфокартах та друкується на папері електронним пристроєм. З'явилися вимірювальні автомати, які поєднують в одному комплексі координатно-вимірювальну машину, фотометр та електронну обчислювальну машину (ЕОМ). Роль людини при роботі на такому автоматі зводиться тільки до встановлення вимірюваної фотографії та введення програми в електронну обчислювальну машину»[41].

Коперник Міколай, Copernik M. (1473 – 1543) — великий «польський астроном та державний діяч, один із видатних вчених в історії природознавства, творець нової, геліоцентричної системи світу.

Він невпинно розмірковував над пристроєм Сонячної системи і поступово прийшов до свого великого відкриття використавши ідею давньогрецького філософа Аристарха Самоського (III ст. До н. Е.) про те, що Земля рухається навколо Сонця. Загальну філософську здогадку Коперник перетворив на сувору математичну теорію, яка вперше пояснила всі відомі тоді особливості у русі планет, Сонця та Місяця. Коперник стверджував, що Земля та інші планети – супутники Сонця. Він показав, що саме рухом Землі навколо Сонця та її добовим обертанням навколо своєї осі пояснюється видиме переміщення Сонця серед зірок, петлеподібний рух планет та видиме добове обертання небесного склепіння»[39].

Свою теорію Коперник «творив майже 30 років. Вона викладена у його знаменитому творі " Про звернення небесних сфер " (1543). Вчення Коперника завдало нищівного удару релігії та церкві, котрі стверджували уявлення про

Землю як обраницю, що стоїть у центрі світу (згідно з геоцентричною системою світу Птолемея), і відіграло величезну роль у подальшому розвитку природознавства. На основі цієї теорії були відкриті І. Кеплером закони рухів планет та І. Ньютоном закон всесвітнього тяжіння. Геліоцентрична система спростувала уявлення про особливе становище Землі у Всесвіті, послужила основою для розвитку ідеї множинності заселених світів, нескінченності самого Всесвіту. Вона показала можливість теоретико-експериментального пізнання світу. Тому проголошення геліоцентричної системи Коперника увійшло в історію природознавства як велика наукова революція»[41].

Космічна геодезія — «розділ геодезії, в якому вивчаються методи визначення взаємного положення точок на земній поверхні, розмірів Землі, параметрів її гравітаційного поля»[24] на основі спостережень сонячних затемнень та покриттів зірок Місяцем, а також спостереження за штучними супутниками Землі та аеростатами (балонами) з імпульсивними джерелами світла, що піднімаються на висоту 20-30 км.

Найбільшого поширення у 60-70 рр. н. ХХ ст. здобула супутникова геодезія. «Спостереження супутників за допомогою спеціальних супутникових фотографічних камер з пунктів, розташованих далеко один від одного, у різних країнах ба навіть на різних материках, дають можливість обчислити відстань між цими пунктами, визначити їхнє взаємне положення на земній поверхні. Таким шляхом можна здійснити, наприклад, геодезичну прив'язку того чи іншого острова до мережі координат, встановленій на материку. Спостереження, що виконуються протягом багатьох років зі станцій, розташованих на різних материках, дозволяють виявляти зміни відстаней між станціями та вивчати таким чином закономірності руху материків.

Завдання супутникової геодезії поділяються на геометричні та динамічні. Геометричні завдання вирішують на основі одночасних (синхронних) спостережень супутників із двох та більше станцій. В результаті вирішення цих завдань будуються мережі космічної триангуляції, подібні до мереж триангуляції, створюваним класичними (наземними) методами. Однак якщо в

наземних мережах сторони трикутників зазвичай не перевищують 20-30 км (відстань між сусідніми геодезичними знаками – вежами), то в космічній тріангуляції вони можуть досягати кількох тисяч кілометрів.

Для вирішення динамічних завдань щодо змін орбіт штучних супутників досліджують будову гравітаційного поля Землі, що дозволяє судити і про будову самої Землі.

Поряд із фотографічними камерами в супутниковій геодезії набувають все більшого використання лазерні супутникові далекоміри, що дозволяють з високою точністю вимірювати відстані до супутників»[41].

Космічна навігація — управління рухом космічного апарату; у вузькому значенні навігаційне «завдання полягає у визначенні розташування космічного апарату та прогнозування його руху.

Для цілей космічної навігації використовують вимірювальні прилади та електронні обчислювальні машини, встановлені на борту космічного апарату, а також спостереження з Землі. Космонавт може брати участь у вирішенні завдань навігації.

Метод інерційної навігації заснований на механічних явищах, котрі реєструються бортовими чутливими приладами – акселерометрами. Вони вимірюють прискорення апарату під впливом сили тяги, та опору середовища. Ці відомості передаються обчислювальному пристрою, який визначає у будь-який момент часу координати та швидкість апарату. Також беруться до уваги відомості про сили тяжіння, котрі впливають на рух апарату, які акселерометри виміряти не можуть.

Метод радіонавігації дозволяє визначити за допомогою наземного радіолокатора: напрямом на космічний апарат, відстань до нього (за часом проходження туди й назад сигналу, надісланого радіолокатором і повернутий назад приладом-відповідачем) та променеву швидкість.

Метод астрономічної навігації використовується у далеких космічних польотах. Він заснований на спостереженнях світил на небесній сфері і багато в чому подібний до методу, що використовується штурманами морських кораблів

і літаків. За допомогою оптичних приладів вимірюються кутові відстані між планетою та якоюсь із яскравих нерухомих зірок, між планетою та Сонцем, між Сонцем та зіркою. Поблизу планети положення апарату визначається за кутовою відстанню між зіркою і краєм видимого диска планети або орієнтиром на ній, по моменту затемнення планетою зірки або заходу Сонця. Вимірювання кутового діаметра планети дозволяє визначити відстань до неї. На околиці Землі важливу роль відіграють спостереження Місяця»[41].

Космічні кораблі (КК) — космічні «літальні апарати, призначені для польоту людей – космонавтів.

Перший політ у космос на космічному кораблі "Схід" здійснив 12 квітня 1961 радянський льотчик-космонавт Ю. А. Гагарін. Маса КК "Схід" разом із космонавтом – 4725 кг, максимальна висота польоту над Землею – 327 км. Політ Юрія Гагаріна тривав тільки 108 хв, проте він мав історичне значення: було доведено, що людина може жити та працювати у космосі. "Він усіх нас покликав у космос", – сказав про Юрія Гагаріна американський космонавт Нейл Армстронг.

КК запускаються або з самостійною метою (проведення науково-технічних досліджень та експериментів, спостереження з космосу Землі та природних явищ в навколишньому просторі, випробування та відпрацювання нових систем та обладнання), або з метою доставки екіпажів на орбітальні станції.

На відміну від автоматичних космічних літальних апаратів, кожен космічний корабель має три основні обов'язкові елементи: герметичний відсік із системою життєзабезпечення, в якому живе і працює в космосі екіпаж; апарат для повернення екіпажу на Землю; системи орієнтації, управління та установку для зміни орбіти та сходу з неї перед посадкою.

Система життєзабезпечення створює та підтримує у герметичному відсіку умови, необхідні для життя та діяльності людини: штучне газове середовище (повітря) певного хімічного складу, з певними тиском, температурою, вологістю; задовольняє потреби екіпажу у кисні, їжі, воді; видаляє відходи життєдіяльності людини (наприклад, поглинає вуглекислий газ, що видихається

людиною). При короткочасних польотах запаси кисню можуть зберігатися на борту КК, при тривалих кисень можна отримати, наприклад, шляхом електролізу води або розкладання вуглекислого газу.

Апарати, що спускаються, для повернення екіпажу на Землю використовують парашутні системи для зменшення швидкості зниження перед посадкою. Апарати американських КК, що спускаються, здійснюють посадку на водну поверхню, вітчизняних КК – на тверду земну поверхню. Тому вітчизняні апарати, що спускаються КК додатково мають двигуни м'якої посадки, що спрацьовують безпосередньо біля поверхні і різко знижують швидкість посадки. Спускаючі апарати мають також потужні зовнішні теплозахисні екрани, так як при вході в щільні шари атмосфери з великими швидкостями їх зовнішні поверхні через тертя повітря нагріваються до дуже високих температур.

У апараті, що спускається, екіпаж знаходиться на ділянці виведення корабля на орбіту, при управлінні кораблем у польоті по орбіті, при поверненні на Землю. Орбітальний відсік – лабораторія, в якій космонавти проводять наукові дослідження та спостереження, займаються фізичними вправами, харчуються та відпочивають. У цьому відсіку обладнані місця для роботи, відпочинку та сну космонавтів. Орбітальний відсік можна використовувати як шлюзову камеру для виходу космонавтів у відкритий космос. У приладно-агрегатному відсіку розміщується основна бортова апаратура та рухові установки корабля. Частина відсіку герметична. Всередині її підтримуються умови, необхідні для нормального функціонування системи терморегулювання, енергоживлення, апаратури радіозв'язку та телеметрії, приладів системи орієнтації та управління рухом. У негерметичній частині відсіку змонтовано рідинну реактивну рухову установку, яка використовується для маневрування КК на орбіті, а також для сходу корабля з орбіти. Вона складається із двох двигунів тягою по 400 кг кожен»[41].

Космічні промені — «потoki швидких заряджених частинок – протонів, електронів, ядер різних хімічних елементів зі швидкістю понад 100 000 км/с.

Потрапляючи в земну атмосферу, частки космічних променів зіштовхуються у ній з ядрами атомів азоту та кисню та руйнують їх. Внаслідок цього виникають потоки нових елементарних частинок. Такі частки, народжені в атмосфері, є вторинними космічними променями.

Космічні промені щодиті пронизують буквально кожен квадратний сантиметр міжпланетного та міжзоряного простору. Здебільшого це частки порівняно невисоких енергій. Чим більша енергія космічних частинок, тим рідше вони трапляються.

Більше 90% первинних космічних променів усіх енергій становлять протони, близько 7% припадає на α -частки (ядра атомів гелію), близько 2% - на ядра атомів, важчих, ніж у гелію, і приблизно 1% - на електрони. За своєю природою космічні промені поділяються на сонячні та галактичні.

Сонячні космічні промені мають невелику енергію та утворюються при спалахах на Сонці. Прискорення частинок цих космічних променів відбувається у хромосфері та короні Сонця. Потоки сонячних променів після особливо сильних спалахів на Сонці можуть становити серйозну радіаційну небезпеку для космонавтів.

Галактичними променями є первинні космічні промені, котрі надходять ззовні в Сонячну систему. Вони рухаються в міжзоряному просторі досить заплутаними траєкторіями, постійно змінюючи напрямок польоту під дією магнітного поля, що існує між зірками нашої Галактики. Електрони, що входять до складу космічних променів, поступово гальмуються в магнітному полі, витрачаючи енергію на випромінювання радіохвиль. Таке випромінювання називається синхротронним. Воно реєструється радіотелескопами. Спостерігаючи його, можна виявити області підвищеної концентрації космічних променів.

Основним джерелом космічних променів у міжзоряному просторі є, вибухи наднових зірок. Не випадково їхні залишки мають потужне синхротронне випромінювання. Дуже потужними джерелами космічних променів можуть бути активні ядра галактик, а також радіогалактики з

характерними для них викидами речовини, що супроводжуються потужним радіовипромінюванням.

Вивчення космічних променів – один із найцікавіших розділів астрофізики. Спостереження космічних променів (безпосередня реєстрація їх, аналіз синхротронного випромінювання або ефектів їх взаємодії з середовищем) дозволяють глибше зрозуміти механізми виділення енергії при різних космічних процесах, з'ясувати фізичні властивості міжзоряного середовища, котрі знаходиться під безперервним впливом космічних променів»[41].

Космічні швидкості — критичні «значення швидкості космічного апарату в момент виходу його на орбіту, тобто тоді коли припиняється робота двигунів ракети- носія.

Перша Космічна швидкість — найменша початкова швидкість, яку потрібно надати космічному апарату, щоб він став штучним супутником Землі:

$$v_1 = \sqrt{GM/(R + h)}$$

де M і R — маса і радіус Землі, h — висота польоту над земною поверхнею.

Друга Космічна швидкість, або параболічна швидкість — мінімальна початкова швидкість, набувши якої, апарат стає супутником Сонця, штучною планетою:

$$v_2 = v_1\sqrt{2}$$

Третя Космічна швидкість — найменша початкова швидкість, яка потрібна для того, щоб земний апарат назавжди покинув Сонячну систему.

Для Землі перша, друга й третя Космічні швидкості дорівнюють: 7.91; 11.19; 16.7 км/с біля поверхні Землі»[8].

Космогонія (грец. κοσμογονία – походження світу) — наука, що «вивчає походження та розвиток небесних тіл, наприклад планет та їх супутників, Сонця, зірок, галактик»[37].

Астрономи спостерігають «космічні тіла на різній стадії розвитку, що утворилися нещодавно і в далекому минулому, швидко "старіють" або майже "застигли" у своєму розвитку. Космогонічні гіпотези та теорії зазвичай виходять із припущення, що основна сила, яка "формує" космічні об'єкти –

гравітація. За певних умов дуже розріджене середовище (міжзоряний газ) починає стискатися під впливом гравітації. Зрештою під час такого стиснення і утворюються планети, зірки, зіркові системи. Теоретично така можливість цілком реальна. Це уявлення пояснює багато властивостей зазначених об'єктів та його розподілу у просторі.

Утворення більшості галактик, що спостерігалися, відбувалося в далекому минулому, коли середня щільність речовини у Всесвіті була значно вищою. В результаті зростання неоднорідностей газового середовища могли формуватися гігантські воднево-гелієві хмари газу (або системи хмар) – протогалактики. Вони стискалися під впливом своєї гравітації. У процесі стиснення протогалактик і виникли перші зірки та зоряні скупчення. Багато хто з них "дожив" до наших днів. За хімічним складом та формою орбіт ці старі зірки сильно відрізняються від тих, які утворюються в сьогодні.

Поява зірок у сучасну епоху пов'язана зі стисненням міжзоряного газу холодних газових хмарах. Вони спостерігаються поблизу площини Галактики. У нашій Галактиці, як і в інших спіральних галактиках, зірки виникають найчастіше не поодиночі, а групами: утворюються цілі зоряні скупчення та асоціації»[41].

Космологія (космос і грец. *Λογος* – слово, вчення) — розділ астрономії, «про будову та еволюцію Всесвіту.

Загальні уявлення про будову Всесвіту склалися на протязі всієї історії астрономії. Проте тільки в нашому столітті змогла з'явитися сучасна наука космологію. На той час А. Ейнштейн узагальнив закон всесвітнього тяжіння на випадок надсильних гравітаційних полів; без такого узагальнення неможливе застосування теорії тяжіння до всього Всесвіту»[41]. Створення великих телескопів, розвиток фотографічної астрономії, спектроскопії, інших методів спостережень дозволили вивчити розподіл галактик у просторі та його рух на величезних відстанях. Розподіл речовини у просторі є одним з найважливіших питань космології.

Математична «теорія (космологічна модель) однорідного Всесвіту, в якому за всіма напрямками властивості однакові, була побудована математиком А.А.Фрідманом у середині 20-х рр. на основі теорії тяжіння Ейнштейна. Фрідман довів, що через дію сил тяжіння речовина Всесвіту неспроможна перебувати у спокої: Всесвіт або розширюється, або стискається.

Незабаром американський астроном Є. Хаббл встановив, що Всесвіт розширюється. Галактики та його скупчення віддаляються одна від одного і від нашої Галактики зі швидкістю, пропорційною відстані між ними. Так теорія Фрідмана була підтверджена спостереженнями.

Згідно з теорією Фрідмана, у майбутньому Всесвіт буде або необмежено розширюватися, або розширення зміниться стисненням, що залежить від середньої щільності речовини у Всесвіті і швидкості розширення. Швидкість розширення Всесвіту відома (близько 75 км/с для галактик, віддалених на 1 Мпс). При даній швидкості розширення критичне значення густини, від якого залежить, чи Всесвіт розширюватиметься чи стискатиметься, чисельно становить 10^{-29} г/см³. Дійсна середня щільність речовини у Всесвіті відома не достовірно, проте швидше за все вона разів на десять менша критичної. Отже, Всесвіт має необмежено розширюватись.

Останнім часом основна увага у космологічних дослідженнях приділяється дослідженню фізичних процесів, які протікають у ході еволюції Всесвіту. Вчені намагаються зрозуміти, що було на початку розширення Всесвіту (близько 10-20 млрд. років тому), коли, згідно з теорією "гарячого" Всесвіту, вся речовина була дуже гарячою і щільною, і як відбувався процес утворення галактик»[41].

Космонавт — людина, яка «здійснила політ у космос на космічному кораблі або на якомусь іншому космічному об'єкті.

Професія космонавта особлива, вона ставить перед людиною дуже високі вимоги. Космонавт насамперед повинен мати відмінне здоров'я. Йому доводиться працювати в незвичайних умовах: при виведенні на орбіту і особливо при поверненні Землю на нього діють чималі навантаження. Так, десятикратне навантаження означає, що космонавт, наприклад, при власній вазі

80 кг відчуває свою вагу рівним 800 кг. А на орбіті він потрапляє в умови невагомості, зовсім незвичні для людини, яка народилася і живе в умовах земної сили тяжіння. Для збереження високої працездатності в цих умовах і можливості швидкої адаптації організму при поверненні на Землю космонавт, перебуваючи в космічному кораблі, повинен кілька годин на день займатися важкими фізичними вправами.

Космонавт повинен бути мужньою і сміливою людиною, винахідливою в будь-яких ситуаціях, вміти швидко приймати правильні рішення в обстановці, що стрімко змінюється. Кожен старт у космос – політ у вороже для людини середовище, де панують вакуум, невагомість, смертельні для людини випромінювання. І хоча в космічному кораблі або на орбітальній станції космонавт захищений міцним непроникним корпусом, усередині нього створені практично звичні для людини умови життєдіяльності, непередбачені аварійні ситуації можуть виникати і на Землі при випробуваннях космічної техніки, і в космосі, і при поверненні на Землі.

Космонавт повинен чудово знати космічну техніку та бездоганно володіти нею. Вже перші космічні кораблі мали дуже складний технічний пристрій. З того часу космічна техніка стала ще складнішою і досконалішою, що висуває ще вищі професійні вимоги до космонавта. Тільки ідеальна взаємодія космонавта з космічним кораблем, уміння проводити регулярні профілактичні та ремонтні роботи може забезпечити успішне виконання програми польоту»[41].

Космонавтика — комплексна «галузь науки і техніки, що забезпечує дослідження та використання космічного простору за допомогою автоматичних та пілотованих космічних літальних апаратів. Виділяються три основні галузі сучасних науково-технічних досліджень та розробок: навколосемні польоти; польоти до Місяця та в навколосемічному просторі; міжпланетні польоти. У перших двох областях освоєно як автоматичні, так і пілотовані польоти, у третій вже здійснено польоти автоматичних станцій до Меркурія, Венери, Марса, Юпітера, Сатурна. Польоти до зірок розглядаються тільки з теоретичної

точки зору, так як ще немає способів подолання численних технічних труднощів, які виникатимуть за таких польотах» [39].

Не менш важлива «роль космонавтики для практичних потреб людства – розвитку промисловості та сільського господарства, радіозв'язку та телебачення, навігації літаків та суден, вирішення енергетичних проблем (сонячні орбітальні електростанції), завдань геодезії та метеорології. Вивчаються можливості створення орбітальних заводів.

У майбутньому ми чекаємо на створення довгострокових населених наукових станцій на орбітах навколо Місяця та планет Сонячної системи. Передбачається виникнення складних космічних індустріальних комплексів із численним населенням на орбітах навколо Землі та Сонця. Однак заселення людством планет Сонячної системи навряд чи може бути здійснене в найближчому майбутньому.

Космонавтика ґрунтується на цілій низці наукових та технічних дисциплін. Космічна динаміка та ракетодинаміка, а також сукупність наших астрономічних знань складають теоретичний фундамент космонавтики з моменту її зародження»[41].

Космос (грец. κοσμος – порядок, світ, Всесвіт) — починаючи «з VI ст. до н. е. давні греки характеризували цим словом Всесвіт як струнку, організовану систему, протиставляючи її хаосу – безладному нагромадженню матерії. Термін перейшов у сучасну науку від стародавніх греків і є, по суті, синонімом Всесвіту.

Космос включає міжпланетний, міжзоряний, міжгалактичний простір з усіма тілами, що знаходяться в ньому. Говорячи про космос (космічний простір), часто мають на увазі не весь Всесвіт, а лише міжпланетне та навколосемне середовище, яке знаходиться за межами атмосфери Землі»[8].

Крабоподібна туманність, краб — туманність у сузір'ї Тельця, що «знаходиться на відстані приблизно 1700 пс. Разом з пульсаром, що у її центрі, вона є залишок наднової зірки, яка спалахнула в 1054 р. Крабоподібна

туманність розширюється зі швидкістю близько 1500 км/с. Розширення туманності пояснюється тим, що її розліт розпочався приблизно 900 років тому.

На фотографіях крабоподібної туманності можна чітко виділити дві різні за формою частини: протяжну мережу волокон і внутрішню аморфну (безформну) частину. Ці частини відрізняються як формою, так і фізичними процесами, які відбуваються у них. Виявилося, що волокна випромінюють лінійний спектр, а аморфна частина – безперервний.

Випромінювання волокон пояснюється звичайними процесами, які протікають у газових туманностях, тобто процесами в іонізованому гарячому газі. Однак усі спроби пояснити безперервне випромінювання аморфної маси були безрезультатними»[41].

Кратер (грец. κρατηρ – чаша) — утворення на поверхнях планетних тіл, «чашоподібне, конусоподібне заглиблення, округла западина» [24], спричинені падінням на них космічних тіл (астероїдів).

Відповідно до маси та швидкості астероїдів «розрізняють ударні та вибухові кратери. На безатмосферних планетних тілах, наприклад, на Місяці, ударні кратери утворюються завдяки падінню метеорного тіла (метеороїда) будь-якої маси, тому й розміри кратерів є різноманітними — від мікронних до 1000 км у діаметрі.

Ударні кратери поділяють на первинні (сліди ударів космічних тіл) та вторинні (сліди ударів продуктів, викинутих у процесі утворення первинних кратерів). Розміри ударних кратерів менші, ніж вибухових.

Діаметр залежить від маси метеороїда, його швидкості, прискорення вільного падіння, структури ґрунту на поверхні планетного тіла. Коли падає великий метеороїд на поверхню Землі, то сила вибуху може викинути продукт вибуху за межі земної атмосфери. З частини викинутої речовини, яка повертається назад, утворюються тектити. Метеоритні кратери на Землі називають астроблемами.

Вивчення утворів на небесних тілах дає розуміння того, коли це відбулось. Кратери виявлені практично на всіх тілах Сонячної системи. Деяка їхня частина має вулканічне походження»[41].

Кримська астрофізична обсерваторія — науково-дослідна «установа розташована у передгір'ях Криму, за 12 км на схід від Бахчисараю. Ця обсерваторія – одна з найбільших у світі. Заснована в 1908 р. поблизу Сімеїзу. У 1946 р. розпочалося будівництво будівель та телескопів на новому місці в горах біля Бахчисараю. Першим великим інструментом тут був подвійний астрограф з діаметром об'єктива 40 см. Серед інших інструментів та приладів Кримської обсерваторії найбільші: баштовий сонячний телескоп – один з найкращих у світі інструментів такого типу (оснащений обчислювальним комплексом, що управляє), один з найбільших в Європі телескоп- рефлектор із діаметром дзеркала 2,6 м, потужний радіотелескоп для міліметрового діапазону довжин хвиль, параболічна антена якого має діаметр 22 м.

Основні наукові роботи обсерваторії пов'язані з дослідженням нестационарних процесів, що відбуваються на Сонці та в космосі. Для успішного проведення цих робіт вперше в нашій країні на Кримській обсерваторії було розроблено фотоелектричні методи дослідження блиску зірок та вимірювання магнітних полів Сонця та зірок, електронно-оптичні перетворювачі для фотографування галактик та спектрів слабких зірок, спеціальна апаратура для кінематографування процесів на Сонці. На обсерваторії ведеться вивчення далеких галактик та квазарів, проводяться радіоастрономічні та позаатмосферні дослідження»[41].

Кульмінації — «положення у видимому добовому обертанні небесних світил навколо осі світу, коли вони досягають найбільшої чи найменшої висоти над горизонтом.

З геометрії небесної сфери видно, що добові паралелі, тобто малі кола, якими рухаються світила в добовому обертанні, мають найбільшу та найменшу висоти над горизонтом у точках їх перетину з небесним меридіаном, тобто світила кульмінують при їх проходженні. площину небесного меридіана.

Верхньою кульмінацією називають те з двох положень, коли висота світила над горизонтом досягає найбільшого значення. У північних широтах верхня кульмінація світил може відбуватися як на південь, так і на північ від зеніту, але завжди на південь від Північного полюсу світу. Нижньою кульмінацією називають те положення, коли висота світила стає найменшою. У північних широтах Землі нижня кульмінація світил походить на північ від Північного полюса світу. Для зірок, що заходять, нижня кульмінація відбувається під горизонтом»[41].

1.2. Астрономічні статті на букву «Л»

Левер'є Урбен Жан Жозеф (1811-1877) — французький «астроном народився у маленькому містечку Сен-Ло в Нормандії у сім'ї скромного службовця. У 1846 р. Левер'є, обраний членом Паризької академії наук, очолив кафедру небесної механіки в Паризькому університеті, 1854 р. став директором Паризької обсерваторії.

Роботи Левер'є присвячені вирішенню проблем небесної механіки. У 1839р. він представив до Паризької академії наук доповідь "Про вікові обурення планетних орбіт", вивчивши питання про стійкість Сонячної системи. У наступні роки він працював над теорією руху Меркурія, а 1843-1845 рр. провів дослідження деяких короткоперіодичних комет»[18].

У 1845 р. Левер'є, на пропозицію директора Паризької обсерваторії Араго, зайнявся вивченням неправильностей у русі планети Уран і показав, що їх причина – невідома планета, що знаходиться за межами орбіти Урану. У 1846 р. він вирахував становище на небі цієї планети, пізніше названої Нептуном. Німецький астроном Галле виявив нову планету в місці, вказаному Левер'є.

Відкриття Нептуна за допомогою підрахувань Левер'є – одна з найбільших подій у галузі теоретичної астрономії.

Лазер (абр. з англ. «Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation — підсилення світла за допомогою вимушеного випромінювання) — квантовий генератор електромагнітного випромінювання в оптичному діапазоні.

Генерує монохроматичне когерентне електромагнітне випромінювання, яке має вузьку напрямленість та високу питому потужність. Здебільшого застосовують в оптичній локації»[8].

Лазерний супутниковий віддалемір — астрономічний «інструмент для вимірювання відстаней до штучних супутників Землі.

Робота лазерного супутникового віддалеміра заснована на вимірюванні інтервалу часу, протягом якого випромінюваний віддалеміром імпульс світла досягає супутника і, відбившись від нього, повертається до нього. Оскільки

швидкість світла добре відома, то за вимірним таким шляхом інтервалом часу легко обчислити відстань до супутника.

Під час спостережень супутник швидко переміщується, тому для кожного вимірювання відстані з високою точністю (до часток мілісекунди) повинні бути зареєстровані також моменти часу, в які спостереження виконані. Це проводиться за допомогою точних кварцових годинників.

Вузький, дуже короткий промінь світла випускається квантовим генератором (лазером) у бік супутника. На супутнику він відбивається кутовим відбивачем, особливість якого полягає в тому, що після відбиття від трьох граней призми повного внутрішнього відбиття напрямок променя змінюється на протилежний. Таким чином відбитий від супутника лазерний імпульс повертається до віддалеміра.

Лазерний віддалемір має лічильник інтервалів часу, який включається в момент виходу імпульсу світла з нього і вимикається в момент повернення відбитого світла. На лазерних віддалемірах застосовують лічильники часу, що реєструють інтервали часу з точністю $1:1000000000$ с (така одиниця часу називається наносекундою) і навіть точніше. Це дозволяє визначати відстань до супутника з точністю 10-15 см»[41].

Ласселл Уільям, Lassell W. (1799— 1880) — англійський «астроном, член Лондонського королівського товариства.

Проводив астрономічні спостереження у власних обсерваторіях на Мальті та в Англії за допомогою телескопів ним виготовлені. Відкрив у 1846 перший супутник Нептуна Тритон, у 1848 — восьмий супутник Сатурна Гіперіон, у 1851 — два супутники Урана: Аріель і Умбріель. Виявив понад 600 нових туманностей; 1867 році опублікував їхній каталог»[8].

Лев — зодіакальне «сузір'я Північної півкулі неба. Найяскравіші зірки: α – Регул; β – Денебола; γ – Альгеба; δ – Зосма.

Найкращі умови видимості ввечері у березні - червні. Сонце проходить через сузір'я Лева з 11 серпня по 17 вересня»[8].

Левицький Григорій Васильович (1852- 1917) — український «астроном. У 1879-1894 працював у Харківському університеті, в 1894-1908 — у Тартуському університеті, директор Тартуської обсерваторії.

Організував у Харківській обсерваторії спостереження сонячних плям. Один із перших почав застосовувати горизонтальні маятники у сейсмології»[23].

Лібрація (лат. *libro* — розгойдую) — «коливання небесного тіла навколо свого центра»[8].

Лібрація Місяця — малі «періодичні похитування деталей видимого диска Місяця біля загального центру. Через збіг двох періодів – обертання Місяця навколо осі та обертання навколо Землі – Місяць постійно повернутий до Землі однією і тією ж, так званою видимою півкулею. Проте внаслідок лібрації із Землі спостерігається не 50, а 59% місячної поверхні.

Розглянемо мал. 7 , на якому перебільшено витягнуто показана еліптична орбіта Місяця щодо Землі. Нехай у момент А в центрі диска Місяця видно точку її поверхні а. Через чверть місяця Місяць опиниться у точці В, причому за цей час він зробить рівно чверть оберту навколо своєї осі. При спостереженні із Землі точку а вже не буде видно в центрі диска, а зміститься на схід від нього. У положенні С точка а повернеться в центр видимого диска Місяця, а в положенні D відступить на захід. Описане явище називається лібрацією по довготі і досягає максимум $\pm 7^{\circ}45'$.

Лібрація за широтою виникає через нахил площини місячної орбіти до екліптики. Оскільки протягом одного оберту біля Землі вісь обертання Місяця практично не змінює свого становища у просторі, то, у двох протилежних точках орбіти ми спостерігаємо то північний полюс Місяця Р, то південний Р'. Лібрація по широті максимум досягає $\pm 6^{\circ}41'$.

Обидва описані явища носять загальну назву оптичної лібрації. Додаткові ефекти лібрації виникають через добове обертання Землі, коли положення спостерігача щодо Місяця змінюється на величину діаметра Землі (добова

лібрація, що сягає 1°), і внаслідок нерівномірного гравітаційного тяжіння Землі (фізична лібрація, яка сягає $2'$)»[41].

Лінія зміни дати — умовна «лінія на поверхні земної кулі, що проходить по меридіану 180° і що розмежовує місця, які мають при однаковому показанні годин календарні дати, що відрізняються на один день.

Необхідність встановлення лінії зміни дати викликана наступними обставинами. При навколосвітній подорожі із заходу на схід мандрівник перетинає пункти, де годинник, що йде за місцевим (або поясним) часом, показує все більший час порівняно з місцевим (поясним) часом пункту відправлення. Поступово переводячи стрілки свого годинника вперед, до кінця навколосвітньої подорожі, коли він опиняється в пункті відправлення, мандрівник нараховує одну зайву добу. І навпаки, за навколосвітньої подорожі зі сходу на захід не дораховується однієї доби. Щоб уникнути пов'язаних із цим помилок у рахунку днів за міжнародною угодою було встановлено лінію зміни дати.

На захід від лінії зміни дати число місяця (дата) завжди більше на одиницю, ніж на схід від неї. Тому після перетину лінії зміни дати зі сходу на захід потрібно збільшити календарне число на одиницю, а після перетину її із заходу на схід, навпаки, зменшити на одиницю.

Якщо корабель перетинає лінію зміни дати 1 травня, йдучи із заходу Схід, то кораблі, опівночі, наступну після перетину цієї лінії, дата не змінюється, так як 2 дні поспіль датуються як 1 травня. І навпаки, якщо корабель перетинає цю лінію 1 травня у протилежному напрямку, дата опівночі змінюється одразу на 3 травня.

Дотримання правила, описаного вище, унеможливорює помилку в обрахунку днів. З нею вперше зіткнулися учасники першої навколосвітньої експедиції Магеллана в 1519-1522 рр.: коли експедиція повернулася на батьківщину, з'ясувалося, що мандрівники та місцеві жителі розійшлися у рахунку днів та чисел місяця на 1 добу»[41].

Літній час — «час, який вводять в останню неділю березня на літні місяці в деяких країнах (зокрема, і в Україні) з метою економії електроенергії завдяки переведенню стрілки годинника вперед. Восени годинники знову переводять на поясний час»[8].

Літосфера (грец. λίθος – камінь та σφαίρα – м'яч, куля) — «тверда зовнішня оболонка планетного тіла, яка складається з кори та верхньої частини мантії. Під літосферою знаходиться більш пластична астеносфера»[24].

Ломоносов Михайло Васильович (1711-1765) — «учений-енциклопедист, філософ природознавства, організатор вітчизняної науки та вищої освіти.

Коло його інтересів і досліджень в природознавстві охоплювало різні галузі фундаментальних та прикладних наук (фізика, хімія, географія, геологія, металургія, астрономія)»[43]. Вміння аналізувати явища в їх взаємозв'язку та широта інтересів привели його до ряду важливих висновків та досягнень у галузі астрономії. «Вивчаючи явища атмосферної електрики, він висунув ідею про електричну природу полярних сьйв та світіння кометних хвостів. У 1762 р. Ломоносов створив відбивний телескоп-рефлектор із похилим дзеркалом, що давав яскраве зображення об'єкта. Ломоносов першим описав поверхню Сонця як бурхливий вогняний океан.

Одним із головних досягнень Ломоносова в астрономії було відкриття атмосфери планети Венера, зроблене ним 26 травня 1761 р. під час спостережень проходження Венери диском Сонця. Він виявляв особливий інтерес до створення таких приладів, які допомагали б морякам краще орієнтуватися в дорозі зірок і з найбільшою точністю визначати час. Він стверджував, що Всесвіт нескінченний, що як наша Земля, так і все, що існує в природі, не незмінно, а безперервно змінюється та розвивається»[41].

1.3. Астрономічні статті на букву «М»

Магелланові Хмари (Велика та Мала) — дві «невеликі неправильні галактики, найближчі супутники нашої Галактики. Розташовані в Південній півкулі неба, тому їх не можливо побачити на території України. Вперше вони були описані одним із учасників навколосвітньої подорожі Магеллана, звідси й назва – Магелланові. При спостереженні неозброєним оком Магелланові Хмари виглядають як дві сяючі туманності. Велика Магелланова Хмара має в діаметрі близько 7 кпс, а Мала – 3 кпс, розташовані вони на відстанях відповідно 52 і 63 кпс. Магелланові хмари входять до Місцевої групи галактик.

На думку деяких астрономів, у Магелланових хмарах можна розрізнити початки спіральної структури. Проте ніякої концентрації чи симетрії стосовно центру обертання, що є властиво спіральним галактикам, вони не мають. У Великій Магеллановій Хмарі, крім витягнутого головного тіла, перемички спостерігаються не пов'язані з нею великі групи гарячих зірок та світлих туманностей, які складаються з іонізованого водню. В обох Хмарах, особливо Великій, знаходиться безліч зоряних скупчень, різних за віком та кількістю зірок. Є там і відсутні в нашій Галактиці молоді кульові скупчення, і звичайні старі кульові скупчення.

Особливу увагу привертає гігантська газова туманність Золотої Риби (Тарантул), яка знаходиться у Великій Магеллановій Хмарі. У центрі туманності сконцентровано скупчення гарячих зірок дуже високої світності. За деякими характеристиками, зокрема і з радіовипромінювання, ця область нагадує ядра галактик. Тут активно відбувається процес утворення зірок великих мас. Один з одним та, мабуть, з нашою Галактикою Хмари вони пов'язані газовою перемичкою»[41].

Магма (грец. μαγμα — місиво, тісто) — термін, котрий «використовують для позначення будь-якої речовини, яка поводить себе так, як силікатна лава на Землі»[8].

Магнітні бурі — сильні «збурення геомагнітного поля, що доволі таки порушують його плавну зміну протягом доби. Вони тривають від кількох годин до кількох діб. Розвиваються послідовно за фазами: попередня, початкова,

головна і відновлення. В попередній фазі помітні незначні зміни геомагнітного поля і збудження типових короткоперіодичних коливань поля. В початковій фазі раптово змінюються окремі складові геомагнітного поля всієї Землі, а в головній – виникають коливання напруженості поля. У фазі відновлення характеристики поля набувають нормального значення. Вони зазвичай виникають завдяки впливу посиленних потоків сонячного вітру.

Під час магнітних бурь змінюються параметри шарів іоносфери, що призводить до погіршення короткохвильового радіозв'язку у, а також різноманітних негативних медико-біологічних наслідків»[41].

Магнітне поле Землі — «силове поле, виникнення якого зумовлене джерелами, що знаходяться в земній кулі та навколоземному просторі, яке має дипольну форму»[32]. Визначають дистанційно зі спостережень радіовипромінювання планети або безпосередньо за допомогою модулів космічного апарата, котрий пролітає поруч або опускається на нашу планету.

Якщо магнітну стрілку зміцнити на вістрі або підвісити так, щоб вона могла вільно обертатися, то в кожній точці поблизу земної поверхні під дією магнітного поля Землі вона завжди встановиться приблизно в тому самому напрямку (з півночі на південь). З давніх-давен нам відомий компас, який використовує цю властивість і має велике значення в морській та повітряній навігації. «Точне знання магнітного поля для можливо більшого числа пунктів на Землі надзвичайно важливе для науки та практики, тому протягом доби день за днем на магнітних обсерваторіях, розміщених по всій земній кулі, ведуться систематичні магнітні спостереження. Перша магнітна карта була опублікована в 1701 р. Е. Галлеєм, який зібрав спостереження багатьох моряків за напрямом магнітної стрілки. Нині карти магнітного поля складаються також з допомогою магнітометрів, встановлених на штучних супутниках Землі.

Зручним та наочним способом графічного зображення магнітного поля служить побудова його силових ліній, дотичні до яких у кожній точці вказують напрямом поля. Це можна помітити з наступного. Покладемо на магніт лист скла, зверху насипаємо на нього трохи залізної тирси і злегка струсимо його.

Тирса розташується у вигляді ланцюжків, які й покажуть напрямок силових ліній поля. Густота цих ліній, як і число ліній, що проходять через одиницю поверхні, характеризуватиме величину напруженості магнітного поля. У першому наближенні на невеликих віддаленнях від поверхні Землі її магнітне поле таке, ніби земна куля являла собою магніт з віссю, спрямованої приблизно з півночі на південь, що проходить через центр Землі і нахиленої на 11° до осі обертання Землі. Найкраще наближення до поля, що спостерігається на Землі, дає магнітний диполь, зміщений щодо центру Землі на ≈ 436 км.

У сучасну епоху північний полюс диполя розташований у Південній півкулі. На основі вивчення намагніченості вивержених та осадових порід на суші та морському дні отримані вказівки на те, що дипольне поле Землі іноді мало майже протилежний напрямок у порівнянні з сьогоднішнім. Довгий час передбачалося, що близьке до спокійне дипольне магнітне поле Землі простягається необмежено далеко у вакуумі міжпланетного простору. Проведені на космічних апаратах виміри показали, що це не так. Виявляється, власне магнітне поле Землі є перешкодою на шляху надзвукового іонізованого газу, безперервно випромінюваного Сонцем, – сонячного вітру. Внаслідок цього поле зосереджено в області кінцевих розмірів. З освітленої Сонцем сторони Землі область обмежена приблизно сферичною поверхнею з радіусом $\approx 10-15$ радіусів Землі (R), а з протилежного боку вона витягнута подібно до кометного хвоста на відстані до декількох тисяч радіусів Землі, утворюючи геомагнітний хвіст. Цю область простору, заповнену магнітними силовими лініями, з'єднаними із Землею, називають магнітосферою Землі. Магнітосфера відокремлена від міжпланетного магнітного поля перехідною областю. У певних зонах магнітосфери – радіаційних поясах – є потік заряджених частинок, захоплених магнітним полем Землі. У магнітосфері є складна система електричних струмів. Зміни цих та іоносферних струмів викликають як повільні безперервні зміни, так і порівняно швидкі зміни, які називають магнітними бурями. Варіації поля на поверхні Землі, зумовлені цими струмами, як правило, не перевищують 1%, але у зовнішніх частинах магнітосфери, поблизу її межі –

магнітопаузи, де напруженість поля приблизно в тисячу разів менша, ніж на поверхні Землі, відносні зміни можуть бути значно більшими»[41].

Мазери космічні (англ. maser. скор. від microwave amplification by stimulated emission of radiation – посилення мікрохвильового випромінювання за допомогою вимушеного випромінювання фотонів) — дуже «яскраві космічні радіоджерела, що випромінюють у радіолініях NH_3 , H_2O , SiO та деяких інших молекул. Перші космічні мазери на молекулах NH_3 були виявлені в 1965 році.

Суть цього явища ось у чому. Як відомо, атоми та молекули можуть бути лише у певних, дискретних енергетичних станах – на певних рівнях енергії. Молекула може перескочити з одного енергетичного стану в інший, і при кожному такому переході вона або випромінює квант електромагнітної енергії - фотон (при переході з більш високого енергетичного рівня на нижчий), або поглинає такий самий фотон (при зворотному переході). При цьому частота фотона прямо пропорційна різниці енергій верхнього та нижнього рівнів. Перескочити з верхнього рівня на нижній молекула може двома способами: або мимоволі, або вимушено, під впливом наявних навколо неї фотонів, частота яких відповідає цьому переходу. Фотон ніби струшує молекулу, змушуючи її "впасти" на нижній рівень перш, ніж вона зробить це сама. При цьому випускається такий самий фотон, який змусив молекулу зробити перехід. Вимушений перехід вірогідніший, що більше щільність фотонів у просторі. При цьому ймовірність здійснити вимушений перехід вниз для молекули, що знаходиться на верхньому рівні, така сама, як для молекули, що знаходиться на нижньому рівні, – зробити перехід вгору. Однак у звичайних умовах молекули розподілені за енергетичними рівнями нерівномірно: на нижньому рівні будь-якого переходу молекул завжди більше, ніж верхньому. Тому випромінювання, що проходить крізь ту чи іншу газову хмару, втрачає в результаті поглинання більше фотонів, ніж виробляє нових у результаті вимушеного випромінювання. Таким чином інтенсивність, яка проходить крізь хмару випромінювання слабшає.

У 50-ті роки. XX ст. в лабораторіях були створені системи, в яких молекули штучно "накачуються" на верхній рівень, тому їх там стає більше, ніж на нижньому рівні. Ця незвичайна ситуація одержала назву "інверсії населеностей" енергетичних рівнів. Відповідно до того, що говорилося вище, при інверсії населення випромінюється більше фотонів, ніж поглинається, внаслідок чого випромінювання, що проходить через газ, не слабшає, як у звичайних умовах, а, навпаки, посилюється. Так працює мазерний підсилювач – пристрій, що широко використовується в науці та техніці.

Мазерне випромінювання спостерігається й у космічному просторі. Виникає воно в результаті природних процесів "накачування", які діють в атмосферах та оболонках деяких зірок, у міжзоряних газових хмарах, в атмосферах комет.

Космічні мазери цікаві не тільки самі по собі, як унікальне явище природи, але також і тому, що вони дають нам важливі відомості про астрофізичні об'єкти, з якими вони пов'язані. Особливо цінну інформацію приносить мазерне випромінювання з областей активного зіркоутворення. Радіовипромінювання (на відміну оптичного) вільно проходить крізь товщі космічного пилу, в глибинах якого відбувається народження нових зірок. В областях зіркоутворення спостерігаються потужні компактні мазери на молекулах H_2O , що мають розміри 1-10 а. е., більш протяжні, але менш потужні мазери (на молекулах $ВН$ і SiO) і ще протяжніші (до 1000 а. е.) слабкі мазери на молекулах метилового спирту CH_3OH . За характеристиками мазерних ліній можна визначати щільність і температуру випромінюючого газу, особливості його просторових рухів, напруженість пронизливого газу магнітного поля. Спираючись на ці дані (а також на результати спостережень в інфрачервоному діапазоні), астрофізики сподіваються розгадати давню таємницю народження зірок»[41].

Максвелл Джеймс Кларк, Maxwell J. C. (1831 – 1879) — англійський фізик, член Единбурзького (1856) та Лондонського (1861) королівських товариств. У 1860-1865 – «професор Абердинською університету, у 1860-1865 –

Лондонського королівського коледжу. З 1871 — перший професор експериментальної фізики в Кембриджі, де заснував відому Кавендиську лабораторію.

Наукові праці присвячені електродинаміці, молекулярній фізиці, оптиці, механіці та теорії пружності»[20]. Найбільшим «науковим досягненням є створення у 1860- 1865 теорії електромагнітного поля і передбачення електромагнітних хвиль та їхнього поширення у просторі зі швидкістю світла . Це відкриття дало йому підставу вважати світло одним із видів електромагнітного випромінювання і з'ясувати зв'язок між оптичними та електромагнітними явищами. Теоретично обчислив тиск світла, дослідив стійкість кілець Сатурна та довів, що ці кільця є скупченням метеоритів. Сконструював низку приладів»[41].

Мала ведмедиця — навколополярне «сузір'я Північної півкулі неба. Найяскравіші зірки: α — Полярна зірка (Кіносура, Альруккаба); β — Кохаб. У сузір'ї Малої Ведмедиці у наш час перебуває Північний полюс світу. На території України видно протягом року»[8].

Марс — четверта на відстані від Сонця планета Сонячної системи. На зоряному небі він виглядає як немиготлива точка червоного кольору, яка іноді значно перевершує по блиску зірки першої величини. Марс періодично підходить до Землі на відстань до 57 млн км, значно ближче, ніж будь-яка з великих планет, крім Венери. За основними фізичними характеристиками Марс належить до планет земної групи. За діаметром він майже вдвічі менший за Землю і Венеру.

Планета «огорнута газовою оболонкою – атмосферою, яка має меншу щільність, ніж земна. Навіть у глибоких западинах Марса, де тиск атмосфери найбільший, він приблизно в 100 разів менше, ніж у Землі, проте в рівнях марсіанських гірських вершин – в 500-1000 разів менший. Проте в атмосфері Марса спостерігаються хмари та постійно присутній більш менш щільний серпанок з дрібних частинок пилу і з кристаликів льоду. Як показали знімки з американських автоматичних посадкових станцій "Вікінг-1" та "Вікінг-2",

марсіанське небо в ясну погоду має рожевий колір, що пояснюється розсіюванням сонячного світла на порошинках та підсвічуванням серпанку помаранчевою поверхнею планети. За хімічним складом марсіанська атмосфера відрізняється від земної і містить 95,3% вуглекислого газу з домішкою 2,7% азоту, 1,6% аргону, 0,07% окису вуглецю, лише 0,13% кисню і приблизно 0,03% водяної пари, вміст якої змінюється, а також домішки неону, криптону та ксенону. За відсутності хмар газова оболонка Марса значно прозоріша, ніж земна, у тому числі і для ультрафіолетових променів, небезпечних для живих організмів. Сонячна доба на Марсі триває 24 год 39 хв 35 с.

Значний нахил екватора до площини орбіти ($25,2^\circ$) призводить до того, що у одних ділянках орбіти освітлюються і обігріваються Сонцем переважно північні широти Марса, але в інших – південні, так як відбувається зміна сезонів. Марсіанський рік триває 686,9 днів. Еліптичність марсіанської орбіти призводить до значних відмінностей клімату північної та південної півкуль: у середніх південних широтах зима холодніша, а літо тепліше, але коротше, ніж у північних.

Температурні умови на Марсі суворі з погляду жителя Землі. Найбільш висока температура поверхні 290К так званої соняшникової точки; найнижча - у полярних районах, де в зимовий сезон вона тримається на позначці близько 150К. Отримані зі спостережень відомості про температуру з'явилися ключем до пояснення природи полярних шапок, які при спостереженнях у телескоп видно як світлі, майже білі плями біля полюсів планети. Коли у північній півкулі Марса настає літо, північна полярна шапка швидко зменшується, але в цей час росте інша – біля південного полюса, де настає зима. Наприкінці XIX-початку XX ст: вважали, що полярні шапки Марса – це льодовики та сніги. За сучасними даними, обидві полярні шапки Марса – північна та південна – складаються з водяного льоду з домішкою мінерального пилу та з твердого двоокису вуглецю, тобто сухого льоду, який утворюється при замерзанні вуглекислого газу, що входить до складу марсіанської атмосфери.

Завдання пошуків життя на Марсі була однією з основних в американській програмі "Вікінг" (посадка на Марс у 1976 р. і одночасно спостереження з орбітальних апаратів). Однак виявити якісь сліди життя не вдалося. Не виявилось у зразках ґрунту та органічних сполуках. Було проведено дослідження елементного складу зразків марсіанського ґрунту. Знайдено близьку схожість хімічного складу зразків у двох віддалених місцях посадки. У досліджених зразках виявлено великий вміст оксидів кремнію та заліза. Вміст сірки (ймовірно, у вигляді сульфатів) у десятки разів більший, ніж у земній корі.

На знімках Марса знайдено сліди як ударно-метеоритної, так і вулканічної активності, а також сліди рухів, підймання та розтріскування марсіанської кори та сліди багатьох процесів руйнування та згладжування рельєфу поверхні та переміщення. Перепад висоти між найвищими вершинами та найбільш глибокими западинами на Марсі становить близько 20 км. Для марсіанських гір характерні багатoverшинні, переважно згладжені форми. Крім того, виявлено типові вулканічні конуси із кратерами на вершині. Пошуки ознак сучасної активності марсіанських вулканів поки що не дали позитивних результатів. Також на знімках поверхні Марса чітко видно деталі, що мають велику схожість із річковими руслами Землі. Оскільки весь комплекс інформації про фізичні умови на Марсі суперечить можливості існування там річок, можна припустити, що марсіанські русла могли виникнути внаслідок розтоплення підповерхневого водяного льоду в зонах підвищеного виділення внутрішнього тепла планети або пов'язані з періодичними коливаннями клімату, зумовленими змінами нахилу його осі обертання до площини орбіти.

Деякі додаткові відомості про Марс та історію його поверхні вдається отримати непрямыми методами завдяки дослідженням двох його природних супутників – Фобоса і Деймоса. Комплексні дослідження Марса є важливою ланкою вивчення Сонячної системи загалом, які проводяться для вивчення питання про походження та еволюцію планет, зокрема і нашої Землі»[41].

"Маса-світність" діаграма — «співвідношення між масою та світністю зірок головної послідовності.

Застосування законів небесної механіки до подвійних зірок дозволяє визначити маси зірок, що є компонентами таких подвійних систем. Якщо визначено також світності цих зірок, можна побудувати діаграму, з однієї осі якої відкладається маса, а, по іншій - світність. Розташування зірок головної послідовності на такій діаграмі показує чітку залежність між масою та світністю: світність збільшується пропорційно кубу маси. Інші групи зірок утворюють аналогічні діаграми.

Використовуючи діаграму "маса - світність", можна за світністю визначати маси поодиноких зірок, для яких неможливо отримати масу безпосередньо зі спостережень»[41].

Маятник Фуко — «пристрій, що використовується для демонстрації факту обертання Землі навколо своєї осі».[10] Завдяки обертанню Землі «площина коливань маятника змінює своє положення щодо навколишніх предметів та обертається навколо прямовисної лінії за годинниковою стрілкою. Маятник Фуко встановлений у Паризькому Пантеоні»[8].

Меркурій — найближча до Сонця планета Сонячної системи. «Розташована на відстані 58 млн км від Сонця, повний оберт навколо нього здійснює за 88 діб. На небі Меркурій видно тільки у періоди найбільших елонгацій, які можуть досягати 28° . Через близькість до Сонця та малих видимих розмірів Меркурій довго залишався маловивченою планетою. Тільки в 1965 р. завдяки застосуванню радіолокації виміряли період обертання Меркурія навколо осі, який дорівнює 58,65 діб, рівний $2/3$ періоду звернення навколо Сонця. Сонячна доба на Меркурії триває 176 днів. Вісь обертання Меркурія майже перпендикулярна до площини його орбіти.

Відбивна здатність Меркурія (альbedo) дуже мала - близько 0,07. Як показали радіоспостереження, температура соняшникової точки планети (тобто в пункті, де Сонце знаходиться в zenіті) досягає 620 К. Температура нічної півкулі Меркурія близько 110 К. За допомогою радіоспостережень вдалося

визначити теплові властивості зовнішнього покриву планети, які виявилися близькими до властивостей тонкороздріблених порід та місячного реголіту. Причиною такого стану порід є, мабуть, безперервні удари дрібних метеоритів, що майже не послаблюються дуже розрідженою атмосферою Меркурія.

Фотографування поверхні Меркурія американським космічним апаратом "Марінер-10" у 1974-1975 роках показало, що на вигляд планета нагадує Місяць. Поверхня усіяна кратерами різних розмірів, причому їх розподіл за величиною діаметра аналогічний розподілу кратерів Місяця. Це говорить про те, що вони теж утворилися внаслідок інтенсивного метеоритного бомбардування мільярди років тому на перших етапах еволюції планети. Зустрічаються кратери зі світлими променями, з центральними гірками і без них, з темним і світлим дном, з різкими контурами валів (молоді) та напівзруйновані (давні). Виявлено долини, що нагадують відому Долину Альп на Місяці, гладкі округлі рівнини, що отримали назву басейнів (найбільший з них – Калоріс – має діаметр 1300 км).

Атмосфера Меркурія дуже розріджена порівняно із земної атмосферою. За даними, отриманими за допомогою "Марінера-10", її густина не перевищує густини земної атмосфери на висоті 620 км. У складі атмосфери виявлено невелику кількість водню, гелію та кисню, є деякі інертні гази, наприклад аргон і неон. Такі гази могли виділитися внаслідок розпаду радіоактивних елементів, що входять до складу ґрунту планети. Виявлено слабе магнітне поле, напруженість якого менша, ніж у Землі, і більша, ніж у Марса. Міжпланетне магнітне поле, взаємодіючи з ядром Меркурія, може створювати у ньому електричні струми. Ці струми, а також переміщення зарядів в іоносфері, яка у Меркурія слабша в порівнянні з земною, можуть підтримувати магнітне поле планети. Взаємодіючи із сонячним вітром, воно створює магнітосферу. Середня щільність Меркурія значно вища за місячну (5,4 г/см³), тобто майже дорівнює середній щільності Землі. Висловлюється гіпотеза про те, що Меркурій має потужну силікатну оболонку (500-600 км), а 50% обсягу, що залишилися, займає залізонікелеве ядро.

Життя на Меркурії через дуже високу денну температуру та відсутність рідкої води не може існувати. Супутників Меркурій немає»[41].

Метагалактика — частина всесвіту, яка досяжна для спостережень нашими приладами. Всесвіт безмежний, проте спостерігати ми можемо лише його обмежену частину. Сучасні потужні телескопи зробили доступною для дослідження гігантську область, що містить понад мільярд галактик. Радіус метагалактики складає близько 10^{23} км.

«Найважливішою властивістю метагалактики є розширення. Середні відстані між галактиками збільшуються з часом. Це призводить до поступового зменшення середньої густини речовини в ній.

Точних розмірів Метагалактики назвати не можна. У Метагалактиці, що розширюється, саме поняття відстані до дуже далеких об'єктів стає складним і неоднозначним. Орієнтовно вважається, що радіус метагалактики становить кілька тисяч мегапарсек. Вона не має жодного фізично виділеного центру або певного напрямку руху»[30].

Метеори — короткочасні спалахи в атмосфері Землі (зазвичай на висотах 80-130 км), які виникають при вторгненні до неї з величезною швидкістю (від 11 до 73 км/с) твердих частинок – метеорних тіл. Блиск метеорів залежить як від маси частинок, що їх породили, так і від швидкості їх руху в атмосфері.

У ясну темну ніч неозброєним оком можна побачити загалом 10 метеорів на годину. Вони породжуються частками в долі міліметрів і більші. Дрібніші частинки породжують телескопічні метеори, видимі лише у бінокль чи телескоп. Яскраві метеори можна фотографувати світлосильними камерами.

Головним «джерелом дрібних твердих частинок, що породжують метеори, є розпад ядер періодичних комет. Лише 1-2% метеорів породжується частинками, що виникають під час зіткнення астероїдів (малих планет) між собою. Частинки астероїдного походження рухаються, як і самі астероїди, у напрямку руху Землі, тобто мають малу відносну швидкість. Це призводить до того, що тільки нечисленно великі частинки породжують метеори, доступні спостереженням»[25].

При зустрічі Землі з потоком метеорних частинок «спостерігаються метеори з майже паралельними траєкторіями в атмосфері (метеорний потік). Для спостерігача такі траєкторії виглядають так як би виходили із однієї точки неба, яку називають радіантом. Метеорні потоки називають сузір'ям (латинська назва), в якому розташовані їх радіанти. Найцікавіші метеорні потоки: Квадрантиди (спостерігаються щороку 3 січня), Ліриди (20-24 квітня), Акваріди (1-9 травня), Персеїди (5-18 серпня), Драконіди (10 жовтня), Оріоніди (20-24 жовтня), Леоніди (15-17 листопада), Гемініди (10-16 грудня). Більшість головних метеорних потоків не мають великої просторової щільності частинок у рої, а рухаються назустріч Землі і тому мають велику відносну швидкість. У результаті навіть численні дрібні частинки здатні породжувати метеори, доступні спостереженню. Кілька разів на століття Земля зустрічається з особливо щільними частинами метеорних роїв, і тоді спостерігаються короткочасні " метеорні дощі ", які тривають 1-2 год. Підраховано, що за добу на Землю випадає близько 100 т метеорної речовини»[41].

Метеорити — «кам'яні чи залізні тіла, які падають на Землю з міжпланетного простору; є залишками метеорних тіл, що не зруйнувалися повністю при русі в атмосфері»[38].

Падіння метеоритів на Землю супроводжуються світловими, звуковими та механічними явищами. «Метеорити можуть випадати в тих випадках, коли швидкість метеорного тіла, що вторглося в земну атмосферу, не перевищує 22 км/с і якщо це тіло має достатню механічну міцність. Зустрічаючи опір повітря, метеорне тіло гальмується, кінетична енергія його перетворюється на теплоту і світло. В результаті поверхневий шар метеориту і повітряна оболонка, що утворюється навколо нього, нагріваються до декількох тисяч градусів. Речовина метеорного тіла після википання випаровується, частково розбризкується на дрібні крапельки. Падаючи на Землю майже прямовисно, уламки метеорного тіла остигають і при досягненні ґрунту виявляються лише теплими. Вони бувають покриті затверділою корою плавлення. У місці падіння

метеоритів утворюються поглиблення, розміри та форма яких залежать від маси метеоритів та швидкості їх падіння.

Найбільший метеорит був знайдений у Південно-Західній Африці в 1920 р. Він отримав назву Гоба (назви даються за населеним пунктом, найближчим до місця падіння), залізний, його маса близько 60 т. Такі великі метеорити падають рідко. Зазвичай, маси метеоритів становлять сотні грамів чи кілька кілограмів.

Метеорити складаються з тих самих хімічних елементів, які є в Землі. Це переважно такі вісім елементів: залізо, нікель, магній, кремній, сірка, алюміній, кальцій і кисень. Інші елементи зустрічаються у метеоритах у дуже малих кількостях. Поєднуючись між собою, ці елементи утворюють у метеоритах різні мінерали, більшість яких є також на Землі. Але зустрічаються метеорити і з невідомими Землі мінералами.

Залізні метеорити майже повністю складаються із заліза у поєднанні з нікелем та незначною кількістю кобальту. У кам'янистих метеоритах знаходяться силікати – мінерали, що є сполуками кремнію з киснем і домішкою інших елементів (магнію, алюмінію, кальцію та ін.). Якщо поглянути на злам кам'яного метеорита, можна помітити округлі частки – хондри. Вони мають форму кульок діаметром 2-5 мм.

У різних місцях Землі виявили тектити – скляні шматки невеликого розміру, масою кілька грамів. Встановлено, що це застигли бризки земної речовини, викинуті (іноді на великі відстані) при утворенні метеоритних кратерів.

Вивчення метеоритів дає уявлення про склад, структуру та фізичні властивості інших небесних тіл – астероїдів, супутників великих планет та ін., а також поповнює наші відомості про внутрішню будову та склад Землі. В останні роки розроблено нові методи, що дозволяють вивчати вплив на метеорити космічних променів у міжпланетному просторі.

Метеорити падають завжди знезацька, і не можна заздалегідь визначити, коли і де вони впадуть. Лише мала частка метеоритів, що випадають Землю, потрапляє до рук дослідників. Більшість падає в океани та в пустельні місця. У

колекціях світу зібрано метеорити, що становлять приблизно 3500 окремих падінь. Близько 1/3 із цього числа метеоритів спостерігалися при падінні; інші - випадкові знахідки (серед останніх переважають залізні, оскільки вони довше зберігаються і більше привертають себе увагу)»[41].

Метеорний патруль — астрономічний інструмент, що є групою з декількох фотокамер або одну камеру зі спеціальним ширококутним об'єктивом та призначений для фотографування метеорів у великій області неба»[27]. Зазвичай «метеорні патрулі забезпечують обтюратором, що обертається, перериває слід метеора на платівці кілька десятків разів на секунду і дозволяє таким чином по довжині окремих рис визначати кутову швидкість метеора. При спостереженнях зазвичай використовують два або більше метеорних патрулів, встановлених на відстані кількох десятків кілометрів один від одного. Два знімки одного і того ж метеора з двох пунктів дозволяють знайти його траєкторію в атмосфері і за кутовою швидкістю руху обчислити лінійну швидкість. Ці дані дозволяють визначити орбіту частинки, що породила метеор, у міжпланетному просторі, до зустрічі із Землею. З метою отримання найбільшої кількості метеорних знімків фотографування (патрулювання) проводиться всю ніч зі зміною кадрів через кожні 0,5-1 год»[41].

Міжзоряне середовище — простір між зірками заповнений розрідженим газом, пилом, магнітними полями та космічними променями.

Міжзоряний газ. «Його повна маса досить велика – кілька відсотків сумарної маси всіх зірок нашої Галактики. Щільність газу в середньому становить близько 10-21 кг/м³. При такій щільності в 1-2 см³ міжзоряного простору міститься лише один атом газу. Хімічний склад міжзоряного газу приблизно такий ж, як і у зірок: найбільше водню, гелію та в малій кількості решта хімічних елементів.

Міжзоряний газ прозорий, тому сам він не помітний в жодних телескопах, за винятком тих випадків, коли знаходиться поблизу гарячих зірок. Ультрафіолетові промені на відміну від променів видимого світла поглинаються газом і віддають йому свою енергію. Завдяки цьому гарячі зірки

своїм ультрафіолетовим випромінюванням нагрівають навколишній газ до температури приблизно 10 000 К. Нагрітий газ починає випромінювати світло, і ми спостерігаємо його як світлу газову туманність.

Холодніший, "невидимий" газ спостерігають радіоастрономічними методами. Атоми водню в розрідженому середовищі випромінюють радіохвилі на довжині хвилі близько 21 см. Тому з областей міжзоряного газу безперервно поширюються потоки радіохвиль. Приймаючи та аналізуючи це випромінювання, вчені дізнаються про щільність, температуру та рух міжзоряного газу в космічному просторі.

Вдалині від гарячих зірок газ нагрівається рентгенівськими та космічними променями, що безперервно пронизують у всіх напрямках міжзоряний простір. До високих температур його можуть розігріти і надзвукові хвилі стиснення – ударні хвилі, які поширюються з величезною швидкістю в газі. Чим вища щільність газу або чим масивніша газова хмара, тим більше енергії потрібно, щоб її нагріти. Тому в щільних хмарах температура міжзоряного газу дуже мала: зустрічаються хмари з температурою від кількох одиниць до кількох десятків градусів Кельвіна. У таких областях водень та інші хімічні елементи поєднуються в молекули.

Через перетворення міжзоряного газу на зірки його запаси в Галактиці поступово виснажуються. Але газ частково повертається із зірок у міжзоряне середовище. Це відбувається при спалахах нових та наднових зірок, при закінченні речовини з поверхні зірок та при утворенні зірками планетарних туманностей.

Міжзоряний пил. У міжзоряному газі як невелику домішку до нього (близько 1 % по масі) міститься пил. Присутність пилу помітна, перш за все, з поглинання та відображення світла зірок. Через поглинання світла пилом ми майже не бачимо у напрямку на Чумацький Шлях тих зірок, які розташовані далі, ніж 3-4 тис. світлових років від нас. Ослаблення світла особливо сильне в синій (короткохвильовій) області спектру. Тому далекі зірки виглядають почервонілими. Окремі порошинки мають дуже маленький розмір – кілька

десятитисячних часток міліметра. Вони можуть складатися з вуглецю, кремнію та різних змерзлих газів. Зародки або ядра порошинок, швидше за все, утворюються в атмосферах холодних зірок-гігантів. Звідти вони під тиском світла зірки "видуваються" у міжзоряний простір, де на них "намерзають" молекули водню, води, метану, аміаку та інших газів.

Міжзоряне магнітне поле. Міжзоряне середовище пронизане слабким магнітним полем. Воно приблизно в 100 000 разів слабше магнітного поля Землі. Але міжзоряне поле охоплює гігантські обсяги космічного простору, тому його повна енергія дуже велика. Міжзоряне магнітне поле практично не надає жодного впливу на зірки або планети, але воно активно взаємодіє з зарядженими частинками – космічними променями, що рухаються в міжзоряному просторі. Діючи на швидкі електрони, магнітне поле "примушує" їх випромінювати радіохвилі. Магнітне поле орієнтує певним чином міжзоряні порошинки, що мають витягнуту форму, і світло далеких зірок, що проходить крізь міжзоряний пил та набуває нової властивості – стає поляризованим.

Дуже великий вплив має магнітне поле на рух міжзоряного газу. Воно здатне, наприклад, загальмувати обертання газових хмар, перешкодити сильному стиску газу або таким чином направити рух газових хмар так, щоб змусити їх зібратися у величезні газопилові комплекси.

Усі чотири складові міжзоряного середовища тісно пов'язані один з одним. Їхня взаємодія складна і ще не зовсім зрозуміла. Під час вивчення міжзоряного середовища астрофізики спираються як у безпосередні спостереження, так і в такі теоретичні розділи фізики, як фізика плазми, атомна фізика і магнітна газодинаміка»[41].

Міжнародне бюро часу — «установа створена за рішенням Міжнародного астрономічного союзу, яка розпочала свою діяльність у Парижі в 1920 р. Спочатку МБВ встановило і зберігало міжнародну шкалу всесвітнього часу для наукових, технічних і практичних цілей. Ця шкала пов'язувалася з добовим обертанням Землі і ґрунтувалася на регулярних астрономічних спостереженнях,

що проводилися спочатку на Паризькій обсерваторії, а пізніше на кількох десятках служб часу різних країн»[8].

У середині 30-х років. ХХ ст. вчені «за допомогою високоякісного кварцового годинника встановили, що Земля обертається нерівномірно. Таким чином, здійснювати контроль рівномірної шкали часу за спостереженнями зірок можна лише в тому випадку, якщо вносити до астрономічних спостережень поправки, які враховують неправильність обертання Землі. Зміни кутової швидкості обертання Землі невеликі, але досить складні: виявлено періодичні коливання, вікові зміни та випадкові флуктуації у її обертанні. Щоб виправити спостереження, виключивши вплив руху полюсів Землі з 1955 р. МБЧ стало займатися також і цією проблемою. У 1938 р. у спостереженнях визначення координат полюса брали участь 90 астрономічних обсерваторій.

Винахід атомних і молекулярних стандартів частоти дозволило встановити та зберігати принципово нову, не залежить від обертання Землі, високостабільну шкалу часу. З кінця 60-х років атомний час став основою для вивчення нерівномірності обертання Землі. Більшість сучасних обсерваторій оснащено атомними стандартами частоти, і МБЧ регулярно обчислює шкалу атомного часу, порівнюючи близько 60 стандартів різних обсерваторій.).

Для вирішення своїх завдань з 1972 р. МБЧ використовує новітні досягнення в галузі космічної геодезії, результати спостережень доплерівських штучних супутників Землі, лазерної локації Місяця і штучних космічних об'єктів, дані радіоінтерферометрів з довгою базою»[41].

Міжнародний астрономічний союз — «міжнародне наукове суспільство, завданням якого є сприяння розвитку астрономії в усіх країнах світу, діловому спілкуванню астрономів різних країн, координація астрономічних досліджень, що вимагають участі багатьох обсерваторій. Міжнародна астрономічна спілка була створена в 1919 р.

Головні робочі органи Міжнародної астрономічної спілки – Виконавчий комітет та кілька десятків галузевих комісій, діяльність яких присвячена різним астрономічним проблемам. Кожні 3 роки в одній із країн – членів Міжнародної

астрономічної спілки збираються Генеральні асамблеї, де заслуховують наукові доповіді щодо актуальних питань астрономії, затверджують звіти про астрономічні дослідження, рекомендують програму досліджень за участю астрономів різних країн.

Міжнародна астрономічна спілка налічує понад 3000 членів. Серед них – найвідоміші астрономи майже 50 країн земної кулі»[8].

Мікрометр — пристрій «для високоточного вимірювання малих відстаней у фокальній площині зорової труби. За допомогою цього інструменту вимірюють кути між близькими об'єктами, що помітні в телескоп. Мікрометр стали застосовувати в XVII ст.»[39].

Він «складається з рамки із натягнутою ниткою або скла з нанесеними шкалами. Нитка або шкалу по черзі наводять на задані об'єкти (наприклад, на компоненти подвійної зірки) за допомогою мікрометричного гвинта. Принцип дії мікрометра заснований на тому, що лінійне переміщення рамки з ниткою (або шкалою) пропорційне до кута повороту мікрометричного гвинта, який легко реєструється по відліковому барабану досить великого радіусу. У мікрометрів високої якості точність вимірів досягає 0,5 мкм»[8].

Мікрофотометр — прилад, «який використовується для детального вивчення зображень, що отримуються на фотографічній платівці. За допомогою мікрофотометра можна виміряти міру почорніння виявленого негативу. Ті, хто займався фотографією, знають, що чим більше світла падає на фотографічну платівку під час експонування, тим вона буде чорнішою, або, як кажуть фотографи, щільнішою. Вимірюючи щільність знімка із зображенням небесного об'єкта, наприклад туманності або зірки, можна отримати відомості про яскравість туманності в різних її частинах або про блиск зірки. Якщо знімок отриманий за допомогою астроспектрографа, то так само вимірювання щільності в різних ділянках пластинки дозволяє вивчити спектр даного небесного тіла.

Використовуваний у мікрофотометрі спосіб вимірювання густини зображення заснований на тому, що чим чорніше зображення, тим менше воно

пропускає світла. Таким чином, вимірювання щільності зображення зводиться до вимірювання кількості світла, що проходить через нього.

Мікрофотометр відрізняється від фотометра тим, що за його допомогою можна вимірювати ділянки зображення дуже малих розмірів. Цю ділянку можна побачити у збільшеному розмірі на спеціальному екрані»[8].

Мімас — «супутник Сатурна. Відкритий в 1789 В. Гершелем. Спостерігати Мімас у телескоп важко через малу кутову відстань від планети.

Поверхня Мімасу сформувалась давно. Кратери утворювались, швидш за все, 4 млрд. років тому. Поперечник найбільшого кратера 130 км (що дорівнює майже третині діаметра супутника), глибина 10 км і висота центральної гірки 6 км. Такий кратер міг утворитися внаслідок удару величезного тіла (до 10 км). Сліди удару зберігаються у вигляді глибоких борозен, які перетинають усю півкулю»[8].

Місцева група галактик — це наша Галактика та її найближчі сусіди, які утворюють цю групу. За її безпосередніми межами простір у середньому менш щільно заповнений галактиками, ніж усередині неї. В даний час відомо близько 30 галактик, що входять до місцевої групи. Найдальші знаходяться на відстані приблизно 1 Мпс. Найближчі до нас «члени Місцевої групи – Велика та Мала Магелланова Хмара. Вони розташовані в Південній півкулі неба і помітні неозброєним оком як дві сяючі туманності неподалік Чумацького Шляху. Відстань до них понад 50 кпс, що в 2 рази більше за діаметр нашої Галактики.

Найбільша галактика у Місцевій групі – галактика М31, або Туманність Андромеди, – єдина на Північній півкулі неба галактика, видима неозброєним оком. Вона перевершує нашу Галактику за розмірами та масою. Відстань до Туманності Андромеди в 10 разів більше, ніж до Магелланових Хмар.

У місцевій групі галактик виділяються дві підгрупи. Одну таку підгрупу утворюють наша Галактика та Магелланові Хмари. Друга підгрупа складається з М31 та її сусідів. Навколо цих двох підгруп розкидані окремі карликові галактики. Світність нашої Галактики, і навіть галактики М31, є головними у підгрупах та перевищують сумарну світність решти членів Місцевої групи»[33].

Маса цих галактик також набагато перевищує сумарну масу решти. «Місцева група галактик має великий інтерес для астрономів. По-перше, завдяки відносній близькості галактик у них можна розрізнити і досліджувати окремі зірки та зіркові скупчення. По-друге, Місцева група – яскравий приклад надзвичайного розмаїття світу галактик: крім спіральних і неправильних галактик вона містить карликові еліптичні галактики, які ми не змогли б дослідити, якби вони були на великих відстанях. Місцева група як ціле рухається у просторі серед сусідніх із нею галактик поля. Мабуть, її члени пов'язані і фізично, і спільністю походження»[41].

Місяць — найближче до Землі небесне тіло, природний супутник нашої планети. Вона обертається навколо Землі з відривом близько 400 тис. км. Діаметр Місяця лише в 4 рази менший за земний, він дорівнює 3476 км. На відміну від стисненого біля полюсів Землі Місяць за формою набагато ближче до правильної кулі.

Циклічна зміна вигляду Місяця від вузького серпа до повного диска привертала увагу людей вже у давнину. Зміна місячних фаз відображена в наскельних малюнках печерної людини, яка жила 35 тис. років тому. Неподалік села Гонці на Україні знайшли ікло мамонта, поцятковане насічками. Вік знахідки – 10-15 тис. років. Аналіз чергування довгих і коротких насічок призводить до висновку, що ікло зберігало результати спостережень фаз Місяця.

Причини «зміни виду Місяця, закономірності настання затемнень, вплив Місяця на природні явища залишалися незбагненними для стародавньої людини, і Місяць став об'єктом обожнювання, релігійного поклоніння. Пройшли тисячоліття, перш ніж з'ясувалося, що в деяких випадках вплив Місяця на Землю справді існує. Так, із відкриттям закону всесвітнього тяжіння було доведено, що саме Місяць викликає припливи у морях та океанах. Разом з тим до наших днів збереглися, наприклад, повір'я про вплив Місяця на погоду: упередження, з наукового погляду не мають наскільки серйозних підстав.

Якщо дивитися з боку Північного полюса, Місяць, як і всі планети та супутники Сонячної системи, обертається навколо Землі у напрямку проти годинникової стрілки. На один оберт навколо Землі він витрачає 27,3 діб. Такий проміжок часу називається сидеричним чи зоряним місяцем. Час одного оберту Місяця навколо Землі точно дорівнює часу одного його оберту навколо осі. Тому Місяць постійно повернутий до Землі однією і тією ж самою стороною. Припускають, що в ранні періоди своєї історії Місяць обертася навколо осі дещо швидше і, отже, повертався до Землі різними частинами своєї поверхні. Але через близькість масивної Землі у твердому тілі Місяця виникали значні хвилі припливу. Вони діяли на Місяць, що швидко обертася. Процес гальмування Місяця продовжувався доти, доки він не постав у тому стані, що постійно повернутий до Землі лише однією стороною. Звідси виникли поняття видимої та зворотної сторони Місяця. Лише завдяки лібрації ми маємо можливість спостерігати з Землі крім видимого боку Місяця ще й вузькі смужки території, що примикають до неї, зворотного її боку. Загалом із Землі можна побачити 59% місячної поверхні»[28].

Спостереження Місяця з давніх-давен відігравали важливу роль у розвитку астрономії. У Вавилоні використовували зміну місячних фаз як основну одиницю для вимірювання тривалих проміжків часу. Форма краю земної тіні при місячних затемненнях послужила давньогрецькому філософу і вченому Аристотелю одним із вагомих доказів кулястості Землі.

Італійський «вчений Г. Галілей першим виявив нерівномірність місячної поверхні. Виявилось, що вона вкрита темними плямами – рівнинами. Їх назвали морями. Від них відрізняли "материки" – світліші області, рясно встелені хребтами, ущелинами і дуже характерними кільцевими утвореннями – кратерами. Багато кратерів мають посередині центральну гірку.

При складанні місячних карт багато деталей місячного рельєфу отримали власні імена. Для хребтів використовували назви земних гірських систем – Альпи, Апенніни, Кавказ, а кратерам надавали імена астрономів і математиків. Так, один із кратерів став називатися Коперником, є також кратери Кеплер,

Ньютон і т. д. На картах Місяця з'явилися Океан Бурь, Море Дощів, Море Спокою.

Місяць без кінця обживали персонажі фантастичних книг. Її відвідували герої англійського романіста XVI ст. Ф. Годвіна, француза Сірано де Бержерака, американця Едгара По. Про польоти на Місяць писали Жюль Верн, Герберт Уеллс, Олександр Беляєв, Айзек Азімов, Станіслав Лем.

Перша карта зворотного боку Місяця та перший повний місячний глобус були складені вже у XX ст. астрономами: 7 жовтня 1959 р. автоматична міжпланетна станція "Місяць-3", здійснивши обліт Місяця, сфотографувала його зворотний бік. Це були перші телефотографії, передані із космічного простору. Фотографування зворотного боку Місяця було завершено 1965 р. іншою автоматичною станцією – "Зонд-3". У нових назвах на Місяці увічнено понад п'ятсот діячів світової науки та техніки, які присвятили своє життя прогресу людства.

Космічні польоти до Місяця зумовили бурхливий розвиток досліджень у галузі геології, геохімії та геофізики цього небесного тіла. Місяць став одним із тих небесних тіл, вивчення якого допомагає вченим краще зрозуміти особливості будови планети Земля, на якій ми живемо. 20 липня 1969 р. на Місяць вперше висадилася людина.

Особливо велике значення розуміння природи Місяця мала доставка на Землю зразків місячного ґрунту. Їхній аналіз довів повну відсутність у поверхневому шарі Місяця органічних сполук. Вивчення місячного ґрунту дало можливість встановити точний хімічний склад місячних порід та їх вік. З'ясувалося, що вік Місяця та Землі однаковий: їм по 4,6 млрд. років.

У надрах Місяця виділяють різні за властивостями ядро, мантію та кору. У мантії Місяця залягають осередки місяцетрусів, частота яких регулярно змінюється залежно від положення Місяця на орбіті стосовно Землі.

Місяць повністю позбавлений води; назви "моря", "миси", "затоки" зберігаються на місячних картах лише за традицією. Місячні моря абсолютно сухі і являють собою великі, залиті базальтовою лавою низини. Під місячними

морями розташовуються так звані маскони – райони підвищеної щільності речовини. Виникнення маскон пов'язане з особливостями утворення місячних морів.

В окремих місцях місячної поверхні спостерігаються короточасні витікання газів. Проте Місяць загалом позбавлений атмосфери, і вітри, які руйнують гірські породи Землі, на Місяці відсутні. Водночас через відсутність атмосфери незлічені сліди на місячній поверхні залишають метеорити. Частина великих кратерів на місячній поверхні, що мають різний вік, зобов'язана своїм походженням внутрішнім процесам у надрах Місяця, більша частина пов'язана з метеоритними ударами. Постійне бомбардування Місяця крихітними метеоритами є причиною того, що вся її поверхня на кілька метрів углиб, немов ватяною ковдрою, вкрита шаром дрібної роздробленої спеченої речовини, що утворює губчасту масу, що ніби злежалася. Цей тонкий шар місячної поверхні називають реголіт.

Реголіт служить чудовим термоізоляційним матеріалом. Загалом коливання температури на поверхні Місяця дуже великі. На екваторі вони становлять від $+130^{\circ}\text{C}$ на місячному опівдні до -170°C вночі. Дуже різкі коливання температури відбуваються у процесі місячних затемнень. Однак завдяки шару реголіту зазначені перепади температур поширюються до глибини всього на декілька десятків сантиметрів. Нижче температура місячних порід залишається незмінною. Так само як на Землі внаслідок припливу тепла з надр температура в тілі Місяця повільно зростає з глибиною.

Маса Місяця всього в 81,3 рази менша маси Землі і дорівнює $7,25 \times 10^{25}$ г. Це ставить Місяць на особливе місце серед супутників всіх інших планет, які менші за своїх "господарів" принаймні в тисячі разів. Додамо, що Місяць перебуває поза атмосферою, де сила тяжіння центрального тіла – Землі перевершує силу тяжіння Сонця. Внаслідок цих особливостей деякі вчені схильні розглядати систему Земля - Місяць як унікальну "подвійну планету".

Середня густина Місяця становить $3,34$ г/см³. Вона приблизно відповідає щільності верхньої оболонки Землі – її кори. Сила тяжіння на поверхні Місяця

у 6 разів менша, ніж на Землі. Американським космонавтам, які здійснили висадку на поверхні Місяця, довелося освоювати спеціальні прийоми місячної ходьби, які назвали "стиль кенгуру". Спеціальні астрономічні дослідження показали, що Місяць не має природних супутників.

Різноманітні дані, отримані внаслідок польотів космічних апаратів, проливають нове світло на походження Місяця та дають ключ до розгадки багатьох таємниць Сонячної системи»[41].

Молочний шлях, Чумацький Шлях — «біла смуга неправильної форми, що не яскраво світиться, спостерігається на зоряному небі; складається з величезної кількості слабких зірок, не видимих окремо неозброєним оком. Ширина смуги Молочного Шляху, що спостерігається, в різних його частинах не однакова і становить від 5° до 30° . Яскравість Чумацького Шляху також різна: він найяскравіший у сузір'ях Стрільця, Хреста і Центавра, найслабший у сузір'ях Персея та Жирафа»[38].

Чим менше розсіяного світла в земній атмосфері, тим яскравіше виділяється смуга Чумацького Шляху на тлі зоряного неба (тому особливо сприятливі умови для спостереження Чумацького Шляху далеко від міст, у горах). У великих містах яскравість нічного неба настільки велика, що Чумацький Шлях часто взагалі не видно.

«Походження назви Молочний Шлях пов'язане з грецьким міфом про струмінь молока, що бризнув на небо з грудей богині Гери в той час, коли вона годувала немовля Геркулеса. Звідси отримала свою назву і Галактика, оскільки Молочний Шлях по-грецьки називається "галаксіас".

Систематичне вивчення Чумацького Шляху започаткував англійський астроном В. Гершель наприкінці XVIII ст. Зробивши підрахунки зірок у різних напрямках, він зробив висновок, що Сонце знаходиться всередині сплюснутої зіркової системи. Зараз відомо, що смуга Молочного Шляху – це найбільш щільна частина нашої зіркової системи – Галактики, її диск, який ми розглядаємо зсередини, перебуваючи поблизу площини симетрії диска. Також потрібно мати на увазі, що через поглинання світла зірок міжзоряним пилом,

сконцентрованим у площині Галактики, видима картина Чумацького Шляху відображає розподіл у просторі лише порівняно близьких до Сонця зірок. Для визначення форми Галактики та відстані до її центру необхідний правильний облік міжзоряного поглинання світла. Велику допомогу тут надають інфрачервоні спостереження та радіоспостереження.

Від сузір'я Лебедя до сузір'я Центавра Чумацький Шлях поділяється на два паралельні рукави темним проміжком, обумовленим наявністю великої кількості пилової матерії в міжзоряному середовищі. У середині цього темного проміжку в сузір'ї Стрільця за інфрачервоними спостереженнями виявили ядро Галактики, частково заслонене пиловими хмарами.

За допомогою радіоспостережень вдалося довести, що темні області в Чумацькому Шляху – це щільні газопилові хмари, що екранують світло зірок, які лежать за ними, і пов'язані, як правило, зі спіральними рукавами Галактики. Потрібно пам'ятати, що не всі видимі частини Чумацького Шляху пов'язані з нашою Галактикою. Наприклад, Магелланови Хмари, що здаються спостерігачам Південної півкулі частинами Чумацького Шляху, є самостійними галактиками, які розташовані поруч із нашою Галактикою»[41].

Мороженко Олександр Васильович (нар. 1936) — український «астрофізик, професор. З 1959 працює в ГАО НАН України (з 1973 завідувач відділу фізики планет).

Розробив поляриметричний метод визначення фізичних властивостей та вертикальної структури планетних атмосфер. Разом з колегами відкрив опозиційний ефект блиску Марса, наявність орієнтованих частинок в атмосферах комет та Сатурна. Лауреат премії НАН України ім. М. П. Барабашова(1993)»[8].

1.4.Астрономічні статті на букву «Н»

Надир (араб. نظير – протилежний) — протилежна «до зеніту точка небесної сфери»[24].

НАСА (National Aeronautics and Space Administration, NASA), Національне управління з аеронавтики і дослідження космічного простору — «урядова організація США, яка створена 1958 році.

Головні завдання: дослідження проблеми польотів у земній атмосфері та за її межами; розробка, конструювання, випробування і виконання польотів аеронавтичних і космічних апаратів різноманітного призначення; забезпечення найбільшої ефективності використання наукових і технічних ресурсів США та співробітництво з іншими країнами, які ведуть дослідження з аеронавтики і космонавтики.

З 1958 проведені запуски космічних апаратів з метою дослідження навколосемного космосу, міжпланетного простору, Місяця, планет Сонячної системи та їхніх супутників; реалізовано низку програм, що передбачали політ людини в космос: «Меркурій» (6 запусків) , «Джеміні» (10 запусків), «Аполлон» (17 запусків), «Скайлеб» (3 запуски), «Спейс Шатл» та ін.

Найбільші центри НАСА: Космічний центр ім. Л. Джонсона з розробки космічних апаратів у Хьюстоні (штат Техас) , Центр ім. Маршалла в Хантсвіллі (штат Алабама) та Центр ім. Дж. Кеннеді на мисі Канаверал (штат Флоріда), що займаються проектуванням та експлуатацією стартових комплексів»[8].

Нахил орбіти, нахилення — величина (елемент орбіти), яка «визначає орієнтацію орбіти небесного тіла у просторі. Тобто це кут між площиною орбіти та головною координатною площиною (площиною екліптики, небесного екватора). Його позначають i . Він змінюється від 0 до 360° »[8].

Наша ера, нова ера — «система літочислення, у якій за початок відліку років (епоху) вважають рік народження Ісуса Христа. Введена римським монахом, папським архіваріусом Діонісієм Малім у 525 для певної зручності обчислення дат Пасхи. Однак зараз майже загально визнано, що народження Христа сталося за 6 років до вибраної Діонісієм епохи»[8].

Небесна механіка — розділ астрономії, в якому «на основі законів та принципів механіки вивчається рух у просторі різних природних та штучних небесних тіл. Небесна механіка як наука виникла після відкриття І. Ньютона закону всесвітнього тяжіння. На цей закон, а також три закони механіки спирається у своїх дослідженнях небесна механіка.

Вона використовує аналітичні, якісні та чисельні математичні методи дослідження та розв'язання рівнянь руху небесних тіл. Аналітичні методи дозволяють знаходити розв'язання задач у вигляді формул. Якісні методи дають можливість дізнатися про властивості рішень, не знаходячи самі рішення. Чисельні методи, що набули дуже широкого поширення в наші дні завдяки появі потужних електронних обчислювальних машин (ЕОМ), дають рішення у вигляді таблиць, що містять координати небесних тіл»[7].

Об'єктами дослідження небесної механіки є планети, супутники, комети, малі планети, зірки, космічні системи, штучні супутники, автоматичні міжпланетні станції.

Небесна механіка «досліджує рухи великих планет Сонячної системи щодо Сонця, рухи супутників планет, малих планет та комет, а також рухи зірок у зіркових системах, штучних небесних тіл.

При вивченні руху природних та штучних супутників, що обертаються на відносно невеликих відстанях від планет, не можна вважати планету матеріальною точкою, а слід враховувати її форму, а також обертання її навколо осі, опір, який чинить рух супутника планетною атмосферою. Ці завдання стали особливо актуальними у зв'язку із запуском штучних супутників.

Одним із найбільш чудових досягнень небесної механіки було відкриття планети Нептун. Вивчаючи рух планети Уран, У. Левер'є та Дж. Адамс передбачили існування невідомої на той час планети, яка вносила неправильності у рух Урану, визначили елементи її орбіти та масу. Ці розрахунки повністю підтвердилися спостереженнями, виконаними І. Галле на Берлінській обсерваторії, у яких у 1846 р. було відкрито планету Нептун»[41].

Небесна сфера — уявна «сфера довільного радіусу, що використовується в астрономії для опису взаємних положень світил на небосхилі. Для простоти розрахунків її радіус приймають рівним одиниці; центр небесної сфери залежно від розв'язуваного завдання поєднують із зіницею спостерігача, із центром Землі, Місяця, Сонця чи взагалі з довільною точкою простору.

Уявлення про небесну сферу виникло в давнину. В основу його лягло зорове враження про існування кришталевої бані неба, на якій ніби укріплені зірки. Небесна сфера для стародавніх народів була найважливішим елементом Всесвіту. З розвитком астрономії такий погляд на небесну сферу відпав. Однак закладена в давнину геометрія небесної сфери в результаті розвитку та вдосконалення набула сучасного вигляду, в якому для зручності різних розрахунків і використовується в астрометрії.

Розглянемо як небесна сфера, представляється Спостерігачеві в середніх широтах із Землі. Дві прямі, становище яких можна встановити експериментально з допомогою фізичних і астрономічних інструментів, грають значну роль щодо понять, зв'язаних з небесною сферою. Перша з них — прямовисна лінія; це пряма, що збігається у цій точці з напрямом дії сили тяжіння. Ця лінія, проведена через центр небесної сфери, перетинає її у двох діаметрально протилежних точках: верхня називається зенітом, нижня — надиром. Площина, що проходить через центр небесної сфери перпендикулярно вертикальній лінії, називається площиною математичного (або істинного) горизонту. Лінія перетину цієї площини з небесною сферою називається горизонтом.

Другою прямою є вісь світу — пряма, що проходить через центр небесної сфери паралельно осі обертання Землі; навколо осі світу відбувається видиме добове обертання всього небосхилу. Крапки перетину осі світу з небесною сферою називаються Північним та Південним полюсами світу. Найбільш помітна із зірок поблизу Північного полюса світу — Полярна зірка. Яскравих зірок біля Південного полюса світу нема.

Площина, що проходить через центр небесної сфери перпендикулярно до осі світу, називається площиною небесного екватора. Лінію перетину цієї площини з небесною сферою називають небесним екватором.

Коло, яке виходить при перетині небесної сфери площиною, що проходить через її центр, називається в математиці великим колом, а якщо площина не проходить через центр, то виходить мале коло. Горизонт і небесний екватор являють собою великі кола небесної сфери та поділяють її на дві рівні півкулі. Горизонт ділить небесну сферу на видиму та невидиму півкулі. Небесний екватор ділить її відповідно на Північну та Південну півкулі.

При добовому обертанні небосхилу світила обертаються навколо осі світу, описуючи на небесній сфері малі кола, які називаються добовими паралелями; світила, віддалені від полюсів світу на 90° , рухаються вздовж великого кола небесної сфери – небесного екватора.

Площина, що проходить через центр небесної сфери, в якій одночасно лежать і прямовисна лінія, і вісь світу, називається площиною небесного меридіана. Велике коло від перетину цієї площиною небесної сфери називають небесним меридіаном. Та з точок перетину небесного меридіана з горизонтом, що знаходиться ближче до Північного полюса світу, називається точкою півночі; діаметрально протилежна – точкою півдня. Пряма, що проходить через ці точки, є південна лінія.

Точки горизонту, що віддаляються на 90° від точок півночі та півдня, називаються точками сходу та заходу. Ці чотири точки називають головними точками горизонту.

Площини, що проходять через вертикальну лінію, перетинають небесну сферу великими колами і називаються вертикалами. Небесний меридіан є одним із вертикалів. Вертикал, що перпендикулярний меридіану і проходить через точки сходу і заходу, називають першим вертикалом.

За визначенням три основні площини – математичного горизонту, небесного меридіана та першого вертикалу – взаємно перпендикулярні. Площина небесного екватора перпендикулярна лише площині небесного

меридіана, утворюючи з площиною горизонту двогранний кут. На географічних полюсах Землі площина небесного екватора збігається з площиною горизонту, але в екваторі Землі стає їй перпендикулярною. У першому випадку, на географічних полюсах Землі, вісь світу збігається з вертикальною лінією і за небесний меридіан може бути прийнятий будь-який з вертикалів залежно від умов завдання. У другому випадку, на екваторі, вісь світу лежить у площині горизонту та збігається з полуденною лінією; Північний полюс світу у своїй збігається з точкою півночі, а Південний полюс світу - з точкою півдня.

При використанні небесної сфери, центр якої поєднується з центром Землі або будь-якою іншою точкою простору, також виникає низка особливостей, проте принцип введення основних понять – горизонт, небесний меридіан, перший вертикал, небесний екватор тощо – залишається незмінним.

Основні площини та кола небесної сфери використовуються при введенні горизонтальних, екваторіальних та екліптичних небесних координат, а також при описі особливостей видимого добового обертання світил.

Велике коло, що утворюється при перетині небесної сфери площиною, що проходить через її центр і паралельна площині земної орбіти, називається екліптикою. За екліптикою відбувається видимий річний рух Сонця. Точка перетину екліптики з небесним екватором, у якій Сонце переходить із Південної півкулі небесної сфери до Північної, називають точкою весняного рівнодення. Протилежна точка небесної сфери називається точкою осіннього рівнодення. Пряма, що проходить через центр небесної сфери перпендикулярно площині екліптики, перетинає сферу у двох полюсах екліптики: Північному полюсі – у Північній півкулі та Південному – у Південній півкулі»[41].

Небесні координати — загальна «назва низки координатних систем, за допомогою яких визначають положення світил та допоміжних точок на небесній сфері. Вони вводяться на геометрично правильній поверхні небесної сфери координатною сіткою, подібною до меридіанів і паралелей на Землі. Координатна сітка визначається двома площинами: площиною екватора

системи та пов'язаними з ним двома полюсами, а також площиною початкового меридіана.

В астрономії застосовують кілька систем небесних координат, зручних для вирішення різних наукових та практичних завдань. При цьому використовуються відомі площини, кола та точки небесної сфери.

Горизонтальна система небесних координат

У горизонтальній системі небесних координат основним колом служить математичний або правдивий горизонт, а координатою, аналогічною географічній широті, – висота світила (над горизонтом) h . Вона відраховується від площини горизонту зі знаком "плюс" у видимій півкулі небесної сфери та зі знаком "мінус" – у невидимому, під горизонтом; таким чином, висоти, як і широти Землі, можуть набувати значення від $+90$ до -90° . Коло небесної сфери, на якому всі точки мають рівні висоти, аналогічне географічній паралелі, називається альмукантаратом. Замість висоти в астрономії часто використовується зенітна відстань $z=90^\circ-h$. Геометрично зенітна відстань z являє собою кут між напрямками на зеніт та на об'єкт; вона завжди позитивна і набуває значення в межах від 0 (для точки зеніту) до 180° (для точки надиру).

Аналогом географічної довготи в горизонтальній системі координат служить азимут, що являє собою двогранний кут між площиною вертикалу, що проходить через зеніт і точку, та площиною небесного меридіана. Оскільки обидві зазначені площини перпендикулярні площині математичного горизонту, мірою двогранного кута може бути відповідний кут між слідами в горизонтальній площині. У геодезії прийнято відраховувати азимути від напрямку на точку півночі за годинниковою стрілкою (через точки сходу, півдня та заходу) від 0 до 360° . В астрономії азимути відраховуються у тому напрямі, проте часто починаючи від точки півдня. Тим самим астрономічні та геодезичні азимути можуть відрізнятися один від одного на 180° , тому важливо при вирішенні того чи іншого завдання на небесній сфері з'ясувати, з яким саме азимутом доводиться мати справу.

Внаслідок видимого добового обертання неба навколо осі світу координати світил у горизонтальній системі небесних координат для даного пункту Землі постійно змінюються. Горизонтальні координати світил також залежать від географічних координат місця спостережень; Ця остання обставина широко використовується в практичній астрономії: вимірювання горизонтальних координат світил за допомогою, наприклад, універсального інструменту дають можливість визначати географічні координати пунктів земної поверхні.

Екваторіальні системи небесних координат

В екваторіальній системі небесних координат вихідною площиною є небесний екватор. Координатою, аналогічною географічній широті Землі, у разі відмінювання світила є кут між напрямом на об'єкт і площиною небесного екватора. Відмінювання відраховується за так званим годинниковим колом від площини небесного екватора зі знаком "плюс" у Північній півкулі небесної сфери та зі знаком "мінус" – у Південному; воно може набувати значень в межах від $+90^\circ$ до -90° .

Інша координата в екваторіальній системі вводиться двома способами. У першому випадку початковою площиною є площина небесного меридіана місця спостережень; координата, аналогічна земній довготі, у разі називається годинниковим кутом t і вимірюється в часовій мірі – годинах, хвилинах та секундах. Годинний кут відраховується від південної частини небесного меридіана у напрямку добового обертання піднебіння до годинного кола світила. Внаслідок обертання небосхилу годинний кут t одного і того ж світила протягом доби змінюється в межах від 0 до 24 год. Така система небесних координат зветься першою екваторіальною. Координата t залежить як від часу спостережень, так й від місця спостережень на земній поверхні.

У другому випадку початковою площиною служить площина, що проходить через вісь світу і точку весняного рівнодення, що обертається разом із усією небесною сферою. Координата, аналогічна земній довготі, у разі називається прямим сходженням (α) і відраховується у часовій мірі у бік, зворотному напрямку обертання зоряного неба. Для різних світил вона має

значення від 0 до 24 год. Однак, на відміну від годинникових кутів, величина прямого сходження одного і того ж світила не змінюється внаслідок добового обертання небосхилу і не залежить від місця спостережень на поверхні Землі. Відмінювання та прямі сходження називаються другою екваторіальною системою небесних координат. Ця система використовується в зіркових каталогах та на зіркових картах.

Екліптична система небесних координат

В екліптичній системі основною площиною є площина екліптики. Щоб визначити положення світила, проводять через нього і полюс екліптики велике коло, яке називається колом широти даного світила. Його дуга від екліптики до світила називається екліптичною широтою (чи просто широтою) U . Широта є першою координатою у цій системі небесних координат. Вона відраховується від 0 до 90° зі знаком "плюс" у бік північного полюса екліптики та зі знаком "мінус" у бік її південного полюса. Друга координата – екліптична довгота (або просто довгота) L ; вона відраховується від площини, що проходить через полюси екліптики та точку весняного рівнодення, у напрямку річного руху Сонця і може набувати значень від 0 до 360° . Координати зірок в екліптичній системі не змінюються протягом доби та не залежать від місця спостережень.

Екліптична система історично виникла раніше екваторіальної. Вона була зручною тому, що стародавні кутомірні інструменти, такі, як армілярна сфера, були пристосовані для вимірювання безпосередньо екліптичних координат Сонця, планет та зірок. У зв'язку з цим вона є основою всіх старовинних зіркових каталогів та атласів зоряного неба.

Галактична система небесних координат

Галактична система небесних координат використовується для вивчення нашої Галактики і стала застосовуватися порівняно недавно. Основною площиною в ній є площина галактичного екватора, тобто площина симетрії Чумацького Шляху. Галактичні широти b відраховуються на північ і на південь від екватора Галактики відповідно до знаків "плюс" і "мінус". Галактичні довготи l відраховуються в напрямку зростаючих прямих сходжень від

площини, що проходить через полюси Галактики та точку перетину екватора Галактики з небесним екватором. Екліптичні та галактичні координати виходять шляхом обчислень з екваторіальних, які визначаються безпосередньо з астрономічних спостережень.

Системи небесних координат підрозділяються також залежно від становища їхнього центру у просторі. Так, топоцентричною називають систему небесних координат, центр якої знаходиться у будь-якій точці на поверхні Землі. Якщо для вирішення поставленого завдання використовується система координат із центром у центрі Землі, то її називають геоцентричною системою небесних координат. Аналогічним чином систему з центром у центрі Місяця називають селеноцентричною, з центром в одній із планет – планетоцентричною (або більш детально: для Марса – ареоцентричною, для Венери – афроцентричною тощо). Система небесних координат із центром у центрі Сонця називається геліоцентричною»[41].

Нейтринна астрономія — розділ астрономії, який «вивчає небесні тіла шляхом реєстрації нейтрино, що їх випускають. Це елементарні частинки, що не мають електричного заряду та рухаються зі швидкістю світла. Нейтрино утворюються у надрах зірок, там, де йдуть термоядерні реакції. Особливо сильний потік нейтрино має виникати при спалахах наднових зірок. Нейтрино дуже слабо взаємодіють з речовиною, так що зірки для них практично прозорі, і нейтрино, що утворюються всередині зірок, безперешкодно виходять назовні. Реєструючи їх, можна визначити температуру, щільність та хімічний склад у центральних областях зірок, недоступних вивченню іншими методами.

Реєструвати нейтрино можна, спостерігаючи викликані ними перетворення одних атомних ядер на інші. Наприклад, при взаємодії нейтрино з ядром хлору може утворитися ядро радіоактивного аргону. Вимірюючи швидкість утворення радіоактивного аргону в баку з хімічними сполуками, що містять хлор, можна дізнатися про потік нейтрино, що викликають перетворення хлору на аргон. Таким же способом можна вимірювати потік нейтрино, спостерігаючи перетворення літію на берилій, галію на германій та деякі інші реакції.

Перетворення, викликані нейтрино, відбуваються дуже повільно. Так, наприклад, під впливом сонячних нейтрино 1700 т хлору на день утворюється лише один атом аргону. Тому, щоб позбутися перешкод, викликаних космічними променями, нейтринні телескопи тримають глибоко під землею, в шахтах або тунелях.

На цей час зроблено спроби виявити нейтринне випромінювання Сонця. Результати експериментів показали, що потік сонячних нейтрино помітно менший за теоретично обчислений, і пояснення цьому ще не знайдено. Для реєстрації нейтрино з інших небесних об'єктів чутливості існуючих нейтринних телескопів недостатньо»[41].

Нейтронні зірки — дуже «маленькі, надщільні небесні тіла. Діаметр їх у середньому не більше кількох десятків кілометрів, маса приблизно дорівнює масі Сонця»[8]. При щільності, що досягаються в надрах нейтронних зірок (понад 1 млн. т в 1 см³), неможливе існування не тільки атомів з електронними оболонками, а й окремих ядер – всі ядра розпадаються на їх нейтрони і протони. «Швидкості електронів при цьому настільки високі, що відбувається злиття з протонами, причому їх електричні заряди нейтралізуються і утворюються нейтрони. Таким чином, при надвисоких щільностях речовина майже повністю складається з вільних нейтронів і лише з невеликою домішкою протонів та електронів. Звідси й виникла назва "нейтронні зірки". Нейтронні зірки було відкрито 1968 р. як пульсари. З нейтронними зірками пов'язані також деякі джерела жорсткого рентгенівського випромінювання в тісних подвійних зоряних системах.

Вони утворюються після вичерпання джерел термоядерної енергії в надрах звичайної зірки, якщо її маса на цей момент перевищує 1,4 маси Сонця. Оскільки джерела термоядерної енергії відсутні, стійка рівновага зірки стає неможливою і починається катастрофічний стиск зірки до центру – гравітаційний колапс. Якщо вихідна маса зірки не перевищує деякої критичної величини, то колапс у центральних частинах зупиняється і утворюється гаряча нейтронна зірка. Процес колапсу займає частки секунди. За ним може

наслідувати або натікання оболонки зірки, що залишилася, на гарячу нейтронну зірку з випусканням нейтрино, що забирають більше 10% маси зірки, або скидання оболонки за рахунок термоядерної енергії обертання. Такий викид відбувається дуже швидко, і для спостерігача на Землі він виглядає як грандіозний вибух – спалах наднової зірки. Нейтронні зірки, що спостерігаються вченими, – пульсари часто пов'язані з залишками наднових зірок.

Нейтронні зірки можуть існувати, якщо їх маси більші за 0,05 маси Сонця. Якщо маса нейтронної зірки перевищує 3-5 мас Сонця, рівновага її стає неможливим, і така зірка буде чорною діркою. Детальні розрахунки внутрішньої будови нейтронних зірок показують, що крім нейтронів з домішкою протонів та електронів у внутрішніх областях можуть утворюватися у великих кількостях інші елементарні частки – мезони та гіперони. У зовнішніх шарах має зберегтися багато ядер з надлишком нейтронів.

Дуже важливі характеристики нейтронних зірок – обертання та магнітне поле. При стисканні звичайної зірки нейтронне обертання прискорюється, а магнітне поле посилюється. Період обертання нейтронних зірок може досягати (за теоретичними розрахунками) 0,001; найкоротший із спостережуваних періодів 0,0016 с. Магнітне поле може бути в мільярди і трильйони разів сильніше за магнітне поле Землі»[41].

Нептун — «восьма по порядку від Сонця велика планета Сонячної системи. Нептун відкрили незвичайним чином. Було помічено, що Уран рухається не зовсім так, як йому належить рухатися під дією тяжіння Сонця та відомих на той час планет. Тоді запідозрили існування ще однієї потужної планети і спробували передбачити її становище на небі. Це надзвичайно складне математичне завдання незалежно один від одного успішно вирішили англійський астроном Дж. Адамс та французький астроном У. Левер'є. Отримавши дані Левер'є, помічник Берлінської обсерваторії І. Галле 23 вересня 1846 р. виявив планету. Відкриття Нептуна мало найбільше значення

насамперед тому, що воно стало блискучим підтвердженням правильності закону всесвітнього тяжіння, покладеного в основу розрахунків»[35].

Середня «віддаленість Нептуна від Сонця – 30,1 а. е., період обертання по орбіті 164 роки та 288 днів. Таким чином, з моменту відкриття Нептун ще навіть не зробив повного оберту за своєю орбітою.

Визначити діаметр Нептуна вдалося 7 квітня 1967 р., коли планета у своєму русі на тлі зоряного неба заслонила одну з далеких зірок. За результатами спостережень з кількох астрономічних обсерваторій екваторіальний діаметр Нептуна було визначено рівним 50 200 км., що складається головним чином з водню та гелію з домішкою сполук інших хімічних елементів. У центрі Нептуна, згідно з розрахунками, є важке ядро із силікатів, металів та інших елементів, що входять до складу планет земної групи.

Вивчення характеру ослаблення блиску зірки за її затемнення атмосферою Нептуна дало багато додаткової інформації. Зокрема, було знайдено середню молекулярну вагу надхмарних верств атмосфери Нептуна. Він відповідає молекулярному водню з невеликою домішкою метану.

Деталі на поверхні Нептуна розрізнити дуже важко. Тому надзвичайно складно визначити із наземних спостережень та період його осевого обертання. Напрямок полярної осі можна визначити непрямым шляхом: з тривалих спостережень руху супутників Нептуна і прецесії їх орбіт»[41].

Новий місяць — одна із чотирьох «фаз Місяця»[24]. Під час якої всю ніч зовсім не видно на небі Місяця, так як він перебуває між Землею та Сонцем.

Нові зірки — «зірки, блиск яких несподівано зростає у сотні, тисячі, а іноді й у мільйони разів. Досягши найбільшої яскравості, нова зірка починає гаснути і через деякий час (приблизно через рік) повертається до спокійного стану. Вони помітно відрізняються одна від одної як за потужністю спалаху, так і за швидкістю зменшення блиску. Цікаво, що чим потужніший спалах нової зірки, тим швидше падає її блиск. За швидкістю падіння блиску нові зірки відносять або до "швидких", або до "повільних"»[8].

«Найпотужнішою (і отже, найшвидшою) з відомих нових зірок була Нова в сузір'ї Лебедя, що спалахнула в 1975 р. У момент найбільшої світності вона була однією з найяскравіших зірок на небі, хоча на старих фотографіях на цьому місці була виявлена зірка лише 21-ї зоряної величини. Це означає, що при спалаху блиск нової зірки зріс більш ніж у 10 млн разів! Але вона досить швидко згасла. Вже через 20 днів її блиск зменшився на 5 зіркових величин, тобто у 100 разів.

Всі нові зірки викидають при спалаху газ, що розлітається з високими швидкостями. У різних зірок ці швидкості досить сильно відрізняються. Найбільша маса газу, що викидається новими зірками при спалаху, міститься в головній оболонці, яка відокремлюється при максимумі блиску зірки і відлітає від зірки зі швидкістю від кількох сотень до тисячі кілометрів на секунду. Ця оболонка помітна через десятки років після спалаху навколо деяких нових зірок у вигляді туманності.

У спокійному стані нові зірки постають перед астрономами дуже слабкими, їх можна вивчати лише з допомогою великих телескопів. Властивості цих зірок виявилися досить незвичними. Насамперед, всі нові – подвійні зірки. При цьому пара зірок завжди складається з білого карлика і нормальної зірки, яка за масою і розмірами зазвичай трохи поступається Сонцю (але іноді помітно менше за нього). Характерна властивість таких подвійних систем – близькість зірок одна до одної, тому в них виникає потік газу з поверхні нормальної зірки на поверхню білого карлика. Струмінь газу, що перетікає з поверхні нормальної зірки, закручується навколо білого карлика і лише після багатьох обертів потрапляє на його поверхню.

Щороку в Галактиці виявляють у середньому дві нові зірки. Проте, за підрахунками астрономів, за рік спалахує близько 40 нових зірок. Більшість їх не можна спостерігати через велику віддаленість і поглинання їх світла галактичним пилом. Частота нових спалахів у Галактиці настільки велика, що слід допустити багаторазове повторення спалахів у кожній новій.

Що відомо про механізм спалахів нових зірок? Після того як була встановлена подвійність цих зірок, з'явилася гіпотеза нових спалахів, яка отримала останнім часом широке поширення в астрономії. Суть її наступна. Спалах нової зірки відбувається внаслідок різкого прискорення термоядерних реакцій горіння водню, який лежить на поверхні білого карлика. Водень потрапляє на поверхню білого карлика разом із газом, що перетікає з поверхні нормальної зірки. Спалаху передуює період накопичення термоядерного "пального" на поверхні білого карлика, яке вибухає після того, як маса "пального" досягає деякої критичної величини. Дізнавшись про механізм спалахів нових зірок, неважко зрозуміти, чому спалахи можуть повторюватися. Інтервал між спалахами, найімовірніше, від 10 000 до 1 000 000 років.

Найближчі родичі нових зірок – карликові нові зірки. Спалахи карликових нових у тисячі разів слабші за спалахи нових зірок, але відбуваються вони в десятки тисяч разів частіше. Такі спалахи повторюються загалом через 3-4 місяці.

Дивно те, що звичайні нові зірки та карликові нові у спокійному стані майже не відрізняються одна від одної. Ті та інші – короткоперіодичні подвійні системи. При цьому одна із зірок такої системи обов'язково білий карлик, навколо якого незмінно розташовується газовий диск. Досі не розгадано загадку, які фізичні причини призводять до такої різної вибухової активності цих зовні дуже схожих зірок»[41].

Ньютон Ісаак (1643-1727) — великий «англійський фізик, механік, астроном та математик. Високе визнання здобули роботи Ньютона, в яких він заклав основи наукового розуміння законів світобудови замість фантастичних домислів релігії.

Ньютон сформулював основні закони класичної механіки, відкрив закон всесвітнього тяжіння, розробив основи диференціального та інтегрального обчислення. Головна праця Ньютона "Математичні засади натуральної філософії" (1687) була відправним пунктом всіх робіт з механіки та небесної механіки протягом наступних двох століть»[22].

Фізичні «відкриття Ньютонa тісно пов'язані з вирішенням астрономічних завдань. Оптика Ньютонa виросла зі спроб удосконалити об'єктиви для астрономічних телескопів-рефракторів, позбавити їх спотворень – аберацій. У 1668 р. він розробив конструкцію дзеркального телескопа-рефлектора і за це у 1672 р. був обраний членом Лондонського королівського товариства. Ньютон на основі встановленого ним закону всесвітнього тяжіння зробив висновок, що всі планети та комети притягуються до Сонця, а супутники – до планет із силою, обернено пропорційною квадрату відстані, і розробив теорію руху небесних тіл. Ньютон показав, що із закону всесвітнього тяжіння випливають закони Кеплера, дійшов висновку про неминучість відхилень від цих законів. Теорія тяжіння дозволила йому пояснити багато астрономічних явищ – особливості руху Місяця, прецесію, припливи і відливи, стиснення Юпітера, розробити теорію фігури Землі.

Погляди Ньютонa, його здатність пояснити і описати широке коло явищ природи, особливо астрономічних, вплинули на розвиток науки»[41].

1.5.Астрономічні статті на букву «О»

Оберон — «супутник Урана.

Відкритий у 1787 В. Гершелем. На фотографіях, отриманих з «Вояджера-2» видно, що його поверхня вкрита ударними кратерами. Навколо деяких із них можна помітити світлі променеві утворення. Швидше за все, це водяний лід та сніг».[40] На дні кратерів «є темні плями, які, ймовірно, свідчать про вулканічну діяльність, коли каламутна вода виливалася крізь тріщини в льодовій корі, наповнюючи дно кратерів. Південну півкулю перетинає широка долина, яку витлумачують як існування тектонічних процесів у ранній геологічній історії супутника. Залишки дії потужних внутрішніх сил, які руйнували льодову кору та спричиняли її рух, спостерігають тепер як розломи його поверхні»[8].

Об'єктив — одна з основних «частин оптичного приладу, що служить для збору променистої енергії та утворення зображення об'єкта, що спостерігається.

Зображення, що дається об'єктивом, може безпосередньо розглядатися через окуляр або проектуватися на будь-який приймач випромінювання – фотопластинку, електронно-оптичний перетворювач та ін. Об'єктив є лінзою або системою лінз, дзеркало або систему дзеркал, звернену до об'єктиву. Він характеризується фокусною відстанню f , відносним отвором та полем зору. Відстань від об'єктива до фокуса - фокусна відстань f ; застосовуючи об'єктиви з великою фокусною відстанню можна підвищити збільшення оптичної системи. На такій самій відстані з іншого боку від об'єктива розташований передній фокус об'єктива F .

Від кожної точки об'єкта, що світиться, в оптичну систему надходить обмежений світловий потік, величина якого залежить від вхідного отвору об'єктива. Це визначає освітленість зображення, яке дається об'єктивом. Крім того, для протяжних об'єктів освітленість залежить також від збільшення. Таким чином, світлосила об'єктива визначається його діаметром D і фокусною відстанню f і характеризується відносним отвором D/f .

Недоліки оптичної системи об'єктива призводять до різних спотворень зображення – аберації. Так, сферична аберація призводить до розмитості країв або середини зображення та пояснюється тим, що краї лінзи сильніше заломлюють промені, ніж її центральна частина. Хроматична аберація проявляється в забарвленості країв зображення, оскільки лінза по-різному заломлює промені різного кольору – сильніше фіолетові, слабше червоні. Внаслідок коми зображення точкового об'єкта (зірки) виходить у вигляді комети з хвостом. Дисторсія викривляє зображення прямої лінії. Внаслідок астигматизму зображення зірки розтягується.

Для усунення аберацій створюють спеціальні об'єктиви. Так, в ахроматичних дволінзових об'єктивах одна лінза – позитивна (збираюча), друга – негативна (розсіююча). Позитивна лінза зазвичай виконана з кронового, "легкого" скла, з меншим показником заломлення, а негативна – з флінтового, "важчого", з більшим показником заломлення. По-різному заломлюючи промені світла, лінзи такого об'єктиву зменшують аберацію. Однак об'єктиви такого типу при високій якості зображення мають менший відносний отвір і поле зору. Якість зображення, що дається об'єктивом, визначається роздільною здатністю об'єктива і оцінюється в лініях на міліметр.

Лінзові системи об'єктивів мають низку переваг. Вони забезпечують можливість гарної абераційної корекції, велике поле зору, технологічну простоту конструкції. Але поглинання світла у склі, хроматичні аберації, великі поздовжні габарити обмежують їх застосування для спорудження великих телескопів.

В астрономії часто застосовують дзеркальні системи об'єктивів, у яких відсутні хроматичні аберації. Параболічне дзеркало, що використовується як об'єктив, будує зображення без корекції.

Широке поширення в астрономії набули дзеркально-лінзові системи об'єктивів, які поєднують переваги лінзових та дзеркальних систем. Вони дозволяють споруджувати світлосильні телескопи з великими відносними отворами при значних кутах зору»[41].

Овен — зодіакальне «сузір'я. Найяскравіші зірки: α – Гамаль; β – Шератан; γ – Мезартім.

Також знаком Овна позначають точку весняного рівнодення, яка перебувала в Овні. 2 тис. років тому, коли в Давній Греції формувалася астрономічна термінологія.

Найкращі умови видимості ввечері – осінь, зима та рання весна. Сонце проходить через нього з 18 квітня по 14 травня»[8].

Одиниці відстаней в астрономії — «астрономічна одиниця (а.о.), парсек (пк) , світловий рік (св. рік).

Для вимірювання відстаней у Сонячній системі використовують астрономічні одиниці, а відстаней у нашій Галактиці – парсек та світловий рік. Міжгалактичні відстані вимірюють у мегапарсеках: $1 \text{ Мпк} = 10^6 \text{ пк}$ »[8].

Однорідність всесвіту — один із «постулатів сучасної космології, в основі якої лежать побудови космічних моделей, які працюють за принципом властивості Всесвіту. Для кожного довільно взятого моменту часу вони однакові в усіх його точках та в усіх напрямках.

Це свого роду космологічний принцип однорідності та ізотропії Всесвіту, який підтверджують спостереження.. Хоча у Всесвіті на відстанях до 300 Мпк виявлено порожнини (воїди), проте в більших масштабах Всесвіт являється однорідним. Тому гіпотеза про острівний Всесвіт стала неактуальною»[8].

Окуляр — одна з « частин візуального телескопа, яка служить для розгляду зображення, яке утворюється об'єктивом.

Для того, щоб око спостерігача могло без напруги розглядати зображення об'єкта, необхідно, щоб з оптичної системи виходив паралельний пучок променів. Це забезпечує система лінз окуляра. Окуляр зазвичай складається не менше ніж з двох лінз. Передня лінза окуляра називається лінзою поля; задня, розташована з боку ока - очною.

Основні оптичні характеристики окуляра – поле зору та становище його переднього F і заднього F' фокусів. Що більше збільшення телескопа, то менше (при аналогічних окулярах) його зору. Видалення вихідної зіниці окуляра, з

яким поєднується око спостерігача, визначається положенням заднього фокусу F' . Вихідна зіниця розташована поблизу заднього фокусу окуляра, і тим ближче, чим більше збільшення телескопа. У передній фокальній площині окуляра телескопів, призначених для кутових вимірювань, зазвичай міститься сітка з поділками.

Перший окуляр, застосований у 1609 р. Г. Галілеєм, був простою негативною (розсіюючою) лінзою. Окуляри Галілея використовуються рідко, головним чином в театральних біноклях. У XVII в. нідерландський вчений Х. Гюйгенс, а наприкінці XVIII ст. англійський вчений Д. Ж. Рамсен сконструювали позитивні окуляри, що застосовуються й досі.

Тип окуляра в телескопічній системі вибирають відповідно до заданого поля зору і необхідним видаленням вихідної зіниці»[41].

Орбітальні станції (ОС) — «великі штучні супутники, які тривалий час функціонують на навколосемних, навколомісячних або навколопланетних орбітах. Орбітальні станції можуть бути пілотованими або автоматичними. Пілотовані ОС між змінами екіпажів космонавтів працюють в автоматичному режимі»[37].

На відміну від автоматичних штучних супутників та пілотованих космічних кораблів орбітальні станції призначені для виконання тривалих комплексних програм науково-технічних та прикладних досліджень навколосемного простору, Землі, небесних тіл, а також досліджень у галузі біології та медицини, матеріалознавства, метеорології та інших галузях науки та випробувань нових космічних систем та обладнання.

«Маса та габарити ОС, тривалість її функціонування та чисельність екіпажу визначаються способом складання ОС та можливостями її постачання витрачуваними матеріалами (паливо, їжа, вода, кисень та ін.).

Можливі два способи створення ОС. У першому способі станція повністю збирається на Землі та виводиться на орбіту однією ракетою-носієм. У цьому випадку маса та габарити ОС обмежені можливостями ракети-носія, у зв'язку з чим спосіб придатний для збирання ОС масою, що не перевищує 100-150 т. У

другому способі збирання здійснюється безпосередньо на орбіті з самостійних блоків, секцій, елементів або космічних кораблів, які виводяться кількома ракетами-носіями. Цей спосіб дозволяє в принципі створювати ОС будь-якої маси, обсягу, розмірів.

Створення пілотованих ОС тривалого функціонування потребує вирішення складних науково-технічних та медико-біологічних проблем. Одна з найважливіших – зустріч на орбіті та стикування космічних апаратів. Першу ручну стиковку здійснено 16 березня 1966 р. екіпажем американського космічного корабля "Джеміні-8" з ракетою "Аджена". Вперше автоматична зустріч та стикування на орбіті здійснено 30 жовтня 1967 р. радянськими супутниками "Космос-186" та "Космос-188".

Фотографування та візуальні спостереження, які ведуть космонавти з орбітальних станцій, мають велике значення для вивчення Землі та її природних ресурсів. Ці дослідження вже зараз дають вагомий економічний ефект.

Вони відкривають надзвичайно широкі можливості для подальшого розвитку сільського та лісового господарства, гідрології, океанографії, геології, метеорології та інших галузей народного господарства, дозволяють покращити контроль за станом природного середовища. Все це має велике значення у наш час.

Одним з прикладів, як результати досліджень, проведених космонавтами, використовуються практично є космічне матеріалознавство, яке в майбутньому дозволить створити абсолютно нові матеріали та докорінно перетворити технологію виготовлення традиційних. На орбітальній станції "Салют-6" космонавти проводили експериментальну пайку металів, вивчали поведінку розплавлених матеріалів у стані невагомості та їх затвердіння, вивчали можливості отримання нових матеріалів, синтез складних систем, нездійснений у земних лабораторіях, а також досліджували процеси плавлення металів та зростання кристалів напівпровідників.

Вчені вважають орбітальні станції магістральним шляхом проникнення людини у космос. З їх допомогою можуть бути вирішені найбільші та важливі завдання подальшого вивчення та освоєння космічного простору. ОС можуть служити базами для складання на орбіті масивних пілотованих космічних кораблів, призначених для польоту до інших планет Сонячної системи, а також приладами для космічних кораблів, що повертаються з далекого рейсу. Існують проекти створення на навколоземних орбітах автоматичних ОС – колекторів сонячної енергії, яка у вигляді мікрохвильового променя передається на Землю. Технологічні експерименти, які космонавти проводять на сучасних ОС, можуть призвести до створення великих орбітальних заводів для виробництва в космосі різноманітних матеріалів. А якщо зазирнути в далеке майбутнє, побачимо втілену мрію геніального вченого К. Е. Ціолковського про "ефірні" поселення в космосі, де житимуть і працюватимуть десятки і сотні тисяч землян»[41].

Орбіти небесних тіл — «траєкторії по яких рухаються у космічному просторі Сонце, зірки, планети, комети, а також штучні космічні апарати (штучні супутники Землі, Місяця та інших планет, міжпланетні станції тощо). Однак для штучних космічних апаратів термін "орбіта" застосовують тільки до тих ділянок їх траєкторій, на яких вони рухаються з вимкненою руховою установкою (так звані пасивні ділянки траєкторії).

Форми орбіт та швидкості, із якими рухаються небесні тіла, визначаються головним чином силою всесвітнього тяжіння. При дослідженні руху небесних тіл у більшості випадків припустимо не брати до уваги їх форму та будову, тобто вважати їх матеріальними точками. Таке спрощення можливе тому, що відстань між тілами зазвичай у багато разів більша від їх розмірів. Вважаючи небесні тіла матеріальними точками, ми можемо щодо їх руху безпосередньо застосовувати закон всесвітнього тяжіння. Крім того, в багатьох випадках можна обмежитися розглядом руху тільки двох тіл, що притягуються, нехтуючи впливом інших. Так, наприклад, щодо руху планети навколо Сонця можна з певною точністю припускати, що планета рухається лише під впливом сил сонячного тяжіння. Так само при наближеному вивченні руху штучного

супутника планети можна взяти до уваги лише тяжіння "своєї" планети, нехтуючи як притягненням інших планет, а й сонячним.

Зазначені спрощення призводять до так званого завдання двох тіл. Одне з розв'язків цього завдання було дано І. Кеплером, повне розв'язання задачі було отримано І. Ньютоном. Ньютон довів, що одна з матеріальних точок, що притягуються, обертається навколо іншої по орбіті, що має форму еліпса (або кола, яка є окремим випадком еліпса), параболи або гіперболи. У фокусі цієї кривої знаходиться друга точка.

Найменша початкова швидкість, яку потрібно надати тілу, щоб воно, почавши рух поблизу поверхні Землі, пододало земне тяжіння і назавжди залишило Землю по параболічній орбіті, що називається другою космічною швидкістю. Вона дорівнює 11,2 км/с. Найменша початкова швидкість, яку потрібно повідомити тілу, щоб воно стало штучним супутником Землі, називається першою космічною швидкістю. Вона дорівнює 7,91 км/с.

Еліптичними орбітами рухається більшість тіл Сонячної системи. Тільки деякі малі тіла Сонячної системи – комети, рухаються параболічними або гіперболічними орбітами. У завданнях космічного польоту найчастіше зустрічаються еліптичні та гіперболічні орбіти. Так, міжпланетні станції вирушають у політ, маючи гіперболічну орбіту щодо Землі; потім вони рухаються еліптичними орбітами щодо Сонця у напрямку до планети призначення.

Орієнтація орбіти у просторі, її розміри і форма, і навіть положення небесного тіла на орбіті визначаються шістьма величинами, званими елементами орбіти. Деякі характерні точки орбіт небесних світил мають назви. Так, найближча до Сонця точка орбіти небесного тіла, що рухається навколо Сонця, називається перигелієм, а найбільш віддалена від нього точка еліптичної орбіти – афелієм. Якщо розглядається рух тіла щодо Землі, то найближча до Землі точка орбіти називається перигеєм, а найдальша – апогеєм. У найзагальніших завданнях, коли під притягуючим центром можна припускати

різні небесні тіла, використовують назви: перицентр (найближча до центру точка орбіти) та апоцентр (найвіддаленіша від центру точка орбіти).

Методи, розроблені в небесній механіці, дозволяють дуже точно на багато років вперед визначити положення будь-яких тіл Сонячної системи. Більш складні методи обчислень використовуються щодо руху штучних небесних тіл. Точне вирішення цих завдань в аналітичному вигляді (тобто у вигляді формул) отримати дуже складно. Тому використовуються методи чисельного розв'язання рівнянь руху із застосуванням швидкодіючих електронних обчислювальних машин. За таких обчислень користуються поняттям сфери дії планети.

Сферою дії називають область навколопланетного (або навколомісячного) простору, в якій при розрахунках обуреного руху тіла (міжпланетного космічного корабля, супутника планети, комети) зручно як центральне тіло вважати не Сонце, а цю планету (або Місяць). У цьому випадку розрахунки спрощуються внаслідок того, що всередині сфери дії вплив тяжіння Сонця в порівнянні з тяжінням планети менше, ніж обурення від планети в порівнянні з тяжінням Сонця. Але треба пам'ятати, що і всередині сфери дії та за її межами – усюди на тіло діють сили тяжіння і Сонця, і планети, та інших тіл, хоч і по-різному.

Метод визначення орбіти небесного тіла з використанням поняття сфери дії – один із способів наближеного визначення орбіт. Знаючи наближені величини елементів орбіти, можна з допомогою інших методів отримати точніші значення елементів орбіти. Таке поетапне поліпшення орбіти, що визначається, є типовим прийомом, що дозволяє обчислити параметри орбіти з високою точністю. Сьогодні коло завдань щодо визначення орбіт значно розширилося, що пояснюється бурхливим розвитком ракетної та космічної техніки»[41].

1.6. Астрономічні статті на букву «П»

Паралакс (грец. Παραλλαξιξ – відхилення) — «явище видимого зміщення тіла (предмета) на тлі віддаленіших тіл у випадку зміщення спостерігача (те ж саме паралактичне зміщення)»[8].

Ви їдете в поїзді і дивитесь у вікно... «Миготять стовпи, що стоять вздовж рейок. Повільніше тікають назад будівлі, розташовані за кілька десятків метрів від залізничного полотна. І вже зовсім повільно, знехотя відстають від поїзда будиночки, гаї, які ви бачите вдалині, десь біля горизонту.

Чому так відбувається? Швидкість зміни напряму на предмет під час руху спостерігача тим менше, що далі від спостерігача знаходиться предмет. А з цього випливає, що величиною кутового усунення предмета, яке називають паралактичним зміщенням або просто паралаксом, можна характеризувати відстань до предмета, що широко використовується в астрономії.

Зрозуміло, виявити паралактичне зміщення зірки, рухаючись земною поверхнею, не можна: зірки занадто далекі, і паралакси за таких переміщень знаходяться далеко за межами можливості їх вимірювання. Але якщо спробувати виміряти паралактичні зміщення зірок при переміщенні Землі з однієї точки орбіти в протилежну (тобто повторити спостереження з інтервалом у півроку), то можна розраховувати на успіх. У всякому разі, таким шляхом виміряно паралакси кількох тисяч найближчих до нас зірок.

Паралактичні усунення, виміряні з використанням річного руху Землі орбітою, називають річні паралаксами. Річний паралакс зірки – це кут (π), який зміниться напрямком на зірку, якщо уявний спостерігач переміститься із центру Сонячної системи на земну орбіту (точніше – середня відстань Землі від Сонця) у бік, перпендикулярному напрямку зірки. Зрозуміло, що річний паралакс можна визначити і як кут, під яким з зірки видно велику піввісь земної орбіти, розташовану перпендикулярно до променя зору.

З річним паралаксом пов'язана й основна одиниця довжини, прийнята в астрономії для вимірювання відстаней між зірками та галактиками, – парсек.

Для ближчих небесних тіл – Сонця, Місяця, планет, комет та інших тіл Сонячної системи – паралактичне усунення можна знайти і при переміщенні спостерігача у просторі внаслідок добового обертання Землі. У цьому випадку паралакс обчислюють для уявного спостерігача, який переміщується з центру Землі в точку екватора, в якій світило знаходиться на горизонті. Для визначення відстані до світила обчислюють кут, під яким видно зі світила екваторіальний радіус Землі, перпендикулярний до променя зору. Такий паралакс називають добовим горизонтальним екваторіальним паралаксом або просто добовим паралаксом.

Як мовилося раніше, річні паралакси безпосереднім виміром паралактичного зміщення (так звані тригонометричні паралакси) можна визначити лише в найближчих зірок, розташованих не далі кількох сотень парсек. Однак вивчення зірок, для яких тригонометричні паралакси були виміряні, дозволило виявити статистичну залежність між видом спектру зірки (її спектральним класом) та абсолютною зірковою величиною. Поширивши цю залежність також і на зірки, для яких тригонометричний паралакс невідомий, отримали можливість за спектром оцінювати абсолютні зоряні величини зірок, а потім, порівнюючи їх з видимими зірковими величинами, астрономи стали оцінювати і відстані до зірок (паралакси). Паралакси, визначені таким методом, називаються спектральними паралаксами.

Існує ще один метод визначення відстаней (і паралаксів) до зірок, а також зоряних скупчень та галактик – за змінними зірками типу цефеїд; такі паралакси іноді називають цефеїдними паралаксами»[41].

Паризька обсерваторія (Observatoire de Paris) — перша «державна астрономічна обсерваторія Європі, заснована 1667 (будівництво розпочали з ініціативи Ж.Пікара, тривало до 1671). Розташована у Парижі (Франція)». [5] У 1926 до неї приєднали Медонську обсерваторію, пізніше – радіоастрономічну обсерваторію у м. Нансі. При обсерваторії працювало Міжнародне бюро часу.

Головні дослідження: в галузі фізики Сонця, астрофізики, вивчення обертання Землі, астрономічні приладобудування.

Головні інструменти: 100- та 60-см рефлектори, призма остролябія А. Данжона.

Парсек [від пар(алакс) та сек(унда)] — «позасистемна одиниця відстані в астрономії. Міжнародне позначення (лат. шрифтом) – pc, в укр. науково-технічній літературі — пк (головне позначення) або пс (давніше) ; 1 пк — це відстань, з якої відрізок завдовжки в 1 астрономічну одиницю, перпендикулярний до променя зору, звідси походить скорочена назва парсеку.

$1 \text{ пк} = 30.8567 \times 10^{12} \text{ км} = 206264.8 \text{ а.о.} = 3.261 \text{ світлових років}$ »[8].

Пасажний інструмент — один з основних «астрометричних інструментів. За його допомогою спостерігач реєструє моменти проходження різних світил через один і той же вертикал. Пасажний інструмент винайдений датським ученим О. Ремером у 1689 р.

Зорова труба пасажного інструменту обертається навколо горизонтальної осі. Масивна станина забезпечує незмінність становища осі, труба пасажного інструменту постійно перебуває у площині обраного спостережень вертикалу. Пасажний інструмент не має кіл з поділками для точних вимірювань кутів. У полі зору труби реєструються тільки моменти проходження світил, наприклад, через тонкі шкали, що нанесені на скло. Спостереження можна автоматизувати, використовуючи у фокальній площині труби вузькі щілини та встановлений за ними фотоелектричний світлоприймач.

Вимірювання на пасажному інструменті найчастіше виконуються не в довільному вертикалі, а площині небесного меридіана. Залежно від спостережень ці вимірювання служать для визначення часу, довготи пункту спостережень чи прямих сходжень світил. Пасажні інструменти використовуються при спостереженнях на обсерваторіях, так і в експедиціях»[41].

Перигей (грец. περὶ – навколо, γῆ – Земля) — «точка орбіти штучного супутника Землі або Місяця, найближча до Землі»[8].

Перигелій (грец. $\pi\epsilon\rho\iota$ – навколо, $\eta\lambda\iota\omicron\varsigma$ – Сонце) — найближча до Сонця «точка орбіти небесного тіла, яке обертається навколо Сонця. Його віддаленість від центра Сонця називають перигелійною відстанню»[8].

Перицентр (грец. $\pi\epsilon\rho\iota$ – навколо, $\kappa\epsilon\nu\tau\rho\nu$ – осереддя) — точка на еліптичній орбіті, «для якої радіус-вектор одного з тіл, проведений з центра мас, має найменше значення. Якщо центральним тілом є Земля, то це перигей, Сонце – перигелій, зірка – періастр, Місяць – периселеній і т. д»[8].

Планети — великі «небесні тіла, які рухаються навколо Сонця і світяться відбитим сонячним світлом. Внаслідок великої віддаленості від нас планети мають малі кутові розміри (менше $0,02^\circ$) і найяскравіші з них для неозброєного ока є світлими точками на зоряному небі. У телескоп великі планети мають вигляд маленьких світлих дисків або серпиків (на зразок Місяця), тоді як зірки залишаються точковими вогниками. Орбіти великих планет нахилені одна до одної під невеликими кутами і утворюють у просторі майже плоску систему.

На сьогодні відомо 9 великих планет. Крім того, відкрито кілька тисяч малих планет (астероїдів), розміри яких становлять від кількох сотень до 1 км і менше; вони рухаються головним чином між орбітами Марса та Юпітера. Планети за характером їхнього руху серед зірок поділяються на верхні та нижні, а за фізичними характеристиками на планети земної групи: Меркурій, Венера, Земля, Марс та планети-гіганти: Юпітер, Сатурн, Уран, Нептун. У межах однієї групи планети досить близькі між собою за такими фізичними характеристиками як середня щільність, розміри, хімічний склад, але одна група різко відрізняється за цими характеристиками від іншої. Дев'яту планету - Плутон, мабуть, не можна віднести до жодної з двох груп. За хімічним складом він близький до другої групи, а за розмірами – до першої.

Кожна планета має неповторні особливості. Обертання планет і орієнтування осей обертання у просторі вивчаються за спостереженнями переміщення різних деталей на видимих поверхнях планет. Радіолокаційні спостереження дозволили визначити параметри обертання Венери, біля якої поверхня постійно прихована хмарами.

Наявність газової оболонки навколо планет під час спостережень із Землі можна побачити по потемнінню диску планет до країв, поступового згасання зірки у разі, коли планети проходять перед зіркою (покриття зірки планетою), за наявності хмарних утворень. Фотометричні виміри планет дозволяють визначити їхнє альbedo.

Хімічний склад атмосфер планет визначається із спектральних спостережень щодо інтенсивності молекулярних смуг поглинання, що виникають у спектрі відбитого сонячного випромінювання. Методами астрофізики вимірюють температуру поверхні планет та різних шарів планетних атмосфер. Для визначення температури окремих деталей поверхні планет застосовують теплові вимірювання в інфрачервоній області спектра.

Завдяки швидкому розвитку космічної техніки стали можливими дослідження планет та супутників із безпілотних міжпланетних станцій, забезпечених телевізійними камерами, радіолокаційною апаратурою та фізичними приладами для дистанційних вимірювань або для автоматичного аналізу зразків. Застосування все більш досконалої апаратури дозволило отримати величезний обсяг нової інформації про природу Меркурія, Марса, Юпітера, Сатурна, Венери, призвело до відкриття цікавих подробиць та уточнення (а з деяких питань до корінного перегляду) наших уявлень про ці планети. Основні відомості про них наводяться у статтях про кожен планету.

Навколосонячна планетна система, ймовірно, не єдина в Галактиці, а тим більше у Всесвіті. Але прямих доказів існування інших подібних систем поки що немає»[41].

Планетарій — складний «проекційний апарат для демонстрації зоряного неба, Сонця, Місяця, планет, різних астрономічних явищ. Планетаріями називають також і науково-освітні установи, в яких апарат планетарій використовується під час читання лекцій з астрономії, космонавтики, геодезії, геофізики та ін.

Перший апарат планетарій було створено 1924 р. у Німеччині. З того часу він значно вдосконалився, і зараз це складний автоматизований інструмент,

який використовується не тільки для популяризації наук про небо та Землю, але й як навчальний посібник щодо окремих астрономічних дисциплін.

Планетарій дозволяє зобразити на півсферичному куполі-екрані добове обертання неба на різних географічних широтах; річну зміну виду піднебіння; зоряне небо для уявного спостерігача на Місяці, Марсі, Венері. Спеціальні пристрої дозволяють створювати у глядача повне враження участі в космічному польоті, міжпланетному перельоті, подорожі планетою. Проте не тільки зірки та планети можна побачити у планетарії. Тут можна спостерігати і повне сонячне затемнення.

Планетарії обладнуються проєкторами полярних сьйв, комет, метеорів, сонячних та місячних затемнень, змінних зірок, нових зірок, штучних супутників Землі та інших небесних тіл та явищ»[41].

Плутон — найбільш «віддалена від Сонця планета Сонячної системи, відкрита Клайдом Томбо (США) у 1930 р. Середня відстань Плутона від Сонця становить 39,5 а. е.»[15]. Плутон виглядає як точковий об'єкт 15-ї зіркової величини, тобто приблизно в 4 тис. разів слабше тих зірок, які знаходяться на межі видимості неозброєним оком. Плутон дуже повільно, за 247,7 року, здійснює оберт по орбіті, яка має незвичайно великий нахил (17°) до площини екліптики і витягнута настільки, що в перигелії Плутон підходить до Сонця на більш коротку відстань, ніж Нептун. Через величезну віддаленість від Сонця і слабку освітленість вивчати Плутон дуже складно.

Виміряти діаметр Плутона довго не вдавалося. Лише у 80-ті роки, застосувавши новий метод спекл-інтерферометрії, астрономи встановили, що він близький до 3000 км. Поверхня Плутона, що нагрівається Сонцем до -220°C , навіть у найменш холодних південних ділянках покрита, мабуть, снігом із замерзлого метану. Атмосфера планети розріджена і складається із газоподібного метану з можливою домішкою інертних газів.

«Блиск Плутона змінюється з періодом обертання 6 діб 9 год. У 1978 р. з'ясувалося, що це періодичність відповідає також орбітальному руху супутника Плутона, виявленого американськими астрономами. Супутник

Плутона – Харон відносно яскравий, але розташований настільки близько до планети, що його зображення на фотографіях зливається із зображенням Плутона, лише трохи виступаючи то з одного, то з іншого боку. Середня щільність Плутона становить приблизно 0,7 г/см³, якщо прийняти його діаметр рівним 3000 км. Така мала щільність означає, що Плутон складається переважно з легких хімічних елементів і сполук, тобто має приблизно такий самий склад, як планети-гіганти та їх супутники»[41].

Полярна зірка — «найближча до Північного полюсу світу зірка, видима неозброєним оком. Це найяскравіша зірка у сузір'ї Малої Ведмедиці, 2-ї зіркової величини. По Полярній зірці визначають напрям на північ і географічну широту місця, що дорівнює висоті полюса світу над горизонтом»[8].

Полярна зірка «є змінною зіркою – цефеїдою, відстань до неї становить 90 пс. Блиск її змінюється з періодом близько 4 діб, з амплітудою 0,14 зіркової величини. Зміни блиску можна побачити лише за допомогою фотометрів.

Полярне сяйво — спалахи на Півночі, одне з найкрасивіших явищ у природі. Форми їх дуже різноманітні: то це своєрідні світлі стовпи, то це смарагдово-зелені, з червоною бахромою завіси, палаючі довгі стрічки, багатобарвні промені-стріли, що розходяться, а то й просто безформні світлі, часом кольорові плями на небі. Химерне світло на небі сяє, як полум'я, охоплюючи часом більше ніж півнеба. Ця фантастична гра природних сил триває кілька годин, то згасаючи, то спалахуючи.

Полярні сяйва найчастіше спостерігаються у полярних країнах, звідки і походить їх назва (раніше їх називали північними сяйвами). Але іноді їх можна помітити не тільки на далекій Півночі, що пояснюється збільшенням потужності збудника свічення – сонячного вітру. У ніч проти 26 січня 1938 р. полярне сяйво бачили навіть на Південному березі Криму. Спостерігачі описували його як заграву далекої величезної пожежі на тлі безхмарного зоряного неба у його північній стороні. Сяйво мало густо-малиновий колір. Воно слабшало і посилювалося. На червоному тлі великої плями неправильної

розмитої форми часом виникали вертикальні шматки білого кольору, створюючи враження променів далеких прожекторів.

Що є причиною полярних сьйв? Чим вони викликаються? Коли їх найкраще спостерігати? Полярні сьйва - це світіння верхніх, дуже розріджених шарів атмосфери на висоті від 80 до 1000 км. Світіння це відбувається під впливом швидко рухомих електрично заряджених частинок (електронів і протонів), випромінюваних Сонцем. Взаємодія сонячного вітру з магнітним полем Землі призводить до підвищеної концентрації заряджених частинок у зонах, що оточують геомагнітні полюси Землі. Саме у цих зонах і спостерігається найбільша активність полярних сьйв.

Зіткнення швидких електронів та протонів з атомами кисню та азоту, а також з молекулами азоту приводять їх у збуджений стан. Виділяючи надлишок енергії, атоми кисню дають яскраве випромінювання у зеленій та червоній областях спектру, молекули азоту – у фіолетовій. Поєднання всіх цих випромінювань і надає полярним сьйв красиве, часто змінюється колірне забарвлення. Такі процеси можуть відбуватися тільки у високих шарах атмосфери, тому що, по-перше, у низьких щільних шарах зіткнення атомів і молекул повітря один з одним відразу забирають у них енергію, що отримується від сонячних частинок, а по-друге, самі космічні частки не можуть проникати глибоко у земну атмосферу.

Полярні сьйва відбуваються частіше і бувають яскравішими в роки максимуму сонячної активності, а також у дні появи на Сонці потужних груп плям, спалахів тощо, оскільки з підвищенням сонячної активності посилюється інтенсивність сонячного вітру – основного фактора, що збуджує свічення полярних сьйв.

Тепер полярні сьйва досліджуються також із допомогою штучних супутників Землі. Вони вже підтвердили, що збуджують свічення переважно електрони»[41].

РОЗДІЛ 2. ЗАВДАННЯ ДЛЯ УЗАГАЛЬНЕННЯ ЗНАНЬ

2.1. Завдання в Q-R кодах

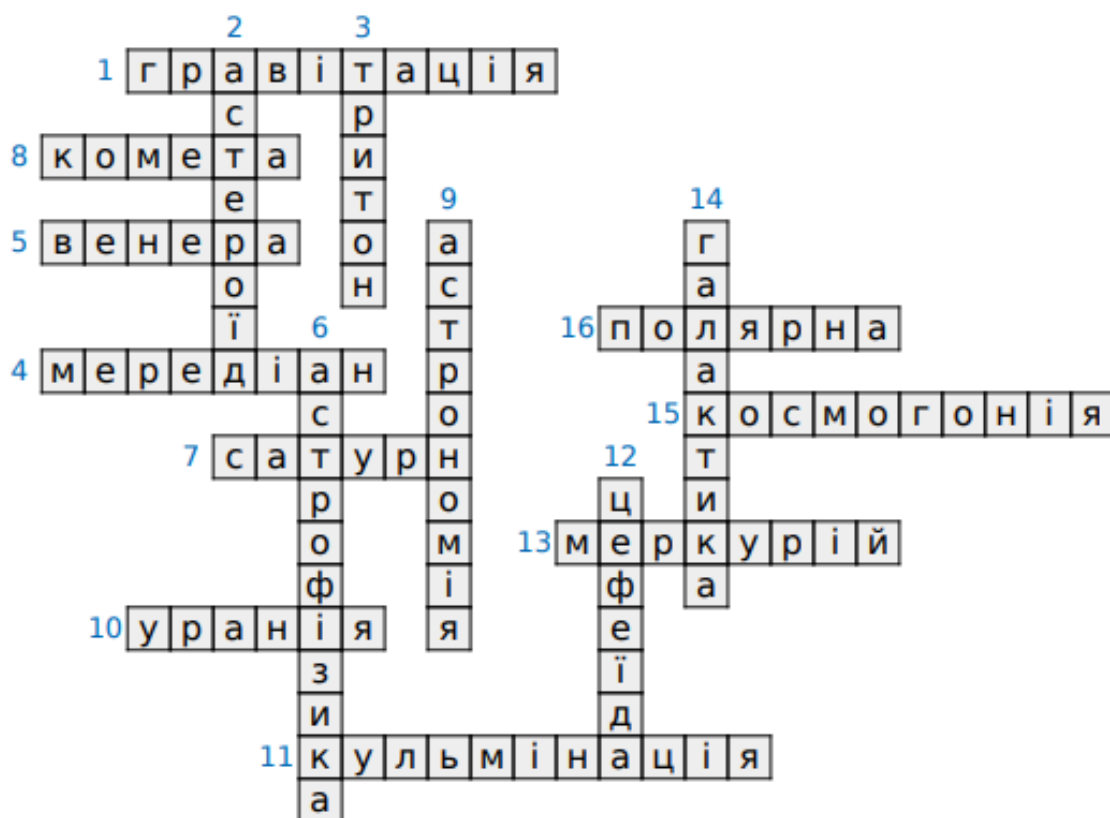
Астрономічний кросворд «Загальна астрономія»



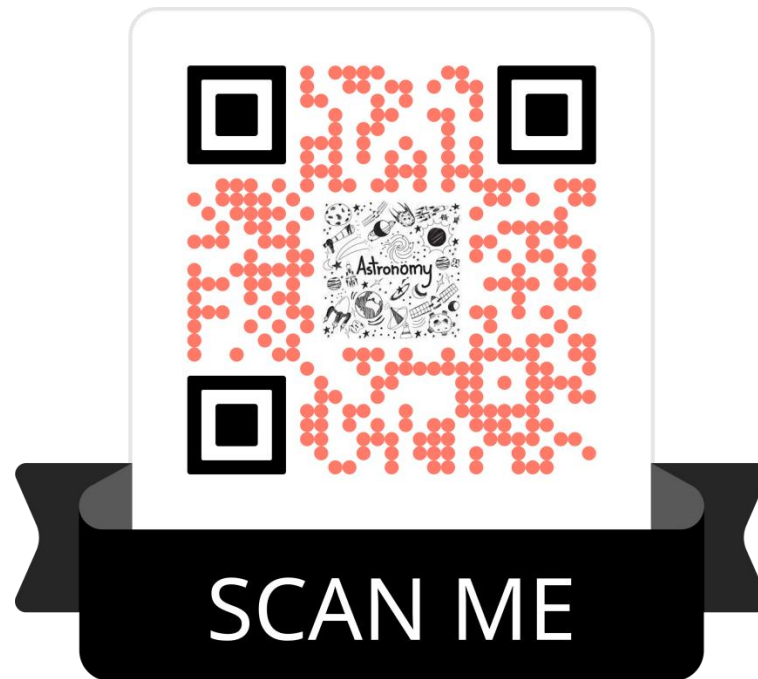
1. Універсальна фундаментальна взаємодія між усіма матеріальними тілами?
2. Як називається невелике небесне тіло, що рухається по орбіті навколо Сонця?
3. Третій супутник в Сонячній системі?
4. Небесний ... - вертикальна площина, яка перетинає небесну площину і проходить через зеніт і полюса світу/
5. Маса цієї планети становить 80% земної маси?
6. Наука, що вивчає будову, фізичні властивості і хімічний склад небесних об'єктів?
7. Шоста від Сонця велика планета?
8. Небесне тіло, що складається з згустків твердих частинок і газу; має хвіст.
9. Наука про будову, рух і розвиток небесних тіл, їх систем і всього Всесвіту в цілому?

10. Назва музи-покровительки астрономії?
11. Момент перетину світилом небесного меридіана?
12. Пульсуюча зірка?
13. Найменша планета, найближче розташована до Сонця?
14. Гравітаційно-пов'язана система із зірок і зоряних скупчень?
15. Наука, що вивчає питання походження і еволюції небесних тіл, в тому числі і нашої Землі?
16. За цієї зіркою дізнаються, де північ.

Відповіді:



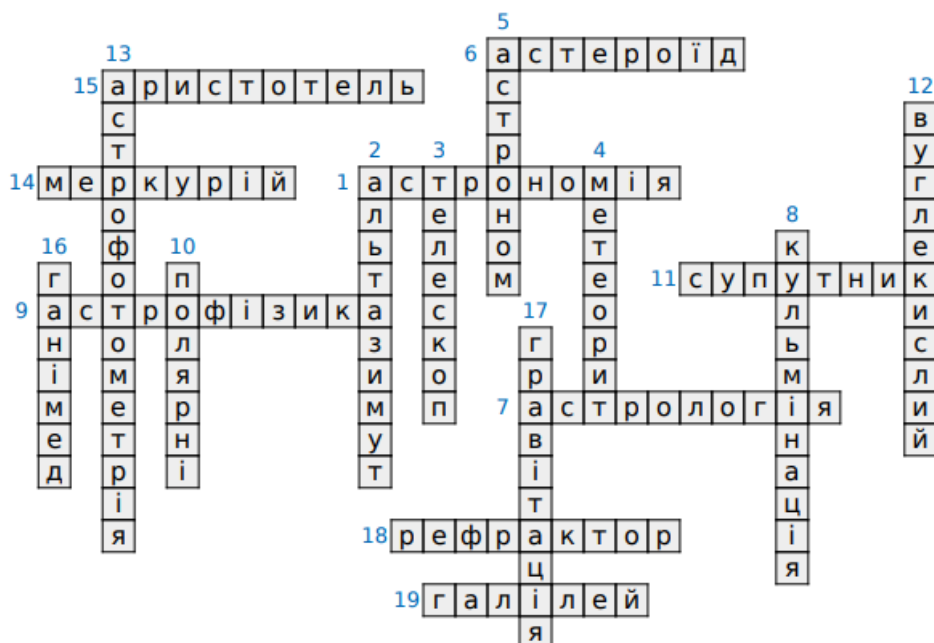
Астрономічний кросворд «Сонячна система»



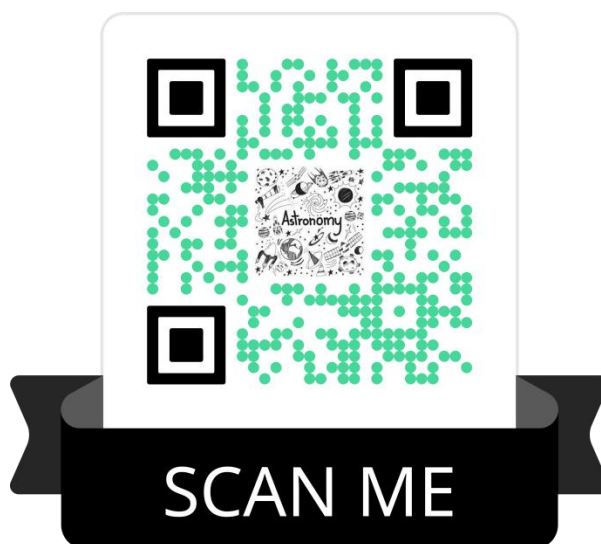
1. Як називається наука про зірки і планети?
2. Універсальний інструмент, що застосовувався в астрономії для визначення висот і азимутів небесних тіл?
3. Прилад призначений для спостереження небесних тіл?
4. Космічне тіло у вигляді каменю або шматка заліза, що впало на землю?
5. Вчений, який вивчає космос?
6. Найбільший серед малих тіл сонячної системи?
7. Вчення про вплив небесних світил на земні події і життя людей?
8. Проходження світила через небесний меридіан?
9. Розділ астрономії вивчає їх фізичні властивості астрономічних об'єктів?
10. Білі шапки на Марсі?
11. Місяць як небесне тіло?
12. Який газ переважає на Марсі?
13. Наука, що вивчає блиск небесних тіл?
14. Найменша планета сонячної системи?
15. Відомий грецький філософ і вчений-енциклопедист?
16. Найбільший спунік Юпітра, що перевершує за своїми розмірами Меркурій?

17. Загальна властивість всіх тіл в природі?
18. Телескоп, що дає зображення небесних світил за допомогою лінз?
19. Італійський фізик, механік і астроном?

Відповіді:



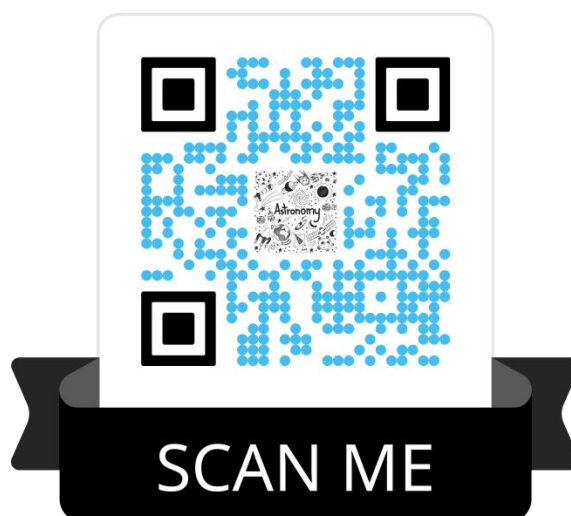
Кросворд на тему: «Космонавтика»



1. Об'єкт, який може і плавати, і літати? (корабель)
2. Найяскравіша зірка? (Сонце)
3. Природний супутник Землі? (Місяць)
4. Планета, на якій живуть люди? (Земля)
5. Їх на небі міради? (зорі)

6. Костюм для космонавта? (скафандр)
7. Перший космонавт? (Ю. Гагарін)
8. Планети, зорі, Сонце, небесні тіла, небесні сузір'я складають...(Всесвіт)
9. Хвостате небесне тіло? (комета)
10. Літальний апарат для зв'язку між об'єктами? (супутник)
11. Спеціальна камера для польоту в космос? (ракета)
12. Планета, що входить до земної групи? (Марс)

Загадки про астрономію у віршах



1. На якому шляху людина не бувала. (Чумацький шлях)
2. По темному небу розсипаний горошок
Кольорові карамелі з цукрової крихти,
І тільки тоді, коли ранок настане
Вся карамель та раптово розтане. (зірки)
3. Розкинули килим, розсипався горох.
Ні килима не підняти, ні гороху не зібрати. (зоряне небо)
4. Сині стелі золотими цвяхами прибиті. (Зірки на небі)
5. З якого ковша не п'ють, не їдять, а тільки на нього дивляться? (Сузір'я: Велика Ведмедиця або Мала Ведмедиця)
6. Ні початку, ні кінця, ні потилиці, ні особи.
Знають всі: і малі, і старі, що вона – величезна куля. (Земля)
7. Хто в році чотири рази перевдягається? (Земля)
8. Жовта тарілка на небі висить і всім тепло дарує. (Сонце)

9. У двері, у вікно стукати не буде,

А зійде і всіх розбудить (Сонце)

10. Всі його люблять, а подивляться на нього, так кривляться. (Сонце)

11. Бродить самотньо вогняне око.

Усюди, де буває поглядом зігриває. (Сонце)

12. Не місяць, не планета, не зірка

По небу літає, літаки обганяє. (Супутник)

13. Обганяючи ніч і день, кругом землі біжить олень.

Зачіпаючи зірки рогом, в небі вибрав він дорогу.

Чути стукіт його копит, він Всесвіту слідопит. (Супутник)

14. Дзига, дзига покажи інший бік,

Інший бік не покажу, я прив'язаний ходжу (Місяць)

2.2. Ребуси



Рис. 1. Земля



Рис. 2. Місяць

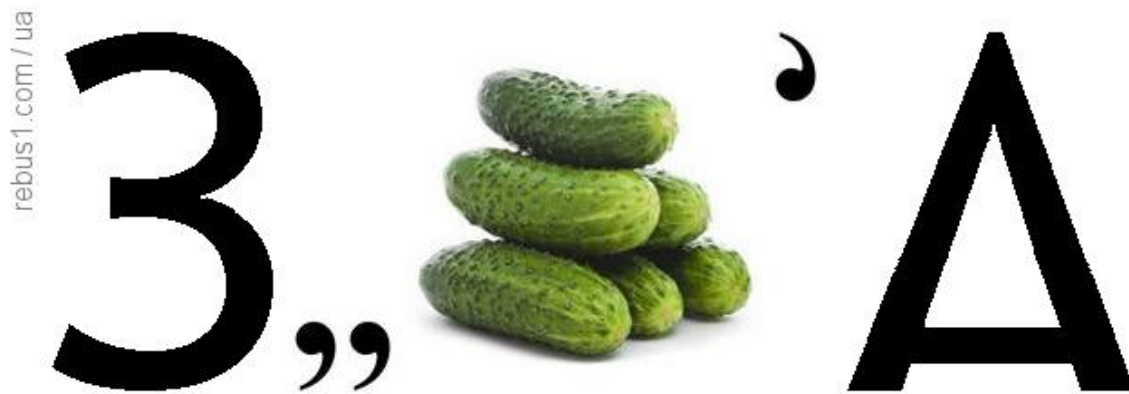


Рис. 3. Зірка



Рис. 4. Меркурій

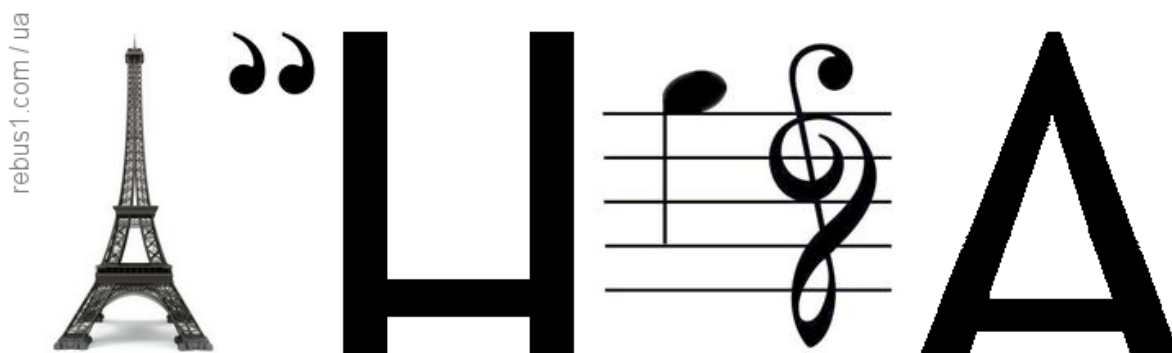


Рис. 5. Венера



Рис. 6. Марс

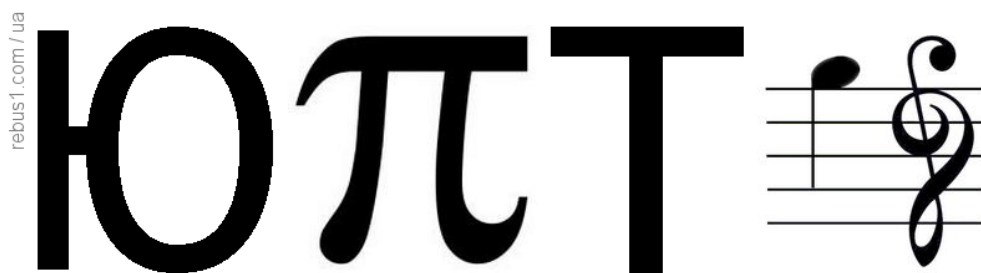


Рис. 7. Юпітер

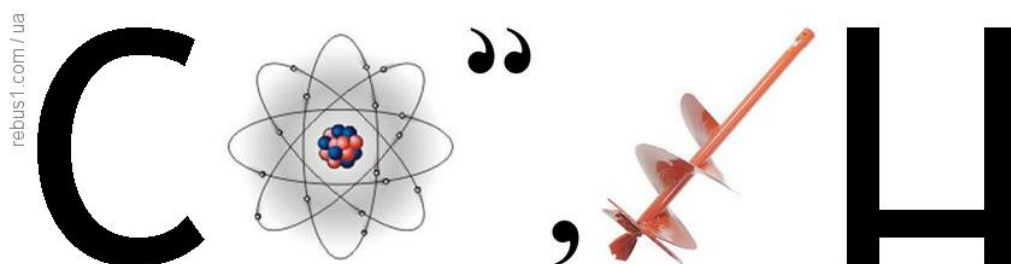


Рис. 8. Сатурн



1 = у

Рис. 9. Уран

rebus1.com / ua

НЕПТУН

Рис. 10. Нептун

rebus1.com / ua

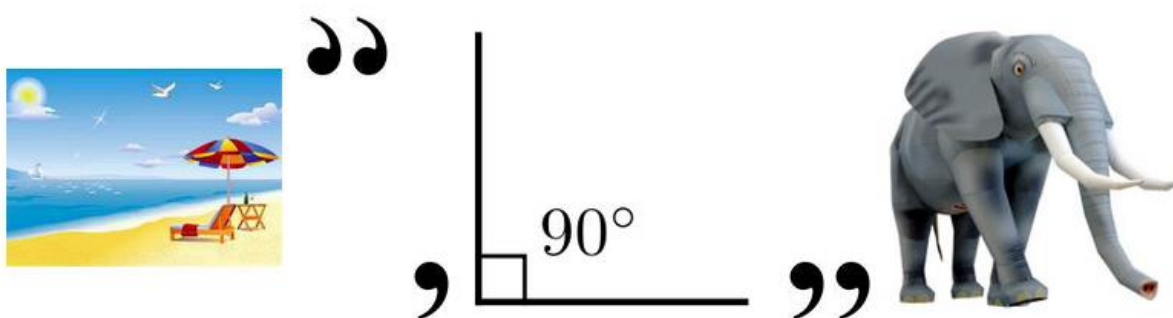


Рис. 11. Плутон

ВИСНОВКИ

1. Актуальність нової методичної системи навчання астрономії у старшій загальноосвітній школі зумовлена як суттєвими змінами в підходах до освіти загалом, так і в навчанні астрономії зокрема, що відбулися наприкінці ХХ — на початку ХХІ ст. Аналіз психолого-педагогічної, науково-методичної літератури та дисертаційних досліджень, присвячених методичним системам навчання астрономії, дозволив з'ясувати, що при викладанні цієї дисципліни потрібно враховувати важливі для нинішньої освіти ідеї особистісно зорієнтованого, диференційованого та цілеспрямованого навчання астрономії.
2. Обґрунтовано концептуальні основи навчання астрономії у старшій загальноосвітній школі — її загальнокультурний контекст, цілі та завдання вивчення, методологію добору змісту.
3. Підготовлено енциклопедію, яка призначена для школярів, що хочуть поповнити свої знання про Всесвіт, отримати необхідну інформацію з астрономії, в якій наведено астрономічні статті (букви «К»-«П») та завдання для узагальнення знань з використанням QR-кодів, кросвордів та ребусів.

ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Blaauw, 'Kapteijn, Jacobus Cornelius (1851-1922)', in Biographical Dictionary of the Netherlands. URL: <http://resources.huuygens.knaw.nl/bwn1880-2000/lemmata/bwn2/kapteijnjc> [09-09-2019]
2. Bibliothèque nationale de France – https://data.bnf.fr/en/11909597/johannes_kepler/
3. Cassini, Giovan Domenico// Dizionario Biografico degli Italiani (in Italian). Enciclopedia Italiana
4. Cassiopeia (ASTRONOMY) / Encyclopedia Britannica – <https://www.britannica.com/place/Cassiopeia-astronomy>
5. Jean-René Roy, L'Astronomie et son histoire, Editions Presses Univ. Québec/Masson, 1982
6. Kapteyn's Star – <http://www.solstation.com/stars/kapteyns.htm>
7. Александров Ю. В. Небесна механіка. Х. : ХНУ ім. В. Н. Каразіна, 2004. 236 с.
8. Астрономічний енциклопедичний словник / за заг. ред. І. А. Климишина та А. О. Корсунь. Львів : Голов. астроном. обсерваторія НАН України : Львів. нац. ун-т ім. Івана Франка, 2003. С. 204.
9. Атлас зоряного неба : навчальний посібник / Іван Антонович Климишин. Львів : Вища школа, 1985. 94 с.
10. Большая российская энциклопедия : [в 35 т.] / гл. ред. Ю. С. Осипов. М. : Большая российская энциклопедия, 2004-2017.
11. В. Лук'янець. Космологія // Філософський енциклопедичний словник / В. І. Шинкарук (гол. редкол.) та ін. Київ : Інститут філософії імені Григорія Сковороди НАН України : Абрис, 2002. 742 с.

- 12.Вакуленко М. О. Тлумачний словник із фізики / М. О. Вакуленко, О. В. Вакуленко. К. : Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2008. 767 с.
- 13.Валентин Григорьевич Каретников : биобиблиогр. указ. / Одес. гос. науч. б-ка им. М. Горького ; сост. И. Э. Рикун ; наук. ред. С. М. Андриевский ; ред. И. С. Шелестович. – Одесса : Астропринт, 2007. 78 с. (Ученые Одессы ; вып. 38).
- 14.Всехсвятский С. К. Природа и происхождение комет и метеорного вещества. Москва, 1967
- 15.Гребеников Е. А., Рябов Ю. А. Открытие Плутона // Поиски и открытия планет. 2-е изд., перераб. и доп. М. : Наука, 1984. С. 162. (Главная редакция физико-математической литературы)
- 16.Зигель Ф. Ю. Сокровища звёздного неба: Путеводитель по созвездиям и Луне. М: Наука, 1986. 296 с.
- 17.Зубарев Ю. М., Косаревский С. В., Ревин Н. Н. Автоматизация координатных измерений. Учебное пособие. СПб.: Изд-во ПИМаш, 2011. 160 с.
- 18.И. Г. Колчинский, А. А. Корсунь, М. Р. Родригес (1977). Климишин Иван Антонович. Астрономы (Биографический справочник)
- 19.Іван Крячко. Методика навчання астрономії в старшій загально-освітній школі. К.: Видавничий центр «Наше небо», 2018. 244 с.
- 20.Карцев В. П. Максвелл. М. : Молодая гвардия, 1974. 336 с. : ил., портр. — (Жизнь замечат. людей : серия биографий ; вып. 5)
- 21.Климишин, І. А. Календар і хронологія. [5-е видання, доповнене]. Івано-Франківськ: Гостинець.- 2002, 231 с.
- 22.Кудрявцев П. С. Исаак Ньютон. 2-е, переработанное. — Москва : Государственное учебно-педагогическое издательство Министерства просвещения РСФСР, 1955.128 с. (Классики физики)

23. Левицкий Г. В. Автобиография профессора ХГУ // Физико-математический факультет Харьковского университета. Х., 1908. С. 68-79.
24. Мала гірнича енциклопедія : у 3 т. / за ред. В. С. Білецького. Д. : Донбас, 2004. Т. 1 : А К. 640 с.
25. Математико-фізичний аналіз метеорного явища: [монографія] / В. Г. Кручиненко ; НАН України, Голов. астрон. обсерваторія. К. : Наук. думка, 2012. 295 с. : іл. (Проект «Наукова книга»). Бібліогр.: с. 274-292 (369 назв).
26. Південноафриканська астрономічна обсерваторія
<https://publish.com.ua/podorozhi/pivdennoafrikanska-astronomicna-observatoriya.html>
27. Политехнический словарь. 3-е. Москва: Советская энциклопедия, 1989. С. 300. 656 с.
28. Путешествия к Луне / Ред.-сост. В. Г. Сурдин. Москва : Физматлит, 2009. 512 с.
29. Ранній римський календар
<https://www.webexhibits.org/calendars/calendar-roman.html>
30. С. Б. Попов, Д. В. Бизяев. Расширение Вселенной. Астронет (23 августа 2000).
31. Словник античної міфології. К.: Наукова думка, 1985. — 236 сторінок.
32. Словник-довідник з екології : навч.-метод. посіб. / уклад. О. Г. Лановенко, О. О. Остапішина. Херсон : ПП Вишемирський В. С., 2013. С. 120.
33. Сурдин В. Г. Галактики. 2-е, исправленное и дополненное. М.: Физматлит, 2017. 432 с.
34. Т. А. Агемян. Звезды, галактики, метagalactica. Москва: Наука, 1981. С. 286-287.

- 35.Тейфель В. Г. Уран и Нептун — далёкие планеты-гиганты. М. : Знание, 1982. 64 с.
- 36.Трефил, Дж. Законы Кеплера // Элементы. Из кн. Трефил Дж. Природа науки. 200 законов мироздания. (Geleos, 2007.)
- 37.Українська мала енциклопедія : 16 кн. : у 8 т. / проф. Є. Онацький. Накладом Адміністрації УАПЦ в Аргентині. Буенос-Айрес, 1959. Т. 3, кн. V : Літери К Ком. С. 579.
- 38.Українська мала енциклопедія : 16 кн. : у 8 т. / проф. Є. Онацький. Накладом Адміністрації УАПЦ в Аргентині. 1960. Т. 3, кн. VI : Літери Ком Ле. С. 739.
- 39.Українська радянська енциклопедія : у 12 т. / гол. ред. М. П. Бажан ; редкол.: О. К. Антонов та ін. 2-ге вид. К. : Головна редакція УРЕ, 1974–1985. К., 1980. Т. 5. С. 391.
- 40.Энциклопедический словарь Брокгауза и Ефрона : в 86 т. (82 т. и 4 доп. т.). СПб., 1890—1907.
- 41.Энциклопедический словарь юного астронома / сост. Н. П. Ерпылев. 2-е изд. М.: Педагогика, 1986. С. 121-122. — 336 с.
- 42.Ю. А. Карпенко «Названия звездного неба», Издательство «НАУКА», Москва, 1981.
- 43.Ю. А. Мицик. Ломоносов Михайло Васильович // Енциклопедія історії України : у 10 т. / редкол.: В. А. Смолій (голова) та ін. ; Інститут історії України НАН України. К. : Наукова думка, 2009. Т. 6 : Ла Мі. С. 267. 784

