

УДК 37.02+004.77

## **ВИВЧЕННЯ СИСТЕМ НЕБЕСНИХ КООРДИНАТ У ШКІЛЬНОМУ КУРСІ АСТРОНОМІЇ З ВИКОРИСТАННЯМ ВІРТУАЛЬНОГО ПЛАНЕТАРІЮ**

**Котляр Анна**

**Науковий керівник: канд. фіз-мат. наук, доцент Волчанський О.В.**

*Центральноукраїнський державний педагогічний університет  
імені Володимира Винниченка*

***Анотація.** У статті розглядається реалізація комплексного підходу до вивчення розділу «Основи сферичної і практичної астрономії» шкільного курсу астрономії на прикладі уроку «Системи небесних координат». Пропонується паралельно з використанням моделі небесної сфери застосувати електронний планетарій Stellarium. Показано, що такий підхід дозволяє підвищити наочність і точність вимірювань і сприяє покращенню ефективності засвоєння навчального матеріалу.*

***Ключові слова:** системи небесних координат, модель небесної сфери, програмне забезпечення, ІКТ, електронний планетарій Stellarium.*

**Study of systems of independent coordinates in a school course of astronomy with  
using a virtual planner**

**Kotlyar Anna**

***Abstract.** The article deals with the implementation of a comprehensive approach to the study of the section "Fundamentals of spherical and practical astronomy" of the school course of astronomy on the example of the lesson "Systems of Celestial Coordinates". It is proposed to use the Stellarium electronic planetarium in parallel with using the model of the Celestial sphere. It is shown that this approach allows to increase the visibility and accuracy of measurements and improves the effectiveness of understanding the educational material.*

***Key words:** systems of celestial coordinates, model of celestial sphere, software, ICT, Stellarium electronic planetarium.*

**Актуальність.** У загальноосвітніх навчальних закладах на вивчення астрономії передбачено 34 години для класів природничо-математичного профілю і 17 годин для класів гуманітарного напрямку. Це, звичайно, дуже мало, тому вчителів слід докласти зусиль, щоб ефективно використати відведений час і сформувані в учнів необхідні мінімальні уявлення про Всесвіт, про шляхи та результати його пізнання людиною. Водночас, на сучасному етапі дуже



або дуги великих кіл небесної сфери, за допомогою яких визначають положення світил по відношенню до основних ліній і точок небесної сфери.

**Горизонтальна система координат** – система координат, яка визначає положення світила по відношенню до площини математичного горизонту. В цій системі координатами являються: висота, або зенітна відстань, і азимут.

Основною особливістю горизонтальних координат світил є те, що вони безперервно змінюються. Отримані із спостережень горизонтальні координати відносяться тільки для даного моменту часу, а в інший момент вони будуть іншими. Світила, які знаходяться на одному альмукантараті мають однакові висоти і однакові зенітні відстані. Світила, які знаходяться на одному вертикалі, мають однакові азимути. Будь-які вимірювання горизонтальних координат проводять з годинником, фіксуючи момент спостереження.

**Азимут світила**  $A$  – кут між площиною небесного меридіана і площиною вертикала світила. Відлічують від точки півдня  $S$  уздовж горизонту вбік заходу до вертикала світила. Вимірюють в градусах від  $0$  до  $360^\circ$ .

**Висота світила**  $h$  – кут між площиною горизонту і напрямом на світило, вимірюваний у площині вертикала. Відлічують від горизонту уздовж вертикала світила. Вимірюють в градусах від  $0$  до  $90^\circ$  (для світил, що перебувають під горизонтом,  $h < 0$ ).

**Зенітна відстань**  $z$  – кутова відстань зеніта від світила, вимірювана вздовж вертикального кола. Вимірюється в межах  $0^\circ$  до  $180^\circ$  в напрямку від зеніта до надира. Пов'язана з висотою світила співвідношенням :  $z = 90^\circ - h$ .

**Екваторіальні системи координат** небесні координати, в яких основним напрямом є вісь світу, а основною площиною є площина небесного екватора. У *першій*

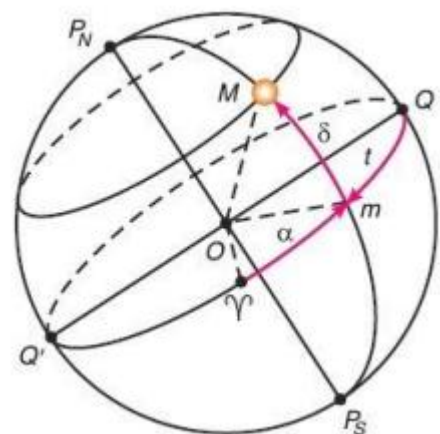


Рис.2. Екваторіальні системи координат

*екваторіальній системі* координат координатами є схилення, або полярна відстань, і годинний кут.

У *другій екваторіальній системі координат* координатами є схилення і пряме сходження.

*Годинний кут світила*  $t$  – це кут між площиною небесного меридіана і площиною кола схилення світила. Вимірюється дугою небесного екватора від найвищої точки  $Q$  у бік заходу до кола схилення світила.  $t$  – це час, що минув від верхньої кульмінації світила. Годинний кут лежить в інтервалі  $0 \leq t \leq 24h$  або від  $0^\circ$  до  $360^\circ$ . Іноді при розв'язуванні задач зручно вимірювати годинний кут по обидва боки від меридіана – на захід додатнім, а на схід – від'ємним. Годинний кут  $t$  – це координата, яка постійно змінюється.



*Рис. 3 Модель небесної сфери*

*Схилення*  $\delta$  – центральний кут між площиною небесного екватора і напрямом на світило, вимірюваний у площині кола схилень. У північній небесній півкулі схилення додатне, а у південній – від'ємне:  $-90^\circ \leq \delta \leq 90^\circ$ . Схилення  $\delta$  – незмінна координата.

*Полярна відстань*  $p$  – дуга  $PM$  кола схилення від полюса до світила.

Її значення змінюється від  $0$  до  $180^\circ$ . Полярна відстань і схилення світила пов'язані співвідношенням:  $p = 90^\circ - \delta$ .

*Пряме сходження світила*  $\alpha$  – дуга екватора від точки весняного рівнодення до точки перетину екватора з колом схилення світила. Відлічують пряме сходження від точки весняного рівнодення на схід, тобто проти руху небесної сфери від  $0$  до  $24$  годин або від  $0$  до  $360^\circ$ . [1,10]

Одним з найпростіших астрономічних приладів, який дозволяє прослідкувати за добовою зміною положень світил відносно небесного

меридіана та горизонту, є модель небесної сфери (рис.3). За допомогою моделі небесної сфери можна, хоча й наближено, розв'язувати низку задач практичної астрономії.

Основні кола моделі виконані у виді кілець, що зображують небесний меридіан, кола схилень, небесний екватор, екліптику. Сфера, що вільно обертається, має самоустановлювальний горизонт.

Для встановлення моделі на визначену широту переміщують кільце у підставці. У будь-якому положенні кільце фіксується плоскою пружиною і гвинтом. На колі висоти є рухлива незнімна насадка, що зображує світило. Сонце зображене насадкою, яка закріплена на дузі.[5]

Більш точнішим та наочним при вивченні зоряного неба є віртуальний планетарій Stellarium, за допомогою якого ми зможемо показати дітям яке небо в даний момент часу, які зорі де знаходяться, можемо зробити це наочніше, ніж з моделлю небесної сфери.

Stellarium дозволяє відображати на екрані монітора небосхил з будь-якого місця на Землі в довільний момент часу, моделювати образи сузір'їв, планет та їх супутників, а також фази Місяця [4]. Цей програмний пакет корисний при плануванні астрономічних спостережень, оскільки дозволяє легко визначати положення світил на небесній сфері, місце і момент часу сходу та заходу небесних світил. База даних Stellarium містить інформацію про положення, зоряну величину, спектральний клас та відстань для понад 600 000 зірок [3].



Рис. 4 Інтерфейс Stellarium

Наприклад розглянемо виконання практичної роботи з астрономії «СИСТЕМИ НЕБЕСНИХ КООРДИНАТ» [1].

Завдання №1. Закріпити насадку зорю в будь-якому місці сфери, та спостерігати зміну її положення відносно спостерігача в процесі добового обертання.

Завдання №2. Закріпити насадку зорю в будь-якому місці сфери, визначити її горизонтальні координати.

Завдання №3 Зайти на моделі небесної сфери точку з координатами:  $h=+45^\circ$ ,  $A=210^\circ$

Завдання №4 Закріпити насадку-зорю в будь-якому місці сфери, визначити її екваторіальні координати [1].

Завдання №5 Знайти на моделі небесної сфери точку з координатами:

$$\delta = 15^\circ, \alpha = 6^h$$

Виконаємо роботу за допомогою моделі небесної сфери.

Завдання №1. Закріпили насадку-зорю та обертаємо рухому частину моделі НС.

Завдання №2. Проведемо коло схилень через нашу насадку-зорю та визначимо за допомогою шкали висоту  $h$ . Далі визначимо азимут світила. Знайдемо т. півдня на математичному горизонті, побачимо т. перетину мат. горизонту та кола схилень.

Завдання №3. Визначимо на моделі НС дані координати, висоту - за допомогою кола схилень, азимут аналогічно до завдання №2.

Завдання №4. Знаходимо перетин екліптики та небесного екватора (т. весняного рівнодення). Від т.  $\gamma$  рахуємо  $\alpha$  за допомогою небесного екватора.  $\delta$  знаходимо за допомогою кола схилень.

Завдання №5 Визначаємо дані координати та знаходимо точку.

Виконаємо дану практичну роботу за допомогою Stellarium.

Завдання №1. Обрали зорю за допомогою миші, й почали змінювати час (прискорювати його). Так ми можемо спостерігати зміну положення зорі відносно спостерігача, тобто нас.

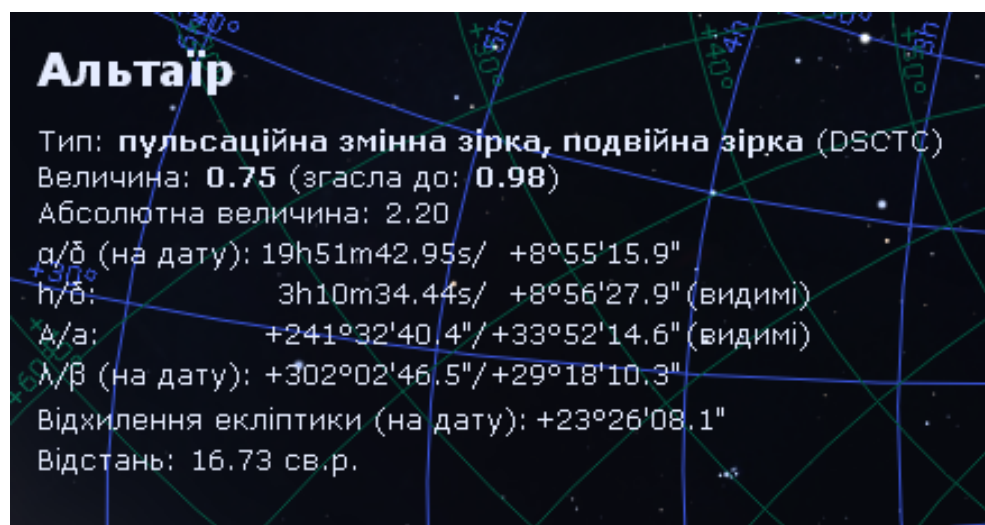


*Рис. 5 Виконання завдання №1 за допомогою Stellarium*

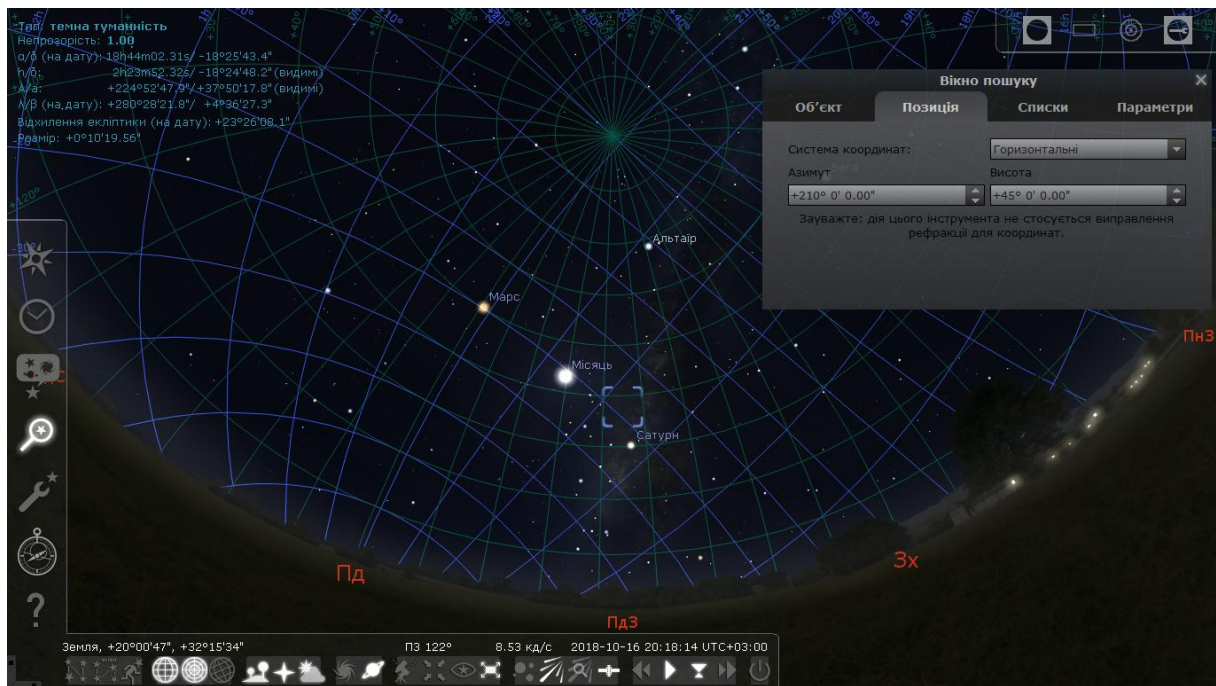
Завдання №2 Ми обрали зорю Альтаїр, для того щоб визначити горизонтальні координати зорі, потрібно подивитися в верхній лівий кут.

Завдання №3 В правому вертикальному меню знаходимо кнопку пошук, обираємо пошук за позицією, далі обираємо потрібну нам систему координат та вводимо дані, натискаємо Enter.

Завдання № 4 та Завдання №5 виконуються аналогічно завданням №2 та №3.



*Рис. 6 Виконання завдання №2 за допомогою Stellarium*



*Рис. 7 Виконання завдання №3 за допомогою Stellarium*

За допомогою натискання відповідних кнопок ми можемо «накидати» на небесну сферу ту чи іншу систему координат, «прибирати» математичний горизонт, здійснювати швидкий пошук досліджуваного об'єкта та порівнювати результати своїх вимірювань з даними, які бачимо у віконці біля виділеної точки НС.

**Висновки та перспективи подальших пошуків у напрямі дослідження.** У процесі викладання шкільного курсу астрономії програмні засоби допомагають вирішити низку дидактичних задач, до них, у першу чергу, слід віднести активізацію пізнавальних можливостей учнів шляхом використання різноманітних демонстрацій. Використання комп'ютерних програм на уроках астрономії сприяє розвитку інтересу учнів до вивчення предмета, підвищує ефективність їх самостійної роботи, індивідуалізації процесу навчання шляхом: покращення наочності навчання, сприяння формуванню абстрактних уявлень про моделі явищ та процесів, поглиблення самостійності вивчення курсу, що сприяє розробці індивідуальних заходів для корекції знань учнів у межах досягнення визначених цілей навчання.

### Список літератури



1. Волчанський О.В. Астрономія. Короткий конспект лекцій. Лабораторний практикум: навчальний посібник. / Волчанський О.В. – Кропивницький:ПП «Ексклюзив-Систем», 2017. – 128 с.
2. Климишин І.А., Крячко І.П. Астрономія: Підручник для 11 класу загальноосвітніх навчальних закладів. – К.: Знання України, 2003. – 192 с.
3. Князев С. Г. Комп'ютер на уроці астрономії / Князев С. Г. // Фізика в школах України. – 2004. – №19. – С. 2-3.
4. Кожевнікова, І. М. Використання комп'ютерних технологій на уроках астрономії / І. М. Кожевнікова, О. М. Ткаченко // Інформатика в школі. – 2009. – № 4. – С. 28-31; Інформатика в школі. – 2009. – № 5. – С. 27-29.
5. Крячко І. П. Методика навчання астрономії в старшій загальноосвітній школі / Крячко І. П. — К.: Видавничий центр «Наше небо», 2018. — 244 с.
6. Пархоμεць І.Ю. Нові інформаційні технології навчання І.Ю. / Пархоμεць // Управління школою. – 2007. – № 29.