

УДК 372.51

DOI: 10.36550/2415-7988-2021-1-201-36-41

**ТРИФОНОВА Олена Михайлівна** –

доктор педагогічних наук, доцент,  
доцент кафедри природничих наук, хімії, географії та методик їхнього навчання  
Центральноукраїнського державного педагогічного університету  
імені Володимира Винниченка  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6146-9844>  
e-mail: olenatrifonova82@gmail.com

**САДОВИЙ Микола Ілліч** –

доктор педагогічних наук, професор,  
завідувач кафедри теорії та методики технологічної підготовки,  
охорони праці та безпеки життєдіяльності  
Центральноукраїнського державного педагогічного університету  
імені Володимира Винниченка  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6582-6506>  
e-mail: smikdpu@i.ua

**КУРНАТ Галина Леонідівна** –

здобувач кафедри фізики, біології та методик їхнього навчання  
Центральноукраїнського державного педагогічного університету  
імені Володимира Винниченка  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6950-638X>  
e-mail: galina081771@gmail.com

## РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ЗАДАЧ ІЗ ПРИРОДНИЧИХ НАУК ТА АСТРОНОМІЇ ЗАСОБАМИ МОВИ РУТНОН І ПОЕЛЕМЕНТНОГО АНАЛІЗУ

**Постановка та обґрунтування актуальності проблеми.** Витоки природничих наук беруть свій початок із натурфілософії. Першим ученим, який виокремив із натурфілософії спочатку фізику, а за нею ставали самостійними галузями хімія, біологія був І. Ньютон. Під безпосереднім впливом Галлея він написав «Математичні початки натуральної філософії», де виокремив поняття, явища, процеси Природи і засобами моделювання математизував їх. Методологія такого підходу полягала у використанні закономірностей моделювання, геометрії Евкліда, астрономії, диференціального числення, фізичного експерименту та ін. Мотивацією для І. Ньютона, поштовхом для створення фундаментальної наукової праці була зацікавленість у наукових знаннях припливів відомого англійського Королівського астронома, геофізика, математика, метеоролога, фізика і демографа Е. Галлея, який організував і брав безпосередню участь у навколосемних морських подорожах і у своїх працях добре описав періодично спостережувані явища [4; 5; 10], але пояснити їх не міг. Під час зустрічей вчених було використано метод поелементного аналізу елементів знань натурфілософії, застосування якого привело до з'ясування поняття доцентрового та відцентрового прискорень, механізм взаємодії планети Земля та її природного супутника Місяця. На той час у Європі ніхто крім І. Ньютона не міг пояснити вказані явища, які він у значній мірі обґрунтував методом поелементного аналізу. У методиці навчання природничих наук цей метод мало застосовується, хоч він є ефективним. Постала проблема розглянути методику використання цього методу в світлі нинішньої парадигми освіти.

### Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Проблему поелементного аналізу та ІКТ досліджували вчені Н.Ю. Матяш, Л.П. Величко, С.Г. Литвинова та ін. О.О. Петлюченко розглядає поелементний аналіз змісту знань як метод окреслення міжпредметних зв'язків.

Н.С. Антонов у понятті поелементний аналіз виділяє три ознаки: склад, спосіб, направленість. Зв'язки реалізуються за складом: об'єкти, факти, поняття, теорії, методи. За способом використання є логічними прийомами освітнього процесу в змісті. Спрямованість означає формування цілісних вмінь і навиків та використання знань, коли розв'язуються навчальні задачі з залученням комп'ютерних платформ.

М.В. Хомутенко поелементну діяльність учнів у навчанні фізики визначає як аналітико-комп'ютерний стиль пізнання через аналіз, на підставі якого формується цілісне уявлення про об'єкт діяльності.

М.О. Кірик, Л.Л. Данилова реалізуючи концепцію Нової української школи, в основу авторської методики навчання мови у початкових класах покладають принцип поелементного написання букв і складання слів і речень.

Дослідники Лабораторії дидактики фізики, технологій та професійної освіти (<https://ldf-kr.at.ua/>) структурне забезпечення навчання природничих наук та загальнотехнічних дисциплін, складання завдання для підсумкового тематичного оцінювання пов'язують із поелементним аналізом результатів навчання, де належне місце відводиться комп'ютерному моделюванню. Використання структурно-логічних схем для дослідження елементів змісту навчально матеріалу широко використовують у

своїх дослідженнях М.І. Садовий та С.М. Стадніченко.

Для виявлення міжпредметних зв'язків і визначення шляхів їхньої реалізації М.П. Барболін, А.П. Беляєва, Г.М. Варковецька, використовують тематичний і поелементний аналіз змісту навчальних предметів найчастіше побудовою структурно-логічних схем, мережевих графіків та ін. з використанням ІКТ.

Таким чином, метод поелементного аналізу та комп'ютерного моделювання змісту навчальних предметів, розв'язування навчальних задач забезпечує визначення структурних елементів знань, умінь і навиків, з'ясування їхнього підпорядкування, встановлення внутрішньопредметних і можливих міжпредметних зв'язків на основі тотожності елементів.

Поелементний аналіз детермінує прийняття рішення відносно доцільності тих чи тих методів та засобів навчання. Якщо в цілісній структурі змісту навчання досить висока питома вага нових елементів знань, то управління пошуковою діяльністю суб'єктів навчання здійснювати досить складно, і тут на допомогу приходить комп'ютерне моделювання, яке оптимально поєднує інформаційно-пояснювальний та модельний метод із специфічними засобами навчання у вигляді семіотичних систем.

**Мета статті** полягає у теоретичному та практичному обґрунтуванні актуальності методу поелементного аналізу в навчанні природничих наук суб'єктів навчання та практичній його реалізації на прикладі розв'язування задач про явища тяжіння аналітичним способом та з використанням комп'ютерної програми мовою Python.

**Методи дослідження.** В ході дослідження проблеми були використані історико-генетичний, структурно-логічний та комп'ютерно-зорієнтований підходи, як методи дослідження, в основу яких покладено обумовлені та логічно упорядковані послідовні поелементні дії у формуванні компетентного суб'єкта навчання.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Історико-генетичний, структурно-логічний та комп'ютерно-зорієнтований підходи, як метод дослідження передбачає постулювання основних принципів у досягненні поставленої мети. Особливо це актуальне в період становлення нової педагогічної парадигми, упровадження концепції Нової української школи, які передбачають формування мислячої, здатної пристосовуватися до життєвих реалій особистості. Окреслене актуальне у навчанні природничих наук як у закладах загальноосвітньої середньої освіти, так і у закладах вищої освіти. Розглянемо це на прикладі поелементного аналізу та комп'ютерного моделювання мовою Python, зокрема такого важливого поняття як тяжіння, що слабне з відстанню за функцією  $f \sim \frac{1}{r^2}$  [11]. Внаслідок того, що Земля має протяжність, то через наявність тяжіння Місяць, Сонце, інші світила намагаються змінити Землю у розмірах. Постає геометрична проблема

таких змін. Місяць через свою протяжність ближню частину Землі притягує на 6,5 % сильніше ніж дальню (рис. 1).

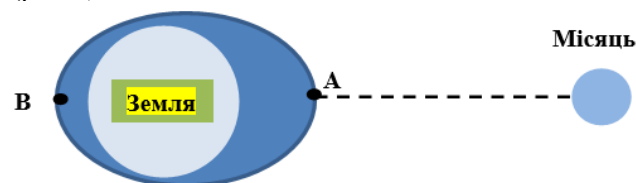


Рис. 1. Взаємодія частинок речовини Землі з Місяцем

Місячна Доба Місяця більша за сонячну на 50 хв. Тому кожні 6 год. 12,5 хв. має місце два приливи (повна вода) і два відливи (мала вода). Найбільші вона у вузьких затоках: Фанді (Канада) хвилі мають висоту 18 м; Сен-Мало (Франція) – до 14 м [11].

Наступний елемент аналізу – визначення величини взаємодії Місяця, Сонця і Землі, коли вони розташовані на одній прямій і в інших проміжних станах. Якщо за однією прямою, то Сонце підсилює дію Місяця на Землю і має місце сумарний приплив. За інших конфігурацій така дія буде іншою, коли під прямим кутом – квадратура, то спостерігається слабкий приплив (мала вода) [11]. Період зміна сильного і слабого припливів відбувається кожні сім днів. Як наслідок такого аналізу постає висновок: в океані виникає приливний горб. Так як обертовому руху твердого тіла властива відцентрова сила, то водяний виступ з'являється і на протилежній стороні земної кулі. Далі необхідно здійснити аналіз квадратурних приливів. Вони мають місце період першої і третьої чверті Місяця. Геометричний аналіз рис. 1, коли Сонце, Земля і Місяць створюють конфігурацію прямого кута, приводить до висновку, що сонячне і місячне гравітаційне тяжіння протидіють один одному.

Логічне продовження аналізу сил тяжіння показує, що висота приливів та відливів змінюються кожного дня в одних і тих же місцях Землі, бо для однієї й тієї ж точки дослідження відстань між Землею та Місяцем змінюється у момент кульмінації. Подальші роздуми приводять до умовисновку про непостійність величини приливу утворюючої сили  $F = 2G \frac{MR}{r^3} \sqrt{1 - \frac{3}{4} \cos^2 h}$ , де  $G$  – стала тяжіння,  $R$  – радіус Землі,  $r$  – відстань від Місяця до Землі,  $h$  – висота Місяця над обрієм в момент кульмінації [5, с. 82–88]. Приведена формула одержується при розв'язуванні стандартних задач з фізики.

Далі суб'єкти навчання мають узагальнити приведені раніше висновки і прийти до узагальнення: поверхню Землі поширюються дві приливні хвилі, відстаючи від Місяця. Важливим тут є: у твердому земному середовищі також є амплітуда коливання (вона складає до 0,5 м) у воді вона доходить одного метра.

Доцільно здійснити поелементний аналіз процесу поширення приливної хвилі з урахуванням конфігурації дна світового океану та морів, коли

хвиля поширюється до берега. В залежності від цього амплітуда приливної морської або океанської хвилі можуть підсилюватися у багато разів: у вузьких заливах, звуженнях, гирлах річок виникає в середньому хвиля висотою до 5 м та швидкістю поширення у 7,5 м/с. Суб'єктам навчання пропонується дослідити місця зміни напрямку течії річок внаслідок припливів. Для цього викладач пропонує студентам чи учням розглянути географічну карту і виділити найбільш зручні для аналізу річки. Так двічі на рік глибина Темзи змінює різницю рівнів від максимального до мінімального значення близько 8 м. В Амазонці (Бразилія) висота водяного валу в гирлі річки складає 5 м, що рухається з швидкістю 5–7,5 м/с на відстань 5–10 км; річка Цяньтан (Китай) зазнає впливу хвилі висотою в 9 м, що має швидкість 11 м/с; у гирлі Сени (Франція) висота хвилі досягає 7 м, що рухається зі швидкістю 2–10 м/с; висота хвилі 2 м, швидкість поширення 5,5 м/с зафіксована у річці

Кука (США); в річці Кампар (Індонезія) хвиля висотою 6 м поширюється на 40 км та ін. [4; 5; 11]. На основі приведених даних доцільно побудувати карту найбільш значимих припливів світового океану (рис. 2).

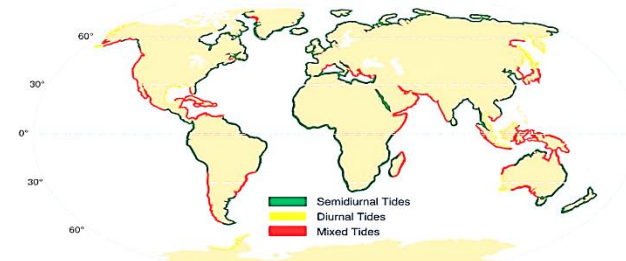


Рис. 2. Карта припливів світового океану

Із поелементного аналізу приведеної карти (рис. 2) випливає, що найбільші приливи будуть, коли Місяць знаходиться найвище над об'ємом.

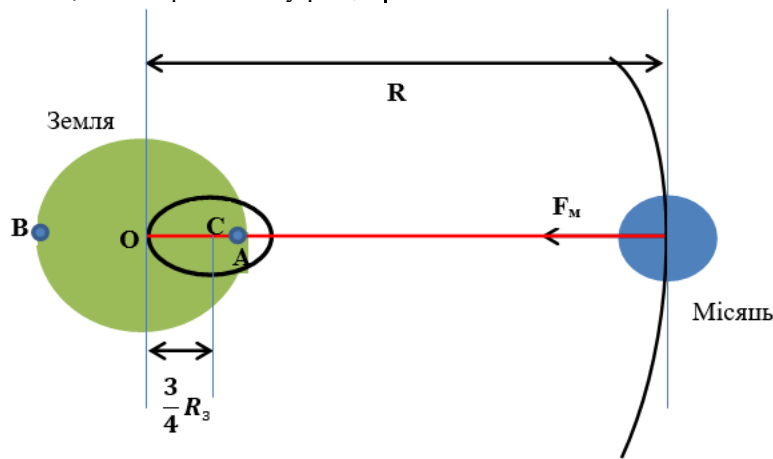


Рис. 3. Сили взаємодії між об'єктами

Розглянемо випадок (рис. 3) розташування Землі ( $R_3 = 6370$  км) та Місяця ( $R_M = 1740$  км). Між їх центрами  $R = 384\,400$  км. Рух Місяця здійснюється у радіуса  $r_M = R - \frac{3R_3}{4}$ , а Землі – за радіусом  $r_3 = \frac{3R_3}{4}$ . Тоді сили взаємодії обчислюються  $F_3 = G \frac{M_M M_3}{R^2}$ ;  $F_M = G \frac{M_M M_3}{R^2}$  [11].

За рахунок взаємодії з Місяцем у наслідок обертання Земля має доцентрове прискорення:  $a_{доц} = a_0 = \frac{GM_M}{R^2}$ .  $R_3 = 6370$  км, а  $F_{Гр} \sim \frac{1}{R^2}$ . Тоді протилежні частинки А та В (рис. 3) на діаметрі Землі за рахунок гравітаційної взаємодії з Місяцем набувають прискорення: в точці А:  $a_A = \frac{GM_M}{(R-R_3)^2}$ , в точці В:  $a_B = \frac{GM_M}{(R+R_3)^2}$ .

Пропонується зробити аналіз одержаних вище співвідношень. Порівнюючи елементи прискорень.

Маємо  $a_A < a_0 < a_B$ . Тоді розглянемо поведінку частинок води світового океану. Рухомі частинки води разом із Землею притягуються до Місяця. Частинки води у точці А випереджають тверду оболонку Землі. В свою чергу частинки води в точці В з протилежного боку – відстають. Що буде з поверхнею океану на лінії з'єднання центрів Місяця та Землі? Аналіз приводить до висновку: виникають два горби.

Який рух води бачить спостерігач на Землі за добу? Із аналізу рис. 3 та одержаних співвідношень: спостерігач двічі на добу побачить наступ хвилі зі сходу на захід; таке властиве кожній точці світового океану земної кулі. Напрямок руху хвилі спрямований назустріч обертанню Землі. Таку хвилю І. Ньютон та Е. Галлей називали приливною.

На нашу думку, якісну картину приливів та відливів доцільно доповнити кількісною. Для цього суб'єктам навчання пропонуємо розв'язати задачу, де визначити, як впливає на приливи і відливи Місяць і Сонце окремо й разом.

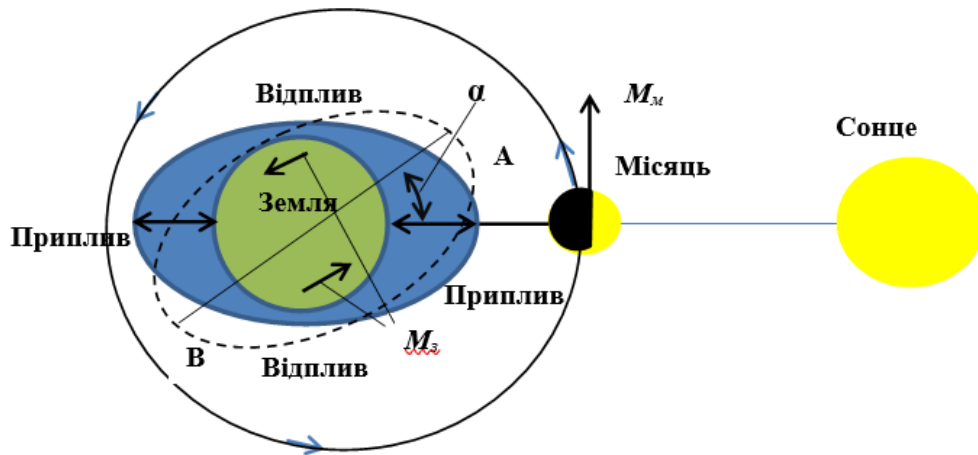


Рис. 4. Приливи та відливи за участі Сонця та Місяця

Для виконання кількісних обрахунків здійснимо поелементний геометричний та аналітичний аналіз з оцінками ефекту приливів спочатку Місяця, а потім Сонця [11].

$$\Delta a_M = a_A - a_0 = \frac{GM_M}{(R-R_3)^2} - \frac{GM_M}{R^2} = \frac{GM_M(2R-R_3)R_3}{R^2(R-R_3)^2},$$

$$\Delta a_C = a_{Bc} - a_{0c} = \frac{GM_C}{(R_{3c}-R_3)^2} - \frac{GM_C}{R_{3c}^2} = \frac{GM_C(2R_{3c}-R_3)R_3}{R_{3c}^2(R_{3c}-R_3)^2}.$$

Далі проводимо аналіз кожної складової приведених формул із виходом на їхній фізичний зміст (рис. 4). Оціночні дані наступні  $R_3 \ll R_{3c}; R_3 < < R$ . Логічно впливає привести оцінку приливного ефекту для Місяця:  $\Delta a_M = \frac{2GM_MR_3}{R^3}$ . З іншого боку приливний ефект для Сонця:

$$\Delta a_M = \frac{2GM_C R_3}{R_{3c}^3}. \text{ Врахуємо, що } R = 60R_3;$$

$$R_{3c} = 25000R_3; M_C \approx 27 \cdot 10^6 M_M$$

Тоді співвідношення між прискореннями складає  $\frac{\Delta a_M}{\Delta a_C} \approx 2,3$ . Припливна дія Місяця у 2,3 рази більша за таку ж дію Сонця.

На основі приведених міркувань можна скласти графічну модель системи у вигляді структурно-логічної схеми. Проте у вік ІКТ це доцільно виконати з допомогою комп'ютерного моделювання.

Проблемі моделювання в освітньому процесі фізичних явищ і процесів із метою їхнього подальшого дослідження приділяли увагу значна частина вчених, серед яких Ю.О. Жук, Ю.В. Єчкало, В.П. Муляр, О.В. Резіна, М.І. Садовий, С.О. Семеріков, В.І. Сумський, І.О. Теплицький, М.В. Хомутенко та ін. У своїх дослідженнях учені пропонують використовувати різноманітні програмні засоби та мови програмування, зокрема, і під час навчання астрономічних явищ і процесів.

Проведені нами дослідження [8; 9] дають змогу стверджувати, що на сучасному етапі досить добре зарекомендувала себе мова Python. Саме її ми пропонуємо використовувати для створення

комп'ютерної моделі досліджуваного астрономічного об'єкту чи процесу на початковому рівні. Мова програмування Python є популярною, як серед початківців, так і серед досвідчених фахівців в інформаційних технологіях. Логічність, простота та лаконічність мови Python приваблює дослідників та дає змогу якісно створити модель досліджуваного процесу. Розглянемо для прикладу задачу з астрономії.

**Задача 1** [8]. Астероїд Амур рухається по еліпсу з ексцентриситетом 0,43. Чи може цей астероїд зіткнутися із Землею, якщо його період обертання навколо Сонця дорівнює 2,66 року?

Дано:	Розв'язання:
$T = 2,66$ року	Астероїд може зустрітися із Землею, якщо він перетнеться з орбітою Землі, тобто якщо відстань у перигелії
$e = 0,43$	$r_{min} \leq 1$ а.о.
$r_{min} - ?$	За допомогою третього закону Кеплера визначаємо велику піввісь орбіти астероїда:

$$r_{min} \leq 1 \text{ а.о.}$$

За допомогою третього закону Кеплера визначаємо велику піввісь орбіти астероїда:

$$a_1 = a_2 \left(\frac{T_1}{T_2}\right)^{\frac{2}{3}},$$

де  $a_2 = 1$  а.о. – велика піввісь орбіти Землі;  $T_2 = 1$  рік – період обертання Землі навколо Сонця.

$$a_1 = T_1^{\frac{2}{3}} = 2,66^{\frac{2}{3}}$$

$$a_1 = 2,66^{\frac{2}{3}} = 1,92 \text{ (а.о.)}$$

$$a = c + r_{min}$$

$$c = ea$$

$$r_{min} = a(1 - e)$$

$$r_{min} = 1,92(1 - 0,43) = 1,09 \text{ (а.о.)}$$

**Відповідь:** Астероїд Амур не перетне орбіту Землі, тому не може зіткнутися із Землею.

#введення даних

```
t=float(input('Введіть період обертання T: '))
e=float(input('Введіть ексцентриситет e: '))
```

```
#константи
af=1.01671388 #Афелій Землі
#Обчислення
#За допомогою третього закону Кеплера визначаємо
велику піввісь орбіти астероїда
a1=t**(2/3)
#Обраховуємо мінімальний радіус орбіти астероїда
r_min=a1*(1-e)
print('Радіус астероїда r_min=', r_min)
#Порівнюємо афелій Землі з мінімальним радіусом
орбіти астероїда
#Виведення результатів
if af<r_min:
    print('Відповідь: Астероїд не перетне орбіту Землі,
    тому не може зіткнутись із Землею.')
else:
    print('Відповідь: Астероїд перетне орбіту Землі, тому
    може зіткнутись із Землею.')
```

**Задача 2.** Зоря Вега розташована на відстані 26,4 св. року від Землі. Скільки років летіла б до неї ракета з постійною швидкістю 30 км/с?

Дано: $D = 26.4$ св. року $c = 300000$ км/с $v = 30$ км/с <hr style="width: 100%;"/> $t = ?$	Розв'язання: $t = \frac{cD}{v}$ $t = \frac{26.4 * 30000}{30}$ $= 264000 \text{ (років)}$ Відповідь: $t = 264000$ років.
--	--

```
#введення даних
d=float(input('Введіть відстань D: '))
v=float(input('Введіть швидкість v: '))
#константи
c=300000 #Швидкість світла
#Обчислення
t=c*d/v
#Виведення результату
print(f'Відповідь: t={t} років.')
```

**Задача 3.** З якою частотою повторюється протистояння Марсу, сидеричний період якого дорівнює 1,9 років.

Дано: $T = 1.9$ років <hr style="width: 100%;"/> $S = ?$	Розв'язання: $\frac{1}{S} = \frac{1}{T_3} - \frac{1}{T}$ $S = \frac{T_3 T}{T - T_3}$ $S = \frac{1 * 1.9}{1.9 - 1} = 2.11 \text{ років.}$ Відповідь: $S = 2.11$ років.
--	--

```
#введення даних
t=float(input('Введіть сидеричний період T: '))
#константи
t_z=1 #сидеричний період Землі
#Обчислення
s=t_z*t/(t-t_z)
#округлимо значення
s = float('{:.2f}'.format(s))
```

```
#Виведення результату
print(f'Відповідь: s={s} років.')
```

**Висновки з дослідження і перспективи подальших розробок.** В статті здійснено теоретичний аналіз сутності поелементного аналізу та виконано практичне обґрунтування актуальності методу поелементного аналізу навчальних задач природничих наук для успішного формування у суб'єктів навчання предметних компетентностей в ході його реалізації на прикладі розв'язування задач про явища тяжіння аналітичним способом та з використанням комп'ютерної програми мовою Python. Подальші дослідження доцільно поширити на інші фундаментальні інтегративні поняття природничих наук.

**СПИСОК ДЖЕРЕЛ**

- Бевз А.В., Садовий М.І. Особливості методів навчання фізики і астрономії у коледжах. *Проблеми математичної освіти (ПМО-2019)*: матер. VIII Міжнар. наук.-метод. конф., 11–12 квіт. 2019, м. Черкаси. С. 140–142.
- Биков В.Ю. Технології хмарних обчислень – провідні інформаційні технології подальшого розвитку інформатизації системи освіти України. *Комп'ютер у школі та сім'ї*. 2011. № 6. С. 3–11.
- Вергун І.В., Садовий М.І., Трифонова О.М. Комп'ютерне моделювання як засіб реалізації білінгвального підходу позакласні роботи з фізики. *Моделювання в освітньому процесі*: матер. Всеукр. наук.-практ. Інтернет-конф., 25–28 лютого 2019, м. Луцьк. С. 20–23.
- Карпенко Н.І. Фізика припливів і відпливів. Обертаюча припливна течія, амфідромічна точка. *Рельєф морських берегів*. Львів : Вид. центр ЛНУ імені Івана Франка, 2009. 308 с.
- Кононович Э.В., Мороз В.И. Общий курс астрономии: учебное пособие; под ред. В.В. Иванова. Изд. 2-е, испр. М.: Едиториал УРСС, 2004. 544 с.
- Литвинова С.Г. Проектування хмаро орієнтованого навчального середовища загальноосвітнього навчального закладу: монографія. Київ: ЦП «Компринт», 2016. 354 с.
- Навчальна програма для закладів загальної середньої освіти. Природничі науки. Інтегрований курс. 10-11 клас. Автор. кол. під кер. Засекоїної Т.М. Затверджено МОНУ (наказ № 1407 від 23.10.2017). 26 с.
- Садовий М.І., Курнат Г.Л., Трифонова О.М. Методика використання мови Python при розв'язуванні задач з астрономії. *Проблеми та інновації в природничо-математичній, технологічній і професійній освіті*: матер. XII Міжнар. наук.-практ. онлайн-інтернет конф., 01–16 листопада 2021, м. Кропивницький. С. 92–93.
- Садовий М.І., Резіна О.В., Трифонова О.М. Розвиток інформаційно-цифрової компетентності майбутніх фахівців комп'ютерних технологій при розв'язуванні фізико-технічних задач. *Наукові записки. Серія: Педагогічні науки (ЦДПУ ім. В. Винниченка)*. 2019. Вип. 183. С. 29–38.
- Садовий М.І., Трифонова О.М. Історія фізики з перших етапів становлення до початку ХХІ століття: навч. посібн. для студ. ф.-м. фак. вищ. пед. навч. закл. Кіровоград: ПП «Центр оперативної поліграфії «Авангард», 2013. Вид. 2-ге переробл. та доп. 436 с.

11. Садовий М.І., Трифонова О.М. Нетрадиційна енергетика та навколишнє середовище. Кіровоград: РВВ КДПУ ім. В. Винниченка, 2015. 52 с.
12. Стадніченко С.М. Використання структурно-логічних схем для реалізації системного підходу в умовах особистісно орієнтованого навчання. *Наукові записки. Серія: Педагогічні науки (ЦДПУ ім. В. Винниченка)*. 2005. Вип. 60, Ч. 2. С. 113–119.
13. Хомутенко М.В. Організація діагностики зі шкільного курсу атомної і ядерної фізики в хмаро орієнтованому навчальному середовищі : навч. посібн.; ред. О.М. Трифонові. Кропивницький: ПП «ЦОП «Авангард», 2017. 88 с.

**REFERENCES**

1. Bevz, A.V., Sadovyi, M.I. (2019) *Osoblyvosti metodiv navchannya fizyky i astronomiyi u koledzhakh* [Features of methods of teaching physics and astronomy in colleges]. Cherkasy.
2. Bykov, V.Yu. (2011) *Tekhnolohiyi khmarnykh obchyslen' – providni informatsiyi tekhnolohiyi podal'shoho rozvytku informatyzatsiyi systemy osvity Ukrainy* [Cloud computing technologies are the leading information technologies for further development of informatization of the education system of Ukraine]. Kyiv.
3. Verhun, I.V., Sadovyi, M.I., Tryfonova, O.M. (2019) *Komp'yuterne modelyuvannya yak zasib realizatsiyi bilinhval'noho pidkhodu pozaklasni roboti z fizyky* [Computer modeling as a means of implementing a bilingual approach to extracurricular work in physics]. Lutsk.
4. Karpenko, H.I. (2009) *Fizyka pryplyviv i vidplyviv. Obertayucha pryplyvna techiya, amfidromichna tochka* [Physics of tides. Rotating tidal current, amphidromic point]. Lviv.
5. Kononovich, E.V., Moroz, V.I. (2004) *Obshchyy kurs astronomii* [General Astronomy Course]. Moskva.
6. Lytvynova, S.H. (2016) *Proektuvannya khmaro oriyentovanoho navchal'noho seredovysheha zahal'noosvitn'oho navchal'noho zakladu* [Designing a cloud-based learning environment of a secondary school]. Kyiv.
7. *Navchal'na prohrama dlya zakladiv zahal'noyi seredn'oyi osvity. Pryrodnychi nauky. Intehrovanyy kurs. 10-11 klas* (2017) [Curriculum for general secondary education. Natural Sciences. Integrated course. Grades 10-11]. Kyiv.
8. Sadovyi, M.I., Kurnat, H.L., Tryfonova, O.M. (2021) *Metodyka vykorystannya movy Python pry rozv'yazuvanni zadach z astronomiyi* [Methods of using Python in astronomy]. Kropyvnytskyi.
9. Sadovyi, M.I., Ryezina, O.V., Tryfonova, O.M. (2019) *Rozvytok informatsiyno-tsifrovoyi kompetentnosti maybutnikh fakhivtsiv komp'yuternykh tekhnolohiy pry rozv'yazuvanni fizyko-tekhnichnykh zadach* [Development of information and digital competence of future specialists in computer technology in solving physical and technical problems]. Kropyvnytskyi.
10. Sadovyi, M.I., Tryfonova, O.M. (2013) *Istoriya fizyky z pershykh etapiv stanovlennya do pochatku XXI stolittya* [History of physics from the first stages of formation to the beginning of the XXI century]. Kropyvnytskyi.
11. Sadovyi, M.I., Tryfonova, O.M. (2015) *Netradytsiyana enerhetyka ta navkolyshnye seredovyshe* [Unconventional energy and the environment]. Kirovohrad.

12. Stadnichenko, S.M. (2005) *Vykorystannya strukturno-lohichnykh skhem dlya realizatsiyi systemnoho pidkhodu v umovakh osobystisno oriyentovanoho navchannya* [The use of structural and logical schemes for the implementation of a systematic approach in the context of personality-oriented learning]. Kirovohrad.
13. Khomutenko, M.V. (2017) *Orhanizatsiya diahnostryky zi shkil'noho kursu atomnoyi i yadernoyi fizyky v khmaro oriyentovanomu navchal'nomu seredovyshechi* [Organization of diagnostics from the school course of atomic and nuclear physics in a cloud-based learning environment]. Kropyvnytskyi.

**ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ**

**ТРИФОНОВА Олена Михайлівна** – доктор педагогічних наук, доцент, доцент кафедри природничих наук, хімії, географії та методик їхнього навчання Центральноукраїнського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка.

**Наукові інтереси:** розвиток інформаційно-цифрової компетентності.

**САДОВИЙ Микола Ілліч** – доктор педагогічних наук, професор, завідувач кафедри теорії та методики технологічної підготовки, охорони праці та безпеки життєдіяльності Центральноукраїнського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка.

**Наукові інтереси:** теорія та методика навчання (фізика та технології).

**КУРНАТ Галина Леонідівна** – здобувач кафедри фізики, біології та методик їхнього навчання Центральноукраїнського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка.

**Наукові інтереси:** реалізація компетентнісного підходу в освітньому процесі.

**INFORMATION ABOUT THE AUTHORS**

**TRYFONOVA Olena Mykhaylivna** – Doctor of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of Department of Natural Sciences, Chemistry, Geography and their Teaching Methods of Volodymyr Vynnychenko Central Ukrainian State Pedagogical University.

**Circle of research interests:** development of information and digital competence.

**SADOVYI Mykola Illich** – Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, Manager of Department of Theory and Method of technological preparation, labour and safety of vital functions protection of Volodymyr Vynnychenko Central Ukrainian State Pedagogical University.

**Circle of research interests:** theory and methods of teaching (physics and technology).

**KURNAT Halyna Leonidivna** – applicants of Department of Physics, Biology and Method of its Teaching of Volodymyr Vynnychenko Central Ukrainian State Pedagogical University.

**Circle of research interests:** implementation of the competence approach in the educational process.

*Стаття надійшла до редакції 30.10.2021 р.*