

## ЗМІСТ

ВСТУП .....	4
РОЗДІЛ 1. МЕТОДИКА ВИКЛАДАННЯ АСТРОНОМІЇ В ШКОЛІ.....	7
1.1 Основні завдання дидактики астрономії.....	7
1.2 Особливості вивчення розділів «Сферична астрономія» і «Небесна механіка» в шкільному курсі астрономії. ....	24
РОЗДІЛ 2. РОЗВИТОК ДОСЛІДНИЦЬКИХ ЗДІБНОСТЕЙ УЧНІВ .....	28
2.1 Основні шляхи розвитку дослідницьких здібностей учнів, при вивченні фізики та астрономії.....	28
2.2 Створення і застосування комп'ютерних демонстрацій та моделей для активізації вивчення учнями розділів «Сферична астрономія» і «Небесна механіка».....	29
ВИСНОВКИ.....	57
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ .....	58
ДОДАТКИ.....	62

## **ВСТУП**

### **Актуальність теми.**

Одним з найважливіших компонентів наукової картини світу є астрономічні знання. Необхідність початкової астрономічної освіти учнів середніх навчальних закладів визнається всіма сучасними педагогами і вченими-методистами. Залишаючись фундаментальною наукою, сучасна астрономія, має величезне прикладне значення і безпосередньо пов'язана з науково-технічним прогресом людства.

В основі вивчення астрономії в школі повинен лежати матеріал, засвоєння якого буде забезпечувати формування основних понять про Всесвіт, ролі людини і людства у Всесвіті, фізичних процесах і явищах, впливі космічних процесів, тіл і явищ на виникнення і перебіг процесів і явищ в літосфері, гідросфері й атмосфері Землі та їх вплив на земну біосферу та розвиток людства, виникнення і розвиток життя й розуму на Землі та у Всесвіті.

Дипломна робота написана на основі аналізу наукової і науково-методичної літератури по різних аспектах викладання астрономії в ЗНЗ не лише нашої держави, а й інших держав. В ній розглянуто загальні окремі питання викладання астрономії в середній школі.

Оскільки в наших школах бракує приладів, плакатів, моделей та іншого інструментарію, навчити учнів астрономії стає складною задачею, адже в більшості класів на рік заплановано лише 17 годин астрономії. Тому вчитель повинен давати великий обсяг інформації за обмежений час. Актуальним є питання підвищення інтенсивності викладання навчального матеріалу та покращення сприйняття його учнями.

### **Мета і завдання дослідження.**

Мета:

- розвинути дослідницький інтерес учнів до питань астрономії;
- інтенсифікувати її вивчення.

Завдання:

- вивчити відповідну методичну літературу, проаналізувати її;
- розробити засоби навчання для підвищення інтересу учнів до астрономії та інтенсифікувати курс її вивчення;
- зробити конспекти уроків з інструкцією по використанню цих засобів.

**Об'єктом дослідження** є процес вивчення астрономії в школі.

**Предмет дослідження** – розробка програмного та методичного забезпечення, які підвищать якість викладання вчителем і сприйняття учнями навчального матеріалу, сприятимуть розвитку дослідницьких здібностей учнів.

**Елементи наукової новизни одержаних результатів.**

Згідно актуальності теми, та її мети мною розроблено програмний продукт, який можна використовувати при вивченні розділу «Небесна механіка». Продукт потребує лише наявності комп'ютера, і не потребує стороннього програмного та апаратного забезпечення, за допомогою якого вчитель може краще пояснити, наочно показати на прикладі моделі матеріал та інтенсифікувати курс вивчення. Детально викладена методика вивчення деяких розділів курсу астрономії. Приводяться інструкції до проведення деяких уроків та відповідного до них програмного засобу.

**Практичне використання одержаних результатів** дозволить вчителю підвищити рівень наочності, інтенсифікувати курс вивчення астрономії, активізує дослідницьку діяльність школярів.

**Апробація результатів та публікації.**

Результати доповідались на засіданнях наукового астрономічного гуртка фізико-математичного факультету та були опубліковані.

Частина роботи була опублікована в збірнику наукових статей студентів фізико-математичного факультету Кіровоградського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка. [18]

### **Структура роботи.**

Робота складається з двох розділів. В першому розділі проаналізовані теоретичні поняття методики навчання астрономії (предмет вивчення, процес навчання, мета, основні завдання дидактики астрономії та її особливості). Другий розділ складається з конспектів уроків, методикою їх проведення та короткою інструкцією використання розробленого програмного засобу до них.

## **РОЗДІЛ 1. МЕТОДИКА ВИКЛАДАННЯ АСТРОНОМІЇ В ШКОЛІ**

### **1.1 Основні завдання дидактики астрономії**

Дидактика астрономії (методика навчання астрономії) - розділ дидактики, що вивчає закономірності, шляхи та методи навчання, виховання і розвитку учнів у процесі навчання астрономії, визначає обсяг і структуру змісту освіти і вдосконалює методи і організаційні форми навчання астрономії [25].

Зміст навчання повинен відповідати розвитку сучасного природничого стилю мислення учнів, формуванню в них наукового світогляду й відповідної наукової картини світу, розвитку їх творчих здібностей, підвищенню їх культурного й освітнього рівня, надавати можливість виробляти практичні вміння й навички, необхідні в повсякденному житті та в подальшому навчанні.

В основі вивчення астрономії в школі повинен лежати матеріал, засвоєння якого буде забезпечувати формування основних понять про Всесвіт, ролі людини і людства у Всесвіті, фізичних процесах і явищах, впливі космічних процесів, тіл і явищ на виникнення і перебіг процесів і явищ в літосфері, гідросфері й атмосфері Землі та їх вплив на земну біосферу та розвиток людства, виникнення і розвиток життя й розуму на Землі та у Всесвіті.

Методика навчання астрономії - частина педагогічної науки, що включає в себе теорію і практику навчання астрономії.

Виникнення, становлення і розвиток дидактики астрономії обумовлено загальним прогресом природничо-наукових знань з їх зростаючим впливом на життя суспільства і тісно пов'язане з розвитком фізики, математики та інших природничих наук, педагогіки та психології [32].

Предмет вивчення дидактики астрономії - процес формування системи астрономічних знань при викладанні астрономії в дошкільних, початкових, середніх та вищих навчальних закладах, на заняттях поза школою і в результаті самоосвіти, включає в себе наступні педагогічні функції:

Загальноосвітню: отримання знань основ астрономії - системи початкових, загальних основних і спеціальних астрономічних знань, що включає в себе формування астрономічних понять: про астрономію як науку, основні її розділи, методи та інструменти пізнання, основні теорії і закони, про фізичну природу космічних процесів, космічних об'єктів і космічних явищ; придбанні умінь і навичок застосування астрономічних знань на практиці.

Виховну: формування наукового світогляду підростаючого покоління в ході формування узагальненого наукового уявлення про Всесвіт, загальних принципах світобудови і системі методів наукового пізнання природи (при розкритті аспектів з'ясування ролі і місця людини і людства у Всесвіті і відносини "людина-Всесвіт"), виховання моральності і гуманітарно-естетичних начал.

Розвиваючу: формування стійких пізнавальних інтересів і розвитку пізнавальних можливостей учнів (оволодіння різноманітними логічними операціями, підведення до більш складних рівнів узагальнення, перехід від формально-логічних форм мислення до якісно більш високих, діалектичних і творчих форм і т.д.).

Методи навчання астрономії засновані на загальній теорії навчання, на розкритті закономірностей навчання астрономії, визначенні змісту, форм і способів організації вивчення предмета з урахуванням психологічних особливостей учнів даного віку і завдань їх виховання та розвитку [13].

Процес навчання обумовлюється метою астрономічного освіти підростаючого покоління і характеризується взаємодією змісту навчання - основ системи астрономічних знань; викладання - діяльності викладача зі створення мотивів навчання в учнів та викладу навчального матеріалу за допомогою пояснювально-ілюстративного, проблемного, евристичного і дослідницького методів навчання; шкільних астрономічних спостережень, керівництва самостійною роботою школярів, перевірки їх знань і вмінь;

навчання - різнобічної навчальної діяльності учнів, спрямованої на придбання астрономічних знань і включає в себе розумові та фізичні дії.

Процес навчання астрономії в середніх навчальних закладах аналогічний процесам навчання інших природничих наук і являє собою сукупність послідовних взаємопов'язаних дій викладача та учнів, спрямованих на свідоме і міцне засвоєння основ системи астрономічних знань і формування наукового світогляду учнів, їх ідейно-моральне виховання і набуття практичних навичок застосування отриманих знань.

Основними закономірностями і категоріями дидактики астрономії є закон відповідності змісту всіх елементів і рівнів системи шкільної астрономічного освіти досягнутому рівню розвитку науки астрономії та принцип структурної єдності змісту системи астрономічного освіти на різних рівнях її формування з урахуванням рівнів розвитку та індивідуальних особливостей учнів.

Основні завдання дидактики астрономії [13, 30] :

1. Обґрунтування мети викладання астрономії в цілому і в кожному з типів навчальних закладів та розкриття завдань виховання підрастаючого покоління в процесі навчання основам астрономії.

2. Визначення змісту і структури курсу астрономії в різних типах навчальних закладів відповідно до поставлених цілей.

3. Розробка, експериментальна перевірка і впровадження в практику викладання астрономії найбільш ефективних прийомів і методів навчання, виховання і розвитку учнів.

4. Створення відповідних навчально-методичних комплектів (підручників, навчальних посібників, дидактичного матеріалу тощо).

5. Створення матеріальної бази.

Критерії принципу відбору змісту навчання: зміст навчання має бути доступним розумінню учнів відповідних вікових категорій і складати єдину цілісну систему астрономічних знань, що дає поняття про астрономію як науку, основних астрономічних законах і теоріях, методах та інструментах

астрономії, об'єктах пізнання: космічні об'єкти, процеси і явища та про практичне застосування астрономічних знань. Зміст навчання має відповідати розвитку сучасного природничо-наукового стилю мислення учнів, формувати у них науковий світогляд і відповідну наукову картину світу, розвиток їх творчих здібностей, підвищувати їх культурний та освітній рівень, сприяти виробленню практичних умінь і навичок, необхідних у повсякденному житті і в подальшому навчанні.

Мета вивчення астрономії в середніх навчальних закладах: формування системи первинних і основних астрономічних знань.

Завдання і зміст викладання астрономії в середніх навчальних закладах:

1. Формування наукового світогляду учнів на основі викладу основних відомостей з сучасної астрономії і космонавтики та ознайомлення учнів з процесом отримання наукових знань.

2. Поетапне формування системи фундаментальних астрономічних понять про основні закони і теорії астрономії, фізичної природи космічних об'єктів, процесів і явищ, методах та інструментах астрономічних досліджень.

3. Формування умінь і навичок, які є складовою частиною загальнометодологічних умінь або сприяють їхньому розвитку, оскільки вироблення специфічних астрономічних умінь і навичок, в силу відсутності необхідності їх застосування абсолютною більшістю випускників, давно перестало бути актуальним завданням викладання астрономії в школі.

Уміння та навички дослідницької роботи формуються при проведенні навчальних астрономічних спостережень, що супроводжуються необхідними вимірюваннями. У ході їх підготовки та проведенні учні вчаться працювати з науково-популярною і довідковою літературою, картами та атласами (у тому числі з рухомою картою зоряного неба), ефемеридами планет, астрономічними календарями і т.д. для визначення умов видимості світил і перебігу небесних явищ; знаходження на небі основних сузір'їв,

найяскравіших зірок, планет і інших світил, видимих в даний час в даній місцевості; підбирати і використовувати необхідні прилади, планувати проведення спостережень, давати пояснення спостережуваним явищам, висувати гіпотези, які можуть бути перевірені в ході наступних, у тому числі систематичних, досліджень; робити приблизні оцінки вимірюваних величин, помічати закономірності, узагальнювати і обдумувати результати спостережень, формулювати висновки, готувати доповіді та повідомлення як на основі даних власних досліджень, так і компілятивні, на основі аналізу відповідної літератури. Учні повинні оволодіти навичками орієнтації на місцевості та визначення її наближених географічних координат і часу спостереження за небесним світилом (Сонця, Місяця, Полярної зірки).

В основі вивчення астрономії в середніх навчальних закладах повинен лежати матеріал, вивчення якого забезпечує формування понять:

- Про Всесвіт, його основні властивості та характеристики, взаємозв'язки "людина - космос", про роль людини і людства у Всесвіті;
- Про космічні об'єкти і їх системи, їх основні фізичні характеристики;
- Про фізичні процеси та явища, що лежать в основі спостережуваних небесних явищ і пояснюють їх причини;
- Про фізичні процеси, що лежать в основі виникнення та перебігу космічних процесів;
- Про космічні процеси, що обумовлюють виникнення і існування космічних об'єктів та їх систем.
- Про вплив космічних процесів, тіл і явищ на виникнення і перебіг процесів і явищ, що відбуваються в літосфері, гідросфері і атмосфері Землі і роблять вплив на земну біосферу і розвиток людства, виникнення і розвиток життя і розуму на Землі й у Всесвіті.

Методологічною основою дидактики астрономії є діалектико-матеріалістична теорія пізнання, вчення про навчання і виховання; теорія розвивального навчання; психологічна теорія діяльності і сучасна теорія формування наукових понять; ідея системного підходу в навчанні та

дидактичні принципи єдності навчання, виховання та розвитку, науковості та систематичності, свідомості і творчої активності учнів, наочності, міцності засвоєння знань і всебічного розвитку пізнавальних сил учнів.

Оскільки процес навчального пізнання є відображенням наукового пізнання, дидактика астрономії пов'язана з суспільними, гуманітарними та природничо-математичними науками.

Зв'язок дидактики астрономії з філософією обумовлена тим, що астрономія як наука має не тільки спеціальний, а й загальнолюдський, гуманітарний аспект, вносить найбільший вклад у з'ясування місця людини і людства у Всесвіті, у вивчення відношення "людина - Всесвіт". Астрономія відповідає на ряд корінних, світоглядних питань. Найважливішим завданням викладання астрономії є формування наукового світогляду учнів, розвитку в них природничого стилю мислення і поняття про фізичну картину світу як синтезу астрономічних, фізичних і філософських понять та ідей. У навчанні астрономії не можна обійтися без філософських узагальнень. В процесі навчання астрономії учні повинні поступово знайомитися з тим, як будується наукове пізнання, з методами науки і законами наукового пізнання, що також вимагає повернення до проблем філософського характеру, оскільки дослідження особливостей, законів, загальних методів пізнання - предмет філософії.

При дослідженні будь-яких об'єктів пізнання астрономії можна спостерігати прояв основних, фундаментальних законів, хоча по ряду причин (вікові особливості учнів, обмеженість навчального часу і т.д.) не всі вони придатні для демонстрації дії цих законів у Всесвіті в ході навчання астрономії в загальноосвітній школі; вчитель повинен вибирати ті з них, в яких дія законів філософії проступає найбільш зримо.

З філософських принципів при вивченні астрономії в школі слід розкривати ті, які:

- 1) виявляються при розгляді ряду об'єктів пізнання астрономії, що вивчаються в курсі, і органічно пов'язані з навчальним матеріалом;

2) необхідні для більш глибокого і правильного розуміння сутності астрономічних законів і теорій, космічних об'єктів, процесів і явищ;

3) логічніше за все розкриваються при викладі астрономічного матеріалу, а не в ході вивчення інших навчальних дисциплін.

При визначенні кола філософських узагальнень, які можуть і повинні бути зроблені в процесі вивчення астрономії, потрібно виходити з принципів:

1. Обліку світоглядної значимості філософського положення та його місця в логіці філософії.

2. Обліку зв'язку філософського принципу (положення) з вмістом курсу та його ролі в розумінні астрономічного матеріалу.

3. Обліку доступності.

В основі, що формується у свідомості учнів, наукової картини світу повинні лежати також філософські положення: матеріальності світу; зв'язку матерії і руху; несотворимості і незнищеності матерії і руху; існування матерії, що рухається в просторі і часі; поняття простору і часу; різноманіття та якісної своєрідності форм матерії і взаємозв'язку між ними; матеріальна єдність світу; Всесвіт. Весь курс астрономії з самого початку повинен вивчатися в рамках цих положень. Учні повинні знайомитися з ними з перших уроків астрономії для забезпечення матеріалістичного тлумачення всіх досліджуваних в курсі об'єктів пізнання астрономії. Широта і спільність цих понять вимагає узагальнень широкого і різнобічного матеріалу, що охоплює ряд розділів курсу астрономії, які базуються на філософських положеннях, що виходять із закону єдності і боротьби протилежностей, закону переходу кількісних змін у якісні, положеннях про несотворимості і незнищеності матерії, про роль практики в пізнанні, про конкретності і відносності істини, які можна розкрити лише після того, як на уроках будуть розглянуті ті об'єкти пізнання астрономії, в яких підтверджується їх дія.

До розуміння надзвичайно широких і загальних філософських принципів пізнаваності світу, об'єктивності знання, взаємозв'язку і

взаємозумовленості явищ, про матеріальну єдність світу учні підводяться поступово, у міру вивчення курсів астрономії та фізики.

Кожне філософське положення має розглядатися на уроці не у всій його повноті загальності, а як природне узагальнення того конкретного астрономічного матеріалу, з якого воно виходить. Філософські висновки повинні виступати перед учнями як найбільш загальні закономірності, які виявляються в процесі пізнання природи і в самій природі.

Психологія розкриває закономірності психічної діяльності учнів у процесі навчання, пояснює сприйняття ними навколишнього світу, особливості мислення і оволодіння знаннями, уміннями і навичками; шляхи формування стійких пізнавальних інтересів і схильностей. Дані вікової психології та психології навчання враховуються при побудові курсу астрономії, виборі методів для кожного етапу навчання, визначення місця і відносини теорії та практики і т.д. [12]

Дані фізіології враховуються при побудові навчального процесу з урахуванням вікових особливостей організму учнів.

Закони логіки використовуються в розробці рекомендацій з приводу формування визначень (дефініцій), класифікації та систематизації понять об'єктів вивчення, форм судження і питань логічного мислення учнів. Як один з розділів загальної педагогіки, дидактика астрономії має нерозривний зв'язок з іншими педагогічними науками.

Нерозривний зв'язок дидактики астрономії із загальною педагогікою і теорією освіти і навчання обумовлена тим, що дидактика астрономії сама є лише однією з областей педагогіки, що досліджує процес навчання основам однієї з конкретних природно-математичних наук на основі сукупності теорій освіти, виховання і розвитку підрастаючого покоління, що розглядають основні, найбільш загальні і важливі проблеми пізнавальної діяльності людей, і положення та закономірності, властиві процесу навчання для всіх навчальних дисциплін.

Зв'язок дидактики астрономії з дидактикою інших природно-математичних навчальних дисциплін обумовлена складними, різноманітними та такими, що постійно поглиблюються зв'язками між самими науками [6, 7].

Зростаючий взаємозв'язок астрономії з іншими природно-математичними науками зумовлена сучасними тенденціями у розвитку пізнання навколишнього світу, розростанню і зміцненню "міжнаукових" зв'язків та ліквідації монополізму на виключно "свої" об'єкти науки з використанням власних специфічних методів дослідження.

У міру розвитку науки відбувається поглиблення і розширення процесу пізнання. Наука прагне до всебічного вивчення всіх своїх об'єктів і встановленню загального зв'язку процесів і явищ в єдності з оточуючим світом.

Найбільш тісно астрономія пов'язана з фізикою.

Астрономія використовує фізичні знання для пояснення космічних явищ і процесів, встановлення природи та основних характеристик і властивостей космічних об'єктів та їх систем. Рівень сучасних фізичних знань достатній для пояснення більшості явищ і процесів в макро-і мікросвіті, заснованих на взаємодіях атомних ядер, електронних оболонок атомів і квантів електромагнітного випромінювання - з їх допомогою у Всесвіті можна пояснювати виникнення, склад, будову, енергетику, рух, еволюцію і взаємодію зірок, туманностей, планетних тіл і їх систем.

Фізика використовує дані астрономічних спостережень для коригування відомих фізичних законів і теорій; відкриття нових фізичних явищ, процесів і закономірностей; експериментальне підтвердження законів і теорій; дослідження принципово не відтворюваних або таких, що важко відтворюються в земних лабораторіях фізичних об'єктів, явищ і процесів (термоядерні реакції, поведінка гарячої плазми в магнітному полі, ефекти релятивістської теорії і т.д.).

На цій основі швидко розвивається процес інтеграції фізики і астрономії, об'єднаних в астрофізику. Предметами вивчення в сучасній

астрофізиці і фізиці елементарних частинок стала область суб'ядерних взаємодій, деякі аспекти вибухів зірок, активності галактичних ядер і квазарів, нейтронні зірки і чорні дірки, проблема "прихованої маси", сингулярності і осциляцій Всесвіту. Створюється єдиний понятійний апарат: астрофізичні поняття, будучи поняттями астрономічними, в той же час можуть розглядатися як фізичні, віднесені до космічних об'єктів, явищ і процесів. Фізика високих енергій і космологія спільно розробляють теорію Великого об'єднання, що зводять види фізичних взаємодій до єдиного початку і пояснює антропний принцип і перспективи розвитку матеріального світу в цілому [1].

Взаємодія цих наук привела до корінної зміни багатьох колишніх способів застосування астрономічних знань. Так, наприклад, необхідність в точному визначенні моментів і проміжків часу стимулювала розвиток астрономії та фізики; аж до середини XX століття астрономічні способи вимірювання, зберігання часу і його еталони лежали в основі світової Служби Часу; в даний час розвиток фізики призвів до створення більш точних способів визначення і еталонів часу, які стали використовуватися астрономами для дослідження явищ, що лежали в основі колишніх способів вимірювання часу.

До середини XX століття основними способами визначення географічних координат місцевості, морської та сухопутної навігації були астрономічні спостереження. З появою радіофізики та космонавтики, широким застосуванням радіозв'язку та навігаційних супутників в астрономічних методах потреба в якійсь мірі відпала, і зараз вищезгадані розділи фізики і технології дозволяють астрономам і географам уточнювати фігуру і деякі інші характеристики Землі.

Взаємодія астрономії та фізики продовжує впливати на розвиток інших наук, технології, енергетики та різних галузей народного господарства; найбільш відомим, хрестоматійним прикладом стало створення і розвиток космонавтики.

Вищесказане обумовило найтісніший зв'язок дидактики астрономії та методики викладання фізики - теорії та практики навчання фізики в середніх і вищих навчальних закладах: частину навчального матеріалу вивчається в рамках обох навчальних дисциплін; предмети вивчення частково перекриваються; багато спільного в методах викладання та контролю за засвоєнням навчального матеріалу.

Міжпредметні зв'язки і проблеми інтеграції астрономії та фізики в середніх навчальних закладах розглядалися в роботах Р.Я. Єрохіної, Д.Г. Кікіна, А.Ю. Румянцева, Є.К. Страут і багатьох інших вчених [13].

Міжпредметні зв'язки курсів астрономії та математики історично обумовлені їх глибоким взаємним впливом, що розвивається, необхідністю і результативністю найширшого застосування в науці математичних знань, математичних способів обробки інформації.

Пропедевтика астрономічних знань в школі починається на уроках математики в I класі при формуванні уявлень про способи і одиницях виміру часу, календарях. Елементи астрономії збагачують курс математики, демонструють універсальність математичних методів, збільшують інтерес учнів до вивчення математики. Рішення задач з астрономічним змістом дозволяє зробити їх більш наочними, доступними і цікавими. Уміння та навички, набуті при вивченні математики, використовуються в курсі астрономії (застосування прийомів наближених обчислень при вирішенні задач і проведенні розрахунків, що оцінюють порядок величини; заміна тригонометричних функцій малих кутів значеннями самих кутів в радіанній мірі; користування логарифмічною шкалою; використання калькуляторів і персональних комп'ютерів і т.д.).

Математична підготовка учнів випускних класів цілком достатня для успішного формування понять розділів класичної астрономії і дозволяє засвоювати знання з астрофізики та космології; особливості побудови і змісту курсу математики середньої школи, що дозволяють вивчати в його рамках ряд питань сферичної астрономії і астрофотометрії (небесна сфера;

час і календар; визначення небесних і географічних координат; визначення блиску, світності і абсолютної зоряної величини зірок; вимір космічних відстаней і розмірів космічних тіл і т.д.) [25,28].

Міжпредметні зв'язки курсів астрономії та математики досить детально розглядалися в роботах А.І. Фетисова, О.М. Лебедевої та інших вчених.

Астрономію і хімію пов'язують питання походження і поширеності хімічних елементів та їх ізотопів в космосі, хімічна еволюція Всесвіту. Виникла на стику астрономії, фізики і хімії наука космохімія тісно пов'язана з астрофізикою, космогонією і космологією, вивчає хімічний склад і диференційовану внутрішню будову космічних тіл, вплив космічних явищ і процесів на перебіг хімічних реакцій, закони поширеності та розподілу елементів в Метагалактиці, поєднання та міграція атомів при утворенні речовини в космосі, еволюція ізотопного складу елементів. Великий інтерес для хіміків представляють дослідження хімічних процесів, які через їх масштаби або складності важко або зовсім не відтворювані в земних лабораторіях (речовина в надрах планет, синтез складних хімічних сполук в темних туманностях і т.д.).

В основі міжпредметних зв'язків астрономії та хімії в середній школі лежить вивчення речовини [33].

Учитель астрономії може використовувати засвоєні при вивченні хімії відомості про властивості різних хімічних сполук, склад і будову речовин і т.д., розширюючи можливості застосування знань у різних ситуаціях для більш глибокого засвоєння окремих понять і закономірностей. Різноманіття астрономічних явищ може використовуватися для демонстрації та пояснення відмінності між фізичними і хімічними явищами, найбільш помітними на прикладі вивчення плазми, - стану речовини, найбільш поширеного в Метагалактиці.

Можна запропонувати випереджувальне вивчення в курсі хімії астрономічного матеріалу про виникнення хімічних елементів; про термоядерні реакції та утворення важких хімічних елементів в надрах зірок;

еволюцію речовини в Метагалактиці; реакції синтезу складних органічних сполук в туманностях; про поширеність хімічних елементів, їх ізотопів і хімічних сполук у космосі; про хімію Сонячної системи: склад Сонця і планетних тіл; внутрішню будову Землі і планет, складних хімічних реакціях, що протікають в їхніх надрах під дією високих тисків і температур; комети; парниковий ефект в атмосферах Землі і Венери; утворення та хімічна еволюція атмосфери, гідросфери і літосфери Землі, ролі в ній біогенних факторів і т.д.

Міжпредметні зв'язки курсів хімії і астрономії розглядалися в роботах Г.І. Осокіна та інших вчених [33].

Астрономію і фізичну географію, а також геофізику пов'язує вивчення Землі як однієї з планет Сонячної системи, її основних фізичних характеристик (фігури, обертання, розмірів, маси і т.д.) і вплив космічних факторів на географію і геологію Землі: будову та склад земних надр і поверхні, рельєф і клімат, періодичні, сезонні і довготривалі, місцеві та глобальні зміни в атмосфері, гідросфері та літосфері Землі; магнітні бурі, припливи, зміна пір року, дрейф магнітних полів, потепління і льодовикові періоди і т.д., що виникають в результаті впливу космічних явищ і процесів (сонячної активності, обертання Землі навколо осі і навколо Сонця, обертання Місяця навколо Землі та ін); а також не втратили свого значення астрономічні методи орієнтації в просторі та визначення координат місцевості. Однією з нових наук стало космічне землезнавство - сукупність інструментальних досліджень Землі з космосу з метою наукової та практичної діяльності.

Міжпредметні зв'язки астрономії та географії в середній школі мають глибокі історичні традиції. Головною метою розвитку астрономічних знань в Росії і основною діяльністю російських астрономів XVIII - XIX століття було їхнє застосування для поліпшення картографії, що вимагає знань, умінь і навичок проведення астрономічних спостережень, на основі яких визначаються горизонтальні і екваторіальні небесні координати світил і

точний час; про цілеспрямованості навчання говорить сама назва навчальної дисципліни - "математична географія". До початку 50-х років нашого століття до 30 - 40% шкільних вчителів астрономії були випускниками природно-географічних факультетів педінститутів; астрономічна підготовка вчителів географії була припинена в 1971 році [23].

Оскільки в даний час в середній загальноосвітній школі вивчення курсу фізичної географії значно випереджає вивчення астрономії, слід використовувати міжпредметні зв'язки наук для пропедевтики астрономічних (в основному астрометричних) знань в середній ланці: крім матеріалу про деякі фізичні характеристики, внутрішню будову, рельєф, гідросферу і атмосферу Землі, в курсі географії розглядаються окремі сторони розвитку літосфери і методи визначення віку гірських порід, що має певне відношення до космогонії; вплив окремих космічних явищ на земні процеси та явища; передбачається проведення спостережень ряду небесних явищ: сходу, заходу і полуденної висоти Сонця, фаз Місяця, навчання орієнтації на місцевості за Сонцем. При вивченні астрономії ряд понять курсу географії актуалізується, повторюється, узагальнюється й закріплюється на новому більш високому рівні при використанні пояснення природи небесних явищ, породжених обертанням Землі навколо своєї осі і навколо Сонця (умови видимості світил на різних широтах, часові пояси, місцевий і декретний час, зміна пір року і т.д.); при вивченні матеріалу про Землю, як однієї з планет Сонячної системи та основних фізичних характеристик, внутрішньої будови, рельєфу, фізичних умов на поверхні планетних тіл; теорії формування планетних систем [31,32].

Зв'язок астрономії та біології визначається їх еволюційним характером. Астрономія вивчає еволюцію космічних об'єктів та їх систем на всіх рівнях організації неживої матерії аналогічно тому, як еволюція живої матерії вивчається біологією. Всі космічні об'єкти та їх системи, подібно біологічним, еволюціонують з характерними для них шкалами часу. Еволюція неживої матерії йде "від простого до складного". Існування і розвиток об'єктів обумовлено внутрішніми динамічними процесами;

рушійними факторами еволюції є розширення Метагалактики (Всесвіту) і гравітаційна нестійкість. Взаємозв'язок астрономії і біології зумовлена взаємним впливом еволюцій неживої і живої природи. [4, 8]

Всі інші природничі науки не є в повній мірі еволюційними: вони зазнають змін лише в світлі розвитку ідей і понятійного апарату, методів та інструментів досліджень, що дозволяють розширювати і поглиблювати наші знання про об'єкти пізнання даних наук, але самі матеріальні об'єкти при всьому багатстві їх взаємних зв'язків не еволюціонують: дія фундаментальних законів фізики одвічно і не залежить від часу, незворотні процеси досліджуються лише в деяких розділах фізики (термодинаміці і т.д.); закони хімії також оборотні і можуть розглядатися як опис фізичних взаємодій електронних оболонок атомів; географія і геологія, в самому широкому сенсі, є розділами астрономічних наук планетології і планетографії.

Міжпредметні зв'язки курсів астрономії та біології можна поділити на кілька рівнів.

При здійсненні рівня базових знань у викладі матеріалу теми відбувається безпосереднє змикання основного змісту обох предметів. Таких точок дотику порівняно небагато: тема "Походження життя на Землі" передбачає певний рівень знань про Землю як планету, а також про утворення і розвиток Землі як космічного тіла. Іншими точками дотику є розділи теми "Екологія" - "факторіальна екологія", в якому розглядаються космічні чинники як екологічні, і "Вчення про біосферу", де розглядається біосфера як відкрита система, для існування якої необхідний певний потік енергії з космосу. [6, 7]

Питаннями, пояснення яких вимагає спільних зусиль астрономів і біологів, є:

1. Виникнення та існування життя у Всесвіті (екзобіологія: походження, поширеність, умови існування і розвитку життя, шляхи еволюції).

2. Процеси і явища, що лежать в основі космічно-земних зв'язків.
3. Практичні питання космонавтики (космічна біологія та медицина).
4. Космічна екологія.
5. Виникнення і існування, шляхи розвитку позаземних цивілізацій (ПЦ), проблеми контакту з ПЦ.
6. Роль людини і людства у Всесвіті (можливість залежності космічної еволюції від біологічної та соціальної).

Деякі з цих питань можуть бути частково включені в другий рівень міжпредметних зв'язків - рівень розширених знань.

Особливу увагу учнів необхідно звертати на такі положення:

1. Виникнення життя на Землі підготовлено ходом еволюції неживої матерії у Всесвіті.
2. Існування життя на Землі визначається постійністю дії космічних факторів: потужністю і спектральним складом сонячного випромінювання, незмінністю основних характеристик орбіти Землі і її осевого обертання, наявністю магнітного поля і атмосфери планети.
3. Розвиток життя на Землі багато в чому обумовлено плавними незначними змінами космічних факторів; сильні зміни ведуть до катастрофічних наслідків (розділ "Генетика": космічні промені і їх розгляд як мутагенних факторів).
4. На певному етапі свого розвитку життя стає фактором космічного масштабу, який впливає на фізико-хімічні характеристики основних оболонок планети (наприклад, склад і температуру атмосфери, гідросфери і верхніх шарів літосфери).
5. В даний час діяльність людства стає фактором глобального геофізичного і навіть космічного масштабу, що робить вплив на атмосферу, гідросферу, літосферу Землі і навколоземний космічний простір, а в перспективі - на всю Сонячну систему. Екологія стає космічною.
6. Розумна діяльність зверхцивілізацій може впливати на еволюцію неживої і живої матерії в масштабах Галактики і навіть Метагалактики.

Третій, організаційно-діяльнісний, рівень більш загальний: він включає в себе можливість застосування знань одного предмета при вивченні іншого; в даному випадку це еволюційний підхід обох наук до вирішення багатьох питань. Еволюційний характер забезпечує можливість класифікації космічних об'єктів та їх систем за принципами типології (таксономії і систематики) і дослідження їх в рамках системного підходу, чим здавна займається біологія по відношенню до своїх об'єктів, з виявленням загального в об'єктах і явищах, обмеження числа можливих варіантів структур і поведінки систем як один із проявів дії методологічного принципу симетрії [30].

Четвертий рівень - рівень проблемних завдань, для вирішення яких необхідне застосування понятійного апарату однієї науки для визначення понять, законів інший або з використанням загальної термінології.

Світоглядний рівень включає застосування в одній науці способів і стилів мислення іншого (логічний апарат, методи моделювання явищ і процесів, програмування можливих результатів) - творчий рівень і рівень дослідника, що займається певною проблемою дуже глибоко і активно, свідомо формує свій світогляд. На цьому рівні вчитель може зіставляти проблемні точки наук, всебічно їх характеризуючи, але не даючи ні способу розв'язання, ні підказки: можливі висновки здатний учень робить самостійно із запропонованих або власноруч отриманих (в результаті спостережень, аналізу літератури і т.д.) даних. Наприклад, питання про еволюцію життя на Землі і появи розуму пов'язується з еволюцією Всесвіту, приводячи до загальнофілософських законів і понять - співвідношення необхідності та випадковості, переходу кількості в якість і т.д. Робота над цими питаннями підводить до проблеми місця і ролі людини на Землі і розуму у Всесвіті.

Зв'язок астрономії з еволюційними суспільними науками історією і суспільствознавством, що вивчають розвиток матеріального світу на якісно вищому рівні організації матерії, обумовлена вищеописаним впливом астрономічних знань на світогляд людей і розвиток науки, техніки,

сільського господарства, економіки та культури; питання про вплив космічних процесів на соціальний розвиток людства залишається відкритим.

Краса зоряного неба будила думки про велич світобудови і надихала письменників і поетів. Астрономічні спостереження несуть в собі потужний емоційний заряд, демонструють могутність людського розуму і його здатності пізнавати світ, виховують почуття прекрасного, сприяють розвитку наукового мислення.

## **1.2 Особливості вивчення розділів «Сферична астрономія» і «Небесна механіка» в шкільному курсі астрономії.**

Залежно від цілей і завдань астрономічних досліджень, специфіки застосування методів та інструментів астрономічних спостережень і допоміжних приладів в астрономії виділяють ряд великих розділів, кожен з яких є самостійною природно-математичною наукою [28].

З певною часткою умовності ми можемо розділити астрономію на "класичну" і "сучасну". Класична астрономія об'єднує в собі ряд розділів, основи яких, включаючи понятійний і математичний апарат, були створені задовго до початку XX століття, але астрометрія (сферична астрономія, практична астрономія, фундаментальна астрометрія) і небесна механіка не втратили своєї теоретичної і практичної значимості до теперішнього часу. Сучасна астрономія, основними розділами якої є астрофізика, зоряна статистика, космогонія і космологія, знаходиться в стадії бурхливого розвитку.

Національним програмам та підручникам з астрономії для середніх та вищих навчальних закладів притаманні такі особливості: за рідкісними винятками в них відсутня теоретична зумовленість розташування матеріалу. Побудова матеріалу традиційна і найчастіше чисто емпірична, не системно-понятійна. Всі підручники та програми протягом 100 років мають один і той же порядок побудови та послідовність вивчення матеріалу, що базуються на принципах історизму та доступності розуміння учнів відповідно до етапів

розвитку основних розділів і всієї науки в цілому, і наростання складності наукових теорій, що лежать в їх основі [1].

Вивчення астрономії відбувається послідовно по розділах: Сферична астрономія => Астрометрія і практична астрономія => Небесна механіка => Астрофізика, зоряна і позагалактична астрономія => Космогонія і космологія.

Однією з основних труднощів при формуванні системи астрономічних знань є значне, від розділу до розділу, зростання складності фізичних законів і теорій, що лежать в основі пояснення даного астрономічного матеріалу та математичного апарату, необхідного для адекватного опису цих теорій і законів, причому час вивчення відповідних матеріалів в курсах астрономії, фізики і математики, як правило, не збігається (запізнюється або, рідше, випереджає); часто потрібний фізичний і математичний матеріал вивчається в школі в недостатньому обсязі або не вивчається зовсім. Інший трудностю є хронічна нестача часу, відведеного програмою на вивчення астрономії в школі.

Виникає протиріччя між важливістю вивчення даного астрономічного матеріалу і можливістю його адекватного сприйняття учнями, яке визначається їх віковими психологічними особливостями та рівнем їх фізико-математичної підготовки.

У сучасних підручниках астрономії матеріал з астрофізики, космогонії та космології викладається в основному феноменологічно, на чисто описовому рівні, а класичні розділи астрономії - на більш високому рівні, з опорою на вивчені раніше або вивчаються одночасно фізико-математичні знання, з включенням елементів теоретичних знань, вирішення завдань і т.д. Вчителі скаржаться на труднощі засвоєння учнями матеріалу з класичної астрономії та пропонують виключити його з навчальних програм, а школярі сприймають відомості з астрофізики як абстрактні, абстрактні, а відомості по космогонії і космології - як казково-фантастичні, не мають відношення до реального життя. Таким чином, в учнів не випадково слабшає інтерес до вивчення астрономії.

У дореволюційній школі на серйозне вивчення розділів класичної астрономії учні і вчителі, як правило, не скаржилися, оскільки: 1. Вивчення питань класичної астрономії було головним завданням викладання. 2. Учні і вчителі добре бачили практичну значимість досліджуваного матеріалу. 3. Практична математична підготовка учнів була вищою, ніж у сучасній школі, - зараз учні бачать в математиці в першу чергу теоретичну, а не прикладну, далеку від повсякденного життя, науку.

Формування системи понять класичної астрономії вимагає наявності знань з основних розділів математики (алгебри, геометрії та тригонометрії) і класичної фізики (кінематики, динаміки, геометричної оптики) в обсязі, передбаченому базовою програмою основної школи. Основні поняття класичної астрономії можуть бути сформовані не тільки на уроках астрономії XI класу або інтегративного курсу "Фізика і астрономія" основної школи, а й при здійсненні міжпредметних зв'язків з курсами фізичної географії та математики, про що свідчить досвід дореволюційної школи і експерименти радянських педагогів 60 - 70-х років; запорукою успішності є знання і сумлінне ставлення до своєї роботи з боку вчителя за наявності його спеціальної підготовки та достатньої кількості навчального часу.

На жаль, в середніх навчальних закладах можливе лише попереднє знайомство учнів з основними поняттями астрофізики, космогонії і космології, оскільки формування системи понять астрофізики, космогонії та космології на адекватному науковому рівні вимагає від учнів вузівської (університетської) фізико-математичної підготовки, міцних знань з основних розділах теоретичної фізики та вищої математики (алгебри, математичного аналізу, теорії ймовірності і т.д.).

Таким чином, специфіка курсу астрономії обумовлює особливості її методики.

1. Астрономія як наука немислима у відриві від спостережень астрономічних явищ. У зв'язку з цим спостереження, проведені під керівництвом вчителя,

становлять невід'ємну частину шкільного курсу астрономії, а наочність при його вивченні грає особливу роль.

2. Протягом усього курсу, починаючи з вступної частини і закінчуючи заключними розділами, необхідно роз'яснювати учням відмінність між гаданим (вдаваним) і дійсним.

3. Класифікація навчального матеріалу в курсі астрономії по певним групам об'єктів (тіла Сонячної системи, Сонце і зірки і т. д.) приводить до необхідності вивчати явища і поняття, окремі сторони яких належить розкрити в наступних розділах. Тому формувати уявлення про природу небесних тіл і, особливо, про різноманітних зв'язках досліджуваних об'єктів, треба поступово, узагальнюючи знання, одержувані учнями в міру вивчення різних розділів курсу.

4. Астрономія вивчає об'єкти матеріального світу з урахуванням їх розвитку, тому кінцевою метою курсу є формування в учнів уявлення про Всесвіт, що розвивається, відповідає сучасним астрофізичним даним.

5. Курс астрономії повинен повідомляти учням найбільш сучасні відомості про Всесвіт, знайомити їх з основними ідеями, засвоєння яких сприятиме подальшому придбанню знань в процесі самоосвіти, орієнтуючи випускників у величезному потоці наукової інформації.

Фіксувати увагу на основних ідеях тим більш необхідно, що вони не терплять настільки швидких змін, як сама наукова інформація.

Завдання вчителя полягає в тому, щоб, враховуючи особливості курсу, широко використовуючи самостійні спостереження, які виконуються учнями, послідовно роз'яснюючи причини і взаємозв'язок досліджуваних явищ, поступово впорядковувати і систематизувати відомості, що надходять до школярів з різних каналів інформації. При цьому вчитель може широко використовувати всі методичні прийоми, якими він володіє.

## **РОЗДІЛ 2. РОЗВИТОК ДОСЛІДНИЦЬКИХ ЗДІБНОСТЕЙ УЧНІВ**

### **2.1 Основні шляхи розвитку дослідницьких здібностей учнів, при вивченні фізики та астрономії.**

Виконання учнями науково-дослідницьких робіт сприяє розвитку їх творчих здібностей. Окрім цього, розв'язування учнями дослідницьких завдань та виконання науково-дослідницьких робіт дозволяє прослідкувати весь шлях продуктивної діяльності людини.

Дослідницька діяльність людини полягає у всебічному вивченні явищ та процесів, аналізі впливу на них різноманітних факторів. При цьому варто мати на увазі, що в тому випадку, коли дослідження здійснюється із дотриманням наперед відомої суб'єкту інструкції (за відомим алгоритмом), то така діяльність, не дивлячись на те, що можуть бути отримані нові дані (тобто створено оригінальний продукт), не є творчою. Творчою може бути лише діяльність з невідомим для суб'єкта алгоритмом. Разом з цим, для творчої дослідницької діяльності характерним буде ще й те, що учні можуть самостійно вибирати необхідне обладнання, збирати або ж, навіть, створювати відповідні пристрої тощо. Отже, до категорії творчих можна віднести лише такі дослідження, які здійснюються з використанням власно розроблених способів або засобів дослідження. Очевидно, що в результаті виконання такого дослідження з'являється новий продукт: встановлюються особливості перебігу явищ, встановлюється вплив на них певних факторів тощо. На основі цього може бути створена відповідна теорія, яку вже можна віднести до оригінального продукту. Наукові дослідження з психології та педагогіки та педагогічна практика, показали, що для процесу розвитку творчих здібностей учнів характер новизни одержуваного в ході виконання будь-якої діяльності не має суттєвого значення. Вона може бути як об'єктивною, так і суб'єктивною. Проте слід мати на увазі, що це має відношення лише до тренувальних вправ. Якщо ж це будуть реальні науково-дослідницькі роботи, то їх результати, повинні мати об'єктивну новизну.

Дослідження можуть бути теоретичними, експериментальними або комплексними (комбінованими).

## **2.2 Створення і застосування комп'ютерних демонстрацій та моделей для активізації вивчення учнями розділів «Сферична астрономія» і «Небесна механіка».**

### **Конспект уроку №1**

**Тема:** «Основи сферичної астрономії»

**Основний підручник:** Климишин І.А. «Астрономія» .

**Мета:** формування системи основних понять сферичної астрономії.

Освітня: формування понять:

- 1) Про космічні явища: обертанні Землі навколо Сонця, обертання Землі навколо своєї осі і про прецесії земної осі і про наслідки вище перелічених космічних явищ;
- 2) небесні явища: зміну дня і ночі, сходу, заходу, добовому і річному видимому русі і кульмінаціях світил (Сонця і зірок) і про умови видимості світил в різних регіонах Землі;
- 3) Про небесну сферу, основних її колах, лініях і точках (зеніті, надирі, математичному горизонті, осі світу, полюсах світу, небесному екваторі, небесному меридіані, добових паралелях, екліптиці, точках весняного й осіннього рівнодення та літнього і зимового сонцестояння) і про сузір'ях;
- 4) Про астрономічні методи орієнтації на місцевості за Сонцем.

Виховна: формування наукового світогляду в ході знайомства з історією людського пізнання і пояснення повсякденно спостережуваних небесних явищ; боротьба з астрологічними забобонами; політехнічна і трудове виховання в ході викладу матеріалу про практичні способи застосування астрометричних знань.

Розвивальна: формування умінь виконувати вправи на застосування основних формул сферичної астрономії при вирішенні розрахункових задач і застосовувати рухому карту зоряного неба, зоряні атласи,

довідники та Астрономічний календар для визначення положення і умов видимості небесних світил і протікання небесних явищ.

**Тип уроку:** комбінований.

Учні знають	Учні вміють
<p>- Причини повсякденно спостережуваних небесних явищ, породжених обертанням Землі навколо своєї осі (зміна дня і ночі, схід, захід, видиме добове рух і кульмінації світил) і породжених зверненням Землі навколо Сонця (зміна пір року, видиме річне рух світил; зміна полуденної висоти Сонця над горизонтом протягом року; видиме переміщення Сонця по екліптиці протягом року; зміна тривалості світлового часу доби протягом року) і про умови видимості світил в різних регіонах Землі;</p> <p>- Основні поняття сферичної астрономії: сузір'я; небесна сфера та її головні площини, лінії і точки (математичний горизонт, зеніт і надир, вісь світу, полюса світу, небесний екватор, небесний меридіан; екліптика, точки весняного і осіннього рівнодення, літнього та зимового сонцестояння ); істинні</p>	<p>- Використовувати узагальнений план для вивчення космічних і небесних явищ;</p> <p>- Використовувати зоряні атласи, рухливу карту зоряного неба і Астрономічний календарі та довідники для визначення: 1) часу сходу, кульмінації і заходу світил; 2) часу проходження сузір'я через місцевий меридіан для конкретної дати; 3) періоду видимості світила або сузір'я в даному місці в заданий момент часу; 4) сузір'я, в якому знаходиться Сонце в певний день і приблизних координат Сонця, 5) тривалості дня і ночі для будь-якої дати, 6) часу перебування Сонця в тому чи іншому зодіакальному сузір'ї;</p> <p>- Орієнтуватися на місцевості за Сонцем.</p>

<p>опівдні і опівночі;</p> <p>- Основні поняття практичної астрометрії: теорему про висоту полюса світу над горизонтом;</p> <p>- Астрономічні величини: число сузір'їв, назви зодіакальних і найбільш помітних сузір'їв; дати рівнодень і сонцестоянь, кут нахилу екліптики до екватора; кількість зірок, видимих неозброєним оком.</p>	
---	--

**Обладнання уроку:** комп'ютер; проектор; програмний засіб «AstroRes»; модель небесної сфери; настінна карта зоряного неба; небесний глобус; рухомі карти зоряного неба (у кожного учня); атлас зоряного неба; Астрономічний календар на даний рік; малюнки і фотографії сузір'їв; географічний глобус; телурій; висотомір, шкільний теодоліт.

**Домашнє завдання:**

1. Вивчити §3, 4
2. Виконати завдання до §3, 4

**Основні етапи уроку**

Етап	Зміст	Метод викладення	Тривалість (хв.)
1.	Перевірка та актуалізація знань	Фронтальне опитування, бесіда	5
2.	Виклад нового матеріалу по темі "Небесна сфера: основні круги, лінії і точки. Сузір'я"	Лекція	10-12
3.	Виклад нового матеріалу по темі: "Рух небесних світил. Умови спостереження"	Лекція	5-7

	небесних світил і явищ"		
4.	Знайомство школярів з методами орієнтації на місцевості за Сонцем і явищем прецесії	Розповідь	5-7
5.	Робота над таблицею "Космічні і небесні явища"	Самостійна робота	5-7
6.	Закріплення вивченого матеріалу. Вирішення задач	Робота біля дошки та в зошитах	5-7
7.	Узагальнення вивченого матеріалу, домашнє завдання		3

### Методика викладення уроку

На початку уроку слід провести перевірку знань, набутих на минулому уроці, актуалізуючи призначений до вивчення матеріал питаннями:

1. Що таке астрометрія? Які розділи астрометрії ви знаєте? Що вони вивчають?
2. Як розвивалася астрометрія? Які вчені внесли найбільший вклад в її розвиток?
3. Як застосовуються людьми знання з астрометрії?
4. Які кутомірні інструменти ви знаєте? Як вони влаштовані і для чого призначені?
5. Які явища природи ми називаємо космічними явищами? Небесними явищами?
6. Які небесні явища виникають внаслідок космічних явищ: а) обертання Землі навколо своєї осі; б) звертання Місяця навколо Землі? в) обертання Землі навколо Сонця?
7. Як довести, що: а) Земля кругла? б) Земля обертається навколо своєї осі? в) Земля обертається навколо Сонця?

На першому етапі уроку у формі лекції викладається матеріал "Небесна сфера: основні круги, лінії і точки. Сузір'я". Положення основних площин, ліній і точок небесної сфери вказується на відповідних схемах, що

виконуються вчителем у міру викладу матеріалу на дошці (бажано кольоровою крейдою) і на моделі небесної сфери. Демонстраційна настінна карта зоряного неба використовується при формуванні поняття сузір'я, блиску небесних світил і, далі, при вирішенні деяких завдань біля дошки.

Учні повинні розуміти, що небесна сфера є уявною і вводиться як допоміжний поняття, що полегшує визначення положення і умов видимості небесних світил і нанесення їх на зоряну карту. Оскільки радіус Землі мізерно малий порівняно з розмірами небесної сфери, ми можемо в залежності від цілей розв'язуваної нами завдання помістити в її центр будь-яку точку земної поверхні, центр Землі, всю Землю як матеріальну точку чи Сонце (тому поняття небесної сфери знаходить своє застосування в космонавтиці для опису видимого руху ШСЗ та інших КЛА).

Поняття "сузір'я" слід формувати слідом за вивченням матеріалу про основні лінії і точки небесної сфери, з виконанням практичного завдання з виготовлення моделі сузір'я (див. завдання до параграфу). Учні повинні розуміти, що сузір'я - це не "фігура із зірок", а ділянка небесної сфери зі строго визначеними кордонами і об'єкти сузір'я фізично ніяк не пов'язані між собою. Потрібно повідомити їм правила позначення зірок грецькими та латинськими літерами в кожному з сузір'їв і власних іменах найбільш яскравих зірок.

При формуванні понять екліптики і зодіаку потрібно обумовити, що екліптика є проекцією площини земної орбіти на небесну сферу. Унаслідок обертання планет навколо Сонця майже в одній площині їх видимий рух на небесній сфері буде здійснюватися уздовж і поблизу екліптики зі змінною кутовою швидкістю і періодичною зміною напрямку руху.

### **1. Основні круги, лінії і точки небесної сфери.**

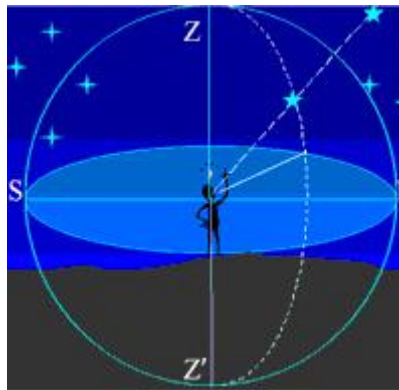
Небесні світила - проекції космічних тіл на небесну сферу.

Завдяки величезній віддаленості від Землі небесні світила здаються що знаходяться на однаковій відстані від спостерігача. Необхідність пояснення

видимого руху і визначення положення світил привела до виникнення поняття небесної сфери.

Небесною сферою називається уявна допоміжна сфера довільного радіусу, на яку проектується Небесної сферою називається уявна допоміжна сфера довільного радіусу, на яку проектується всі світила так, як їх бачить спостерігач в певний момент часу з певної точки простору.

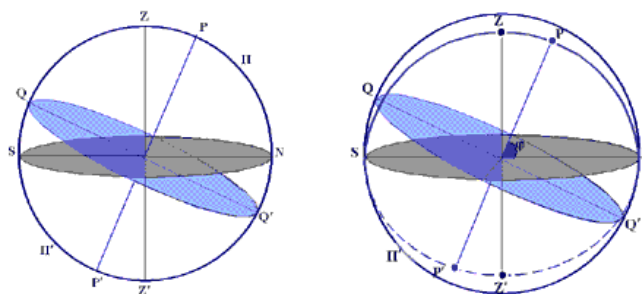
Точки перетину небесної сфери з прямовисною лінією, що проходить через її центр, називаються: верхня точка - zenітом ( $Z$ ), нижня точка - надир ( $Z'$ ). Велике коло небесної сфери, площина якого перпендикулярна до прямовисної лінії, називається математичним, або справжнім горизонтом.



Мал.1 Небесна сфера

Десятки тисяч років тому було помічено, що видиме обертання сфери відбувається навколо якоїсь невидимої осі. Насправді видиме обертання неба зі сходу на захід є наслідком обертання Землі із заходу на схід.

Діаметр небесної сфери, навколо якого відбувається її обертання, називається віссю світу. Вісь світу збігається з віссю обертання Землі. Точки перетину осі світу з небесною сферою називаються полюсами світу (мал.2).



Мал.2 Небесна сфера: геометрично правильне зображення в ортогональній проекції

Кут нахилу осі світу до площини математичного горизонту (висота полюса світу) дорівнює куту географічної широти місцевості. Переконаємось в цьому на досліді.

*Пропонується розглянути програмний засіб «AstroRes», вкладка « $h_p = \varphi$ ». При натисканні на клавішу «пробіл» на екрані з'являються основні вісі і позначення, які вчитель коментує і пояснює учням.*

Проводимо вісь світу.

*Натискаємо пробіл, на екрані з'являється вісь світу (PP').*

Велике коло небесної сфери, площина якого перпендикулярна до осі світу, називається небесним екватором (QQ').

*Натискаємо пробіл, на екрані з'являється небесний екватор (QQ').*

Оберемо довільне місцезнаходження, проведемо прямовисну, позначимо задану широту кутом  $\varphi$ .

*Натискаємо пробіл, на екрані з'являється широта ( $\varphi$ ).*

Проведемо площину математичного горизонту (в даному випадку має вигляд лінії).

*Натискаємо пробіл, на екрані з'являється математичний горизонт).*

Паралельним перенесенням проведемо пунктиром лінію паралельну вісі світу.

*Натискаємо пробіл, на екрані з'являється паралель вісі світу.*

Розглянемо трикутник утворений широтою, небесним екватором та пунктиром.

Позначимо кут між небесним екватором та щойно проведеним пунктиром. Він дорівнює  $180^\circ - 90^\circ - \varphi = 90^\circ - \varphi$ .

*Натискаємо пробіл, на екрані з'являється кут між екватором та паралеллю вісі світу.*

Як видно з малюнку цей кут є прямим (можна подати його і за означенням).

Позначимо останній кут в даному трикутнику.

*Натискаємо пробіл, на екрані з'являється кут.*

Розглянемо небесну сферу. Позначимо вертикальний кут (до останнього).

*Натискаємо пробіл, на екрані з'являється вертикальний кут.*

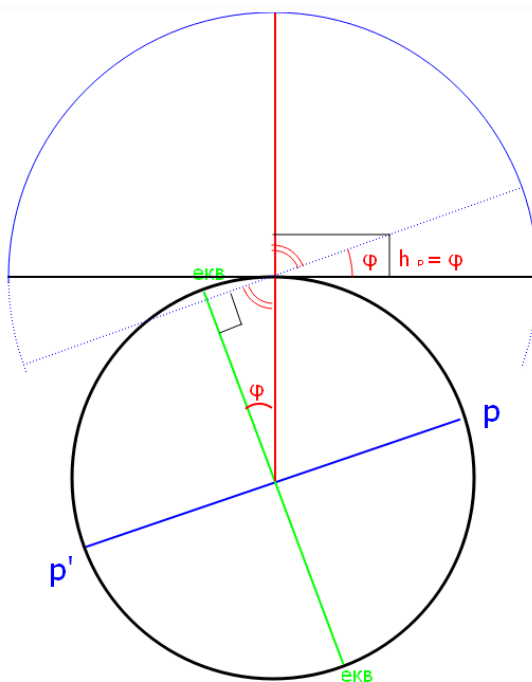
Позначимо кут між прямовисною та математичним горизонтом.

*Натискаємо пробіл, на екрані з'являється кут між прямовисною та математичним горизонтом.*

Згідно малюнку цей кут є прямим (або даємо за означенням).  
Визначимо висоту Полярної зорі над горизонтом.

$$h = 90 - 90 - \varphi = \varphi$$

*Натискаємо пробіл, на екрані з'являється кут між напрямком на Полярну зорю та математичним горизонтом і виведене рівняння.  
З усіма елементами отримаємо зображення мал.3.*



Мал.3 Висота світила над горизонтом

Велика коло, що проходить через полюси світу і зеніт, називається небесним меридіаном (PNQ' Z' P' SQZ, мал.2).

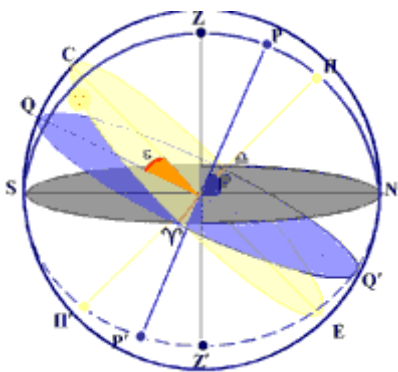
Площина небесного меридіана перетинається з площиною математичного горизонту по прямій полуденної лінії, яка перетинається з небесною сферою в двох точках: півночі (N) і півдня (S).

Небесна сфера розбита на 88 сузір'їв, що розрізняються за площею, складом, структурою (конфігурації яскравих зірок, що утворюють основний візерунок сузір'я) та іншими особливостями.

Сузір'я - основна структурна одиниця поділу зоряного неба - ділянка небесної сфери в строго певних межах. До складу сузір'я включаються всі світила - проєкції будь-яких космічних об'єктів (Сонця, Місяця, планет, зірок, галактик і т.д.), що спостерігаються в даний момент часу на даній ділянці небесної сфери. Хоча становище окремих світил на небесній сфері (Сонця, Місяця, планет і навіть зірок) змінюється з часом, взаємне положення сузір'їв на небесній сфері залишається постійним.

Північний полюс світу знаходиться в сузір'ї Малої Ведмедиці, в  $0,51^\circ$  від зірки  $\alpha$  Малої Ведмедиці, званої "Полярна зірка". Південний полюс світу знаходиться в малопомітному сузір'ї Октант. Близькість Полярної зірки до Північного полюса світу дозволяє орієнтуватися і визначати широту місцевості за спостереженнями Полярної зірки.

Видимий річний рух Сонця на тлі зірок відбувається по великому колу небесної сфери - екліптиці (мал.4). Напрямок цього повільного руху (близько  $1^\circ$  на добу) протилежно напрямку добового обертання Землі.



Мал.4 Положення екліптики на небесній сфері

Вісь обертання землі має постійний кут нахилу до площини обертання Землі навколо Сонця, рівний  $66^\circ 33'$ . Внаслідок цього кут  $e$  між площиною екліптики і площиною небесного екватора для земного спостерігача складає:  $e = 23^\circ 26' 25,5''$ .

Точки перетину екліптики з небесним екватором називаються точками весняного ( $\Upsilon$ ) і осіннього ( $\Omega$ ) рівнодень. Точка весняного рівнодення знаходиться в сузір'ї Риб (до недавнього часу - в сузір'ї Овна), дата весняного рівнодення - 20 (21) березня. Точка осіннього рівнодення знаходиться в сузір'ї Діви (до недавнього часу в сузір'ї Терезів); дата осіннього рівнодення - 22 (23) вересня.

Точки, віддалені на  $90^\circ$  від точок весняного рівнодення, називаються точками сонцестояння. Літнє сонцестояння припадає на 22 червня, зимове сонцестояння - на 22 грудня.

Другий етап уроку присвячений початку формування системи понять про космічні і небесні явища.

Учні повинні засвоїти, що умови видимості світил залежать від положення спостерігача на поверхні Землі і від часу спостереження; виклад цього матеріалу має супроводжуватися відповідними демонстраціями на моделі небесної сфери.

Умови видимості Сонця і зміна пір року залежать від положення спостерігача на поверхні Землі і від положення Землі на орбіті. Потрібно звернути увагу учнів на небесні явища, породжені обертанням Землі навколо Сонця: спостерігачеві здається, що Сонце протягом року переміщається по небесній сфері вздовж екліптики серед зодіакальних сузір'їв: постійній зміні полуденної висоти, положення точок сходу і заходу Сонця, тривалість дня і ночі, зміні виду зоряного неба протягом року.

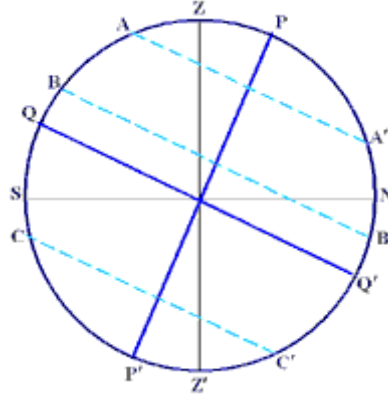
Виклад матеріалу має супроводжуватися відповідними демонстраціями на карті зоряного неба, моделі небесної сфери і телур.

## **2. Рух небесних світил. Умови спостереження небесних світил і явищ**

Кульмінацією світила називається небесне явище проходження світила через небесний меридіан. Вісь світу ділить небесний меридіан на 2 частини - північну і південну. У північній півкулі у верхній кульмінації світило перетинає північну частину небесного меридіана ближче до зеніту; в нижній кульмінації світило перетинає південну частину небесного меридіана ближче

до надиру. Момент верхньої кульмінації Сонця називається справжнім полуднем; момент нижньої кульмінації Сонця називається істинною північчю.

Добові рухи світил здійснюються по добових паралелях (мал.5).



Мал.5 Небесна сфера. Добові паралелі.

На полюсах Землі добові паралелі світил (за винятком Місяця і Сонця) паралельні математичного горизонту. Всі світила (крім Сонця і Місяця) не заходять або не сходять. Небесний екватор паралельний (співпадає) з математичним горизонтом. Верхня і нижня кульмінації збігаються.

Для верхньої кульмінації (ВК) розрізняють три випадки.

1. ВК на південь від зеніту. Це можливо при умові  $\varphi > \delta$ , при цьому  $\varphi = \delta + z$  або  $\varphi = \delta + 90^\circ - h$

*Пропонується переглянути фрагмент програми «AstroRes», вкладка «ВК на ПД від Z»*

2. ВК в зеніті. Це можливо при умові  $\varphi = \delta$ , при цьому  $h = 90^\circ$

*Пропонується переглянути фрагмент програми «AstroRes», вкладка «ВК в Z»*

3. ВК на північ від зеніту. Це можливо при умові  $\varphi < \delta$ , при цьому  $\varphi = \delta - z$  або  $\varphi = \delta - 90^\circ + h$

*Пропонується переглянути фрагмент програми «AstroRes», вкладка «ВК на ПН від Z»*

Для нижньої кульмінації (НК) розглянемо також 3 випадки.

1. НК на північ від надіру. Це можливо при умові  $\delta > 0$ , або при  $\delta < 0$  виконується співвідношення  $\varphi > |\delta|$ . При цьому  $\varphi + \delta + z = 180^\circ$  або  $h = \varphi + \delta - 90^\circ$

*Пропонується переглянути фрагмент програми «AstroRes», вкладка «НК на ПН від Z'»*

2. НК в надирі  $\varphi = -\delta$ , при цьому  $h = -90^\circ$

*Пропонується переглянути фрагмент програми «AstroRes», вкладка «НК в Z'»*

3. НК на південь від надіру. Це можливо при умові  $\delta < 0$ , виконується співвідношення  $\varphi < |\delta|$ . При цьому  $-\varphi - \delta + z = 180^\circ$  або  $h = -\varphi - \delta - 90^\circ$

*Пропонується переглянути фрагмент програми «AstroRes», вкладка «НК на ПД від Z'»*

В кожному місці земної поверхні з географічною широтою  $\varphi$  умови видимості небесних світил залежать від співвідношення  $\varphi$  і  $\delta$ . В залежності від цього співвідношення одні світила ніколи не заходять на даній широті, інші ніколи не сходять, ще інші – і заходять, і сходять. Розглянемо умови видимості світил.

Загальною умовою того, що світило на широті  $\varphi > 0$  ніколи не заходять буде нерівність

$$\delta \geq 90^\circ - \varphi$$

Загальною умовою того, що світило на даній широті ніколи не сходить, буде нерівність:

$$-\delta \geq 90 - \varphi$$

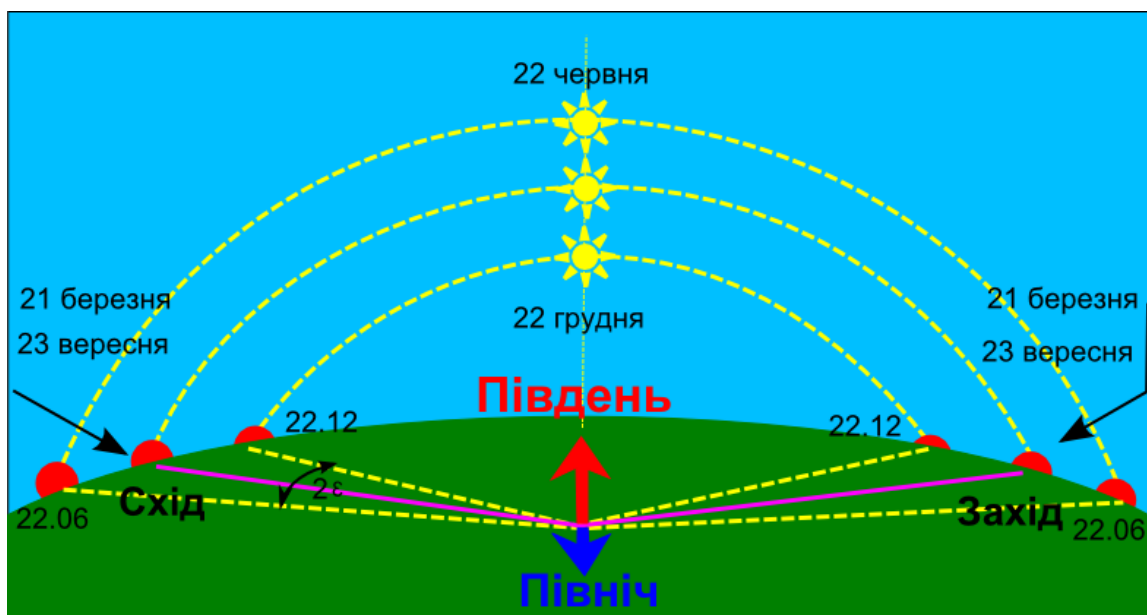
Умовою того, що світило на даній широті сходить і заходить є нерівність

$$|\delta| < 90^\circ - |\varphi|$$

На екваторі Землі добові паралелі небесних світил перпендикулярні математичному горизонту. Всі світила сходять і заходять. Верхня кульмінація відбувається поблизу зеніту, нижня - поблизу надира.

Рух Сонця по екліптиці є відображенням обертання Землі навколо Сонця. Екліптика пролягає через 13 сузір'їв, які називаються зодіакальними (Риби, Овен, Телець, Близнюки, Рак, Лев, Діва, Скорпіон, Стрілець, Козеріг, Водолій і Змієносець), а їх сукупність - Поясом Зодіаку. У кожному зодіакальному сузір'ї Сонце перебуває близько 1 місяця (крім Змієносця і Скорпіона). За традицією з часів Стародавнього Вавилону Змієносець не вважається зодіакальним сузір'ям, хоча і лежить на екліптиці.

Рух Сонця по екліптиці пов'язаний зі зміною пір року на Землі і кліматичними поясами. У Північній півкулі астрономічна весна настає з перетином Сонцем небесного екватора 20 (21) березня. Шляхи Сонця над і під горизонтом рівні, тому рівні і тривалості дня і ночі. 22 червня Сонце найдалі від екватора на північ - день літнього сонцестояння, початок астрономічного літа. 22 грудня в день зимового сонцестояння Сонце відходить найдалі на південь від екватора - день найкоротший, опівдні Сонце стоїть низько над горизонтом, початок астрономічної зими (мал.6).



Мал.6 Видиме переміщення Сонця на небі протягом року

Знайомство школярів з методами орієнтації на місцевості за Сонцем дозволяє учням трохи відпочити від сприйняття складного матеріалу і демонструє практичну "повсякденну" користь від вивчення астрономії. Учні фізико-математичних класів слід ознайомити з обома способами орієнтації за Сонцем; учнів звичайних і гуманітарних класів - тільки з другим, спрощеним способом.

1. У опівдні (справжньому) Сонце перетинає лінію небесного меридіана, проекцією якого на площині математичного горизонту є полуденна лінія "північ-південь". Найближчою до Сонця точкою горизонту є точка півдня. Точне значення моменту істинного полудня - моменту верхньої кульмінації Сонця визначається за допомогою Астрономічного календаря за формулою:

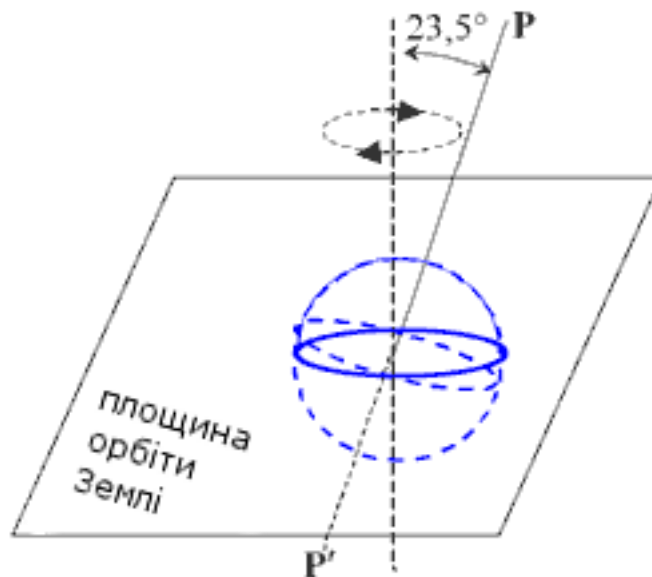
$$T'_m = T_0 + \frac{\lambda - x_{\phi}}{48^h} (T_1 - T_2)$$

де  $T_0$  - момент сходу або заходу Сонця для даної дати даного року,  $x_{\phi}$  - поправка на географічну широту,  $\lambda$  - довгота місцевості,  $T_1$  і  $T_2$  - моменти сходу і заходу Сонця добою раніше і добою пізніше. Всі ці дані вказані в ефемеридах Сонця і відповідних таблицях Астрономічного календаря.

2. Наближена орієнтація за Сонцем за допомогою наручного годинника: циферблат розташовується горизонтально так, щоб годинна стрілка вказувала на точку горизонту під Сонцем. Напрямок північ-південь показує бісектриса кута між цією стрілкою і напрямком з центру циферблату до 13 години взимку і до 14 години влітку.

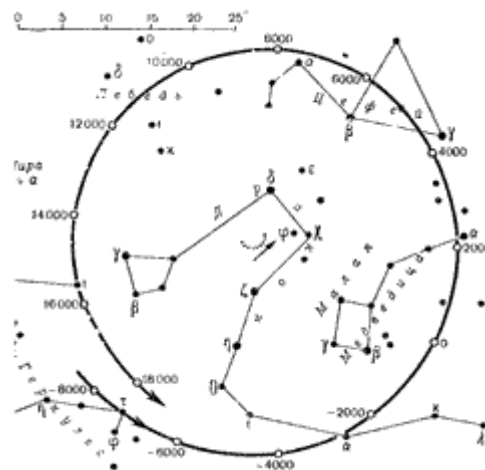
Ознайомлення учнів з явищем прецесії земної осі грає важливу роль в "анти-астрологічній" пропаганді:

Повільне конусоподібне обертання земної осі з періодом 26000 років під дією сил тяжіння з боку Місяця і Сонця називається прецесією (мал.7).



Мал.7 Прецесійний рух земної осі PP'

Прецесія змінює положення небесних полюсів. 2700 років тому поблизу Північного полюса світу перебувала зірка  $\alpha$  Дракона, названа китайськими астрономами Царською зіркою. В даний час Полярною зіркою є  $\alpha$  Малої Ведмедиці. До 10000 року Північний полюс світу зблизиться із зіркою Денеб,  $\alpha$  Лебеда. У 13600 році полярною зіркою стане Вега,  $\alpha$  Ліри (мал.8).



Мал.8 Прецесійний рух Північного полюса світу

У результаті прецесії точки весняного і осіннього рівнодення, літнього та зимового сонцестояння повільно переміщуються по зодіакальним сузір'ях. 5000 років тому точка весняного рівнодення знаходилася в сузір'ї Тільця, потім перемістилася в сузір'я Овна, а зараз знаходиться в сузір'ї Риб. Не

знаючи азів астрономії астрологи пропонують своїм довірливим читачам відомості, застарілі на 2000 років.

На етапі закріплення нового матеріалу слід ознайомити учнів з атласами та картами зоряного неба, основними позначеннями, прийнятими в астрономії. Слід пояснити учням основні позначення на зоряній карті і сказати їм: хоча на зоряних картах не позначено положення Сонця, Місяця і планет, оскільки вони постійно переміщаються щодо зірок, вони завжди можуть виявити положення Сонця на екліптиці в даний день року,. Бажано на даному уроці вирішити хоча б 1-2 завдання з перших завдань вправи 2, а решта залишити для домашньої роботи і вирішення завдань в класі на наступних уроках.

#### *Вправа 2.*

1. Перерахуйте сузір'я, через які проходять: а) небесний екватор, б) Чумацький Шлях.
2. а) У який час зійде над горизонтом 12 квітня зірка  $\alpha$  Ліри? б) У який час зайде 5 липня зірка  $\alpha$  Волопаса? в) Визначте момент верхньої кульмінації зірок  $\beta$  Близнюків,  $\alpha$  Великої Ведмедиці,  $\alpha$  Скорпіона на 22 грудня. г) Визначте момент нижньої кульмінації зірок  $\alpha$  Кассіопеї,  $\beta$  Персея,  $\alpha$  Кита на 21 березня.
3. Зірка Ригель знаходиться в нижній кульмінації. В який час сьогодні відбудеться це явище? Які сузір'я і зірки в цей момент перебувають у верхній кульмінації?
4. Під яким кутом небесний екватор перетинає горизонт для спостерігача, що знаходиться: а) на Південному полюсі, б) на екваторі, в) на широті  $25^\circ$ ; г) на широті  $57^\circ$ .
5. Широта м. Челябінська  $55^\circ 10'$ . Чи можна в ньому спостерігати над горизонтом зірку Фомальгаут ( $\alpha$  Південної Риби)?
6. Чи можна спостерігати в Москві, на широті  $55^\circ 45'$  обидві кульмінації зірки  $\alpha$  Волопаса?

7. Порівняйте ділянки (дуги) добових паралелей, за якими переміщуються зірки Вега, Альтаір, Ригель, Сіріус, Фомальгаут за рівні проміжки часу і встановіть, яка з них швидше рухається на зоряному небі і чому.

8. Встановіть, "під яким сузір'ям ви народилися", тобто, в якому сузір'ї було Сонце в ваш день народження. Для цього з'єднаєте лінією полюс світу і дату вашого народження і подивіться, в якому сузір'ї ця лінія перетне екліптику. Чому результат розходиться із зазначеним в гороскопі? Зробіть висновок про рівень астрономічних знань астрологів.

9. В який час сьогодні зійшло Сонце? В який час воно зайде? Визначте тривалість дня.

## **Конспект уроку №2**

**Тема:** «Видимий рух та конфігурації планет»

**Основний підручник:** Климишин І.А. «Астрономія» .

**Мета:** сформувати поняття про космічні і небесні явища, пов'язаних з обертанням планет навколо Сонця і видимим рухом інших космічних тіл.

Освітня: 1) систематизація понять про небесні явища: видимому русі і конфігураціях планет, що спостерігаються в результаті взаємного переміщення і розташування небесних світил щодо земного спостерігача;

2) докладний розгляд причин і характеристик космічного явища обертання планет навколо Сонця і його наслідків - небесних явищ: видимого руху внутрішніх та зовнішніх планет на небесній сфері та їх конфігурацій (верхнього і нижнього сполук, елонгацій, протистоянь, квадратур).

Виховна: формування наукового світогляду в ході знайомства з історією людського пізнання і пояснення повсякденно спостережуваних небесних явищ; боротьба з релігійними забобонами.

Розвивальна: формування умінь: формування умінь виконувати вправи на застосування основних формул сферичної астрономії при вирішенні відповідних розрахункових задач і застосовувати рухому карту

зоряного неба, зоряні атласи, довідники, Астрономічний календар для визначення положення і умов видимості небесних світил і перебігу небесних явищ.

**Тип уроку:** вивчення нового матеріалу.

Учні знають	Учні вміють
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Причини та основні характеристики небесних явищ, породжених зверненням планет навколо Сонця (видимий рух внутрішніх і зовнішніх планет на небесній сфері та їх конфігурації);</li> <li>- Основи класифікації космічних і небесних явищ і відповідні геометричні схеми;</li> <li>- Поняття сферичної астрономії: конфігурації планет (верхнє і нижнє з'єднання, елонгації, протистояння, квадратури); сидеричний і синодичний періоди обертання і обертання планет;</li> <li>- Формули, що виражають зв'язок між сидеричний і синодичним періодами обігу та обертання планет;</li> <li>- Астрономічні величини: сидеричний і синодичні періоди обертання і обертання планет.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Використовувати узагальнений план для вивчення космічних і небесних явищ;</li> <li>- Використовувати Астрономічні календарі, довідники і рухоми карту зоряного неба для визначення умов настання і протікання даних небесних явищ;</li> <li>- Вирішувати завдання, пов'язані з розрахунком положення і умов видимості планет з урахуванням формул, що виражають зв'язок сидеричних і синодичних періодів їх обігу та обертання.</li> </ul>

**Обладнання уроку:** комп'ютер, проектор, програмний засіб «AstroRes».

**Домашнє завдання:**

3. Вивчити §9

4. Виконати завдання до §9

### Основні етапи уроку

Етап	Зміст	Метод викладення	Тривалість (хв.)
1.	Перевірка та актуалізація знань	Фронтальне опитування, бесіда	5-7
2.	Формування понять про космічний явища обертання планет навколо Сонця і його наслідки - небесні явища: видимого руху планет на небесній сфері та їх конфігураціях	Лекція, бесіда	20
3.	Розв'язування задач	Робота в зошитах та біля дошки	15-17
4.	Узагальнення вивченого матеріалу, домашнє завдання		3

### Методика викладення уроку

На початку уроку традиційно проводиться перевірка знань, набутих на минулому та попередніх уроках і в ході фронтального опитування актуалізується призначений до вивчення матеріал. Частина учнів працює біля дошки, а частина виконує письмові завдання, вирішуючи завдання, аналогічні основним завданням вправ 1-5. Додатковими питаннями є:

1. Які небесні явища відбуваються в результаті: обертання Землі навколо своєї осі; обертання Місяця навколо Землі; обертання Землі навколо Сонця.
2. Дайте опис небесних явищ, породжених обертанням Місяця навколо Землі і планет навколо Сонця (сонячних і місячних затемнень; покритті зірок і планет Місяцем; проходжень Венери і Меркурія по диску Сонця; явищ в системах планет-гігантів; зміни блиску затемнення-змінних зірок). Відповіді

будуються на основі узагальненого плану для вивчення космічних і небесних явищ з використанням відповідних геометричних схем.

Рекомендовані програмовані завдання:

1. Вкажіть причини небесних явищ, відзначаючи напроти кожного варіанту питання вірний номер варіанта відповіді, наприклад: А1; Б2; В3 і т.д.

Небесні явища	Космічні явища
А. Видиме обертання зоряного неба	1) обертання Землі навколо своєї осі;
Б. Зміна пір року	2) обертання Місяця навколо Землі;
В. Зміна дня і ночі	3) обертання Землі навколо Сонця.
Г. Зміна фаз Місяця	
Д. Схід та захід небесних світил	Правильні відповіді:
Е. Видимий рух Сонця по небу протягом дня	А1; Б3; В1; Г2; Д1; Е1;
Є. Сонячні затемнення	Є 2; Ж 3; З 2.
Ж. Зміна висоти Сонця над горизонтом протягом року	
З. Місячні затемнення	

На першому етапі уроку вчитель у формі лекції викладає матеріал про видимому русі і конфігураціях планет.

Характер видимого руху та умов видимості внутрішніх планет описується з опорою на схему рис. 48. Складний петле-подібний характер видимого руху зовнішніх планет найкраще пояснювати з опорою на фрагмент "Видиме і справжнє рух планет" чи "Видима петля Марса". В їх відсутність ми рекомендуємо вчителю побудувати на дошці (а учням - в зошитах) схему рис. 49, супроводжуючи кожен етап роботи відповідними поясненнями. Бажано повідомити учням, які з планет вони можуть побачити на небі в даний час року і пояснити їм, як знайти ці планети серед сузір'їв.

Розбіжність тривалості синодичний і сидеричному періодів обертання планет демонструють за допомогою телуру. Внутрішня планета робить 1 оборот навколо Сонця і повертається до тієї ж точки орбіти швидше Землі, зовнішня планета - повільніше Землі.

### ***Видимий рух і конфігурації планет.***

Складний видимий рух планет на небесній сфері обумовлено обертанням планет Сонячної системи навколо Сонця. Само слово "планета" в перекладі з давньогрецької означає "блукаюча" або "бродяга". Траєкторія руху небесного тіла називається його орбітою. Швидкості руху планет по орбітах убують з віддаленням планет від Сонця. По відношенню до орбіти і умов видимості з Землі планети поділяються на внутрішні (Меркурій, Венера) і зовнішні (Марс, Юпітер, Сатурн, Уран, Нептун, Плутон).

Зовнішні планети завжди повернені до Землі стороною, освітлюваної Сонцем. Внутрішні планети змінюють свої фази подібно Місяцю. Площини орбіт всіх планет Сонячної системи (крім Плутона) лежать поблизу площини екліптики, відхиляючись від неї: Меркурій на  $7^\circ$ , Венера на  $3,5^\circ$ ; в інших нахил ще менше.

Характерні взаємні положення Сонця, Землі і планет називаються конфігураціями. Однакові конфігурації планет відбуваються в різних точках їх орбіт, у різних сузір'ях, в різні пори року.

*Далі рекомендується використати комп'ютер, проектор та програму «AstroRes», вкладка «Конфігурації планет».*

#### **Демонстрація 1:**

*В початковому положенні зображено конфігурацію нижнього сполучення.*

Конфігурації, при яких внутрішня планета, Земля і Сонце вишиковуються в одну лінію, називаються сполученнями.

*Натискаємо кнопку «старт» відбувається рух планет навколо Сонця. Програма зупиняється в точці, що відповідає західній елонгації.*

В даному положенні кут між Землею Сонцем та внутрішньою планетою набуває граничного значення і називається елонгацією. Для Меркурія він дорівнює від  $17^{\circ}30'$  до  $27^{\circ}45'$ , для Венери – до  $48^{\circ}$ .

*Натискаємо на кнопку продовжити. Планети рухаються доки не стануть в положення верхнього сполучення.*

Для нижніх планет сполучень буде 2 види – нижнє та верхнє. Нижнє сполучення – конфігурація планети коли в одну лінію вишикуються зображені об'єкти в такому порядку – Земля, нижня планета, Сонце. (Положення з якого почали спостереження). Верхнє сполучення – Земля, Сонце, нижня планета (поточне положення). Для системи Земля – Місяць – Сонце в нижньому сполученні відбувається новомісяччя, а у верхньому – повний місяць.

*Натискаємо кнопку продовження, планети стають в положення східної елонгації.*

*Питання до класу: як називається дана конфігурація планет? (Відповідь – елонгація або східна елонгація).*

*Учням пропонується замалювати в зошит узагальнену схему конфігурацій для нижніх планет. Для зразка вчитель вмикає презентацію «Конфігурації планет», зупиняє її на 1 слайді – конфігурації нижніх планет.*

Внутрішні планети можуть спостерігатись лише поблизу Сонця і тільки зранку чи вечорам, перед сходом чи одразу після заходу Сонця. Видимість Меркурія не перевищує 1 години, Венери – 4 годин.

Розглянемо конфігурації зовнішніх планет.

*Відкриваємо програму «AstroRes», вкладка «Конфігурації планет». Ставимо перемикач в положення «Зовнішня планета». Початкове положення – протистояння.*

Конфігурації при яких планети вибудовуються на одній прямій в порядку «Зовнішня планета – Земля – Сонце» називається протистоянням.

*Натискаємо кнопку «старт» відбувається рух планет навколо Сонця. Програма зупиняється в точці, що відповідає східній квадратурі..*

Конфігурація, в якій Земля, Сонце і планета в просторі утворюють прямокутний трикутник називається квадратурою: східною при розташуванні планети в  $90^\circ$  на схід від Сонця (поточне положення), і західною квадратурою при розташування в  $90^\circ$  на захід від Сонця.

*Натискаємо кнопку «продовжити» планети продовжують свій рух, і зупиняються в точці, що відповідає сполученню.*

Конфігурація, в якій зображені об'єкти шикуються в ряд в порядку «Земля – Сонце – планета» називається сполученням (поточне положення).

*Натискаємо кнопку «продовжити» планети продовжують свій рух, і зупиняються в точці, що відповідає західній квадратурі.*

Ця конфігурація називається західною квадратурою.

*Учням пропонується замалювати в зошит узагальнену схему конфігурацій для верхніх планет. Для зразка вчитель вмикає презентацію «Конфігурації планет», зупиняє її на 2 слайді – конфігурації верхніх планет.*

Видимий рух небесних світил загалом складається з:

- 1) переміщенні спостерігача по поверхні Землі;
- 2) оберту Землі навколо Сонця;
- 3) власним рухам небесних тіл.

Для точних розрахунків вчені враховують рух Сонячної системи відносно ближніх зірок, обертанні її навколо центру Галактики і руху самої Галактики.

Рух внутрішніх планет на небесній сфері зводиться до їх періодичного віддалення від Сонця вздовж екліптики то на схід, то на захід на кутову відстань елонгації.

Рух зовнішніх планет на небесній сфері носить більш складний петлеподібний характер. Швидкість видимого руху планети нерівномірна, оскільки її величина визначається векторною сумою власних швидкостей Землі і зовнішньої планети. Форма і розміри петлі планети залежать від швидкості планети по відношенню до Землі і нахилу орбіти планети до екліптики.

Розглянемо періоди обертання планет. Можна зробити припущення що період обертання планети буде дорівнювати часу що пройшов між двома послідовними нижніми сполученнями, для нижніх планет, або двома протистояннями, для зовнішніх планет. Але ми упускаємо той момент, що в нашій системі рухається навколо Сонця не лише планета, період обертання якої шукаємо, а й наша планета Земля. Розглянуті щойно періоди можна назвати видимими періодами обертання планети. Цей період отримав назву синодичного періоду. Отже, синодичним періодом обертання планети називається проміжок часу  $S$  між двома послідовними однойменними конфігураціями.

Справжній, або зоряний, період обертання планети отримав назву сидеричного. Сидеричний періодом обертання планети називається проміжок часу  $T$ , за який планета здійснює один повний оберт навколо Сонця по відношенню до зірок.

*Пропонується дослідити модель руху планет, щоб упевнитись в справжності періодів. Для цього використаємо програмний засіб «AstroRes», вкладка «Конфігурації планет». Ставимо прапорець «Періоди», натискаємо «Старт».*

Початкове положення планети відмічено штрихом. Період обертання планети буде тоді, коли планета досягне свого початково положення – штрихованої області. Як бачите планета здійснила повний оберт, що називається сидеричним періодом, але не стала в конфігурацію «Нижнє сполучення», і нам з Землі ще не видно, що планета вже здійснила повний оберт. Щоб ми побачили повний оберт (видимий, він же синодичний) планеті треба ще трошки докрутитись.

*Натискаємо «продовжити».*

Ось лише в даному положенні ми побачимо, що внутрішня планета здійснила повний оберт.

Встановимо співвідношення для знайдення синодичного періоду внутрішньої планети:

$$S = \frac{T \cdot T_{\oplus}}{T_{\oplus} - T}$$

Розглянемо рух зовнішньої планети.

*Ставимо перемикач в положення «верхня планета».*

Планети знаходяться в протистоянні.

*Натискаємо «Старт».*

Спостерігаємо що планети стали знову в положення «протистояння», але планета не зробила повного оберту, а видимий нам з Землі період є лише синодичним. Щоб отримати сидеричний, потрібно щоб пройшла ще якась кількість часу, і в момент коли планета стане в початкове положення (відмічене штрихом) тоді буде лише сидеричний період, для цього Земля має зробити ще певну кількість обертів.

Встановимо співвідношення для знайдення синодичного періоду зовнішньої планети:

$$S = \frac{T \cdot T_{\oplus}}{T - T_{\oplus}}$$

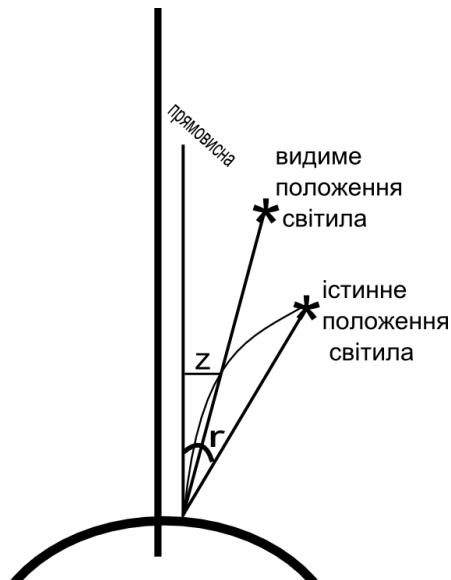
В якості додаткового матеріалу можна в загальних рисах ознайомити учнів з рядом атмосферних небесних явищ.

На основі законів геометричної оптики - законів заломлення світла можна пояснити ряд небесних явищ.

Астрономічна рефракція - явище заломлення (викривлення) світлових променів при проходженні через атмосферу, викликане оптичною неоднорідністю атмосферного повітря. Внаслідок зменшення щільності атмосфери з висотою викривлений промінь світла звернений опуклістю в бік zenіту. Рефракція змінює zenітну відстань (висоту) світил по закону:

$$r = a \cdot \tan z$$

де:  $z$  - zenітна відстань,  $a = 60,25''$  - постійна рефракції для земної атмосфери (при  $t = 0^{\circ} \text{ C}$ ,  $p = 760 \text{ мм. рт. ст.}$ ) (мал.9).



Мал.9 Вплив астрономічної рефракції на зенітну відстань світил

В зеніті рефракція мінімальна - вона зростає в міру нахилу до горизонту до  $35'$  і сильно залежить від фізичних характеристик атмосфери: складу, щільності, тиску, температури. Внаслідок рефракції справжня висота небесних світил завжди менше їх видимої висоти: рефракція "піднімає" зображення світил над їх істинними положеннями. Спотворюються форма і кутові розміри світил: на сході й заході поблизу горизонту "сплющуються" диски Сонця і Місяця, оскільки нижній край диска піднімається рефракцією сильніше верхнього.

Спотворюється показник заломлення світла в залежності від довжини хвилі: при дуже чистій атмосфері людина може побачити на заході чи сході Сонця рідкісний "зелений промінь". Оскільки відстані до зірок незрівнянно перевершують їх розміри, можна вважати зірки точковими джерелами світла, промені яких поширюються в просторі по паралельних прямих. Заломлення променів зоряного світла в атмосферних шарах (потоках) різної щільності викликає мерехтіння зірок - нерівномірні посилення і послаблення їх блиску, що супроводжуються змінами їх кольору ("грою зірок").

Земна атмосфера розсіює сонячне світло. Розсіювання світла відбувається на випадкових мікроскопічних неоднорідностях густини повітря, згущення і розрідження розмірами  $10^{-3}$ - $10^{-9}$  м.

Інтенсивність розсіювання світла обернено пропорційна четвертому ступеню довжини світлової хвилі (закон Релея). Найсильніше розсіюються фіолетові, сині і блакитні промені, слабкіше за все - помаранчеві і червоні.

Внаслідок цього земне небо має днем блакитний колір: спостерігач сприймає розсіяне в атмосфері сонячне світло, спектр випромінювання якого зміщений у бік коротких хвиль. З тієї ж причини далекі ліси і гори здаються нам блакитними і синіми.

Диски Сонця і Місяця на сході й заході набувають червоний колір: з наближенням до горизонту подовжується шлях світлових променів, які пройшли без розсіювання, спектр їх зсувається в бік довгих хвиль. Зверніть увагу на зорі: спочатку вузька, криваво-червона смужка ранкової зорі блідне, рожевіє, наливається жовтизною, а небо в зеніті з темного, майже чорного стає густо-фіолетовим, потім бузковим, синім і блакитним, а ввечері все відбувається навпаки. Вночі на Землі ніколи не буває абсолютно темно: розсіяний в атмосфері світло зірок і давно зайшов Сонця створює мізерно малу освітленість в 0,0003 лк.

Тривалість світлового часу доби - дня завжди перевищує проміжок часу від сходу до заходу Сонця.

Розсіювання сонячних променів в земній атмосфері породжує сутінки, плавний перехід від світлого часу доби - дня до темного - ночі, і назад. Сутінки виникають через підсвічування верхніх шарів атмосфери Сонцем, що знаходяться нижче лінії горизонту. Тривалість їх визначається положенням Сонця на екліптиці і географічною широтою місця.

Розрізняють цивільні сутінки: період часу від заходу Сонця (верхнього краю сонячного диска) до його занурення на  $6^{\circ}$ - $7^{\circ}$  під горизонт; навігаційні сутінки - до моменту занурення Сонця під обрій на  $12^{\circ}$  і астрономічні, - поки кут не складе  $18^{\circ}$ . На високих ( $\pm 59,5^{\circ}$ ) широтах Землі спостерігаються білі ночі - явище прямого переходу вечірніх сутінок в ранкові при відсутності темного часу доби. Сутінкові явища спостерігаються також в щільній атмосфері планети Венера.

*Учням пропонуються задачі для засвоєння вивченого матеріалу.*

*Задача 1.* На Землі сонячна доба довші зоряної, а на Венері - навпаки. Чому? (для рішення потрібно пам'ятати, що Земля обертається навколо своєї осі в протилежному напрямку від напрямку, в якому вона обертається навколо Сонця. Венера - єдина з планет Сонячної системи, що обертається в тому ж напрямку, в якому вона обертається навколо Сонця. Сонце на Венері опускається за горизонт раніше зірок, одночасно з якими воно зійшло).

*Задача 2.* Вважається, що у Венери буває або ранкова, або вечірня видимість. А чи можна спостерігати Венеру протягом однієї доби і вранці і ввечері? (Відповідь: "так". Явище "подвійної видимості" Венери спостерігається в разі великої різниці між схиленнями Сонця і Венери. У цьому випадку в середніх і північних широтах Венера сходить трохи раніше Сонця, а заходить трохи пізніше Сонця).

## **ВИСНОВКИ**

В роботі ми впевнились, що використання комп'ютерних моделей, електронних презентацій та демонстрацій може покращити усвідомлення учнями досліджуваних явищ, оскільки вони (учні) сприймають не лише на слух матеріал а й наочно досліджують на прикладі моделі явища, чи процесу.

Дана робота полегшує курс викладення астрономії вчителем, так як останньому не доводиться витрачати час на малюнки на дошці, пошук плакатів та ін., а лише увімкнути комп'ютер і запустити програму, яка легко поміщується на флешці, що найкраще зробити перед уроком для економії часу. До того ж, моделювання дозволяє за декілька хвилин спостерігати довготривалі процеси (наприклад, сидеричний період Нептуна становить майже 165 років).

В результаті використання даних засобів та методів пошвидшується темп вивчення астрономії учнями, що є досить важливим в наших школах, так як на весь курс астрономії розраховано 35 годин, а в деяких школах лише 17 годин на рік.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Астрономія 11 кл. Методичний посібник для вчителя + орієнтовне поурочне календарно-тематичне планування курсу (І.П. Крячко, К.: "Наше небо", 2005 — 72 с.)
2. Астрономія: 11 кл.: підручник для загальноосвіт. навч. закл.:рівень стандарту, академічний рівень / М. П. Пришляк; за заг. ред. Я. С. Яцківа. — Х.: Вид-во «Ранок», 2011.— 160 с.: іл..
3. Астрономія // Астрономічний енциклопедичний словник / За загальною редакцією І. А. Климишина та А. О. Корсунь. — Львів : ЛНУ—ГАО НАНУ, 2003. — С. 39.
4. Вологодская З.А. Румянцев А.Ю. Неделя астрономии в школе: Методическое пособие. - Курган: КГУ, 2003. – 36 с.
5. О.В. Волчанський «Практикум з астрономії: Навчальний посібник. – Видання друге, виправлене і доповнене.» Кіровоград: Видавничий центр АНПП, 2008. – 102с.
6. Воронцов-Вельяминов Б.А. Астрономия: Учебник для 11 кл. сред. шк. - М.: Просвещение, 1990. - 159 с.
7. Воронцов-Вельяминов Б.А., Страут Е.К. Астрономия. 11 кл.: Учеб. для общеобразоват. учеб. заведений. – М.: Дрофа, 2001. – 224 с.
8. Давиденко А.А. «Розвиток дослідницьких та творчих здібностей учнів у процесі навчання фізики» // Наукові записки, серія «Педагогічні науки» випуск 82(1) Чернігівського національного педагогічного університету ім.Т.Г.Шевченка , с.270-273
9. Засов А.В., Кононович Э.В. Астрономия: Учеб. для 11 кл. шк. и классов с углубл. изуч. физики и астрономии. - М.: Просвещение 1993.- 160 с.
10. Климишин І.А. «Астрономія» - Львів: «Світ» - 1993 – 384с.: іл.. 168
11. Климишин І. А., Крячко І. П. Астрономія: Підручник для 11 класу загальноосвітніх навчальних закладів.— К.: Знання України, 2002.— 192 с.
12. Левитан Е.П. "Дидактика астрономии" , УРСС - 2004 - 296с.
13. Методика преподавания астрономии в средней школе: Пособие для

- учителя / Б.А. Воронцов-Вельяминов, М.М. Дагаев, А.В. Засов и др.. – 2е изд., перераб. – М.: Просвещение, 1985 – 240 с., ил.
14. Мощанский В.Н. Формирование мировоззрения учащихся при изучении физики. - М.: Просвещение, 1989.- 190 с.
  15. Н.О.Гладушина. Методика викладання астрономії в 10 класі (К.: Рад. шк., 1985)
  16. Навчальна програма для 11 класу загальноосвітнього начального закладу з астрономії рівня стандарту, академічного рівня. [[http://www.mon.gov.ua/images/education/average/prog12/ast\\_ak.doc](http://www.mon.gov.ua/images/education/average/prog12/ast_ak.doc)]
  17. Навчальна програма для 11 класу загальноосвітнього начального закладу з астрономії профільного рівня. [[http://www.mon.gov.ua/images/education/average/prog12/ast\\_pr.doc](http://www.mon.gov.ua/images/education/average/prog12/ast_pr.doc)]
  18. Полтавець Т.В. «Розвиток дослідницьких здібностей учнів при вивченні астрономії» // Студентські наукові записки (Збірник наукових статей студентів фізико-математичного факультету). — Кіровоград: РВВ КДПУ ім. В.Виниченка, 2012. – Випуск 5. – 146с.
  19. Программы факультативных курсов по астрономии // Физика в школе. - 1971.- №6
  20. Программы факультативных курсов по астрономии // Физика в школе. - 1971.- №6
  21. Прянишников В.И. Занимательная астрономия в школе. - М.: Просвещение, 1980.- 127 с.
  22. Сазонов Г.Н. Связь в обучении астрономии и физики при решении задач // Физика в школе. - 1983.- №2,- С.34-37.
  23. Совершенствование форм и методов преподавания астрономии в педвузе и школе. - Свердловск: СГПИ, 1990. - 129 с.
  24. Современная астрономия и методика ее преподавания // Материалы III Всероссийской научно-практической конференции. – Санкт-Петербург, 2002. – 216 с.

25. Страут Е.К. Методика преподавания элементов астрономии в курсе физики средних специальных учебных заведений // Методические рекомендации по физике. - М.: Высшая школа, 1977.- Вып.4. - С.4-54.
26. Субботин Г.П. Сборник задач по астрономии: задания, упражнения, тесты. – М.: Аквариум, 1997. – 224 с.
27. Сурдин В.Г. Астрономические олимпиады. Задачи с решениями. М., 1995. - 320 с.
28. Тарасов Л.В. Необходимость перестройки преподавания естественных предметов на основе интегративно-гуманитарного подхода // Физика в школе. - 1989. - №4.- С.32-44.
29. Тарасов Л.В. Современная физика в средней школе. - М.: Просвещение, 1990.- 288 с.
30. Румянцев А.Ю. «Методика преподавания астрономии в средней школе: Курс лекций по методике преподавания астрономии для учителей физики и астрономии и студентов физико-математических факультетов педагогических вузов.» - Магнитогорск: МаГУ, 2005. – 575 с.
31. Українська радянська енциклопедія. У 12-ти томах. / За ред. М. Бажана. — 2-ге вид. — К., 1974—1985.
32. Усова А.В. Психолого-дидактические основы формирования физических понятий: Учеб. пособие. - Челябинск: ЧГПИ, 1988. - 90 с.
33. Усова А.В. Формирование у учащихся общих учебно-познавательных умений в процессе изучения предметов естественного цикла: Учеб. пособие. - Челябинск: ЧГПУ, 1997. - 34 с.
34. Цесевич В.П., Палей А.Б. Как улучшить преподавание астрономии в педагогических институтах? // Земля и Вселенная, - 1971. - №2.- С. 63-64.
35. Шаталов В.Ф. Планы-конспекты по астрономии. - Киев: Радянська школа, 1974.
36. Шишаков В.А. Основные вопросы преподавания астрономии в средней школе: Дис... канд. пед. наук. - М., 1945.
37. Яхно Г.С. Систематические наблюдения - основа изучения астрономии

в средней школе // Физика в школе. - 1960. - №3.- С.46-51.

## ДОДАТКИ