

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**КРИВОРІЗЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**Фізико-математичний факультет**  
**Кафедра фізики та методики її навчання**

«Допущено до захисту»

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_

(підпис)

(прізвище, ініціали)

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

Реєстраційний № \_\_\_\_\_

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**ФОРМУВАННЯ АСТРОНОМІЧНИХ ПОНЯТЬ ПІД ЧАС ВИВЧЕННЯ**  
**ПРИРОДНИЧИХ ДИСЦИПЛІН**

Кваліфікаційна робота студентки групи  
 ФМм-23  
 ступінь вищої освіти магістр  
 спеціальності: 014 Середня освіта (Фізика та астрономія)  
 Кравець Ірини Валеріївни

Керівник:  
 кандидат фізико-математичних наук, доцент  
 кафедри фізики та методики її навчання  
 Мальченко Світлана Леонідівна

Оцінка:  
 Національна шкала \_\_\_\_\_  
 Шкала ECTS \_\_\_\_\_ Кількість балів \_\_\_\_\_  
 Голова ЕК \_\_\_\_\_  
 (підпис) (прізвище, ініціали)

Члени ЕК комісії:

\_\_\_\_\_ (підпис) (прізвище, ініціали)

\_\_\_\_\_ (підпис) (прізвище, ініціали)

\_\_\_\_\_ (підпис) (прізвище, ініціали)

\_\_\_\_\_ (підпис) (прізвище, ініціали)

Кривий Ріг –2024 р.

## ЗАПЕВНЕННЯ

Я, Кравець Ірина Валеріївна, розумію і підтримую політику Криворізького державного педагогічного університету з академічної доброчесності. Запевняю, що ця кваліфікаційна робота виконана самостійно, не містить академічного плагіату, фабрикації, фальсифікації. Я не надавала і не одержувала недозволену допомогу під час підготовки цієї роботи. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають покликання на відповідне джерело.

Із чинним Положенням про запобігання та виявлення академічного плагіату в роботах здобувачів вищої освіти Криворізького державного педагогічного університету ознайомена. Чітко усвідомлюю, що в разі виявлення у кваліфікаційній роботі порушення академічної доброчесності робота не допускається до захисту або оцінюється незадовільно.

## ЗМІСТ

ВСТУП	5
РОЗДІЛ 1. Теоретичні основи формування базових астрономічних понять в закладах середньої освіти	8
1.1. Стрижневі ідеї астрономічної освіти	8
1.2. Методичні особливості формування астрономічних понять	13
1.3. Формування базових астрономічних понять в початковій школі	16
1.4. Особливості астрономічної освіти в рамках НУШ	18
1.5. Особливості програм викладання астрономії в закладах загальної середньої освіти залежно від профілю навчання	22
Висновки до першого розділу	25
РОЗДІЛ 2. Методичні аспекти формування та інтеграції астрономічних понять у шкільній освіті	26
2.1. Класифікації основних астрономічних понять	26
2.2. Методичні особливості формування основних базових понять	30
2.3. Ієрархія вивчення астрономічних об'єктів і явищ	34
2.4. Інтеграція астрономічних знань та понять в шкільні курси	37
2.4.1. Інтеграція астрономічних понять у хімічну освіту	37
2.4.2. Інтеграція астрономічних понять у навчання географії	39
2.4.3. Інтеграція астрономічних понять на заняттях математики	40
2.5. Аналіз формування базових астрономічних понять в шкільних підручниках з астрономії	43
2.6. Використання сучасних технологій і методик для наочного викладання астрономії	47
2.7. Підходи до перевірки рівня сформованості основних та базових астрономічних понять	54
Висновки до другого розділу	56
Розділ 3. Методика формування базових астрономічних понять на прикладі вивчення теми «Зорі. Еволюція зір»	57

3.1. Методичні аспекти формування базових понять з теми «Зорі. Еволюція зір»	57
3.2. Візуалізація основних понять на прикладі теми «Зорі. Еволюція зір»	59
3.3. Практичні завдання для перевірки рівня засвоєння базових понять	60
Висновок до третього розділу	
<b>ВИСНОВКИ</b>	63
<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ</b>	65
Додаток 1	69
Додаток 2	70

## ВСТУП

У сучасному світі науки і технологій все більшої популярності набувають дисципліни, пов'язані з наукою, технологіями, інженерією та математикою, які об'єднуються під аббревіатурою STEM. Виникає нагальна потреба у фахівцях, здатних критично мислити, інтегрувати знання з різних наукових галузей та вирішувати складні задачі, які стоять перед суспільством. Астрономія, як наука, що поєднує фізику, математику і технології, відіграє важливу роль у популяризації цих дисциплін та розвитку інтересу молоді до STEM. Вивчення астрономії в школі не тільки дозволяє засвоювати теоретичні знання, але й дає можливість застосовувати їх на практиці, формуючи тим самим розуміння важливості міждисциплінарного підходу.

Астрономія інтегрує поняття з фізики та математики: наприклад, для розрахунку відстаней між космічними об'єктами, аналізу їхнього руху та вивчення законів природи, які керують їх існуванням. Такий підхід допомагає учням побачити, як знання з різних наукових галузей об'єднуються для розв'язання визначених задач, а також відчувати на практиці, як абстрактні теорії стають реальними інструментами вивчення Всесвіту. Крім того, робота з технологіями під час астрономічних досліджень, зокрема, з використанням телескопів, симуляторів та спеціального програмного забезпечення, стимулює розвиток інженерного мислення та практичних навичок, які є необхідними в сучасному світі.

Астрономія також відіграє важливу роль у формуванні дослідницьких навичок: учні мають можливість спостерігати за космічними явищами, ставити перед собою дослідницькі задачі, проводити аналіз зібраних даних і робити висновки, що розвиває аналітичне мислення. Спостереження за зміною фаз Місяця, рухом планет, спалахами метеорів та іншими явищами дозволяє учням здійснювати міні-дослідження, вивчати природу астрономічних процесів та відчувати себе частиною великого наукового світу.

Таким чином, інтеграція астрономії в навчальну програму є не тільки засобом для підвищення інтересу до природничих наук, а й важливим кроком

для розвитку навичок, що відповідають сучасним вимогам до STEM-освіти. Вивчення астрономії може бути потужним мотиватором до обрання майбутньої професії в сфері науки, технологій та інженерії, а також формування критично важливих компетенцій, які допоможуть у вирішенні глобальних проблем.

Астрономічні знання допомагають учням зрозуміти структуру та масштаб Всесвіту, вплив космічних явищ на Землю, а також закони фізики, що керують рухом небесних тіл. Це сприяє формуванню наукового світогляду та розумінню місця людства у Всесвіті.

Розуміння основних понять астрономії є ключовим для пояснення природних процесів та явищ у космосі та на Землі. Також це сприяє розвитку наукового світогляду і стимулює інтерес до науки в цілому. Вивчення астрономії спонукає учнів до аналітичного мислення та ставить перед ними фундаментальні питання, які розвивають допитливість і зацікавленість у науці. Це важливо для підготовки компетентних, освічених громадян.

Вивчення базових астрономічних понять у школі сприяє розвитку загальних знань, на основі яких учні можуть надалі опанувати більш складні астрономічні та фізичні концепції у профільних класах або під час навчання в закладах вищої освіти. Формування астрономічних понять включає практичні спостереження та лабораторні дослідження, а це в свою чергу розвиває в учнів навички збору, аналізу та інтерпретації даних.

З урахуванням швидкого розвитку сучасних технологій та досліджень у галузі астрономії важливо, щоб школярі отримали актуальну та достовірну інформацію щодо космосу та навколоземних явищ. В той же час, незважаючи на великий потік нової наукової інформації, учні повинні отримати чітке розуміння певних астрономічних понять та явищ. Для цього вчитель має виділити їх перед початком вивчення шкільного курсу астрономії й визначити які поняття вже засвоїли учні, а яким потрібно приділити додатковий час на заняттях. Отже обрана тема актуальна як для розвитку наукового світогляду учнів, так і для підвищення якості наукової освіти загалом, а також відповідає сучасним освітнім трендам щодо компетентнісного підходу.

*Об'єктом* дослідження є астрономічний складник в природничій освіті.

*Предметом* дослідження є методи формування основних астрономічних понять у закладах середньої та профільної освіти.

*Метою* кваліфікаційної роботи є аналіз процесу формування базових астрономічних понять в середній та профільній школі, надати методичні рекомендації щодо вивчення основних понять з астрофізики.

Відповідно до мети кваліфікаційної роботи були визначені наступні завдання:

- опрацювати програми навчання та шкільні підручники,
- вивчити основні базові астрономічні поняття, що вивчаються в середній та профільній школі
- визначити інструменти і методи візуалізації астрономічних понять.
- оцінити наявні ресурси і матеріали для навчання астрономії.
- розробити рекомендації для вдосконалення викладання астрономії в середніх школах з метою поетапного формування в учнів базових астрономічних понять.

Структура роботи: вступ, три розділи, висновки, список використаних джерел, додатки.

## РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ФОРМУВАННЯ БАЗОВИХ АСТРОНОМІЧНИХ ПОНЯТЬ

### 1.1. Стрижневі ідеї астрономічної освіти

Стрижневі ідеї, або ключові ідеї, у методичній літературі визначаються як фундаментальні концепції чи принципи, що мають об'єднувати окремі елементи навчального процесу в цілісну систему. Ось декілька визначень, які часто зустрічаються в освітній літературі:

1. *Стрижневі ідеї як основні концептуальні орієнтири* визначають головні ідеї, які учні мають засвоїти в конкретній предметній області, наприклад, закони фізики або фундаментальні принципи астрономії. Це ті ідеї, що допомагають учням побачити зв'язки між темами і розвивати глибоке розуміння предмета.

2. *Стрижневі ідеї як інструменти для побудови знань* допомагають структурувати навчальний процес таким чином, щоб учні могли будувати знання на основі попереднього досвіду. Це ті концепти, що стають опорою для вивчення нових тем і вирішення більш складних задач.

3. *Стрижневі ідеї як інтеграційні принципи* слугують основою для інтеграції знань з різних дисциплін або тем у межах однієї дисципліни. Наприклад, у фізиці та астрономії такі ідеї можуть охоплювати поняття про енергію, рух і взаємодію, що є спільними для багатьох тем і підтримують міждисциплінарне навчання.

4. *Стрижневі ідеї як фокус для розвитку компетентностей* допомагають спрямовувати навчальний процес на формування певних компетентностей, таких як критичне мислення, наукова грамотність, вміння працювати з інформацією. Стрижневі ідеї виступають своєрідними «векторами», що визначають важливі напрямки розвитку кожного учня.

У загальному розумінні, стрижневі ідеї у методиці навчання спрямовані на те, щоб забезпечити логічну послідовність, узгодженість та цілісність освітнього процесу, допомагаючи учням створювати внутрішньо структуровану систему знань і навичок.



Зважаючи на особливості астрономії як науки та предмета, важливо розглянути основні методологічні принципи астрономії та визначити ключові ідеї астрономічної освіти в контексті її фундаменталізації. Оскільки астрономія має значний світоглядний потенціал, основні ідеї цієї освіти повинні бути пов'язані з концепціями світоглядного характеру.

Головним філософським принципом є пізнаваність світу та його законів, що можна продемонструвати на прикладах з історії астрономії, таких як еволюція уявлень про будову Сонячної системи, природу небесних об'єктів, що її складають, а також природу зір, галактик та Метагалактики.

Однією з концепцій є *концепція пізнаваності*. Прикладом цього може бути висловлювання французького філософа Огюста Конта про зорі. У своєму «Філософському трактаті про популярну астрономію» 1844 року він стверджував: «Ми нічого не можемо дізнатися про зорі, крім того, що вони існують» [14]. Однак на сьогодні ми вже знаємо, як народжуються зорі, як вони помирають, а також можемо розрахувати модель зорі будь-якої маси.

Глибоке осмислення цієї концепції демонструє велич людського розуму. Анрі Пуанкаре зазначав, що астрономія корисна, оскільки дозволяє нам піднятися вище земних обмежень. Вона показує, наскільки фізично мала людина, але наскільки велична духовно, оскільки її розум може досягнути безмежні простори космосу, де її фізичне існування — це лише маленька пляма. Це усвідомлення нашого потенціалу робить нас сильнішими.

З точки зору діалектики, матерія є основою, змістом і носієм усієї різноманітності світу. Її основними властивостями є об'єктивність існування, структурність, незнищеність і рух. Ці характеристики є необхідними для існування матерії, оскільки без них її існування неможливе. Усі предмети та процеси зовнішнього світу мають одну спільну ознаку: вони існують незалежно від свідомості, відображаючись безпосередньо або опосередковано у наших відчуттях. Філософія об'єднує і узагальнює ці предмети та процеси в понятті матерії.

Таким чином, *концепція матеріальності та єдності Всесвіту*, підтверджена астрономічними спостереженнями, доводить матеріальність світу і його єдність. Це означає, що фізичні закони, які діють на Землі, також поширюються на космос, а хімічний склад земних і небесних тіл є єдиним. До теперішнього часу не було виявлено жодного явища, яке б не підпадало під поняття матерії та її властивостей.

Щодо єдиної фізики Всесвіту, важливим залишається висловлювання відомих астрофізиків Я. Б. Зельдовича та І. Д. Новікова, яке зберігає свою актуальність і сьогодні. Вони зазначають, що в умовах надзвичайно високих густин і температур, які ще не були вивчені на Землі, можуть проявлятися нові, невідомі досі закони природи. Проте сучасна астрофізика переважно ґрунтується на таких умовах, де застосовність вже відомих законів природи є безсумнівною. Вона вивчає унікальні комбінації цих умов, а отже, в межах існуючих фізичних теорій можуть виникати численні нові ефекти та явища, які допомагають пояснити новітні астрофізичні відкриття. Ймовірно, всі відомі явища можна пояснити, поєднуючи вже існуючі закони фізики, адаптовані до специфічних астрофізичних умов. Однак таке поєднання буде складним і нетривіальним.

*Концепція руху та взаємодії* базується на ідеї, що рух є невід'ємною частиною існування всього навколишнього світу. Суть цієї ідеї полягає в тому, що буття означає постійну зміну та рух. У світі немає чогось сталого, постійного — всі об'єкти, властивості та взаємозв'язки змінюються. Проте виникає питання: як пояснити учневі, що рух неможливо створити чи знищити, якщо ми можемо змусити автомобіль рухатися та зупинити його? У космосі ми спостерігаємо, що все рухається, навіть з механічної точки зору: планети, комети, астероїди обертаються навколо своїх осей і Сонця, зорі та Сонце рухаються навколо своїх осей і центру Галактики, а сама Галактика рухається у складі Місцевої групи галактик. Групи, скупчення та надскупчення галактик також беруть участь у загальному розширенні Метагалактики. Це безперервний процес. Рух є абсолютним, загальним і незаперечним, стосується навіть механічного руху на великих масштабах. Крім того, існують зміни фізичних станів, хімічного складу

з часом, а також мікроскопічний рух частинок всередині макротіла та інші процеси.

Щодо взаємодій у космосі, найбільш фундаментальними є гравітаційна та електромагнітна взаємодії. Гравітація визначає структуру Сонячної системи, утворення подвійних і кратних зір, скупчення зір та галактик, тоді як електромагнітне випромінювання від Сонця забезпечує освітлення та нагрівання нашої планети. Крім того, для існування космічних тіл і їх еволюції важливими є сильна та слабка взаємодії. Сильна взаємодія відповідає за стійкість адронів і атомних ядер, а слабка — за перетворення ядер та елементарних частинок.

Розглянемо, як основні принципи фізики застосовуються в умовах космосу, зокрема в контексті астрономії. Це дозволить учням краще зрозуміти вже знайомі концепції та поглибити їхнє розуміння фізики. Крім того, такий підхід продемонструє єдність законів, що діють у Всесвіті, сприяючи формуванню цілісного наукового світогляду.

Наприклад, закони Кеплера відображають основні властивості простору та часу, зокрема однорідність та ізотропію простору, а також однорідність часу. Ці властивості тісно пов'язані з фундаментальним принципом фізики — симетрією. Однорідність простору демонструє симетрію відносно зсувів у просторі, ізотропія — симетрію відносно обертів, а однорідність часу — симетрію відносно зсувів у часі.

Ідея еволюції, що є центральною в сучасній астрономії, підкреслює, що всі об'єкти у космосі змінюються з плином часу в структурному, фізичному та хімічному аспектах. Наприклад, планети змінюються внаслідок гравітаційної диференціації та впливу зовнішніх факторів, таких як сонячне випромінювання, метеорні частинки та астероїди. Зорі також змінюють свою структуру і хімічний склад через термоядерні процеси, що може призвести до їх трансформації у різні типи зір, такі як білі карлики, нейтронні зорі або чорні діри. Ці зміни відбуваються повільно, і кожен об'єкт може переживати як етапи ускладнення, так і спрощення в процесі еволюції.

*Концепція єдності людини і Всесвіту* підкреслює глибокий зв'язок між фундаментальними властивостями Всесвіту, його параметрами і можливістю існування життя, зокрема людського. Це відображено в антропному принципі, який стверджує, що існування людини є тісно пов'язаним з особливими умовами та властивостями Всесвіту, що дозволили її появу і розвиток. Такий підхід підкреслює важливість вивчення Всесвіту для кращого розуміння самого себе і свого місця в ньому.

Цей принцип з'явився як спроба відповісти не лише на питання «як?», а й на більш глибоке «чому?». Він виник як частина зусиль космологів та фізиків-теоретиків зрозуміти, чому Всесвіт має саме такі властивості і будову, які ми спостерігаємо. Антропний принцип дозволяє врахувати роль спостерігача і дає відповідь на питання, чому саме ми існуємо в такому Всесвіті.

Антропний принцип підкреслює унікальність положення людини у Всесвіті, як у просторі, так і в часі. Він допомагає зрозуміти, що людина є результатом конкретних умов нашої Землі, Сонця, Галактики та саме такого Всесвіту. Це означає, що Всесвіт, який ми спостерігаємо, і людина мають виняткову єдність, де кожна частина взаємопов'язана і важлива для розуміння існування та розвитку іншої.

Ідея мультивсесвіту, що припускає існування безлічі міні-всесвітів з різними властивостями, є важливим кроком у вивченні Всесвіту. Вона відповідає прихильникам концепції призначеності нашого Всесвіту, які вважають, що він був створений таким чином, щоб дозволити існування складних структур, включаючи розумне життя.

Хоча поняття антропного принципу викладається в школах та навіть входить до Державного стандарту середньої освіти, досвід учителів показує, що більшість з них не мають достатнього розуміння цієї теми. Водночас цей принцип відкриває новий рівень розуміння еволюційних зв'язків між різними рівнями організації та руху матерії.

## 1.2. Методичні особливості формування астрономічних понять

У науково-методичній літературі поняття основних ідей і базових понять мають чітке значення в контексті викладання та навчання, зокрема в природничих науках, таких як астрономія. Дослідження [17] зосереджене на визначенні і обґрунтуванні основних ідей астрономічної освіти, а також висвітлено у розділі монографії автора [18].

*Стрижневі ідеї (або концептуальні ядра)* — це основні концепції та принципи, на яких базується навчальна дисципліна і які визначають структуру навчального процесу. Вони поєднують різні аспекти курсу, сприяючи розвитку системного підходу до вивчення предмету та розуміння взаємозв'язків між його частинами.

Стрижневі ідеї повинні:

- Сформуувати основні теми курсу, слугуючи «каркасом» для побудови змісту предмету.
- Сприяти інтеграції знань учнів, забезпечуючи логічні зв'язки між різними темами та поняттями.
- Спростувати глибоке розуміння ключових питань науки та допомагати вирішувати міждисциплінарні задачі.

Наприклад, в астрономії стрижнева ідея «Рух небесних тіл у гравітаційному полі» об'єднує закони Кеплера, теорію всесвітнього тяжіння, рух планет і супутників, що дозволяє створити цілісне розуміння фізичних процесів у космосі.

*Базові поняття* — це найпростіші та найфундаментальніші знання, які є основою для подальшого вивчення теми. Вони охоплюють загальні та елементарні відомості, які необхідні для розуміння більш складних концепцій.

Стрижневі ідеї задають загальний напрям навчання, об'єднуючи окремі теми в логічну структуру, тоді як базові поняття надають конкретні інструменти для розуміння і засвоєння цих ідей. Наприклад, під час вивчення стрижневої ідеї «Еволюція Всесвіту» учні використовують базові поняття, як «галактика», «космічне випромінювання», «темна матерія». Така структура навчання

забезпечує поступове ускладнення матеріалу, дозволяючи уникнути «розривів» у логіці.

*Базові поняття (або фундаментальні терміни)* — це основні терміни і категорії, які становлять основу для подальшого вивчення дисципліни. Вони виступають «будівельними блоками» науки, і учні повинні добре їх засвоїти, щоб опанувати складніші концепції.

Базові поняття:

- Мають чіткі визначення і є основою для розуміння стрижневих ідей.
- Формують мову науки, сприяючи точному мисленню та комунікації.
- Вивчаються поетапно: спершу на базовому рівні, а потім з ускладненням у міру засвоєння нових знань.

Наприклад, в астрономії базовими поняттями є такі терміни, як

- Сонце: Основне джерело світла та тепла.
- Земля: Форма Землі, її обертання навколо осі.
- Місяць: Основні відомості про супутник Землі, його фази.
- Зорі: Зорі як точки світла на нічному небі.
- Планети: Основні планети Сонячної системи.

Без їх розуміння неможливо глибше опанувати астрономічні процеси.

*Основні поняття* — це більш розширені знання, які вивчаються на базі вже засвоєних базових понять. Вони охоплюють складніші та детальніші аспекти предмету і є ключовими для розуміння предмета на більш глибокому рівні.

Приклади основних понять в астрономії:

- Еволюція зір: життєвий цикл зір, включаючи процеси, що відбуваються під час їх еволюції.
- Закони Кеплера: закони руху планет навколо Сонця.
- Галактики: типи галактик, їх структура та властивості.
- Космологія: теорія Великого вибуху, розширення Всесвіту.
- Сонячна активність: сонячні плями, спалахи, їх вплив на Землю.

Розробка стрижневих ідей та базових понять астрономії та астрофізики є результатом роботи багатьох видатних астрономів. Ось деякі з них:

1. Ніколаус Коперник: запропонував геліоцентричну модель Всесвіту, яка стала основою сучасної астрономії.
2. Галілео Галілей: вперше використав телескоп для астрономічних спостережень, відкрив супутники Юпітера та фази Венери.
3. Ісаак Ньютон: розробив закони руху та закон всесвітнього тяжіння, що стали фундаментом для розуміння руху небесних тіл.
4. Едвін Габбл: відкрив розширення Всесвіту, що стало основою для теорії Великого вибуху .
5. Карл Саган: популяризував астрономію та астрофізику, зробивши їх доступними для широкої аудиторії.
6. Стівен Гокінг: вніс значний вклад у розуміння чорних дір та космології.
7. Ярослав Яцків: відомий український астроном, який зробив значний внесок у розвиток астрономічної освіти.

Ці науковці та багато інших зробили величезний внесок у розвиток астрономії та астрофізики, формуючи наші сучасні уявлення про Всесвіт.

Основні поняття та базові поняття в навчанні мають певні відмінності, хоча можуть здаватися схожими. Базові поняття зазвичай є простішими, легше сприймаються учнями й створюють основу для подальшого розуміння предмету. Натомість основні поняття складніші й вимагають уже засвоєних базових знань, щоб допомогти учням глибше зрозуміти навчальний матеріал. Щодо функції, базові поняття вводять учнів у предмет і забезпечують базу для його освоєння, тоді як основні поняття спрямовані на розширення та поглиблення знань, зосереджуючи увагу на складніших аспектах. У навчальному процесі базові поняття зазвичай викладаються на початкових етапах із використанням простих пояснень та прикладів, тоді як основні поняття вводяться пізніше, із залученням детальніших пояснень, практичних завдань і складніших прикладів.

Навчальний процес вивчення астрономії має поетапну структуру, де з кожним рівнем освіти ускладнюється зміст та глибина понять. У *початковій школі* учні знайомляться з базовими астрономічними поняттями, зокрема, з основними об'єктами Сонячної системи, зміною дня і ночі та фазами Місяця. У

*середній школі* відбувається поглиблення цих знань, розпочинається перехід до більш складних понять, таких як закони Кеплера, класифікація зір та основи космології. У *старшій школі* учні вивчають складніші концепції, включаючи еволюцію зір, структуру галактик та сучасні космологічні теорії. Така поетапна система забезпечує послідовне накопичення знань та розвиток уявлень про астрономічні явища, а базові поняття формують фундамент для подальшого навчання, тоді як основні поняття забезпечують глибше розуміння предмету.

### **1.3. Формування базових астрономічних понять в початковій школі**

У початковій школі базові поняття вводяться через прості, конкретні теми та явища, щоб закласти основу для подальшого вивчення природничих наук, математики, мови та інших дисциплін. Ці поняття мають бути доступними для розуміння молодшими школярами і спрямовані на розвиток спостережливості, логічного мислення та формування основних навичок.

У початковій школі астрономічні базові поняття вводяться поступово і на рівні, доступному для молодших школярів. Ці поняття формують перші уявлення про космос, Землю та її місце у Всесвіті, а також базові знання про рух небесних тіл і їх взаємодію. Ось основні астрономічні базові поняття, які формуються в початковій школі та явища, які пов'язані з цими поняттями:

#### *1. Земля як планета*

- *Форма Землі:* дітям пояснюється, що Земля має кулясту форму (сферична або еліпсоїдна).
- *Поверхня Землі:* вивчаються основні компоненти поверхні Землі – суша, вода (океани, моря, річки), атмосфера.
- *Обертання Землі:* поняття, що Земля обертається навколо своєї осі, що спричиняє зміну дня і ночі.
- *Рух Землі навколо Сонця:* вводиться уявлення про орбітальний рух Землі навколо Сонця, який зумовлює зміну пір року.





## 2. Сонце

- *Сонце як зоря:* учням пояснюють, що Сонце є зорею, тобто великим небесним тілом, яке випромінює світло і тепло.
- *Вплив Сонця на Землю:* Сонце забезпечує тепло та світло, що необхідні для життя на Землі.
- *День і ніч:* через обертання Землі навколо своєї осі виникають день і ніч.



## 3. Місяць

- *Місяць як природний супутник Землі:* поняття про Місяць як єдиний природний супутник Землі.
- *Фази Місяця:* просте пояснення змін фаз Місяця (новий Місяць, перша чверть, повний Місяць, остання чверть).
- *Місячне світло:* вивчення того, що Місяць не світить самостійно, а відбиває сонячне світло.



## 4. Зоряне небо

- *Зорі:* вводиться поняття про зорі як небесні тіла, які світять власним світлом, та що вони знаходяться далеко від Землі.
- *Сузір'я:* пояснюється, що зорі на небі формують групи (сузір'я), і розповідають про деякі відомі сузір'я (Велика Ведмедиця, Мала Ведмедиця, Оріон).



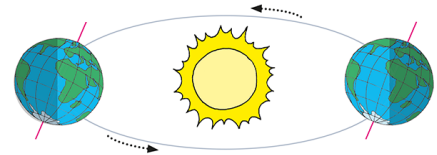
## 5. Сонячна система

- *Планети Сонячної системи:* учні дізнаються, що Сонячна система складається із Сонця та планет, які рухаються навколо нього. Пояснюються базові відомості про планети (їх кількість та назви).
- *Сонце як центр Сонячної системи:* основне поняття, що Сонце є центром, навколо якого обертаються всі планети.



### 6. День, ніч і пори року

- *День і ніч:* пояснюється, що обертання Землі навколо своєї осі призводить до чергування дня і ночі.
- *Зміна пір року:* уявлення про те, що орбітальний рух Землі навколо Сонця разом із нахилом осі призводять до зміни пір року.



### 7. Космос

- *Космос як простір за межами Землі:* вводиться поняття про те, що за атмосферою Землі існує безкрайній космічний простір, де розташовані зірки, планети та інші небесні тіла.
- *Космонавтика:* учням розповідають про перші польоти людини в космос, знайомлять з іменами відомих космонавтів, таких як Юрій Гагарін і Ніл Армстронг.



### 8. Календар

- *Рік і місяці:* пояснюється, що рік складається з 12 місяців і має певний порядок. Календар тісно пов'язаний з рухом Землі навколо Сонця.
- *Тиждень і дні:* учні дізнаються, що тиждень складається з 7 днів.



У рамках реформи Нової української школи (НУШ) передбачено інтеграцію та розширення астрономічних понять, зокрема через нові підходи до викладання природничих наук. Основні нововведення стосуються інтегрованого підходу до вивчення дисциплін та збільшення уваги до дослідницької діяльності і практичного застосування знань.

#### 1.4. Особливості астрономічної освіти в рамках НУШ

У межах реформи Нової української школи (НУШ) астрономічні поняття інтегруються в кілька предметів на різних етапах навчання, тому години на їх вивчення розподіляються між різними курсами, а не викладаються як окремий предмет у початковій або середній школі.

У початковій школі (1–4 класи) астрономічні поняття включені в інтегрований курс «Я досліджую світ», де вивчаються основи природничих наук, включаючи базові астрономічні знання. Загалом курс «Я досліджую світ» має 3–4 години на тиждень. Астрономічні поняття інтегровані в загальну програму в рамках тем про Землю, Сонце, Місяць, зоряне небо та зміну дня і ночі. Основні астрономічні теми, які пропонуються програмою: зміна дня і ночі, Сонце як джерело світла і тепла, рух Землі навколо Сонця, пори року, прості уявлення про зорі та планети.

У середній школі (5–9 класи) астрономічні поняття інтегруються в курс «Природничі науки» у 5–6 класах та вивчаються більш детально в курсі «Географія», а також частково в «Фізиці». Курс «Природничі науки» (інтегрований курс) передбачає вивчення основних понять про Сонячну систему, планети, фази Місяця та інші астрономічні явища. Годин на тиждень – 2–3. У курсі «Географія» (7 клас) учні вивчають Землю як планету, рухи Землі, пори року, положення Землі у Всесвіті, поняття про гравітацію. На вивчення цих тем виділено приблизно 6–8 годин протягом року. У курсі «Фізика» (8–9 класи) починається глибше вивчення астрономічних явищ. Учні вивчають закони руху планет, гравітаційні сили, взаємодію небесних тіл, світло і оптичні явища. Астрономічні теми інтегровані в теми фізики на кілька уроків протягом року.

У старшій школі (10–11 класи) астрономія як окремий предмет не є обов'язковим, але її елементи вивчаються в курсах «Фізики» та «Географії». Окрім цього, школи можуть запропонувати факультативний курс астрономії або поглиблене вивчення астрономії для учнів, що планують зосередитися на природничих науках. У курсі Фізики (10–11 класи) астрономічні теми включають гравітацію, рухи планет, світлові явища в космосі, структуру Всесвіту та галактик. Темі розподіляються на кілька уроків протягом року. Вивчення географії: передбачає вивчення Сонячної системи, атмосфери планет, кліматичних умов на інших планетах інтегрується в курс на декілька уроків.

Заклади загальної середньої освіти можуть запропонувати факультативний курс астрономії на старшому етапі, який охоплює більш детальні астрономічні

теми (екзопланети, чорні діри, нові відкриття в космосі). Тривалість такого курсу може бути 35-70 годин на рік.

У старшій школі в 11 класі за новими програмами є окремий предмет «Астрономія», на який зазвичай виділяється 35 годин (1 урок на тиждень), де вивчаються:

- Основи небесної механіки.
- Сонячна система та її складові.
- Будова та еволюція зір.
- Галактики, структура Всесвіту, сучасні методи дослідження космосу.

Отже, залежно від програми школи, може бути більше або менше годин на вивчення астрономії, але загалом увага до цієї науки зросла в рамках НУШ.

На сьогодні реформи НУШ вже реалізовані у початковій школі, проходять апробацію в середній школі й розробляються для старшої (профільної) школи. Тому доречним є розгляд формування астрономічних базових понять саме в початковій школі. У початковій школі природничі науки об'єднані в інтегрований курс, який включає елементи астрономії. Це дозволяє учням сприймати явища природи не ізольовано, а в системі взаємопов'язаних процесів. Замість традиційних дисциплін, таких як «Природознавство», в НУШ передбачений інтегрований курс «Я досліджую світ», який містить елементи астрономії, біології, географії, фізики та хімії. Це сприяє кращому розумінню космічних процесів у контексті повсякденного життя.

У рамках реформи НУШ більше уваги приділяється активному залученню учнів до досліджень та експериментів. Учні вивчають астрономічні явища через спостереження за зоряним небом, роботу з моделями Сонячної системи, практичні заняття на відкритому повітрі тощо. Практичне спостереження за Сонцем, Місяцем та зорями стає більш важливим компонентом навчального процесу. Діти можуть використовувати прості інструменти, такі як сонячні годинники, для спостережень за рухом Сонця, або навіть базові телескопи.

У НУШ також передбачається, що учні будуть знайомитися не тільки з основними астрономічними поняттями, як це було раніше, але й з додатковими

елементами, зокрема: Розширене вивчення Сонячної системи: діти дізнаються більше про кожну планету, їх характеристики, супутники планет, малі тіла Сонячної системи (астероїди, комети, метеорити). Елементи сучасної космології: учні отримують початкові уявлення про структуру Всесвіту, такі як галактики, Чумацький Шлях, інші зоряні системи. Сучасні космічні дослідження: діти знайомляться з досягненнями космонавтики, новітніми відкриттями в дослідженні космосу, зокрема з місіями до Марсу, розвитком технологій для вивчення далеких планет. Супутникові технології: початкові знання про штучні супутники Землі та їхнє використання в науці та житті (метеорологічні, комунікаційні, навігаційні супутники).

У новій програмі більш уваги приділяється простому та зрозумілому поясненню складних астрономічних явищ, таких як затемнення, гравітація, фази Місяця, через аналогії та моделі. Наприклад, учням пропонується досліджувати взаємодію тіл за допомогою простих моделей. Формуються початкові уявлення про роль гравітації під час руху планет, зір і галактик.

Відповідно до концепції НУШ, використовуються сучасні технології для вивчення астрономії. Це включає інтерактивні програми, мобільні додатки для вивчення зоряного неба, віртуальні екскурсії в космос через комп'ютерні симулятори. Учні також пропонуються проекти та завдання, пов'язані з пошуком інформації про астрономічні явища через Інтернет або роботу з освітніми платформами.

Ось деякі приклади додаткових астрономічних понять в НУШ:

*Комети та астероїди:* більше уваги приділяється малим тілам Сонячної системи та їх впливу на Землю.

*Чорні діри та темна матерія:* хоча ці поняття складні для початкової школи, у програмі можуть з'являтися їхні спрощені версії для ознайомлення.

*Екзопланети:* учням розповідають про планети поза межами Сонячної системи та пошук життя на них.

*Космічні дослідження та нові технології:* концепція дослідження Марсу, штучний інтелект у космонавтиці.

## 1.5. Особливості програм викладання астрономії в закладах загальної середньої освіти залежно від профілю навчання

У закладах загальної середньої освіти викладання астрономії організовано відповідно до профілю навчання, що дозволяє адаптувати зміст і методи до інтересів учнів і їхніх майбутніх професійних орієнтацій. Існує кілька програм шкільного курсу астрономії, розроблених для задоволення освітніх потреб учнів. Базова програма з астрономії, що інтегрується у курс природничих наук для учнів 10–11 класів, забезпечує ознайомлення з основними поняттями астрономії, виділяючи ключові об'єкти та явища Всесвіту. Поглиблений курс астрономії, який пропонується в профільних класах, передбачає детальний розгляд фізичних основ астрономічних явищ, методів спостережень і практичного використання інструментів. Інтегровані курси, такі як «Природознавство» або «Фізика та астрономія», дозволяють поєднати знання з різних дисциплін, підсилюючи міжпредметні зв'язки.

Для кожного профілю навчання передбачено специфічні аспекти програми: *У загальноосвітньому профілі* акцент робиться на базових поняттях, основних об'єктах та явищах у Всесвіті, а також практичних основах спостережень. *Природничо-математичний профіль* надає можливість поглибленого вивчення фізичних основ астрономічних явищ, еволюції зір та галактик, практичного використання складного обладнання. *Гуманітарний профіль* інтегрує астрономію в історико-культурний контекст, розкриваючи її значення в історії науки, культурі та мистецтві. *У технічному профілі* зосереджено увагу на технологіях, космічних дослідженнях і застосуванні сучасних інструментів. *Екологічний профіль* розкриває зв'язок астрономічних досліджень із екологічними процесами та вивченням впливу космічних явищ на Землю.

Розробка цих програм базується на державних освітніх стандартах і рекомендаціях Міністерства освіти і науки України. Вона враховує сучасні тенденції розвитку науки, інтереси учнів та потреби суспільства. Такий підхід забезпечує диференціацію змісту астрономічної освіти, дає змогу максимально

враховувати інтереси й здібності учнів і сприяє розвитку їхнього наукового мислення.

Особливості програм з астрономії у закладах освіти різного профілю враховують інтереси та майбутню професійну діяльність учнів. У загальноосвітньому профілі акцент робиться на базових поняттях, таких як введення в астрономію, основні об'єкти та явища у Всесвіті, а також на вивченні Сонячної системи, включаючи планети, їх супутники та властивості Сонця. Теми про рухи Землі й Місяця, фази Місяця, сонячні та місячні затемнення забезпечують розуміння основних небесних явищ. Учні знайомлять з основами спостереження небесних об'єктів та використанням простих телескопів і біноклів.

У природничо-математичному профілі передбачено глибше вивчення астрономії. До програми включено закони Кеплера та Ньютонову механіку, властивості світла та спектроскопію. Розглядаються спектральні класи зір і життєвий цикл зір, включаючи утворення чорних дір та нейтронних зір. Учні вивчають типи галактик, основи космології, теорію Великого вибуху. Практична частина зосереджується на використанні складних астрономічних інструментів, проведенні досліджень та проектів.

Гуманітарний профіль орієнтований на історію астрономії, розвиток науки, роль Галілея, Коперника, Кеплера, Ньютона. Особливу увагу приділено зв'язку астрономії з культурою, мистецтвом, міфами й легендами. Основні поняття та явища у Всесвіті вивчаються на загальному рівні, акцентується вплив астрономії на розуміння світу.

У технічному профілі головним є ознайомлення з астрономічними інструментами, такими як телескопи, радіотелескопи, методи збору та аналізу даних. Особливу увагу приділяють космічним дослідженням, технологіям, використовуваним у космосі, та комп'ютерному моделюванню для аналізу астрономічних явищ.

Екологічний профіль поєднує астрономію з екологічними аспектами. Учні вивчають вплив космічних явищ на Землю, наприклад, сонячну активність,

метеорити, взаємодію Землі з іншими об'єктами Сонячної системи. Розглядається використання астрономічних даних для дослідження екологічних процесів і аналізу впливу космічних досліджень на навколишнє середовище.

Таке структурування дозволяє враховувати потреби учнів різних профілів і сприяє поглибленому розумінню астрономії у контексті їхнього майбутнього навчання чи професійної діяльності.

Таблиця. Особливості програм з астрономії для закладів освіти різного профілю

Профіль освіти	Основні теми	Особливості вивчення
<b>Загальноосвітній</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Основи астрономії: введення, об'єкти та явища у Всесвіті</li> <li>- Сонячна система: планети, супутники, Сонце</li> <li>- Земля і Місяць: рухи, фази, затемнення</li> <li>- Основи спостережень: небесні об'єкти, прості телескопи та біноклі</li> </ul>	Загальні знання про астрономічні об'єкти і явища, базові навички спостережень.
<b>Природничо-математичний</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Глибше вивчення: закони Кеплера, Ньютонова механіка, спектроскопія</li> <li>- Зорі та еволюція: спектральні класи, життєвий цикл</li> <li>- Галактики і Всесвіт: типи галактик, космологія</li> <li>- Практичні спостереження: складні інструменти, проекти</li> </ul>	Поглиблене вивчення законів природи, фізичних процесів, практичні дослідження з використанням сучасних інструментів.
<b>Гуманітарний</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Історія астрономії: розвиток, важливі фігури (Галілей, Коперник, Ньютон)</li> <li>- Астрономія та культура: у мистецтві, міфи і легенди</li> <li>- Основи астрономії: об'єкти, явища, вплив на розуміння Всесвіту</li> </ul>	Зосередженість на історичному та культурному аспектах астрономії, інтеграція із гуманітарними знаннями.
<b>Технічний</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Інструменти: телескопи, радіотелескопи, методи збору даних</li> <li>- Космічні дослідження: місії, супутники, технології</li> <li>- Комп'ютерне моделювання: моделювання явищ, обробка даних</li> </ul>	Акцент на технологічних аспектах астрономії, сучасні методи дослідження та інструменти.
<b>Екологічний</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Астрономія і Земля: вплив космічних явищ (сонячна активність, метеорити), взаємодія з іншими об'єктами</li> <li>- Екологія і астрономія: використання даних для вивчення екології, вплив досліджень на Землю</li> </ul>	Зв'язок космічних досліджень з екологічними процесами, орієнтація на глобальні виклики.



### **Висновок до першого розділу**

У цьому розділі розглянуто теоретичні основи формування базових астрономічних понять, визначено стрижневі ідеї астрономічної освіти та методичні особливості їх викладання. Астрономія як наука має значний світоглядний потенціал, оскільки розкриває фундаментальні закономірності будови та еволюції Всесвіту. Використання ключових ідей, таких як пізнаваність світу, єдність фізичних законів та еволюція об'єктів космосу, дозволяє вибудовувати навчальний процес як цілісну систему.

Особливу увагу приділено формуванню базових понять астрономії, які є фундаментом для подальшого вивчення складніших концепцій. Поступовий перехід від базових понять до розширених і глибоких знань забезпечує логічну послідовність у навчанні та формує уявлення про єдність і закономірність явищ у Всесвіті.

Таким чином, теоретичні засади, викладені в розділі, створюють основу для практичної реалізації завдань астрономічної освіти, спрямованої на розвиток критичного мислення, аналітичних здібностей і цілісного наукового світогляду учнів.

## РОЗДІЛ 2. МЕТОДИЧНІ АСПЕКТИ ФОРМУВАННЯ ТА ІНТЕГРАЦІЇ АСТРОНОМІЧНИХ ПОНЯТЬ У ШКІЛЬНІЙ ОСВІТІ

### 2.1. Класифікації основних астрономічних понять

Астрономія має широкі міжпредметні зв'язки з іншими науками, що вивчаються в школі, такими як математика, фізика, хімія, географія, філософія та історія. Це впливає на різноманітність та складність базових та основних понять у цій науці.

У методичній літературі астрономічні поняття часто розглядаються як фундаментальні елементи змісту навчання, що мають конкретне визначення і виступають базою для подальшого вивчення астрономії. Кілька основних визначень цього терміну можна виділити:

Астрономічне поняття як *ключове знання* — це основне знання про *явища, об'єкти та процеси*, що відбуваються у Всесвіті. Воно є основою для формування наукового світогляду учнів і сприяє розумінню фізичних процесів у космосі.

Астрономічне поняття як *навчальна одиниця* — у шкільній астрономічній освіті поняття розглядаються як «будівельні блоки» для формування загальної картини космосу. Вони поступово вводяться, від простих (наприклад, «зоря», «планета», «орбіта») до складніших (наприклад, «чорна діра», «галактичне скупчення», «темна матерія»), що дає можливість поетапно ускладнювати навчальний процес.

Астрономічне поняття як *основа системного підходу* — поняття пов'язуються з певною системою взаємозв'язаних знань і допомагають учням побачити астрономію як цілісну науку. Наприклад, поняття «гравітація» об'єднує вивчення руху планет, орбітальних характеристик та еволюції зоряних систем.

Астрономічне поняття як *компонент розуміння природних закономірностей* — це знання, що розкривають основні закони фізики, які діють у Всесвіті, і дозволяють застосовувати ці закони для опису руху небесних тіл, будови галактик, еволюції зір тощо. Такі поняття сприяють розвитку уявлення про єдність законів природи в масштабах Всесвіту.

Астрономічне поняття як *елемент формування наукового мислення* — поняття вводяться не лише для передачі фактів, але й для розвитку наукового мислення, вміння формулювати гіпотези, аналізувати спостережні дані, застосовувати теоретичні моделі для пояснення явищ.

Особливості вивчення астрономії впливають на формування та використання астрономічних понять. Кожне поняття допомагає учням формувати зв'язки між різними темами, будуючи цілісне розуміння науки.

Багатство понять про об'єкти у астрономії відображає не лише складність і різноманітність цієї науки, а й її інтегративний характер, адже вона спирається на знання та досягнення фізики, хімії, математики, біології, геології та інших наук. Кожне астрономічне тіло (поняття) – це результат довготривалих спостережень, теоретичного обґрунтування та постійних перевірок на практиці. Наприклад, поняття «чорна діра» потребує глибоких знань у галузі теорії гравітації, а також сучасних технологій для підтвердження її існування через спостереження й обробку даних.

Крім того, астрономія займається вивченням об'єктів та явищ на різних масштабах – від планетних систем до галактичних скупчень і космічних структур, що вимагає точних визначень і розширення існуючих понять для опису складних взаємодій у Всесвіті. Це розмаїття термінів та понять дозволяє астрономії адаптуватися до нових відкриттів і розробляти моделі, що відповідають спостереженням у космосі.

Сучасна астрономія володіє величезним потенціалом для подальших відкриттів, оскільки, незважаючи на накопичені знання, наука продовжує ставити нові запитання щодо походження Всесвіту, складу темної матерії, природи темної енергії тощо. Різноманіття понять дозволяє астрономії інтегрувати знання, удосконалювати методи досліджень і стимулювати науковий прогрес, роблячи її однією з найцікавіших і найперспективніших галузей сучасної науки.

Астрономічні поняття можна класифікувати за наступними категоріями:

1. Філософського рівня: Матерія, рух, взаємодія тощо. Ці поняття допомагають розуміти філософські аспекти космосу та місце людини в ньому.

2. Загальнонаукові: Симетрія, збереження, енергія тощо. Ці поняття використовуються для пояснення загальних закономірностей природи.

3. Математичні: Градус, дуга, радіан, коло, еліпс, велика піввісь, ексцентриситет, парабола, гіпербола, експонента, логарифм, ймовірність тощо. Ці поняття використовуються для математичного опису руху планет та інших астрономічних об'єктів.

4. Фізичні: Швидкість, прискорення, маса, сила, електричний заряд, температура, яскравість, освітленість тощо. Ці поняття використовуються для пояснення фізичних явищ, які спостерігаються у космосі.

5. Астрономічні: Сузір'я, небесна сфера, небесний меридіан, екліптика, зоряний час, астероїд, білий карлик, пульсар тощо. Ці поняття безпосередньо пов'язані з вивченням небесних об'єктів та явищ.

6. Хімічні: Хімічні елементи, хімічні сполуки, відносна молекулярна маса тощо. Хімічні аспекти використовуються при вивченні складу космічного простору та атмосфер планет.

7. Географічні: Широта, довгота, тропіки, полярні кола тощо. Ці поняття використовуються для визначення географічного положення небесних об'єктів.

8. Історичні: Рік, століття, ера, епоха, античність, середньовіччя тощо. Ці поняття використовуються для визначення історичних періодів в розвитку астрономії та космічних досліджень.

Окрім зв'язків астрономії із більшістю шкільних предметів особливістю більшості астрономічних понять є їх абстрактність та ненаочність. Значна кількість об'єктів та явищ у Всесвіті недоступні для прямого сприйняття людськими чуттями і не мають аналогів в повсякденному житті або навіть у земних умовах.

Вивчення астрономії вимагає від учнів розвиненого образного, аналітичного та абстрактного мислення. Це полягає в здатності розуміти та

увяляти складні космічні явища, а також аналізувати та розв'язувати астрономічні проблеми.

Основні астрономічні поняття, що вивчаються в шкільному курсі, можна також розділити на такі групи:

1. *Поняття про небесні об'єкти:* сузір'я, планети Сонячної системи (Меркурій, Венера, Земля, Марс, Юпітер, Сатурн, Уран, Нептун), супутники планет, астероїди, комети, зорі, галактики, чорні діри тощо.

2. *Поняття про космічні явища:* затемнення, фази Місяця, рух зорі на небесній сфері, метеорні потоки, космічні спостереження тощо.

3. *Поняття про фізичні характеристики астрономічних об'єктів:* діаметр, маса, відстань, температура, яскравість, період обертання тощо.

4. *Поняття про одиниці вимірювання,* наприклад для космічних відстаней: астрономічна одиниця, парсек, світловий рік тощо.

5. *Поняття про астрономічні вимірювання та обчислення:* вимірювання кутових відстаней на небесній сфері, обчислення періодів обертання планет, прогнозування затемнень тощо.

6. *Поняття про історію астрономії та вчених-астрономів:* Коперник, Галілео, Кеплер, Ньютон, Гершель, Галлея тощо.

Ці поняття є основою для розуміння астрономічних явищ та феноменів у Всесвіті та допомагають учням розвивати критичне мислення та науковий підхід до вивчення природних явищ.

Для ефективного вивчення астрономії необхідно поєднувати теорію з практичними дослідженнями та застосуванням новітніх інформаційних технологій. Без підкріплення теорії астрономії спостереженнями, лабораторними роботами та розв'язуванням астрономічних задач викладання матеріалу буде малоцінним та поверхневим. Використання інтерактивних методів та сучасних технологій сприяє розвитку цих навичок учнів. Застосування сучасних технологій, таких як електронні планетарії, фото- та відеоматеріали, анімації, отримані космічними апаратами, дозволяє зробити навчання більш доступним та цікавим для учнів.

## 2.2. Методичні особливості формування основних базових понять

Визначимо спочатку основні базові поняття, які складають «фундаментальне ядро» поля астрономії і на яких, на нашу думку, передусім слід зосередитися під час вивчення астрономії у середній школі. До базових відносять такі поняття:

- ❖ Мале космічне тіло (астероїд, метеорит, комета)
- ❖ Планета
- ❖ Галактика
- ❖ Метагалактика
- ❖ Зоря

Всі ці терміни мають велике значення для астрономії, оскільки вони визначають основні об'єкти та явища Всесвіту.

*Мале космічне тіло* – це загальна назва для невеликих об'єктів у космосі, таких як астероїди, комети, малих місяців планет та інші небесні тіла. Ці об'єкти зазвичай менші за планети, іноді мають неправильну форму та обертаються навколо Сонця чи інших небесних об'єктів. У малих космічних тілах, маса яких менша за  $10^{21}$  кг, самогравітація не перевищує твердотільні сили, тому вони не можуть прийняти гідростатично врівноважену форму, що близька до сферичної. Також, за винятком комет, вони не еволюціонують усередині внаслідок гравітаційної диференціації речовини. Однак ці тіла можуть мати цікаву структуру та склад, і вивчення їх може дати багато інформації про ранню історію Сонячної системи.

*Комети* - це малі тіла у Сонячній системі, які складаються переважно з льодів, пилу і каміння. Коли комети наближаються до Сонця, тепло від Сонця викликає випаровування льодів, утворюючи яскравий ком. Комети також мають довгі хвости, які утворюються через відкидання матеріалу від комети внаслідок впливу сонячного вітру.

Комети вважаються дуже цікавими з точки зору науки, оскільки вони можуть містити інформацію про складання матерії на початкових стадіях

формування Сонячної системи. Історія спостережень яскравих комет дійсно є невід'ємною складовою історії нашої цивілізації та культури.

*Планета* - це небесне тіло, яке обертається навколо зорі, має достатню масу, щоб його гравітація забезпечувала кулясту форму, і очищена від інших об'єктів на своїй орбіті. Вона також повинна бути достатньо масивною, щоб зрівноважити внутрішні сили і утримувати свою форму, але не настільки масивною, щоб спалити термоядерні реакції і стати зорею. У нашій Сонячній системі є вісім планет: Меркурій, Венера, Земля, Марс, Юпітер, Сатурн, Уран і Нептун. Кваліфікація планет зазвичай ґрунтується на їх розташуванні відносно Сонця та інших критеріях. За звичайною класифікацією планети можна поділити на внутрішні (Меркурій, Венера, Земля, Марс) та зовнішні (Юпітер, Сатурн, Уран, Нептун) планети. Плутон, який колись вважався дев'ятою планетою від Сонця, тепер вважається карликовою планетою. Інша класифікація може бути за масою планети (гіганти та карлики) або за хімічним складом та будовою.

Спостереження за планетами та дослідження їх руху мали величезний вплив на розвиток астрономії та фізики. Вони дозволили визначити, що планети обертаються навколо Сонця за законами еліптичних орбіт, встановлені Йоганном Кеплером у XVII столітті. Це дало поштовх до створення законів Ньютона про рух та гравітацію, які лягли в основу класичної механіки. Таким чином, вивчення руху планет в Сонячній системі було важливим кроком у розвитку науки та розумінні природи.

Введення в дію найбільшого на той час телескопа Габбла (діаметр дзеркала 2,5 м) зробило фундаментальне відкриття про те, що Всесвіт складається з велетенських зоряних систем, які ми називаємо галактиками. Це відкриття, зроблене у 1920-х роках, відкрило нову еру в астрономії та космології, дозволяючи краще зрозуміти структуру та еволюцію Всесвіту.

*Галактика* - це величезне скупчення зір, планет, газу, пилу та темної матерії, яке знаходиться в космосі. Наша Галактика, відома як Чумацький Шлях, містить близько 100 мільярдів зір і має дископодібну структуру з наявним ядром і спіральними рукавами. Галактики різняться за формою, розміром і складом, але

більшість з них мають схожі властивості, такі як наявність чорних дір у центрі та наявність хмар газу і пилу, з яких утворюються нові зорі.

Сучасні уявлення підтверджують, що галактики є основними структурними елементами Всесвіту, будівельними блоками, з яких він складається. Галактики мають різні форми і розміри, від невеликих еліптичних галактик до величезних спіральних галактик, і їх розміщення та розподіл у Всесвіті є предметом вивчення для розуміння його загальної структури.

Галактики утворюють галактичні групи і скупчення, які взаємодіють гравітаційно. Вони є основними будівельними блоками Всесвіту, і вивчення їх допомагає розуміти його структуру та еволюцію. Галактики також слугують лабораторіями для вивчення різноманітних астрофізичних явищ, включаючи спалахи зір, гравітаційні лінзи, та загальну структуру космічного простору.

Наразі в спостережній частині Всесвіту зафіксовано більше тисячі галактик. Цей космічний ареал різноманітний – від карликових галактик до величезних спіральних (таких як Туманність Андромеди) та еліптичних. Галактики відрізняються кількістю зір та газу, віком, формою й іншими параметрами. Вони групуються у великі агрегації – групи, скупчення і надскупчення (що є ще одним прикладом ієрархічності Всесвіту), і утворюють структуру нашої галактичної суперсистеми – Метагалактику.

*Метагалактика* (або «супергалактика») - це величезна структура у Всесвіті, що складається з галактик, груп і кластерів галактик, що взаємодіють гравітаційно. Метагалактики є складовою частиною космологічних моделей, які пояснюють структуру і еволюцію Всесвіту на великих масштабах. Термін «метагалактика» може використовуватися для опису структур в масштабі від суперкластерів до великих пустот. Сучасні дослідження підтверджують, що структура та склад метагалактики мають глибоко еволюційну природу. Галактики, групи галактик і суперкластери утворюються внаслідок взаємодії гравітаційних сил і розвитку космічної тканини протягом мільярдів років. Ці об'єкти пов'язані між собою послідовними генетичними зв'язками, які відображають еволюцію Всесвіту від його ранніх стадій до сучасності [8].



Ідея нестационарного, еволюційного Всесвіту є однією з грандіозних концепцій сучасної астрономії на думку Ю. В. Александрова та інших [9]. Ця ідея передбачає, що Всесвіт не є статичним, а постійно змінюється і еволюціонує. Основними аспектами цієї концепції є зміна метричних властивостей Всесвіту з часом, таких як його розширення, а також зміна розподілу матерії і енергії.

*Зоря* - це велике небесне тіло, яке світиться власним світлом. Зорі утворюються внаслідок ядерного злиття, що супроводжується великим викидом енергії і тепла. Цей процес називається ядерним синтезом.

Зорі можуть бути різних типів, і їх характеристики залежать від маси. Найпоширеніші типи зір - це червоні карлики, які складають більшість зір нашої Галактики. Більш масивні зорі можуть перетворюватися в супергігантів або навіть вибухати як свердловини.

Зорі можуть бути досить далеко розташованими, і відстань до них вимірюють у світлових роках - відстань, яку світло подолає за один рік. Найближча до Землі зоря, Проксима Центавра, знаходиться на відстані близько 4,24 світлових років. Зорі грають важливу роль у Всесвіті, вони утворюють галактики, зоряні системи, де виникають планети, і забезпечують умови для народження та розвитку життя.

*Субзорі або коричневі карлики* - це проміжний клас об'єктів між планетами і зорями за масою. Вони утворюються як зореподібні об'єкти, але їх маса недостатня щоб почати ядерне злиття водню в гелій, яке характерне для зір.

Тому у субзорях не відбувається протон-протонний цикл, і вони не випромінюють світло і тепло так яскраво, як звичайна зоря. В них температура всередині нижча, що впливає на їх характеристики і вигляд. Такі об'єкти є цікавим об'єктом вивчення у астрономії, оскільки вони допомагають розуміти процеси формування зір та планет.

В роботах [18, 19] пропонується обґрунтоване виділення основних базових понять, які складають основне ядро понятійної системи.

### 2.3. Ієрархія вивчення астрономічних об'єктів і явищ

Моделі астрономічних об'єктів і процесів є важливою частиною шкільного та вузівського курсу астрономії, адже астрономія, подібно до фізики, є модельною наукою. Під моделлю, за визначенням В. А. Штоффа, розуміється «уявна або матеріально реалізована система, яка, відображаючи об'єкт дослідження, здатна заміщати його таким чином, що її вивчення дає нам нову інформацію про цей об'єкт».

Моделі допомагають уявити складні астрономічні об'єкти та процеси у більш зрозумілому вигляді. Вони можуть бути у вигляді схем, діаграм, комп'ютерних симуляцій або навіть матеріальних моделей. Наприклад, модель Сонячної системи може допомогти учням уявити розташування планет навколо Сонця та їхні рухи.

У полі понять курсу астрономії важливо також враховувати взаємозв'язок та взаємозалежність понять. Це означає, що розуміння одних понять може вимагати знання інших, а також що поняття взаємодіють між собою і доповнюють одне одного для створення цілісного уявлення про предмет.

У астрономії виникає потреба використовувати ієрархічну супідрядність понять, аналогічну тій, що застосовується в біології (рід - вид). Наприклад, у введенні нового поняття можна вказати найближчий рід поняття (тобто більш загальне поняття) і видові відмінності нового поняття від родового поняття.

Наприклад, для введення поняття «комета» можна зазначити, що це астрономічний об'єкт, який належить до роду «малих тіл Сонячної системи», і вказати на основні відмінності комет від інших об'єктів цього роду (наприклад, наявність хвоста).

Такий підхід допомагає систематизувати та узгоджувати астрономічні поняття, роблячи їх більш зрозумілими та краще засвоювати їх.

Поле понять курсу астрономії можна розглядати як систему взаємопов'язаних і взаємозалежних понять, яка організована у певному порядку. Воно включає в себе ядро понять, які є основними та фундаментальними для

розуміння предмета, а також периферійні поняття, які доповнюють і розширюють основний зміст курсу.

Ієрархічність поля понять означає, що поняття можна організувати у вигляді ієрархії, де кожне поняття має свій рівень загальності та специфічності. Наприклад, загальні поняття, такі як «планета» чи «зоря», можна розглядати як рід відносно більш конкретних понять, наприклад, «Марс» чи «Сонце».

Таблиця ієрархічного введення та вивчення астрономічних понять:

Рівень вивчення	Приклади понять	Опис
Початкові базові поняття	Планета, Зоря, Супутник, Орбіта	Визначення основних небесних тіл і їх характеристик. Наприклад, планета як тіло, що обертається навколо зорі, або орбіта як траєкторія руху.
Поглиблені базові поняття	Сонячна система, Галактика, Світловий рік	Введення понять, що об'єднують базові об'єкти в системи, наприклад, Сонячна система як група тіл, що обертаються навколо Сонця. Світловий рік як одиниця вимірювання відстаней у космосі.
Складніші поняття	Чорна діра, Еволюція зір, Темна матерія	Опис понять, що включають складніші концепції астрономії, наприклад, чорна діра як об'єкт з надзвичайним гравітаційним полем, або еволюція зір через термоядерні процеси.
Абстрактні та міждисциплінарні поняття	Всесвіт та його розширення, Космологічні моделі	Опис понять, які вимагають інтеграції знань із різних наукових галузей, таких як космологія, великого вибуху та моделі розширення Всесвіту.

Під час вивчення природничих наук формуються кілька основних астрономічних понять, які допомагають учням зрозуміти структуру та еволюцію Всесвіту. Ось деякі з них:

➤ *Планети*: космічні тіла, які обертаються навколо зір і мають достатню масу для підтримання гідростатичної рівноваги (сферичної форми). Вони не є зорями і не випромінюють власного світла.

➤ *Зорі*: небесні тіла, в яких відбуваються термоядерні реакції, що випромінюють світло та тепло. Зорі є основними джерелами енергії у Всесвіті.

➤ *Галактики*: величезні системи, що складаються з мільярдів зір, планет, газу, пилу та темної матерії, які утримуються разом гравітацією. Наша галактика називається Чумацький Шлях .

➤ *Туманності*: великі хмари газу та пилу в космосі, де можуть утворюватися нові зорі. Вони часто є залишками вибухів наднових або областями активного зореутворення.

➤ *Скупчення зір*: група зір, які утворилися разом і утримуються гравітацією. Вони можуть бути відкритими або кулястими.

➤ *Чорні діри*: об'єкти з надзвичайно сильною гравітацією, які не дозволяють навіть світлу покинути їх поверхню. Вони утворюються в результаті колапсу масивних зір.

➤ *Електромагнітне випромінювання*: випромінювання, яке включає радіохвилі, інфрачервоне, видиме світло, ультрафіолетове, рентгенівське та гамма-випромінювання. Це випромінювання використовується для дослідження різних об'єктів у Всесвіті.

➤ *Червоне зміщення*: зміщення спектральних ліній у бік довших хвиль, що вказує на віддалення об'єктів від нас. Це явище використовується для визначення швидкості розширення Всесвіту.

Всі ці базові астрономічні поняття формуються у учнів протягом всього навчання в закладах загальної та профільної освіти. Відповідно до навчальних програм поняття з астрономії, які включають небесні об'єкти та астрономічні явища:

#### ***Початкова школа (1-4 класи), Природознавство:***

- *Земля і космос*: Основні уявлення про планети, Сонце, Місяць, зорі.
- *День і ніч*: Причини зміни дня і ночі.
- *Пори року*: Причини зміни пір року.

#### ***Середня школа (5-9 класи)***

##### **Природознавство:**

- *Сонячна система*: Планети, їхні супутники, астероїди, комети.
- *Зорі та сузір'я*: Основні сузір'я, видимі на небі, та їхні легенди.

- *Фази Місяця*: Причини зміни фаз Місяця.

Фізика:

- *Світло і оптика*: Природа світла, відбивання, заломлення, спектр.
- *Гравітація*: Закони Ньютона, гравітаційне притягання.

**Старша школа (10-11 класи)**

Астрономія (окремий предмет або інтегрований у курс фізики):

- *Будова Всесвіту*: Галактики, туманності, скупчення зір.
- *Еволюція зір*: Життєвий цикл зір, утворення чорних дір.
- *Космологія*: Теорія Великого вибуху, розширення Всесвіту.
- *Методи дослідження*: Спектроскопія, фотометрія, радіоастрономія, інфрачервона астрономія, поляризація.

#### **2.4. Інтеграція астрономічних знань та понять в шкільні курси**

Наведені основні приклади мають і зворотній бік інтеграції з іншими предметами. Ось деякі приклади тісної інтеграції з іншими предметами.

Фізика:

- *Електромагнітне випромінювання*: Види випромінювання, їх властивості та застосування в астрономії.
- *Закони руху*: Закони Кеплера, закони Ньютона.

Хімія:

- *Хімічний склад зір*: Спектральний аналіз, визначення елементів у зорях.

Географія:

- *Космічні явища*: Вплив космічних явищ на Землю, метеорити, сонячні та місячні затемнення.

В Додатку 1 наведені приклади поступового формування деяких базових астрономічних понять під час вивчення різних шкільних курсів.

##### **2.4.1. Інтеграція астрономічних понять у хімічну освіту**

Знання про космос суттєво збагачує розуміння хімічних процесів і розширює міждисциплінарні зв'язки. Астрономічні поняття часто інтегруються в курс хімії, особливо в розділах, що стосуються астрохімії та космохімії. Ось кілька прикладів інтеграції астрономічних понять у хімічну освіту:

Розділ	Підтема	Поняття та процеси	Інтеграція в курс хімії
<b>Астрохімія</b>	Хімічний склад зір і планет	Спектроскопія: аналіз хімічного складу за спектральними лініями Металічність: вміст важких елементів, що впливає на еволюцію зір	Включення до теми «Аналіз речовин». Дослідження складу хімічних елементів у космосі.
	Молекули в міжзоряному середовищі	Міжзоряні молекули: вода ( $H_2O$ ), аміак ( $NH_3$ ), метан ( $CH_4$ ), органічні сполуки РАНс: поліциклічні ароматичні вуглеводні	Використовується у розділі «Органічна хімія» для пояснення синтезу органічних молекул у космосі.
<b>Космохімія</b>	Походження хімічних елементів	Нуклеосинтез: утворення елементів у зорях Ізотопні співвідношення: вивчення історії Сонячної системи за метеоритами	Включення в «Неорганічну хімію» для дослідження елементів та їх стабільності.
	Хімічні реакції в космосі	Фотохімічні реакції: під впливом УФ-випромінювання Каталітичні процеси: пилові частинки як каталізатори	У темі «Хімічна кінетика» для розуміння ролі каталізаторів у міжзоряному середовищі.
<b>Термоядерні реакції</b>	Основні процеси	Протон-протонний цикл: синтез гелію у зорях Цикл CNO: перетворення водню на гелій у масивних зорях Гелієвий спалах: злиття гелію у вуглець	Дослідження «Ядерної хімії» та ядерних реакцій, а також енергетики реакцій у курсі хімії.
	Походження елементів	Нуклеосинтез: як зорі формують важкі елементи Розподіл елементів у Всесвіті	Інтегрується в розділи «Походження елементів» і «Енергетика реакцій».
	Енергетика реакцій	Енергія: виділення енергії термоядерними реакціями Використання на Землі: можливості застосування термоядерного синтезу	Обговорення потенційного використання термоядерного синтезу як джерела енергії.

Ця таблиця демонструє інтеграцію астрономічних понять у хімічну освіту, підкреслюючи, як знання про космос збагачує розуміння хімічних процесів і розширює міждисциплінарні зв'язки. Розуміння астрономічних понять допомагає учням зрозуміти, як хімічні процеси впливають на еволюцію Всесвіту та формування різних космічних об'єктів.

#### **2.4.2. Інтеграція астрономічних понять у навчання географії**

Під час навчання географії в закладах середньої освіти формуються кілька ключових астрономічних понять, які допомагають учням зрозуміти взаємозв'язок між Землею та космосом. Перелік основних астрономічних понять в курсі географії:

1. Земля як планета
2. Рухи Землі
3. Сонячна система
4. Сонце та його вплив на Землю
5. Місяць
6. Зоряне небо

Детальний аналіз основних астрономічних понять, які інтегруються в курс географії представлений в Додатку 2. Ці поняття допомагають учням зрозуміти взаємозв'язок між Землею та космосом, а також вплив космічних явищ на природні процеси на нашій планеті. Орієнтація по нічному небу є важливим навиком, який можна інтегрувати в курс географії. Ось кілька основних методів орієнтації по зоряному небу:

*1. Полярна зоря (Північна зоря):* Полярна зоря знаходиться майже точно над Північним полюсом і є надійним орієнтиром для визначення півночі. Її можна знайти, використовуючи сузір'я Великої Ведмедиці (Великий Ківш). Проведіть уявну лінію через дві крайні зорі ковша (Дубхе і Мерак) і продовжте її вгору, поки не знайдете яскраву зорю — це і є Полярна зоря.

*2. Сузір'я:*

- Велика Ведмедиця (Великий Ківш): одне з найвідоміших сузір'їв, яке допомагає знайти Полярну зорю. Його форма нагадує ковш, і воно легко впізнається на небі.

- Кассіопея: сузір'я у формі літери «W», яке також допомагає знайти Полярну зорю. Воно розташоване на протилежному боці від Великої Ведмедиці.

Орієнтація за Місяцем. Фази Місяця: Місяць може бути корисним орієнтиром. Наприклад, під час першої чверті Місяць знаходиться на півдні о 18:00, а під час повного Місяця — на півдні опівночі

Інші зорі та сузір'я:

- Оріон: сузір'я Оріон, з його яскравими зорями Бетельгейзе і Ригель, легко впізнається і може бути використане для орієнтації. Оріон знаходиться на небі взимку і вказує на південь
- Скорпіон: літнє сузір'я, яке допомагає орієнтуватися на південь у літні місяці.

Достатньо часто в практиці проводять інтегроване практичне заняття - нічні спостереження: Організація нічних спостережень для учнів, де вони можуть навчитися знаходити Полярну зорю та інші сузір'я. Доречним буде й використання планетарію: використання програмного забезпечення, такого як Stellarium, для вивчення зоряного неба в класі. На інтегрованому занятті астрономії та географії можна провести вивчення зоряних карт: навчання учнів читати зоряні карти та використовувати їх для орієнтації.

Історичні аспекти. Обговорення історичних методів орієнтації по зоряному небу, які використовували мореплавці та мандрівники

Ці методи допоможуть учням краще зрозуміти, як орієнтуватися по нічному небу, і розширять знання про астрономію та географію.

### **2.5.3. Інтеграція астрономічних понять на заняттях математики**

Використання астрономічних понять на заняттях з математики має багато позитивних моментів. Астрономічні теми, такі як орбіти планет, відстані між зорями та фази Місяця, природно викликають інтерес в учнів, підвищуючи їхню мотивацію до навчання. Практичні приклади, пов'язані з космосом, дають змогу побачити, як математичні знання працюють у реальних наукових дослідженнях, наприклад, у розрахунках відстаней до зір або швидкостей руху небесних тіл. Це не лише розвиває уяву та критичне мислення учнів, а й допомагає формувати



просторове мислення, адже астрономічні явища потребують розуміння просторових відносин: обертання планет, координати на небесній сфері, видимий рух зір.

Крім того, завдяки астрономії учні можуть поглибити свої знання з різних тем, таких як тригонометрія, пропорції, обчислення швидкостей і відстаней. Це підвищує рівень математичної грамотності, що є корисним як для подальшого навчання, так і для практичного життя. Такі задачі часто вимагають багатоетапного аналізу та точної математичної обробки, що допомагає формувати навички вирішення задач і розвиває аналітичне мислення. Вивчення астрономічних понять також інтегрує математику з іншими науками — фізикою, географією — та сприяє розвитку цілісного сприйняття знань, оскільки учні починають розуміти зв'язки між різними дисциплінами.

Астрономічні явища розширюють уяву учнів, допомагають критично сприймати інформацію та усвідомлювати масштабність космосу, адже в цих задачах часто йдеться про дуже великі або дуже малі величини, що виходять за рамки повсякденного сприйняття.

Інтеграція астрономічних понять у курс математики може зробити навчання більш цікавим і практичним для учнів. Ось кілька прикладів, як це можна зробити:

*Геометрія:* Координати та тригонометрія: використання небесних координат для визначення положення зір і планет. Наприклад, обчислення кутів між зорями в сузір'ях або визначення висоти зорі над горизонтом за допомогою тригонометричних функцій. Сферична геометрія: вивчення сферичних трикутників, які використовуються в астрономії для визначення положення об'єктів на небесній сфері.

*Алгебра:* Закони Кеплера: використання рівнянь для опису орбіт планет. Наприклад, другий закон Кеплера (закон площ) можна використовувати для обчислення швидкості планети в різних точках її орбіти. Гравітаційне притягання: використання формули закону всесвітнього тяжіння Ньютона для обчислення сили притягання між двома масами.

*Статистика та ймовірність:* Аналіз даних: використання статистичних методів для аналізу астрономічних даних, таких як розподіл зір за яскравістю або масою джерело. *Ймовірність:* Вивчення ймовірності зіткнення Землі з астероїдами або кометами джерело.

*Математичне моделювання:* Моделювання орбіт: використання математичних моделей для прогнозування руху планет, комет та інших небесних тіл. *Симуляції:* Створення комп'ютерних симуляцій для вивчення динаміки зоряних систем або галактик.

На уроках математики чи інтегрованих уроках учням можна запропонувати такі завдання:

*Обчислення відстаней:* *Паралакс:* використання тригонометрії для обчислення відстані до зір за допомогою методу паралаксу. *Світловий рік:* перетворення одиниць вимірювання відстані, таких як світловий рік, на астрономічні одиниці або кілометри.

*Часові вимірювання:* *Сонячний час:* обчислення місцевого сонячного часу на основі довготи та широти місцевості. *Сидеричний час:* вивчення різниці між сонячним і сидеричним часом та їхнє використання в астрономічних спостереженнях.

*Фізичні закони:* *Закон Габбла:* використання рівняння закону Габбла для обчислення швидкості віддалення галактик на основі їхньої відстані. *Енергія зір:* обчислення енергії, що виділяється зорями, на основі їхньої світності та температури.

Інтеграція астрономічних понять у курс математики не тільки робить навчання більш захоплюючим, але й допомагає учням зрозуміти практичне застосування математичних знань у реальному світі.

## **2.5. Аналіз формування базових астрономічних понять в шкільних підручниках з астрономії**

Усі підручники з астрономії для 11 класу за рівнем стандарту [13, 28, 29] охоплюють схожі ключові теми, зокрема походження та еволюцію Всесвіту, типи небесних тіл, класифікацію галактик, рух небесних тіл і методи

астрономічних спостережень. Вони взаємно доповнюють один одного, представляючи різні підходи до пояснення цих концепцій, але суттєво не відрізняються за змістом основних розділів. Це дозволяє вчителям обирати підручник, який найбільше відповідає навчальним цілям та стилю викладання.

Структура вивчення астрономії в підручниках з астрономії для 11 класу:

- Походження та еволюція Всесвіту: Великий вибух, розширення Всесвіту.
- Небесні тіла: Зорі, планети, комети, астероїди, туманності.
- Галактики та їх класифікація: Спіральні, еліптичні, неправильні галактики.
- Рух небесних тіл: Закони Кеплера, гравітація, орбіти.
- Астрономічні спостереження: Методи та інструменти, такі як телескопи, спектроскопія

Аналізуючи три основних підручники з астрономії для 11 класу, які пропонуються МОН України [13, 28, 29], можна виділити як спільні, так і різні підходи до формулювання базових астрономічних понять.

Таблиця, порівняння визначень основних астрономічних понять, поданих у трьох підручниках:

Поняття	«Астрономія 11 клас» (Пришляк М.П.)	«Астрономія 11 клас» (Сиротюк В. Д., Мирошніченко Ю.Б.)	«Фізика та астрономія 11 клас» (Головко М. В. та інші)	Об'єднане визначення
<b>Зорі</b>	Величезні кулі плазми, що випромінюють світло та тепло завдяки термоядерним реакціям у їхніх ядрах.	Гігантські кулі гарячого газу, що випромінюють енергію через термоядерні реакції.	Кулі плазми, що випромінюють світло та тепло завдяки термоядерним реакціям у їхніх ядрах.	Величезні кулі плазми або гарячого газу, що випромінюють світло та тепло завдяки термоядерним реакціям у їхніх ядрах.

<b>Планети</b>	Небесні тіла, що обертаються навколо зір і не випромінюють власного світла.	Великі небесні тіла, що обертаються навколо зір і відбивають їхнє світло.	Небесні тіла, що обертаються навколо зір і не випромінюють власного світла, але відбивають світло зір.	Великі небесні тіла, що обертаються навколо зір і не випромінюють власного світла, але відбивають світло зір.
<b>Комети</b>	Малі небесні тіла, що складаються з льоду, пилу та газів, які утворюють хвіст при наближенні до Сонця.	Небесні тіла з льоду та пилу, які утворюють хвіст під впливом сонячного випромінювання.	Малі небесні тіла, що складаються з льоду, пилу та газів, які утворюють хвіст при наближенні до Сонця.	Малі небесні тіла, що складаються з льоду, пилу та газів, які утворюють хвіст під впливом сонячного випромінювання при наближенні до Сонця.
<b>Астероїди</b>	Малі небесні тіла, що обертаються навколо Сонця, переважно в поясі астероїдів між орбітами Марса і Юпітера.	Небесні тіла, що обертаються навколо Сонця і мають неправильну форму. Вони переважно знаходяться в поясі астероїдів між Марсом і Юпітером.	Малі небесні тіла, що обертаються навколо Сонця, переважно в поясі астероїдів. Вони можуть мати різні розміри та форми.	Малі небесні тіла, що обертаються навколо Сонця, переважно в поясі астероїдів між орбітами Марса і Юпітера. Вони можуть мати різні розміри та форми.
<b>Галактики</b>	Величезні системи зір, газу, пилу та темної матерії, що утримуються разом гравітацією. Наша галактика називається Чумацький Шлях.	Великі системи зір, міжзоряного газу та пилу, що утримуються разом гравітацією. Чумацький Шлях є прикладом спіральної галактики.	Величезні системи зір, газу, пилу та темної матерії, що утримуються разом гравітацією. Чумацький Шлях є прикладом спіральної галактики.	Величезні системи зір, газу, пилу та темної матерії, що утримуються разом гравітацією. Чумацький Шлях є прикладом спіральної галактики.

<b>Туманності</b>	Хмари газу та пилу в космосі, які можуть бути місцями утворення нових зір або залишками вибухів наднових.	Хмари міжзоряного газу та пилу, які можуть бути світлими або темними залежно від їхнього складу та розташування.	Хмари газу та пилу в космосі, які можуть бути місцями утворення нових зір або залишками вибухів наднових.	Хмари міжзоряного газу та пилу, які можуть бути місцями утворення нових зір або залишками вибухів наднових. Вони можуть бути світлими або темними залежно від їхнього складу та розташування.
-------------------	---	--	---	---

### Основні висновки:

1. *Зорі* у всіх підручниках трактуються подібно, із зазначенням, що вони є великими газовими кулями, які випромінюють світло завдяки термоядерним реакціям. Однак у другому підручнику підкреслюється, що зорі є «гарячими газами», що акцентує температуру в їхніх ядрах.

2. *Планети* в усіх підручниках описуються як небесні тіла, що обертаються навколо зір. Однак є різниця в трактуванні щодо відбитого світла: в одному підручнику зазначено лише, що планети не випромінюють власного світла, а в іншому — уточнюється, що вони також відбивають світло зір.

3. *Комети* мають схожі визначення, із зазначенням, що це тіла з льоду та пилу, які утворюють хвіст при наближенні до Сонця. Визначення в усіх підручниках є однаковим за змістом.

4. *Астероїди* описуються схожим чином у кожному з підручників, з акцентом на їх форму та орбіту навколо Сонця та наявність у поясі астероїдів між орбітами Марса та Юпітера. Однак другий підручник акцентує увагу на «неправильній формі» астероїдів.

5. *Галактики* описуються подібно в усіх підручниках, однак другий підручник зазначає приклад спіральної галактики (Чумацький Шлях), що додає більше контексту до їх опису.

6. *Туманності* в усіх підручниках описуються як хмари газу та пилу, що можуть бути місцями утворення нових зір або залишками вибухів наднових.

Однак другий підручник додає додатковий аспект, що туманності можуть бути світлими або темними залежно від складу та розташування. Це додає ще один важливий елемент до визначення туманностей, і варто було б врахувати це в загальному аналізі, оскільки цей момент є більш детальним.

Загалом, всі підручники охоплюють основні теми астрономії, але деякі поняття трактуються по-різному або астрономічні явища подаються з акцентом на різні аспекти.

Спільні базові астрономічні поняття:

1. *Походження та еволюція Всесвіту*: усі три підручники згадують Великий вибух як початок Всесвіту та процес розширення Всесвіту. Підхід до цих понять є однаковим: відзначається, що Всесвіт розпочав своє існування внаслідок Великого вибуху, і цей процес триває через постійне розширення простору.

2. *Небесні тіла*: у всіх підручниках йдеться про зорі, планети, комети, астероїди та туманності. Трагування цих небесних тіл подано схоже — з поясненням їх характеристик, основних властивостей і ролі в космосі.

3. *Галактики та їх класифікація*: усі підручники містять згадку про три основні типи галактик: спіральні, еліптичні та неправильні. Це поняття також сформульовано однаково, оскільки всі автори дотримуються загальноприйнятої класифікації галактик, що використовуються в сучасній астрономії.

4. *Рух небесних тіл*: закони Кеплера, гравітація, орбіти — ці поняття також представлені однаково в кожному з підручників. Всі вони акцентують на важливості законів руху небесних тіл і гравітаційної взаємодії для розуміння орбітальних процесів.

5. *Астрономічні спостереження*: підручники уніфіковано подають методи астрономічних спостережень, зокрема використання телескопів, спектроскопії та інших інструментів для вивчення небесних тіл і їхніх властивостей.

Відмінності в трактуванні: *Походження та еволюція Всесвіту*: М. П. Пришляк [28] окремо акцентує увагу на розширенні Всесвіту, але без глибшого

розгляду космологічних моделей. В. Д. Сиротюк та Ю. Б. Мирошніченко [29] додатково згадують космологічні моделі, що дозволяє дати більш поглиблене розуміння теоретичних основ космології. Група під керівництвом М.В. Головка [13] також згадує Великий вибух і розширення, однак подає більше інформації щодо сучасних теорій еволюції Всесвіту, таких як концепція темної матерії та енергії.

*Галактики:* В. Д. Сиротюк та Ю. Б. Мирошніченко вводять більш детальну класифікацію галактик, додаючи додаткові підтипи і вказуючи на деякі новітні спостереження, пов'язані з темними галактиками, в той час як інші підручники зупиняються на базових трьох типах.

*Астрономічні спостереження:* У підручнику В. Д. Сиротюка, Ю. Б. Мирошніченко підкреслюється використання новітніх космічних телескопів та інших сучасних технологій, таких як інтерферометрія, що дозволяє глибше розкрити тему. Підручник В. М. Головка робить акцент на традиційних методах астрономічних спостережень, таких як спостереження через оптичні телескопи, і менш звертається увага на сучасні інструменти.

Підручники загалом дають схожі уявлення про основні базові астрономічні поняття, але в деяких випадках одні автори додають більше сучасних наукових теорій або інструментів, в той час як інші залишаються на більш традиційному підході. Всі підручники підкреслюють важливість використання астрономічних спостережень для розуміння космосу, проте підхід до подання цих інструментів і методів варіюється залежно від авторів.

## **2.6. Використання сучасних технологій і методик для наочного викладання астрономії**

Астрономія є однією з найдавніших і водночас найсучасніших наук, що вивчає небесні тіла та явища. Її викладання у закладах освіти потребує не лише теоретичного підходу, а й широкого використання візуалізації, яка дозволяє зробити складні поняття більш доступними для сприйняття. Особливо важливою є візуалізація базових астрономічних понять, адже вони формують фундамент

для подальшого вивчення більш складних тем і сприяють розвитку наукового мислення учнів.

Сучасні інтерактивні технології, такі як віртуальні симуляції, цифрові планетарії, мобільні додатки та астрономічне програмне забезпечення, відіграють ключову роль у викладанні астрономії. Вони дозволяють учням не лише спостерігати, а й моделювати космічні явища, експериментувати з параметрами руху небесних тіл і навіть здійснювати «віртуальні подорожі» до віддалених об'єктів Всесвіту.

Наведена таблиця систематизує основні астрономічні поняття, визначає їх зміст, пов'язані явища та пропонує способи, засоби, методи і конкретні інструменти для ефективної візуалізації. Використання таких підходів робить навчальний процес більш цікавим, інтерактивним та ефективним, а також допомагає формувати компетенції, необхідні в сучасному освітньому середовищі.

Для максимально зрозумілого та захопливого пояснення складних понять та їх глибокого засвоєння важливо дотримання такого підходу:

- **Інтерактивність:** використання додатків, таких як Stellarium, Star Walk, для занурення в астрономічні явища.
- **Мультимедійність:** поєднання відео, 3D-моделей та інтерактивних симуляцій.
- **Практичність:** організація астрономічних спостережень з використанням доступних інструментів (телескопів, біноклів).

У закладах освіти використовуються різні інструменти для візуалізації астрономічних понять, які допомагають учням краще зрозуміти та запам'ятати матеріал. Ось деякі з них:

#### 1. Планетарії та обсерваторії

- Планетарії: віртуальні подорожі по зоряному небу, покази астрономічних явищ у реальному часі.
- Обсерваторії: спостереження за небесними об'єктами через телескопи, проведення практичних занять.



## 2. Телескопи та інші оптичні інструменти

- Оптичні телескопи: для спостереження за планетами, Місяцем, зорями.
- Біноклі: для спостереження за великими об'єктами, такими як Місяць.
- Сонячні телескопи: для безпечного спостереження за Сонцем.

## 3. Комп'ютерні симуляції та програми

- Stellarium: програма, що дозволяє бачити реальне небо у віртуальному просторі.
- Celestia: тривимірна візуалізація Всесвіту.
- NASA Eyes: інтерактивні симуляції та моделі.

## 4. Віртуальна та доповнена реальність

- Віртуальна реальність (VR): VR-гарнітури для створення занурюючих досвідів, таких як подорожі в космосі.
- Доповнена реальність (AR): використання смартфонів для накладання астрономічних об'єктів на реальний світ (наприклад, SkyView, Star Walk).

## 5. Моделі та макети

- Фізичні моделі: тривимірні моделі Сонячної системи, планет, зір.
- Оршери: механічні моделі, що демонструють рух планет навколо Сонця.

## 6. Анімації та відео

- Анімаційні фільми: наприклад, серіал «Космос», художні фільми «Марсіанин. Повернись живим», «Інтерстеллар», документальний фільм «На край Всесвіту».
- Освітні відео на YouTube: канали, такі як Розмови про Всесвіт, Всесвіт.UA.

## 7. Інтерактивні веб-ресурси

- NASA: Сайти з інтерактивними картами зоряного неба та симуляціями.
- Google Sky: інтерактивна карта зоряного неба.

## 8. Інтерактивні плакати та карти

- Плакати та постери: зображення планет, зір, галактик з поясненнями.
- Інтерактивні карти: карти зоряного неба з можливістю підсвічування різних об'єктів.

## 9. Навчальні ігри

- Астрономічні настільні ігри: ігри, що допомагають вивчати будову Сонячної системи.

- Комп'ютерні ігри, такі як Universe Sandbox, які дозволяють моделювати астрономічні явища.

#### 10. Мобільні додатки

- SkyView: додаток, що показує положення зір та сузір'їв на небі.

- Star Walk: додаток для спостереження за небесними об'єктами в реальному часі.

Використання різноманітних форм, методів та інструментів візуалізації в навчанні астрономії допомагає зробити уроки більш цікавими та інтерактивними, сприяє глибшому розумінню матеріалу та стимулює інтерес до вивчення Всесвіту та астрономії.

**Таблиця візуалізації основних астрономічних понять**

Астрономічне поняття	Суть поняття	Пов'язані явища	Способи візуалізації	Засоби	Методи	Інструменти
<b>Зорі</b>	Гігантські кулі гарячого газу, що випромінюють енергію.	Життєвий цикл зір (утворення, наднові, чорні діри).	Інтерактивні симуляції, відео, діаграма Герцшпрунга-Рассела	Stellarium, Celestia, відеоархіви астрономічних явищ.	Анімації життєвого циклу зір, використання діаграм.	Планетарії, інтерактивні дошки.
<b>Планети</b>	Небесні тіла, що обертаються навколо зір.	Рух планет, атмосфера, кліматичні умови.	Віртуальні тури, моделі планет, комп'ютерні моделі орбіт.	NASA Eyes, фізичні моделі планет.	Створення 3D моделей, порівняння розмірів планет.	Телескопи для спостереження планет.
<b>Комети</b>	Льодові тіла з хвостами, утвореними сонячним випромінюванням	Рух комет, газові та пилові хвости.	Комп'ютерні симуляції траєкторій, анімації утворення хвостів.	Дані космічних місій, фотографії з телескопів.	Демонстрація траєкторій комет через анімації.	Лазерні проекції, інтерактивні карти.
<b>Галактики</b>	Великі системи зір, газу та пилу, утримувані гравітацією.	Типи галактик, структура Чумацького Шляху.	Інтерактивні карти Всесвіту, 3D моделі галактик, відео.	Galaxy Zoo, дані телескопів (Hubble, James Webb).	Порівняння типів галактик через фотографії, діаграми.	Програми віртуальної реальності.
<b>Туманності</b>	Хмари газу та пилу, місця утворення зір.	Процеси зореутворення, вибухи наднових.	3D-моделі туманностей, спектральні аналізи через візуалізації.	Відео, зображення NASA, симуляції зоряних хмар.	Анімація спектрального складу, вивчення структури туманностей	Віртуальні тури, інтерактивні моделі.

<b>Фази Місяця і затемнення</b>	Видимі форми освітленої частини Місяця, явища вирівнювання Землі, Сонця та Місяця.	Фази, сонячні та місячні затемнення.	Механічні моделі, відео-симуляції затемнень, експерименти з джерелами світла.	Макети Сонце–Земля–Місяць, навчальні відео.	Демонстрація фаз через моделі, аналіз відео явищ.	Механічні планетарії, інтерактивні дошки.
<b>Закони Кеплера</b>	Правила руху планет навколо Сонця.	Еліптична орбіта, зміна швидкості планети.	Графіки руху планет, інтерактивні анімації.	Астрономічні програми, діаграми орбіт.	Вивчення змін швидкості через інтерактивні моделі.	Планетарії, комп'ютерні симулятори.

Наведена таблиця демонструє основні астрономічні поняття, визначає їх зміст, пов'язані явища та пропонує способи, засоби, методи і конкретні інструменти для ефективної візуалізації. Використання таких підходів робить навчальний процес більш цікавим, інтерактивним та ефективним, а також допомагає формувати компетенції, необхідні в сучасному освітньому середовищі.

Астрономічні макети є важливим інструментом для візуалізації складних астрономічних понять, особливо для старшої школи, де учні вивчають більш детальні та складні аспекти астрономії. Додаткової зацікавленості набудуть ті макети, які виготовляють учні самостійно. Ось кілька прикладів астрономічних макетів, які можуть бути використані в старшій школі:

1. Модель Сонячної системи. Тривимірні моделі: пластикові або металеві моделі, що показують орбіти планет навколо Сонця. Рухомі моделі (оррери): механічні пристрої, що демонструють рух планет по їх орбітах в реальному часі.

2. Модель фаз Місяця. Фізичні моделі: моделі, що показують зміни фаз Місяця в залежності від положення Землі, Місяця та Сонця. Лазерні або світлові моделі: використання джерел світла для демонстрації, як Місяць відбиває світло і як це впливає на його фази.

3. Модель сонячних та місячних затемнень. Фізичні моделі: використання куль і джерел світла для демонстрації, як виникають сонячні та місячні

затемнення. Електронні моделі: комп'ютеризовані макети, що показують затемнення з використанням світлодіодів та моторів.

4. Модель еволюції зір. Життєвий цикл зір: моделі, що показують різні стадії еволюції зір, від протозорі до червоного гіганта, білого карлика, нейтронної зорі або чорної діри. Діаграми Герцшпрунга-Рассела: графічні моделі, що показують класифікацію зір за їх світністю та температурою.

5. Модель галактики. Спіральні галактики: Моделі, що показують структуру спіральних галактик, включаючи їх спіральні рукави та ядро. Еліптичні галактики: моделі, що демонструють структуру еліптичних галактик.

6. Модель Всесвіту. Модель Великого вибуху: демонстрація етапів розширення Всесвіту від моменту Великого вибуху до сьогодні. Модель космологічного мікрохвильового фону: показ еволюції Всесвіту з моменту випромінювання реліктового випромінювання.

7. Модель поверхні планет. Модель Марса: поверхня Марса з його каньйонами, вулканами та полярними шапками. Модель поверхні Місяця: рельєф Місяця з його кратерами, горами та морями.

8. Астрономічні інструменти. Моделі телескопів: використання моделей різних типів телескопів (рефрактори, рефлектори, радіотелескопи) для пояснення їх будови та принципів роботи. Спектроскопи: моделі, що демонструють принцип роботи спектроскопів та аналізу спектрів.

9. Модель орбіт штучних супутників та космічних станцій. Показ траєкторій руху супутників та космічних станцій навколо Землі. Показ структури та модулів Міжнародної космічної станції МКС.

Використання астрономічних моделей у старшій школі є важливим аспектом навчання, оскільки дозволяє учням не лише краще зрозуміти складні астрономічні процеси, а й активно долучатися до дослідження космосу. Це можна здійснити через практичні заняття, інтерактивні лекції та експериментальні роботи.

Практичні заняття є важливою складовою цього процесу. Одним з найбільш ефективних підходів є створення власних моделей учнями в рамках

проектних робіт. Це може бути, наприклад, побудова моделей сонячної системи, створення макетів фаз Місяця або моделей життєвих циклів зір. Така діяльність допомагає учням поглибити знання і закріпити теоретичний матеріал через практичне застосування. Крім того, вчитель може використовувати готові моделі для демонстрації під час уроків. Це дозволяє наочно показати процеси, які важко уявити без візуалізації, такі як рух планет по орбітах або зміни в зорях під час еволюції.

Інтерактивні лекції також значно виграють від використання моделей. Використання моделей для інтерактивних презентацій дозволяє зробити матеріал більш зрозумілим і доступним. Наприклад, за допомогою інтерактивних програм, таких як Stellarium або 3D-моделей, можна демонструвати рух планет або зір, що дає учням можливість самостійно досліджувати космічні об'єкти. Залучення учнів до роботи з моделями під час пояснення матеріалу стимулює їхню активність і сприяє кращому засвоєнню інформації. Це також розвиває критичне мислення і сприяє більш глибокому розумінню астрономічних явищ.

Експериментальні роботи — це ще одна важлива складова. Використання моделей для проведення експериментів дозволяє учням не лише спостерігати, а й активно досліджувати астрономічні процеси. Наприклад, можна використовувати моделі для дослідження фаз Місяця або вивчення затемнень. Створення моделей разом з учнями дає можливість поглибити розуміння астрономічних процесів через практичний досвід. Це також сприяє розвитку творчих здібностей учнів, оскільки вони можуть самостійно обирати інструменти для моделювання та проводити експерименти.

Загалом, використання астрономічних макетів у старшій школі робить навчання більш наочним і захоплюючим. Це не лише покращує розуміння астрономічних процесів, але й допомагає учням краще запам'ятовувати матеріал, адже вони активно взаємодіють з інформацією, а не просто сприймають її пасивно.

## **2.7. Підходи до перевірки рівня сформованості основних та базових астрономічних понять.**

Для перевірки рівня сформованості базових астрономічних понять доцільно використовувати сучасні методи оцінювання, які виходять за рамки традиційного тестування. Це сприяє не лише перевірці знань, а й розвитку ключових компетентностей учнів, зокрема дослідницьких навичок, критичного мислення та креативності. Наприклад, проектна діяльність дозволяє учням глибше зануритися в обрану тему, що потребує аналізу, моделювання та творчого підходу. Лабораторні роботи, зокрема спостереження зоряного неба чи аналіз спектрів, дають змогу учням безпосередньо працювати з реальними астрономічними даними, формуючи вміння робити висновки на основі досліджень.

Дебати та дискусії сприяють формуванню критичного мислення, оскільки вимагають обґрунтування позицій та роботи з фактами. Астрономічні квести й інтерактивні ігри роблять оцінювання цікавим і залучаючим, одночасно перевіряючи знання. Виконання індивідуальних завдань і написання есе стимулює розвиток аналітичних навичок та вміння висловлювати думки письмово. Екскурсії до обсерваторій і планетаріїв дозволяють учням застосувати отримані знання в реальних умовах, що також є формою практичного оцінювання.

В таблиці наведені приклади різних форм та методів які доречно використовувати на заняттях з астрономії. Використання різноманітних сучасних методів оцінювання не лише дозволяє визначити рівень засвоєння базових астрономічних понять, але й сприяє всебічному розвитку учнів, готуючи їх до розв'язання складних завдань майбутнього.

№	Форма діяльності	Опис	Типи завдань	Інструменти
1	Проектна діяльність	Виконання учнями проєктів, пов'язаних з дослідженням астрономічних тем або явищ.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Моделювання астрономічних систем:</b> фізичні чи цифрові моделі Сонячної системи, зоряних систем, фаз Місяця.</li> <li>- <b>Астрономічний огляд:</b> реферати або презентації про зорі, галактики чи явища.</li> <li>- <b>Дослідження астрономічних подій:</b> опис затемнень, метеорних дощів, спостереження комет.</li> </ul>	<a href="#">Google Slides</a> , <a href="#">Tinkercad</a> , <a href="#">Canva</a>
2	Лабораторні роботи і практичні завдання	Закріплення теоретичних знань через виконання практичних спостережень.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Спостереження зоряного неба:</b> використання телескопів чи мобільних додатків.</li> <li>- <b>Аналіз спектрів зір:</b> вивчення складу і температури.</li> <li>- <b>Вимірювання кутових відстаней:</b> порівняння відстаней між зорями.</li> </ul>	<a href="#">Stellarium</a> , <a href="#">Spektrum-1</a> , <a href="#">AIPTelescope</a>
3	Дебати та дискусії	Обговорення актуальних астрономічних тем для розвитку критичного мислення	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Вплив астрономії на науку:</b> роль відкриттів у прогресі.</li> <li>- <b>Дослідження космосу:</b> інвестиції у космічні дослідження.</li> <li>- <b>Зовнішнє життя:</b> можливості існування позаземного життя.</li> </ul>	<a href="#">Padlet</a> , <a href="#">Miro</a>
4	Астрономічні квести та ігри	Квести та ігри, що базуються на астрономічних знаннях	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Квест-ігри:</b> завдання, пов'язані з астрономічними фактами.</li> <li>- <b>Астрономічні вікторини:</b> інтерактивні запитання.</li> <li>- <b>Рольові ігри:</b> гра в ролі астрономів чи дослідників космосу.</li> </ul>	<a href="#">Kahoot!</a> , <a href="#">Quizizz</a> , <a href="#">Genially</a>
5	Індивідуальні завдання і есе	Письмові роботи	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Есе:</b> вплив астрономії на культуру чи розвиток теорій.</li> <li>- <b>Наукові статті:</b> огляди літератури чи власні дослідження.</li> </ul>	<a href="#">Google Docs</a> , <a href="#">Overleaf</a> , <a href="#">Grammarly</a>
6	Обговорення і рецензування статей	Аналіз і обговорення наукових робіт для розвитку критичного мислення.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Рецензія статей:</b> аналіз публікацій з астрономії.</li> <li>- <b>Обговорення:</b> групове обговорення наукових досягнень.</li> </ul>	<a href="#">ResearchGate</a> , <a href="#">Academia.edu</a>

7	Екскурсії та виїзні заняття	Організація відвідувань обсерваторій або планетаріїв.	<p>- <b>Візити до обсерваторій:</b> спостереження небесних об'єктів, лекції.</p> <p>- <b>Екскурсії до планетаріїв:</b> участь в інтерактивних шоу.</p>	<a href="#">Astro-tourism</a> , <a href="#">Google Maps</a>
8	Виконання дослідницьких завдань	Самостійні дослідження за астрономічними темами.	<p>- <b>Дослідження космічних об'єктів:</b> звіти про явища.</p> <p>- <b>Астрономічні теорії:</b> аналіз сучасних теорій.</p>	<a href="#">Solar System Dynamics</a> , <a href="#">Simbad Astronomical Database</a>

### Висновок до другого розділу

У цьому розділі розглянуті практичне вивчення стрижневих ідей, базових та основних понять при вивченні природничо-математичних дисциплін. Більшість матеріалу подано у виді систематизації астрономічного матеріалу та представлених таблиць для полегшення сучасного викладання і засвоєння базових і основних понять астрономії. Вивчення таких складних явищ, як рух небесних тіл, еволюція зір чи структура Всесвіту, вимагає чіткої організації навчального процесу. Систематизація матеріалу дозволяє вчителям зосередитися на головних аспектах, а учням — сформувати цілісне уявлення про астрономічні об'єкти і явища.

В розділі наведені також певні рекомендації щодо використання сучасних засобів і методів візуалізації. Використання інтерактивних технологій, таких як віртуальні симуляції, програмне забезпечення для астрономічних спостережень і мультимедійні ресурси, відкриває нові можливості для ефективного навчання. Вчителі отримують готовий інструмент для організації занять, який дозволяє поєднувати традиційні форми навчання з інноваційними методиками. Це особливо важливо для тих тем, де теоретичні знання важко уявити без наочного пояснення, наприклад, при вивченні фаз Місяця, законів Кеплера чи життєвого циклу зір.



## **РОЗДІЛ 3. МЕТОДИКА ФОРМУВАННЯ БАЗОВИХ АСТРОНОМІЧНИХ ПОНЯТЬ НА ПРИКЛАДІ ВИВЧЕННЯ ТЕМИ «ЗОРІ. ЕВОЛЮЦІЯ ЗІР»**

### **3.1. Методичні аспекти формування базових понять з теми «Зорі. Еволюція зір»**

Формування основних астрономічних понять при навчанні теми «Зорі. Еволюція зір» в середній школі є складним і багатоступеневим процесом. Це процес включає в себе поступове введення учнів в основи астрономії та астрофізики, а також застосування різноманітних методів і інструментів для створення чіткого і зрозумілого уявлення про зорі та їх еволюцію.

Під час вивчення теми «Зорі. Еволюція зір» формуються такі базові поняття:

1. Зоря як астрономічний об'єкт
  - Газова куля, що випромінює енергію.
  - Основний принцип роботи зорі – термоядерні реакції.
2. Фізичні характеристики зір
  - Температура поверхні (визначення кольору зорі).
  - Яскравість і світність.
  - Маса зорі.
  - Радіус зорі.
3. Спектральна класифікація зір
  - Спектральні класи (O, B, A, F, G, K, M).
  - Відповідність кольору з температурою.
4. Діаграма Герцшпрунга-Рассела
  - Розташування зір залежно від їхніх фізичних характеристик.
  - Основна послідовність, червоні гіганти, білі карлики.
5. Етапи життя зорі
  - Народження (протозоря).
  - Головна послідовність.
  - Згасання і фінальні стадії (червоні гіганти, білі карлики, чорні діри).
6. Поняття «зоряний життєвий цикл»

- Залежність еволюції зорі від її маси.
- Тривалість життя зір різної маси.

#### 7. Взаємодія зорі з оточенням

- Випромінювання зорі як джерело енергії для навколишнього середовища.
- Утворення нових зір із залишків старих.

Як видно, поняття «зоря» та «еволюція зір» формуються у школярів поступово, протягом усього періоду навчання, від початкової школи до старших класів. У початковій школі діти вперше знайомляться з зорями, спостерігаючи нічне небо, і дізнаються, що ці яскраві точки — такі ж світила, як і наше Сонце. Сонце постає перед ними як найближча зоря, джерело світла та тепла для Землі. На цьому етапі знання ще дуже базові, але вони відкривають дітям світ небесних явищ, формуючи їхнє уявлення про Всесвіт.

З переходом до середньої школи уявлення про зорі починають поглиблюватися. У 5–7 класах учні знайомляться з фізичними аспектами: тепловою енергією, випромінюванням, взаємодією між зорями та планетами. У 8–9 класах розглядаються більш складні питання. Наприклад, спектральна класифікація зір і поняття термоядерних реакцій, які забезпечують їх світіння, стають доступними для розуміння. Учні починають розуміти, що зорі — це не просто точки на небі, а складні фізичні об'єкти, які мають масу, температуру, яскравість. Ці знання закладають основи для подальшого вивчення еволюції зір. У старшій школі астрономія стає самостійною дисципліною або інтегрується з фізикою. Саме тут формується цілісне розуміння життєвого циклу зір. У 10 класі учні працюють із діаграмою Герцшпрунга-Рассела, розглядають утворення зір із протозоряних хмар, досліджують основну послідовність, червоних гігантів, білих карликів. Це знання поступово систематизується. У 11 класі до цього додається вивчення кінцевих етапів еволюції: утворення нейтронних зір, чорних дір, і їхній вплив на оточуючий космос. Учні не лише опановують теоретичний матеріал, а й виконують практичні завдання, аналізують діаграми, працюють над

проєктами, які дозволяють їм глибше зрозуміти сутність астрономічних процесів.

Таким чином, навчання у школі поступово вибудовує цілісну картину: від простого сприйняття зоряного неба до розуміння складних космічних явищ, які лежать в основі життя Всесвіту. Зорі перестають бути далекими загадковими точками й постають перед учнями як ключ до розуміння структури та розвитку космосу, більш складних аспектів астрономії, таких як утворення галактик, космологія.

### **3.2. Візуалізація основних понять на прикладі теми «Зорі. Еволюція зір»**

Візуалізація є важливим інструментом для розуміння базових астрономічних понять, особливо в темі «Зорі. Еволюція зір», оскільки вона дозволяє учням краще усвідомити складні астрономічні процеси. Наприклад, Діаграма Герцшпрунга-Рассела (H-R) надає можливість проаналізувати зв'язок між яскравістю та температурою зір, що дозволяє учням зрозуміти фізичні характеристики зір, як-от розміщення Сонця на діаграмі чи порівняння червоних гігантів і білих карликів. Використання інтерактивних симуляторів дозволяє детально вивчити ці відносини.

Модель життєвого циклу зорі у вигляді схем чи інфографіки допомагає відобразити процеси еволюції зір від протозірки до чорної діри або білого карлика. Такі моделі використовуються для того, щоб учні могли самостійно створювати описи етапів еволюції. Відео та анімації, доступні на платформі YouTube або NASA Visualization Explorer, додають динамізму у вивчення цього процесу.

Демонстрація спектрів зір за допомогою кольорових зображень дозволяє зрозуміти, як визначають температуру та хімічний склад зір. Спектральні лампи у лабораторії або інтерактивні програми, як Spektrum, можуть бути використані для глибшого дослідження цієї теми.

Для порівняння розмірів зір часто використовуються відео та схеми, що демонструють відносні розміри зір — від червоних карликів до гігантів. Це

допомагає учням наочно побачити масштаби Всесвіту, порівнюючи розмір Сонця з іншими зорями.

Спостереження зоряного неба через телескоп або мобільні додатки, такі як SkyView чи Star Walk 2, дозволяє учням ідентифікувати різні типи зір на нічному небі, зокрема червоних гігантів або блакитних надгігантів. Віртуальні планетарії, як Stellarium, надають можливість спостерігати зорі і планети в будь-який час.

Інтерактивні симуляції, наприклад, PhET Interactive Simulations, дозволяють учням експериментувати з моделями, змінюючи параметри зір, такі як маса, температура або вік, щоб спостерігати, як ці фактори впливають на еволюцію зорі. Це дає змогу краще зрозуміти, як різні фізичні характеристики визначають етапи життя зорі.

Тривимірні моделі зір, доступні за допомогою програм для віртуальної реальності або 3D-друку, дають можливість «розбирати» зорю на частини, щоб зрозуміти її внутрішню структуру. Використання таких моделей допомагає учням зрозуміти, як зорі виробляють енергію через процеси, що відбуваються в їхньому ядрі та зовнішніх шарах.

Загалом, застосування цих візуалізацій значно підвищує зацікавленість учнів та сприяє кращому розумінню астрономічних процесів, допомагаючи створювати уявлення про зорі та їх еволюцію на наочних прикладах.

### **3.3. Практичні завдання для перевірки рівня засвоєння базових понять**

З теми «Зорі. Еволюція зір» основні поняття, які повинні розуміти учні - це зоря, спектральна класифікація зір, яскравість зір та еволюція зір. Ось приклад завдань для перевірки рівня засвоєння цих базових понять:

**Завдання 1:** Тести з одним вибором

Яка головна відмінність між зорею та планетою?

- А) Зоря виробляє енергію шляхом термоядерного синтезу, планета — ні.
- В) Планета більша за зірку.
- С) Зоря має атмосферу, планета — ні.
- D) Планета знаходиться ближче до Землі.

*Правильна відповідь* — А. Зоря виробляє енергію завдяки термоядерному синтезу, на відміну від планети, яка такої здатності не має.

**Завдання 2** (Практичне завдання): за допомогою програми Stellarium або іншого застосунку ідентифікувати кілька зір на зоряному небі та визначити яскравість і спектральний клас.

*Виконання:* За допомогою Stellarium, наприклад, можна знайти зорі:

- Вега: спектральний клас A0, дуже яскрава зоря, знаходиться у сузір'ї Ліри.
- Бетельгейзе: спектральний клас M1, червоний надгігант у сузір'ї Оріона.
- Сиріус: спектральний клас A1, найближча яскрава зоря у сузір'ї Великого Пса.

**Завдання 3:** Письмове завдання: Опишіть процес, завдяки якому зорі виробляють енергію. Чому цей процес є ключовим для їх існування?

*Відповідь:* Зорі виробляють енергію через термоядерний синтез. У центрі зорі, де температура досягає мільйонів кельвінів, водень перетворюється на гелій. У результаті цієї реакції виділяється величезна кількість енергії, яка підтримує зорю від гравітаційного колапсу та випромінюється у формі світла й тепла.

**Завдання 4:** Описати етапи еволюції зір на діаграмі Герцшпрунга-Рассела  
Етапи еволюції зорі середньої маси (Сонця):

1. Протозоря: зоря утворюється з газової хмари.
2. Головна послідовність: водень у ядрі перетворюється на гелій (Сонце перебуває в цьому стані).
3. Червоний гігант: зоря розширюється, витративши основний запас водню.
4. Білий карлик: після скидання зовнішніх шарів зоря стає компактним білим карликом.

**Завдання 5:** Дискусія з теми: Чому маса зорі визначає її шлях еволюції?

*Відповідь:* Маса зорі визначає температуру і тиск у її ядрі. У зір високої маси термоядерні реакції відбуваються інтенсивніше, тому вони швидше «вигорять» і можуть завершити своє існування як наднові, залишаючи чорну діру або нейтронну зорю. Зорі меншої маси мають меншу температуру і витрачають паливо повільніше, завершуючи свій життєвий цикл у формі білого карлика.

**Завдання 6:** Креативне завдання (Написати есе) Як еволюція зір впливає на утворення хімічних елементів?

*Текст:* Еволюція зір є ключовим механізмом утворення хімічних елементів у Всесвіті. У ядрах зір відбувається синтез елементів, починаючи з гелію до заліза. Під час вибухів наднових створюються елементи важчі за залізо, такі як золото та уран. Ці елементи викидаються у космічний простір і стають будівельним матеріалом для нових зір, планет і навіть живих організмів.

**Завдання 7:** Практичне завдання. На основі астрономічних баз даних (наприклад, Simbad) знайти приклади зір на різних етапах еволюції. Учні мають описати, до якого етапу належить кожна зоря і чому:

- Сіріус (A1V): зоря на головній послідовності.
- Бетельгейзе (M1Ia): червоний надгігант на завершальній стадії еволюції.
- Центавр Х-3: пульсар, залишок після вибуху масивної зорі.

Завдання такого типу демонструють різні підходи до перевірки засвоєння базових понять, розвиваючи критичне мислення та аналітичні навички. Крім того дозволяють перевірити не лише рівень засвоєння та розуміння суті базових понять з теми а й практичні навички з теми і вміння застосовувати знання в реальних умовах.

### **Висновок до третього розділу**

Формування основних астрономічних понять, таких як характеристика зір, їх еволюція та вплив на Всесвіт, є багатоступеневим процесом, що потребує системного підходу до викладання теми «Зорі. Еволюція зір». У розділі було розглянуто поступове формування понять, від базового сприйняття зоряного неба в початкових класах до поглибленого вивчення фізичних і еволюційних характеристик у старших класах. Особливе значення надається використанню інструментів візуалізації, таких як діаграми, інтерактивні симуляції та спостереження зоряного неба, що сприяють глибшому розумінню складних астрономічних явищ.

## ВИСНОВКИ

Астрономія є важливою складовою природничо-наукової освіти, яка сприяє формуванню уявлення про будову Всесвіту, розвиток критичного мислення та здатність до аналізу природних явищ. В рамках середньої освіти важливо забезпечити формування в учнів розуміння ключових астрономічних термінів та концепцій. Ось основні поняття, які повинні бути включені в навчальну програму: астрономія, Всесвіт, галактика, зоря, планета, сонячна система, Місяць, астероїд, комета, метеор, метеорит, чорна діра, світловий рік, екзопланета, Великий вибух. Перелік цих термінів формують основу знань з астрономії і допоможуть учням зрозуміти базові концепції та явища, що відбуваються у Всесвіті.

У межах кваліфікаційної роботи проаналізовано теоретичні основи та методичні аспекти формування базових астрономічних понять у середній школі. Особлива увага приділена поступовому ускладненню навчального матеріалу, що дозволяє забезпечити послідовний перехід від базових до складніших понять, таких як структура Всесвіту, еволюція зір, спектральна класифікація тощо.

Дослідження показало, що важливими факторами ефективного викладання астрономії є використання інноваційних технологій (віртуальних планетаріїв, інтерактивних симуляторів) і засобів візуалізації, які значно покращують розуміння складних астрономічних явищ. Впровадження практичних завдань і проєктів сприяє формуванню дослідницьких навичок учнів та розвитку їх аналітичного мислення.

Робота містить аналіз існуючих навчальних планів і програм з астрономії, що дозволило виявити основні переваги та недоліки сучасних освітніх підходів. Розроблені рекомендації щодо вдосконалення викладання включають підвищення інтеграції міждисциплінарних тем, використання нових методичних матеріалів і розширення можливостей для практичної роботи учнів.

Формування основних астрономічних понять при навчанні теми «Зорі. Еволюція зір» в середній школі є складним і багатоступеневим процесом. Це процес включає в себе поступове введення учнів в основи астрономії та

астрофізики, а також застосування різноманітних методів і інструментів для створення чіткого і зрозумілого уявлення про зорі та їх еволюцію.

Таким чином, розглянуті методичні підходи не тільки сприяють ефективному формуванню базових астрономічних понять, але й підвищують загальний рівень зацікавленості учнів природничими дисциплінами. Подальші дослідження у цій сфері можуть бути спрямовані на розробку спеціалізованих програм для різних профілів навчання та інтеграцію STEM-освіти в шкільний курс астрономії.



**СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ**

1. Makhometa T. M., Vakaliuk T. A., & Tiahai I. M. Information and communication technologies in training the discipline "Analytical geometry and linear algebra" at the pedagogical university // *Information Technologies and Learning Tools*. 2018. № 67. С. 173–186. DOI: <https://doi.org/10.33407/itlt.v67i5.2156>.
2. Malchenko S. L. Organization of astronomy hometasks with the use of informational and communicative technologies for cognitive activity increase // *Journal of Physics: Conference Series*. 2021. № 1840 (1). DOI: <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1840/1/012016/meta>.
3. Malchenko S. L., Mykoliuk D. V., Kiv A. E. Using interactive technologies to study the evolution of stars in astronomy classes / A. E. Kiv, M. P. Shyshkina // *CEUR Workshop Proceedings*. 2019. T. 2547. С. 145–155. URL: <https://ceur-ws.org/Vol-2547/paper11.pdf>.
4. Malchenko S. L., Tsarynyk M. S., Poliarenko V. S., Berezovska-Savchuk, N. A., & Liu, S. Mobile technologies providing educational activity during classes // *Journal of Physics: Conference Series*. 2021. № 1946.
5. Mokhun S., et al. Stellarium software as a means of development of students' research competence while studying physics and astronomy // *2022 12th International Conference on Advanced Computer Information Technologies (ACIT)*. IEEE, 2022. С. 587–591.
6. Okopna Y., Morska N., Stakhova O., Voinalovych L., Protas O., & Kravchenko O. Analogy of tasks of traditional and interactive approaches to students' education in higher education institutions // *Systematic Reviews in Pharmacy*. 2020. № 11. С. 287–289. DOI: <https://doi.org/10.31838/srp.2020.8.43>.
7. Palamar S. P., Bielenka G. V., Ponomarenko T. O., Kozak L. V., Nezhyva L. L., & Voznyak A. V. Formation of readiness of future teachers to use augmented reality in the educational process of preschool and primary education // *CEUR Workshop Proceedings*. 2021. T. 2898. URL: <https://ceur-ws.org/Vol-2898/paper18.pdf>.

8. Александров Ю. В. *Астрономія. Історико-методологічний нарис.* Київ : Сфера, 1999. 88 с.
9. Александров Ю. В., Грецький А. М., Пришляк, М. П. 11 клас: Книга для вчителя. Харків : Веста: Видавництво «Ранок», 2005. 256 с.
10. Благодаренко Л. Ю. Астрономічна освіта як підґрунтя наукових уявлень про Всесвіт та його еволюцію // *Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова. Серія 3: Фізика і математика у вищій і середній школі.* 2017. № 18. С. 13–18.
11. Богдан Т. М. Роль пропедевтики астрономічних знань у формуванні наукового світогляду учнів. 2005.
12. Головка М. В., Крячко І. П. *Астрономія: навчальний посібник.* Київ : ТОВ «КОНВІ ПРІНТ», 2018. 272 с.
13. Головка М. В., Крячко І. П., Мельник Ю. С., Непорожня Л. В., Сіпій В. В. *Фізика і астрономія (рівень стандарту, за навчальною програмою авторського колективу під керівництвом О. І. Ляшенка): підручник для 11 класу закладів загальної середньої освіти.* Київ : Педагогічна думка, 2019. 288 с.
14. Климишин І. А. *Астрономія.* Львів : Світ, 1993. 384 с.
15. Крячко І. П. *Астрономічний компонент базової середньої освіти.* 2022.
16. Крячко І. П. *Методика навчання астрономії в старшій загальноосвітній школі.* Київ : Наше небо, 2018. 244 с.
17. Кузьменков С. Г. *Фундаменталізація астрономічної освіти. 1. Стрижневі ідеї // Фізика та астрономія в школі.* 2010. № 11–12. С. 27–31.
18. Кузьменков С. *Фундаменталізація астрономічної освіти. 2. Головні базові поняття // Фізика та астрономія в школі.* 2011. № 1. С. 24–28.
19. Кузьменков С. Г. *Проблеми формування поля астрономічних понять, призначеного для підготовки вчителя астрономії // Збірник наукових праць. Педагогічні науки.* 2010. Вип. 56. С. 329–337.
20. Кузьменков С. Г. *Підготовка сучасного вчителя астрономії.* Херсон : ХДУ, 2011. 332 с.

21. Кузьменков С., Чурюмов К. Комети: історичний, методологічний, світоглядний та культурологічний аспекти // *Фізика та астрономія в школі*. 2010. № 1. С. 3–7.
22. Кузьминський О. В. Формування астрономічних знань учнів основної та старшої школи з використанням електронних освітніх ресурсів: дис. ... канд. пед. наук. Київ : Національний педагогічний університет імені М. П. Драгоманова, 2016. 215 с.
23. Ліскович О. Віртуальний планетарій Stellarium як засіб реалізації міжпредметних зв'язків географії та астрономії // *Молодий вчений*. 2020. № 4 (80). С. 156–160. DOI: <https://doi.org/10.32839/2304-5809/2020-4-80-33>.
24. Мальченко С. Л., Іванова А. І. Вивчення зоряних сузір'їв з використанням елементів STEM-освіти // *Наукові записки [Центральноукраїнського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка]*. Серія: Педагогічні науки. 2019. Вип. 177 (1). С. 231–237.
25. Мальченко С. Л., Ткачук Д. Л. Використання інформаційно-комунікаційних технологій при вивченні астрономії для підвищення пізнавальної активності учнів // *Вісник Черкаського університету (серія: педагогічні науки)*. 2016. № 11. С. 35–42.
26. Мартинюк М. Теоретичні і методичні засади інтегрування фізичних і астрономічних знань в змісті загальної природничої освіти // *Збірник наукових праць Уманського державного педагогічного університету імені Павла Тичини*. 2015. Т. 2 (2). С. 274–282.
27. Навчальна програма для загальноосвітніх навчальних закладів. Астрономія. 11-й клас (авторський колектив під керівництвом Яцківа Я. Я.). Київ, 2019. 19 с.
28. Пришляк М. П. Астрономія (рівень стандарту, за навчальною програмою авторського колективу під керівництвом Яцківа Я. С.): підручник для 11 класу закладів загальної середньої освіти. Харків : Ранок, 2019. 144 с.

29. Сиротюк В. Д., Мирошніченко Ю. Б. Астрономія (рівень стандарту, за навч. програмою авторського колективу під керівництвом Яцківа Я. С.): підручник для 11 класу закладів загальної середньої освіти. Київ : Генеза, 2019. 169 с.
30. Сунденко Г. І. Аналіз стану засвоєння фундаментальних астрономічних понять у випускників шкіл // Збірник наукових праць [Херсонського державного університету]. Педагогічні науки. 2016. Т. 72 (2). С. 40–44.
31. Ткаченко І. А. Навчання астрономії майбутніх учителів астрономії (теоретико-методологічне обґрунтування). Умань : Жовтий О. О., 2016. 284 с.
32. Державний стандарт базової і повної загальної середньої освіти // Фізика та астрономія в школі. 2011. № 3. С. 2–6.
33. Навчальні програми для 1-4 класів (Програми Нової української школи). URL: <https://mon.gov.ua/osvita-2/zagalna-serednya-osvita/osvitni-programi/navchalni-programi-dlya-1-4-klasiv>
34. Навчальні програми для 8-9 класів (Державний стандарт базової і повної загальної середньої освіти, 2011 рік). URL: <https://mon.gov.ua/osvita-2/zagalna-serednya-osvita/osvitni-programi/navchalni-programi-dlya-6-9-klasiv>
35. Навчальна програми для загальноосвітніх навчальних закладів. Фізика. 10–11кл. / Авторський колектив під керівництвом В.М. Локтева. 2017. 26 с.

## Додаток 1. Приклади формування деяких базових астрономічних понять під час вивчення різних шкільних курсів

Астрономічне поняття	Фізика	Хімія	Географія	Біологія	Математика	Природознавство	
						(1-4 класи)	(5-9 класи)
Планети	Закони руху планет, гравітація	Хімічний склад планет	Сонячна система, орбіти планет	Вплив планет на біосферу	Обчислення орбіт, координати	Планети, Сонце, Місяць	Сонячна система
Зорі	Термоядерні реакції, спектроскопія	Хімічний склад зір, нуклеосинтез	Вплив сонячної активності на клімат	Вплив сонячної радіації на живі організми	Світловий рік, паралакс	Основні уявлення про зорі	Зорі та сузір'я, фази Місяця
Галактики	Гравітаційна взаємодія	Хімічний склад галактик	Розподіл галактик у Всесвіті	Вплив галактичних явищ на біосферу	Закон Габбла, моделювання	-	Галактики, туманності
Туманності	Формування зір, спектроскопія	Молекули в міжзоряному середовищі	Вплив туманностей на зоряне небо	Вплив космічних явищ на біосферу	Обчислення відстаней	-	Туманності, їх характеристики
Чорні діри	Гравітаційне притягання	Вплив на хімічні процеси в космосі	Вплив на структуру галактик	Вплив космічних явищ на біосферу	Моделювання, обчислення	-	Чорні діри, їхні властивості
Сонячна активність	Сонячні спалахи, магнітні бурі	Вплив на хімічні процеси в атмосфері	Вплив на клімат, магнітосфера	Вплив на живі організми	Статистика, ймовірність	Вплив Сонця на Землю	Сонячна активність, її вплив на Землю
Фази Місяця	Вплив на припливи та відпливи	Хімічний склад Місяця	Вплив на припливи та відпливи	Вплив на біоритми живих організмів	Обчислення фаз, тригонометрія	Причини зміни фаз	Фази Місяця, їхній вплив
Сузір'я	Видимий рух зір	Хімічний склад зір у сузір'ях	Орієнтація по нічному небу	Вплив на біоритми живих організмів	Координати, тригонометрія	Основні сузір'я	Сузір'я, легенди
Електромагнітне випромінювання	Спектроскопія, фотометрія	Вплив на хімічні процеси	Вплив на клімат	Вплив на живі організми	Аналіз даних, моделювання	-	Види випромінювання

## Додаток 2.

### Аналіз основних астрономічних понять, які інтегруються в курс географії

Тема	Опис
<b>Земля як планета</b>	
Форма Землі	Вивчення геоїдної форми Землі, її розмірів та обертання навколо осі
Географічні координати	Поняття широти та довготи, їхнє використання для визначення положення об'єктів
<b>Рухи Землі</b>	
Осьове обертання	Причини зміни дня і ночі, вплив обертання Землі на форму планети та кліматичні умови
Орбітальний рух	Рух Землі навколо Сонця, зміна пір року, поняття апогею та перигею
<b>Сонячна система</b>	
Планети та їхні супутники	Основні характеристики планет Сонячної системи, їхні орбіти та супутники
Астероїди, комети та метеорити	Їх характеристики та вплив на Землю
<b>Сонце та його вплив на Землю</b>	
Сонячна активність	Вплив сонячних спалахів на магнітне поле Землі та кліматичні умови
Сонячна радіація	Розподіл сонячної енергії на Землі, поняття альbedo
<b>Місяць</b>	
Фази Місяця	Причини зміни фаз Місяця, їхній вплив на припливи та відпливи
Затемнення	Сонячні та місячні затемнення, їхні причини та спостереження
<b>Зоряне небо</b>	
Сузір'я	Основні сузір'я, видимі на небі, їх легенди та використання для орієнтації
Рух зір	Видимий рух зір на небі, поняття небесної сфери
<b>Кліматологія</b>	
Сонячна радіація та клімат	Вплив сонячної енергії на кліматичні умови, сезонні зміни температури та опадів
Глобальні кліматичні зміни	Вплив сонячної активності на довгострокові кліматичні зміни
<b>Картографія</b>	
Географічні координати	Використання широти та довготи для створення карт та навігації

Проекції карт	Вплив форми Землі на створення картографічних проєкцій
<b>Геоморфологія</b>	
Вплив космічних об'єктів	Вплив метеоритів на формування рельєфу Землі
<b>Екологія</b>	
Космічні фактори	Вплив сонячної радіації та космічних явищ на екосистеми Землі
<b>Орієнтація по нічному небу</b>	
Полярна зоря	Знаходження Полярної зорі для визначення півночі
Сузір'я Велика Ведмедиця	Використовується для знаходження Полярної зорі
Орієнтація за Місяцем	Використання фаз Місяця для орієнтації
Сузір'я Оріон	Легко впізнається на небі та використовується для орієнтації