

### Список використаних джерел

1. Гольдберг Я. Є. З чого починається розв'язання стереометричної задачі: посібник для вчителя / Я. Є. Гольдберг. – К.: Рад. шк., 1990. – 118 с.
2. Жалдак М. І. Математика з комп'ютером / М. І. Жалдак, Ю. В. Горошко, Є. Ф. Вінниченко – К: РННЦ ДІНІ, 2004. – 258 с.
3. Жалдак М.І. Комп'ютер на уроках математики / М.І. Жалдак, О.В. Вітюк - К: РННЦ ДІНІТ, 2004. – 168 с.
4. Лепський М. М. Нарисна геометрія: посібник для педагогічних інститутів / М. М. Лепський. – К.: Рад. шк., 1961. – 118 с.

## ФОРМУВАННЯ ДОСЛІДНИЦЬКОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ ПІД ЧАС ВИВЧЕННЯ АСТРОНОМІЇ (ДОСЛІДЖЕННЯ ЕКЗОПЛАНЕТ)

**Мохун Сергій Володимирович**

кандидат технічних наук, доцент кафедри фізики та методики її навчання, Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка

[mohun\\_sergey@ukr.net](mailto:mohun_sergey@ukr.net)

**Годун Петро Іванович**

викладач фізики і астрономії, Кременецький лісотехнічний коледж

[p.godun2011@gmail.com](mailto:p.godun2011@gmail.com)

**Актуальність дослідження.** Завдання дослідження екзопланет на даний час є одним з основних в астрономії. Завдання пошуку і дослідження позасонячних планет входить в перелік провідних дослідницьких тем в США, Європі та Середній Азії, найсучасніші космічні та наземні проекти з вивчення космосу містять в своїй програмі в якості однієї з основних цілей «спостереження екзопланет».

У сучасному суспільстві головною метою освітнього процесу є підготовка учнів та студентів до самостійного життя в сучасному суспільстві, тому необхідно навчити їх вчитися, здобувати знання, ставити перед собою конкретні завдання та вирішувати їх.

Щоб випускник міг займатися самоосвітою, потрібно сформувати у нього дослідницьку компетентність. Ми в своїй роботі зупинимося на формуванні дослідницької компетентності учнів закладів загальної середньої освіти та здобувачів вищої освіти під час вивчення астрономії.

**Виклад основного матеріалу.** У державному освітньому стандарті в якості результатів навчання виступають компетентності. У законі України «Про освіту», термін «компетентність» – це динамічна комбінація знань, умінь, навичок, способів мислення, поглядів, цінностей, інших особистих якостей, що визначає здатність особи успішно соціалізуватися, провадити професійну та/або подальшу навчальну діяльність. [1]

Аналіз останніх досліджень і публікацій вітчизняних науковців, які займалися питаннями, пов'язаними з формуванням дослідницької

компетентності всебічно розкрито в роботі [2]: дану проблему досліджували М. Архіпова, В. Болотов, М. Головань, І. Зимня, С. Осипова, В. Сотник та ін.

Дослідницьку компетентність вони відносять до ключових і вважають, що дослідницька компетентність формується на основі вродженої якості особистості.

Провівши аналіз сучасних публікацій закордонних науковців, які досліджували методи формування дослідницької компетентності, зокрема, під час вивчення фізики та астрономії, можна зробити ряд висновків.

Від високого професіоналізму особистості в певній галузі суттєво залежить ступінь сформованості його дослідницької компетентності. [3]

За кордоном багато університетів приділяють велику увагу розвитку в студентів компетентностей, зокрема, під час вивчення фізики та астрономії. [4]

Автори [5] пропонують змішане навчання як альтернативу розвитку дослідницької компетентності, оскільки таке навчання було успішним у кількох областях та в різних країнах. Вони пропонують використовувати змішане навчання як дидактичне стратегічне планування, яке враховує кожне з навчальних завдань для кожного заняття в класі та розширює віртуальний та дидактичний матеріал, вдосконалює навички для формування дослідницької компетентності.

В даній роботі ми хочемо запропонувати комплексне завдання для формування дослідницької компетентності під час вивчення астрономії під назвою «Дослідження екзопланет», яке дасть змогу учням та студентам стати дослідниками зір і їхніх планетних систем. В результаті виконання цього дослідження вони дадуть відповідь на запитання: «Чи зможе людство теоретично проживати в даній системі?» Однак, все це вимагатиме від юних дослідників ґрунтовних знань в області фізики та астрономії, бажання дізнаватися щось нове та мріяти про зоряне майбутнє людства!

Покажемо на конкретному прикладі результати цього дослідження.

### **Комплексне завдання «Дослідження екзопланет»**

#### **1. Знаходження зони, придатної для життя, зорі Kepler-62.**

Потік випромінювання від зорі зменшується пропорційно квадрату відстані, тому чим далі від зорі перебуває якесь космічне тіло (планета, комета чи астероїд), тим менший потік випромінювання від зорі потрапляє на одиницю його поверхні, і відповідно, тим менше ця поверхня нагріватиметься поглинутим промінням. На певній відстані від зорі внаслідок поглинання потоку випромінювання температура на поверхні цього тіла становитиме близько  $T_K = 373,16$  К (температура кипіння води за земного атмосферного тиску). Ця відстань дає ближню межу, за якою вода може перебувати в рідкому стані. Із віддаленням космічного тіла від зорі, потік випромінювання, що потрапляє на його поверхню, зменшується й на певній відстані від зорі температура поверхні тіла становитиме  $T_3 = 273,16$  К (температура замерзання води). Ця відстань дає зовнішню межу, до якої вода ще може існувати у рідкому стані на поверхні такого космічного тіла.

Для знаходження зони населеності нам потрібні офіційні дані деяких характеристик материнської зорі, які можна знайти на офіційному сайті NASA (рис. 1). [5]

Summary of Stellar Information			
<b>Right Ascension</b>	18 <sup>h</sup> 52 <sup>m</sup> 51.06 <sup>s</sup>	<b>Declination</b>	+45 <sup>d</sup> 20 <sup>m</sup> 59.5 <sup>s</sup>
<b>Parallax (mas)</b>	null	<b>Distance (pc)</b>	368
<b>B-band (mag)</b>	null	<b>K-band (mag)</b>	11.659±0.021
<b>Spectral Type</b>	K2 V	<b>Effective Temperature (K)</b>	4925±70
<b>Surface Gravity (log<sub>10</sub>(cm/s<sup>2</sup>))</b>	4.68±0.04	<b>Luminosity (log<sub>10</sub>(L<sub>sun</sub>))</b>	-0.678 +0.040 -0.043
<b>Radius (R<sub>sun</sub>)</b>	0.64±0.02	<b>Mass (M<sub>sun</sub>)</b>	0.69±0.02
<b>Density (g/cm<sup>3</sup>)</b>	3.8±0.3	<b>Age (Gyr)</b>	7±4

Рис. 1. Характеристики зорі Kepler-62. [5]

Світність зорі Kepler-62 знайдемо за формулою:

$$L = \sigma T^4 \cdot S = \sigma T^4 \cdot 4\pi R^2, \text{ де } \sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \frac{W}{m^2 \cdot K^4} \text{ – стала Стефана-Больцмана.}$$

Ефективна температура зорі може лежати в інтервалі (4855-4995)К, а радіус зорі – в інтервалі (0,62-0,66) R<sub>⊙</sub> (R<sub>⊙</sub> = 6,95 · 10<sup>8</sup> м); знайдемо мінімальне значення світності зорі Kepler-62:

$$L_{\min} = 5,67 \cdot 10^{-8} \frac{W}{m^2 \cdot K^4} \cdot (4855K)^4 \cdot 4 \cdot 3,14 \cdot (0,62 \cdot 6,95 \cdot 10^8 \text{ м})^2 = 0,735 \cdot 10^{26} W.$$

Знайдемо межі зони, придатної для життя, зорі Kepler-62:

$$r_{\min} = \sqrt{\frac{L_{\min}}{4\pi\sigma T_K^4}} = 0,3704 \text{ a.o.}, \quad r_{\max} = \sqrt{\frac{L_{\min}}{4\pi\sigma T_3^4}} = 0,9099 \text{ a.o.}$$

Отже, за світності зорі Kepler-62  $L_{\min} = 0,735 \cdot 10^{26} W = 0,1911L_{\odot}$  зона, придатна для життя, лежить в межах (0,3704 – 0,9099) a.o.

Однак, ще слід врахувати багато факторів при розрахунку інтервалу зони населеності, зокрема, зробити «запас міцності», зважаючи на те, що частина зоряної енергії відбивається та розсіюється атмосферою планети.

Перевіримо отримані результати на спеціалізованому сайті (рис. 2): [6]

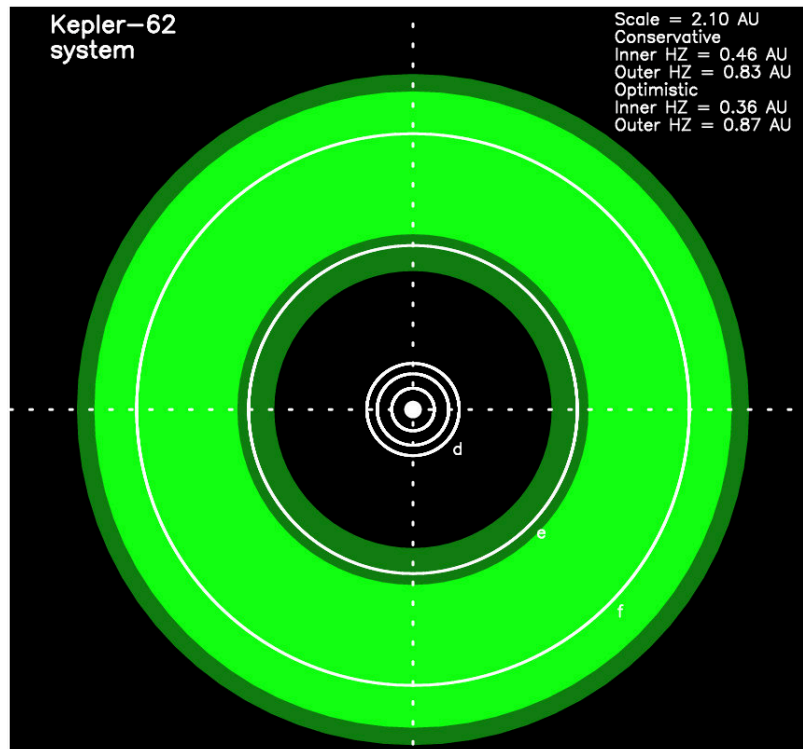


Рис. 2. Зона населеності зорі Kepler-62. [6]

## 2. Планетна система Kepler-62.

Після проведених розрахунків спробуємо вказати планети, які знаходяться в зоні населеності системи зорі Kepler-62. Для цього знову скористаємося даними сайту NASA (рис. 3). [5]

Planet	Period (days)	Semi-Major Axis (au)	Mass		Radius	
			(Jupiter Mass)	(Earth Mass)	(Jupiter Radii)	(Earth Radii)
b	5.714932±0.000009	0.0553±0.0005	<0.03	<9	0.117±0.004	1.31±0.04
c	12.4417±0.0001	0.0929±0.0009	<0.013	<4	0.048±0.003	0.54±0.03
d	18.16406±0.00002	0.120±0.001	<0.044	<14	0.174±0.006	1.95±0.07
e	122.3874±0.0008	0.427±0.004	<0.113	<36	0.144±0.004	1.61±0.05
f	267.291±0.005	0.718±0.007	<0.110	<35	0.126±0.006	1.41±0.07

Рис. 3. Характеристики планетної системи Kepler-62. [5]

Як видно з попередніх розрахунків (при  $L_{\min} = 0,1911L_{\odot}$  – (0,3704 – 0,9099) a.o.) та з рис. 2 в зону населеності зорі Kepler-62 потрапляють

дві екзопланети – Kepler-62 e (велика піввісь орбіти  $a = (0,427 \pm 0,004)$  а.о.) та Kepler-62 f (велика піввісь орбіти  $a = (0,718 \pm 0,007)$  а.о.).

Результати даного дослідження – завдання для формування дослідницької компетентності учнів закладів загальної середньої освіти та здобувачів вищої освіти під час вивчення астрономії (дослідження екзопланет) – можуть бути використані учнями, студентами та вчителями як дидактичні матеріали для творчих, індивідуальних навчально-дослідних завдань.

### Список використаних джерел

1. ЗАКОН УКРАЇНИ "Про освіту" [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2145-19>.
2. Біда О. А. Зміст поняття «дослідницька компетентність» у вітчизняній та зарубіжній літературі / О. А. Біда. // Вісник Черкаського університету. – 2017. – С. 3–6.
3. Mji, A., and Makgato, M. (2006). Factors associated with high school learners' poor performance: A spotlight on mathematics and physical science. South African Journal of Education. 26(2), 253- 266.
4. Carey, B. (2015). Stanford research shows how to improve students' critical thinking about scientific evidence. <http://news.stanford.edu/2015/08/17/thinking-holmes-wieman-081715/>.
5. Lagunes Dominguez, Agustin & Judikis, Juan. (2016). Development Of A Research Competence In University Students Through Blended Learning.. Turkish Online Journal of Educational Technology. 11. 668-673.
6. NASA EXOPLANET ARCHIVE A SERVICE OF NASA EXOPLANET SCIENCE INSTITUTE [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://exoplanetarchive.ipac.caltech.edu/>.
7. Habitable Zone Gallery [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://www.hzgallery.org/>.

## РОЗРОБКА ЗАСОБІВ ПІДГОТОВКИ УЧНІВ ДО ШКІЛЬНИХ ТА РАЙОННИХ ОЛІМПІАД З ФІЗИКИ

**Бойко Ігор Володимирович**

кандидат фізико-математичних наук, доцент,  
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

[boyko.i.v.theory@gmail.com](mailto:boyko.i.v.theory@gmail.com)

**Бойко Ольга Степанівна**

вчитель кваліфікаційної категорії,  
Дарахівська середня загальноосвітня школа I-III ступенів

Фізичні олімпіади, які набули масового поширення в Україні в 60-их роках минулого століття завжди були і є чудовим засобом для заохочення і залучення талановитої молоді до фізичної науки та слугували для виявлення кращих фізиків у шкільних, районних, обласних та всеукраїнських масштабах [1-3].

Без сумніву, значна кількість учасників фізичних олімпіад саме з них розпочинала значний інтерес до фізики: велика кількість кандидатів і докторів наук можуть пригадати, свої вдалі і тернисті кроки у фізиці як учасники різного