

# НАУКОВІ ЗАПИСКИ МАЛОЇ АКАДЕМІЇ НАУК УКРАЇНИ



Організація Об'єднаних  
Націй з питань освіти,  
науки і культури



Мала академія  
наук України  
під егідою ЮНЕСКО

# SCIENTIFIC NOTES OF JUNIOR ACADEMY OF SCIENCES OF UKRAINE

<http://doi.org/10.51707/2618-0529-2020-18>  
№ 2 (18) 2020

## ЗАСНОВНИК

Національний центр  
«Мала академія наук України»

ISSN 2618-0529 (Print)  
ISSN 2786-4510 (Online)

## НАУКОВЕ ВИДАННЯ

Виходить тричі на рік. Видається з 2012 р.  
Свідоцтво про державну реєстрацію  
в Міністерстві юстиції України:  
серія КВ № 24354–14194 ПР від 24.02.2020 р.

## РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ

### ГОЛОВНИЙ РЕДАКТОР

Стрижак О. Є., д-р техн. наук

### ЧЛЕНИ РЕДАКЦІЙНОЇ КОЛЕГІЇ:

Биковська О. В., д-рка пед. наук  
Билик Ж. І., канд. біол. наук  
Глоба Л. С., д-рка техн. наук  
Гулай О. І., д-рка пед. наук  
Загородня А. А., д-рка пед. наук  
Кузьменко О. С., д-рка пед. наук  
Новогрудська Р. Л., канд. техн. наук  
Терлецька К. В., д-рка фіз.-мат. наук  
Савченко І. М., канд. пед. наук  
Стучинська Н. В., д-рка пед. наук  
Шаповалов Є. Б., канд. техн. наук  
Чернецький І. С., канд. пед. наук

### ІНОЗЕМНІ ЧЛЕНИ РЕДАКЦІЙНОЇ КОЛЕГІЇ:

Андрушкевич Ф., д-р пед. наук (Польща)  
Левін І., д-р техн. наук (Ізраїль)  
Мірцхулава Л., канд. техн. наук (Грузія)

## EDITORIAL BOARD

### CHIEF EDITOR

Stryzhak O. Ye., D. Sc. in Engineering

### EDITORIAL BOARD MEMBERS:

Bykovska O. V., D. Sc. in Pedagogy  
Bilyk Zh. I., PhD in Biology  
Globa L. S., D. Sc. in Engineering  
Hulai O. I., D. Sc. in Pedagogy  
Zagorodnya A. A., D. Sc. in Pedagogy  
Kuzmenko O. S., D. Sc. in Pedagogy  
Novogradska R. L., PhD in Engineering  
Terletska K. V., D. Sc. in Physics and Mathematics  
Savchenko I. M., PhD in Pedagogy  
Stuchynska N. V., D. Sc. in Pedagogy  
Shapovalov Ye. B., PhD in Engineering  
Chernetskyi I. S., PhD in Pedagogy

### FOREIGN MEMBERS OF THE EDITORIAL BOARD:

Andruszkiewicz F., D. Sc. in Pedagogy (Poland)  
Levin I., D. Sc. in Engineering (Israel)  
Mirtskhulava L., PhD in Engineering (Georgia)

Рекомендовано до друку Вченою радою  
Національного центру «Мала академія наук України»  
(протокол № 5 від 17 серпня 2020 р.)  
Статті проходять подвійне сліпе рецензування

Журнал представлено в реферативній  
базі даних Національної бібліотеки імені В. І. Вернадського  
«Україніка наукова», українському реферативному  
журналі «Джерело»

## ЗМІСТ

<i>Довгий С. О., Терлецька К. В., Бабійчук С. М.</i> Кліматична освіта в Малій академії наук України .....	3
<i>Мандражи О. А.</i> Науковий парк як один із чинників створення національної екомережі в Україні .....	14
<i>Постова К. Г.</i> Навчальний STEM-проект «Мініметеостанція» .....	23
<i>Новогрудська Р. Л.</i> Онтологічний підхід до проектування Інтернет-порталів знань .....	33
<i>Попова М. А.</i> Когнітивна ергономіка онтології навчального призначення .....	43
<i>Атамась А. І., Сліпукхіна І. А., Чернецький І. С., Шиховцев Ю. С.</i> Віртуальні середовища проектування електронних пристроїв як засіб інструментальної цифрової дидактики .....	57
<i>Рева О. М., Андросович К. А., Радецька С. В., Бурдельна Є. А.</i> Визначення взаємного впливу основних навчальних домінант і рівнів домагань старшокласників .....	68
<i>Флярковська О. В.</i> Формування соціальної компетентності у підлітковому віці .....	81
<i>Солдатенко В. О.</i> Огляд стандартів створення навчальних матеріалів у системах керування навчанням .....	88
<i>Воронкін О. С.</i> Теоретичні засади дослідження інтегративних підходів у реалізації освітніх STEM-програм у закладах загальної середньої освіти України .....	95
<i>Свириденко Д. Б., Александрова Ю. М.</i> Наукова освіта: пошук ефективних публікаційних практик .....	104

## CONTENTS

<i>Dovhyi S. O., Terletska K. V., Babiichuk S. M.</i> Climate education in Junior academy of sciences of Ukraine .....	3
<i>Mandrazhy O. A.</i> The science park as one of the factors for creating a national ecological network in Ukraine.....	14
<i>Postova K. H.</i> Educational STEM-project «Mini meteostation» .....	23
<i>Novohrudska R. L.</i> The ontological approach to Internet knowledge portals design .....	33
<i>Popova M. A.</i> Cognitive ergonomics of educational ontology .....	43
<i>Atamas A. I., Slipukhina I. A., Chernetckyi I. S., Shykhovtsev Y. S.</i> Virtual environments for the design of electronic devices as a means of instrumental digital didactics .....	57
<i>Reva O. M., Androsovyh K. A., Radetska S. V., Burdelna Ye. A.</i> Mutual influence definition of high school students' basic educational dominants and aspiration levels .....	68
<i>Fliarkovska O. V.</i> Formation of social competence in adolescence .....	81
<i>Soldatenko V. O.</i> Review of standards for creating training materials in learning management systems .....	88
<i>Voronkin O. S.</i> Theoretical basis of integrative approaches studying of STEM-education programs implementation in secondary educational institutions of Ukraine .....	95
<i>Svyrydenko D. B., Aleksandrova Yu. M.</i> Science education: searching of the effective publication practices .....	104

С. О. Довгий,  
К. В. Терлецька,  
С. М. Бабійчук

## КЛІМАТИЧНА ОСВІТА В МАЛІЙ АКАДЕМІЇ НАУК УКРАЇНИ

**Анотація.** Глобальні кліматичні зміни — одна з центральних проблем розвитку людства. У довгостроковій перспективі кліматичні зміни з великою імовірністю призведуть до суттєвого спаду економічного зростання. Освіта є одним з важливих інструментів для формування рішень щодо реагування на подальші зміни клімату. Кліматична освіта вимагає мультидисциплінарного підходу, який охоплює предмети як природничих (фізика, хімія, географія, біологія, геофізика тощо), так і соціальних наук (економіка, право тощо). Кліматична освіта в Малій академії наук України (як центру ЮНЕСКО з наукової освіти) включає навчальні заходи в рамках підходів наукової освіти, тобто на основі дослідницької діяльності і проєктів, пропагуючи активну освітню діяльність: дослідження, дискусії, висування та перевірка гіпотез, заохочення школярів до активної роботи в класах шляхом опитування, спроб та помилок, впровадження конкретних рішень для розв'язання проблем зміни клімату. Кінцевою метою методичної роботи є вдосконалення підготовки кадрів з питань змін клімату та вчителів природничих спеціальностей, розвиток екологічної обізнаності, розуміння фізичних аспектів формування природних явищ, як-от парниковий ефект, океанічні течії та атмосферні циркуляції, інших наукових знань та життєвих навичок. Вони є необхідними для молодих людей з метою розуміння причин, наслідків і механізмів, що призводять до змін клімату. У статті описані можливості інтеграції елементів наукової освіти з кліматичних питань у позашкільну освітню програму, наведено приклади тем і відповідних методик проведення демонстрацій фізичних експериментів, продемонстровано можливості застосування засобів дистанційного зондування Землі для моніторингу кліматичних змін та чинників, що впливають на них.

**Ключові слова:** зміни клімату, наукова освіта, демонстрації, фізичні експерименти, гідродинаміка, дистанційне зондування Землі.

**Постановка проблеми.** На часі є нагальна потреба в колективних діях задля пом'якшення наслідків зміни клімату й адаптації людства до змін клімату. Освіта є важливим інструментом глобальної відповіді на ці зміни. Концепція Нової української школи «Екологічна грамотність та здорове життя» — одна з десяти ключових компетентностей, що має формуватися за час навчання в школі.

**Мета статті** — ознайомлення з практичними прикладами впровадження ідей кліматичної освіти в Малій академії наук України.

**Виклад основного матеріалу.** У статті йтиметься про можливості інтеграції елементів наукової освіти з кліматичних питань у позашкільну програму, будуть наведені ідеї щодо тем і відповідні методики проведення демонстрацій як фізичних експериментів, так і можливості застосування дистанційного зондування Землі (далі — ДЗЗ) для моніторингу кліматичних змін і чинників, що впливають на них. Завдяки тому, що супутникова зйомка охоплює всю територію Земної кулі, учні можуть отримати інформацію про стан атмосферного повітря

з будь-якої частини світу, порівнювати процеси та явища, які одночасно відбуваються у різних країнах, континентах чи регіонах. Це дає їм змогу обирати об'єктом дослідження не лише територію, яку вони добре знають чи можуть відвідати, а й віддалені та важкодоступні місця.

Нині у світі існує багато міжнародних програм, які прагнуть зробити освіту впливовим інструментом міжнародної реакції на зміни клімату [1, 2, 3]. Суть цих програм полягає у посиленні можливостей та зв'язків між державами-учасниками й у створенні глобальних баз даних для можливостей досліджень причин та наслідків кліматичних змін. Так, наприклад, 2018 р. Національний центр «Мала академія наук України» (далі — НЦ «МАНУ») отримав статус Академії «Копернікус» і став частиною мережі, яка об'єднує європейські університети, дослідницькі установи, бізнес-школи у всьому світі з метою оприлюднення та оброблення даних ДЗЗ, в тому числі і для кліматичних досліджень [4]. Впроваджує ідеї програми «Копернікус» у НЦ «МАНУ» лабораторія «ГІС та ДЗЗ», основними напрямками діяльності якої є створення навчально-методичного забезпечення з основ ДЗЗ для освітньої діяльності закладів позашкільної та загальної середньої освіти.

Ефективна кліматична освіта має охоплювати такі питання:

1. Питання наукової освіти (наукове розуміння фізичних явищ і процесів, що лежать в основі формування погоди та клімату).

2. Питання екологічної обізнаності (розуміння наслідків людської діяльності).

3. Питання використання набутих навичок (критичне мислення, творче мислення, прийняття рішень і навички комплексного розв'язання проблем, самоусвідомлення та емпатія, стійкість і здатність давати собі раду зі стресом тощо) (рис. 1).

Підходи наукової освіти, що активно застосовуються НЦ «МАНУ», як центром з наукової освіти ЮНЕСКО, передбачають створення умов заохочення школярів до активної участі в процесі дослідження шляхом формулювання своїх наукових гіпотез, їх перевірки та подальших дискусій. А також можливе впровадження конкретних ідей для вирішення глобального виклику — зміни клімату. Два підходи до наукової освіти, які є ключовими, — це навчання на основі дослідницької діяльності і навчання на основі проєктів. Ці підходи спрямовані на підтримку школярів у розвитку їх критичного мислення та комплексного бачення проблеми дослідження. Крім того, застосовуються підходи до навчання на основі запитів (Inquiry Based Learning — навчальний підхід, що ґрунтується на пошуку учнями від-



Рис. 1. Схематичне відображення основних блоків кліматичної освіти

повідей, здебільшого через дослідження, на власні запитання), які характерні для STEM-освіти. Такі підходи, як правило, мають три етапи:

1. Запитання, ініційоване викладачем, яке допомагає дітям формулювати гіпотези.
2. Формулювання гіпотези: дослідження з метою вивчення цієї гіпотези, яке може бути проведено через експерименти, досліди та спостереження.
3. Дослідження і структурування знань спонукає до формулювання нових запитань.

### Кліматичні зміни

Ґрунтуючись на аналізі тисяч наукових публікацій, Міжурядова група експертів з питань змін клімату (IPCC) дійшла висновку [4], що потепління кліматичної системи Землі є однозначним. Як видно з *рис. 2 (а)*, протягом останніх 100 років відбувається підвищення середньої глобальної температури поверхні всієї планети, а після промислової революції спостерігається підвищення швидкості потепління, і це

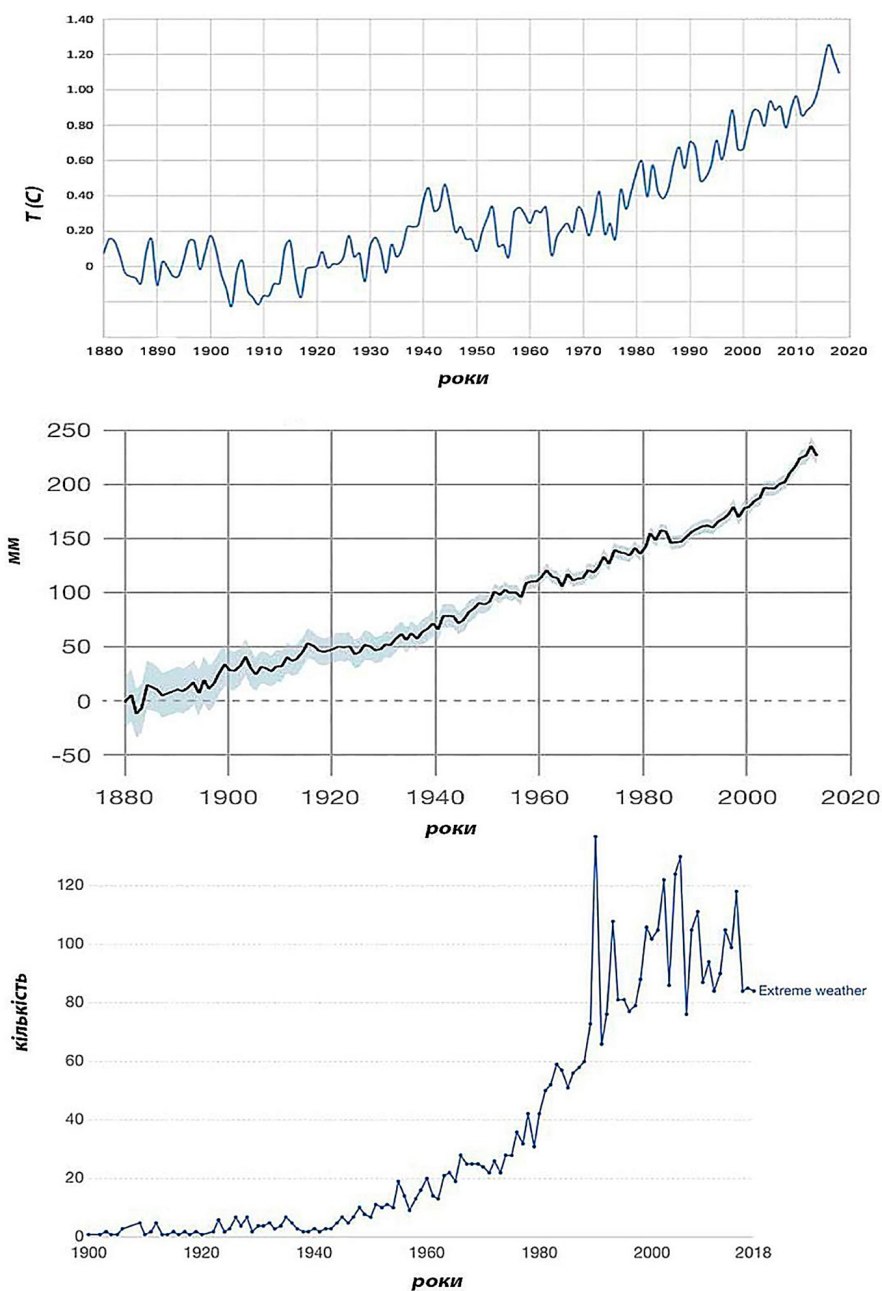


Рис. 2. (а) — середня глобальна температура поверхні всієї планети, (б) — підняття глобального рівня моря, (в) — короточасні екстремальні погодні явища [2]

підвищення становить майже 1°C. Таке стрімке зростання глобальної температури вже спричинило зміни глобального рівня океану (рис. 2 (б)) і призвело до збільшення кількості короточасних екстремальних погодних явищ (рис. 2 (в)).

У звіті зазначено, що діяльність людини є дуже ймовірною причиною цих швидких змін. У 2019 р. IPCC опублікувала спеціальний звіт [5], в якому наголошувалося на важливості саме океанів та кріосфери в кліматичній системі і тому, наскільки сильно вони впливають на майбутні зміни. У цьому документі було зроблено акцент на необхідності включення цих знань в освітній процес. Тому важливо дати відповіді на такі запитання:

1. Що таке клімат, і чому він змінюється?
2. Чому для нас важливі океан та кріосфера?
3. Як швидко змінюється клімат, і як на ці зміни впливає людина?
4. Як змінюються океан і кріосфера через зміни клімату?
5. Який вплив це має на людство?
6. Як ми можемо діяти задля пом'якшення та адаптації до змін клімату?

Підвищення температури атмосфери супроводжується змінами атмосферної циркуляції, зміною кількості опадів в окремих регіонах та суттєвими змінами у Світовому океані (зростання рівня, зміни його характеристик). Температура води теж підвищується, площа і товщина плавучих крижин в Арктиці зменшується, як і площа покривних льодовиків у Західній Антарктиці. Теплове розширення морської води, танення льодовиків у Гренландії та Антарктиді спричиняють зростання середнього рівня Світового океану. Наслідки кліматичних змін проявляються по-різному на різних часових

масштабах — як через короточасні екстремальні погодні явища, як-от урагани, повені, так і через повільні зміни, які стають помітними протягом десятиліть, наприклад повільне підняття рівня моря.

### Причини кліматичних змін

Усвідомлення того, що клімат змінюється, — це перший крок у розумінні кліматичних змін, спричинених людиною. Другий крок — усвідомлення відповідальності людини за ці зміни. Тому маємо розтлумачити сутність фізичних механізмів, що беруть участь у глобальному потеплінні (зокрема, роль парникових газів) та впливу діяльності людини на зростання вмісту діоксиду вуглецю в атмосфері.

Механізм виникнення парникового ефекту можна продемонструвати через експериментальне дослідження, яке учні можуть провести в побутових умовах. Схему експерименту зображено на рис. 3.

Для проведення експерименту для груп по 4–5 учнів потрібні: одна лампа розжарювання (100 Вт), але якщо погода сонячна, то експеримент можна проводити на сонці; два електронні термометри, одна прозора ємність зі скла або прозорий пластик (якомога тонший), або контейнер, запечатаний пластиковою обгорткою.

Кожна група будує теплицю за допомогою скляної ємності з термометром всередині. Ще один термометр слід тримати зовні, як контроль. Учні мають виміряти температуру і записати виміряні значення в таблиці. Учитель запитує учнів, що спричиняє підйом температури, і пояснює, що в цьому експерименті теплиця використовується як аналогія, а в атмосфері є гази, які відіграють таку саму роль,

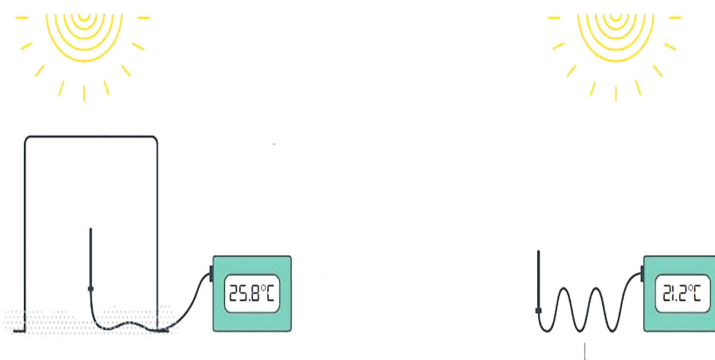


Рис. 3. Схема експерименту з дослідження парникового ефекту

що і парник. Тому ці гази і називаються парниковими.

Після експерименту має бути обговорення зв'язків між експериментальними результатами і ефектом від парникових газів, що призводить до глобального потепління. Треба пояснити, що при **парниковому ефекті** енергія сонячних променів, відбиваючись від поверхні, не може повернутися у космос, оскільки затримується молекулами різних газів, що призводить до підвищення температури. У разі наявності парника два основні ефекти разом сприяють підвищенню температури: парниковий ефект і затримання тепла. Без покриття гаряче повітря піднімається за рахунок конвекцій і замінюється більш холодним повітрям. Цього не відбувається за наявності парника. Ефект затримання запобігає виходу теплого повітря з парника. Тому термометр (рис. 3) показує нижчу температуру зовні, ніж всередині. Сонячні промені, які доходять до нас, мають короткі й довгі електромагнітні хвилі. Короткі — це світло, їх потужність більша, довгі — це теплове випромінювання. Скло легко пропускає короткі хвилі, але погано — довгохвильове випромінювання. Частина цього тепла затримується при поверненні в космос парниковими газами в атмосфері (головно водяною парою, вуглекислим газом, метаном та закисом азоту) і вирушає назад до поверхні Землі. Отже, парникові гази діють як «ковдра», захоплюючи тепло, що виділяється знизу. Без парникових газів середня температура поверхні Землі була б  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ , а не фактична середня температура  $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Концентрація парникових газів змінюється: або через природні чинники, як у минулому, або через діяльність людини, як у сьогоденні. Дослідження вмісту в атмосфері парникових газів, наприклад діоксиду азоту, що є одним з найбільших забруднювачів, можна робити за допомогою засобів ДЗЗ. Проте застосування ДЗЗ не лише спрощує і пришвидшує роботу дослідника, а й дає змогу побачити значно ширшу картину — куди і в якій концентрації рухається хмара газу. Космічні знімки супутника Sentinel-5P дають

змогу здійснювати дослідження атмосфери, зокрема таких складників, як: озон, метан, формальдегід, аерозолі,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{NO}_2$  та  $\text{SO}_2$  [8].

#### **Елементи кліматичної системи. Океан та атмосфера**

Земля — це складна система, де все взаємопов'язано і перебуває в рівновазі. Тому зміни клімату впливають на всю систему, а їх наслідки можуть бути дуже різноманітними. Океан відіграє центральну роль у «пазлі» кліматичної системи. Він може зберігати дуже велику кількість тепла. Приповерхневий триметровий шар океану містить стільки ж теплової енергії, як і вся атмосфера. Ось чому океан вважають «диктатором» клімату [6], який чинить суттєвий вплив на кліматичну систему в масштабах десятків років, регулюючи тепло планети, спричиняючи повільні внутрішні зміни клімату. Циркуляція океану і течії відіграють основну роль у регулюванні клімату та підтримці морського життя, транспортуючи тепло, вуглець, кисень та поживні речовини через океан.

#### **Зростання рівня океану**

Матерія у твердому чи рідкому стані (за винятком води в певних температурних межах) збільшує її об'єм за нагрівання (термічне розширення). Тому об'єм океану збільшується як внаслідок танення льодовиків, так і внаслідок теплового розширення, що є причиною підвищення рівня моря. Приблизно половина «внеску» в результуюче підняття рівня океану, яке спостерігається з 1990-х рр., пов'язана саме з тепловим розширенням морської води. Розширення морської води можна продемонструвати для учнів на простому експерименті. Спочатку можна попросити їх уявити, за допомогою яких експериментів вони могли б перевірити, чи може морська вода змінювати свій об'єм та спричиняти підвищення рівня моря.

Потім можна провести наступний експеримент (рис. 4), де продемонстровано, як морська (солоня) вода розширюється при нагріванні. Під час демонстрації треба пояснити, що рівень води в трубочці є аналогом рівня в океані. Як вже зазначалося, підвищення рівня моря відбувається як через танення льодовиків, так і через

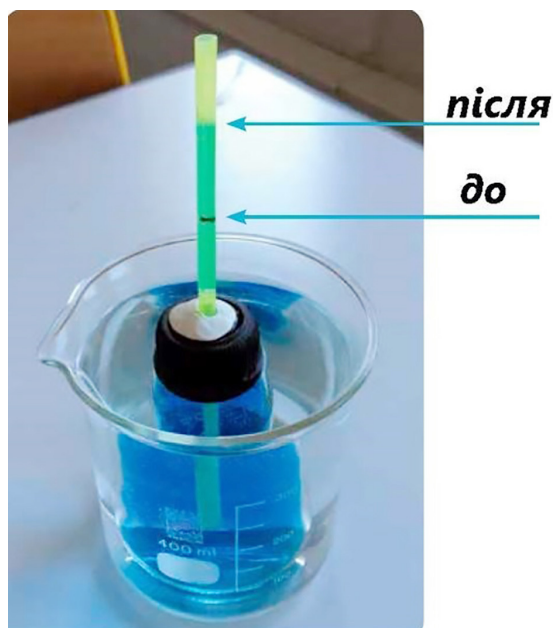


Рис. 4. Експеримент з термічного розширення води

теплове розширення. Обидва явища є результатами зміни клімату. Вчитель має пояснити учням, що підвищення рівня моря не є постійним стосовно усіх водойм на планеті, а в різних регіонах Землі спостерігаються різні темпи підвищення рівня моря (звіт IPCC 2013). А танення льодовиків та зміну їх площ можна наочно продемонструвати учням за допомогою засобів ДЗЗ. Так, наприклад, Софія Тарашук, учениця 8 класу НВК № 30 «Еконад» (м. Київ), вихованка секції «ГІС та ДЗЗ» Київського територіального відділення Малої академії наук України, на основі супутникових знімків Landsat проаналізувала зміну льодового покриву Devon Ice Cap (Канада) 1984 р.

і 2016 р. (червоною лінією показано межу льодового покриву 1984 р. (рис. 5)), що наочно демонструє суттєві зміни льодового покриву і є наслідком підвищення рівня океану.

#### Океанічна й атмосферна циркуляції

Циркуляція океану і течій відіграють центральну роль у формуванні клімату через перенос тепла, вуглецю, кисню та поживних речовин по всьому океану. Світовий океанічний кругообіг можна розділити на два основні компоненти: 1) швидкі океанські течії, спричинені вітрами; 2) повільна глибока циркуляція океану. Морські поверхневі течії мають значний вплив

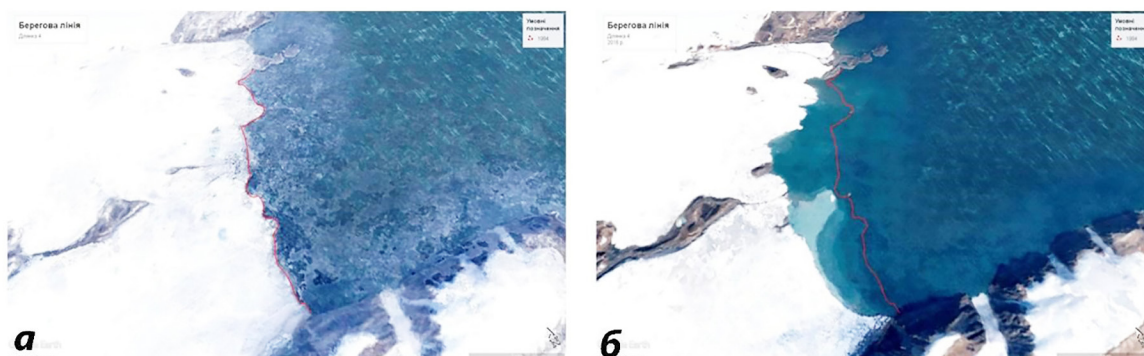


Рис. 5. Зміна льодового покриву Devon Ice Cap (Канада) за результатами дослідження учениці МАН Софії Тарашук



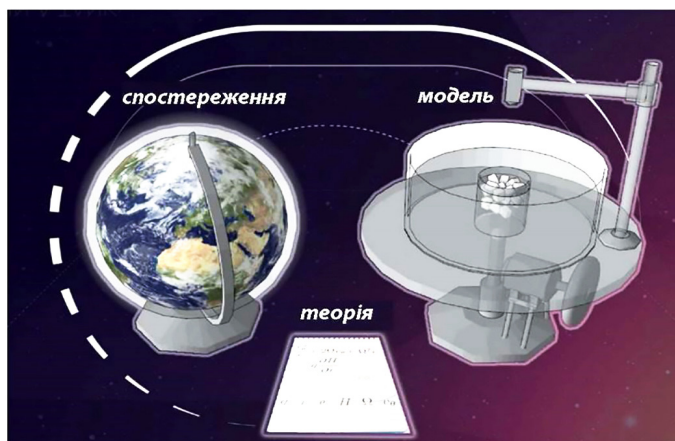


Рис. 6. Схема навчальної методики «Погода в лабораторному басейні» (створена в Массачусетському технологічному інституті MIT) [7]

на прибережну температуру й умови життя, одна із ключових поверхневих течій — течія Гольфстрім, яка разом із західними вітрами є причиною м'якого європейського клімату.

У навчальній методиці «Погода в лабораторному басейні», яка була створена в Массачусетському технологічному інституті MIT [7], пропонується вивчення загальної циркуляції атмосфери й океану за допомогою обертового резервуара

з різноманітними конфігураціями. Суть методики в поєднанні спостережень ключових кліматоутворювальних явищ, відповідного моделювання їх в обертовій установці і теоретичних знань (рис. 6). За допомогою простої моделі обертового резервуара з льодом можна поєднати два ключових планетарних «інгредієнти»: неоднорідне нагрівання атмосфери (тобто охолодження полярних широт відносно екватора) й обертання Землі.

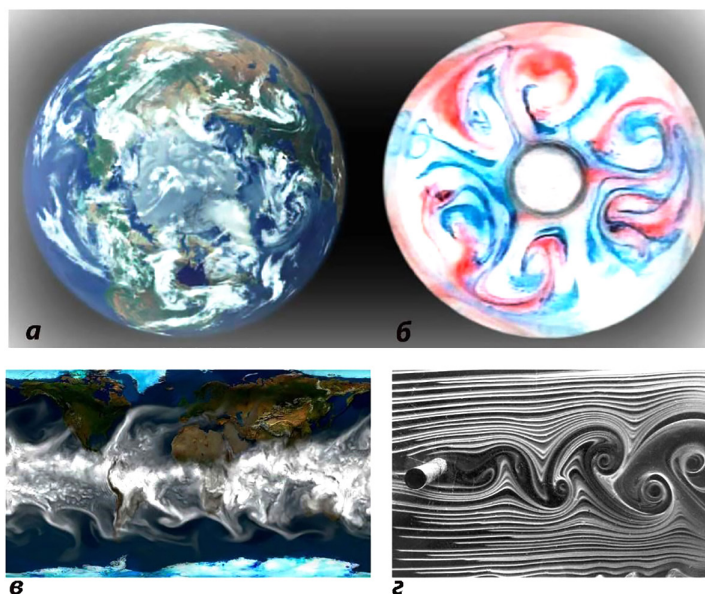


Рис. 7. (а) — вид на Землю з космосу над північним полюсом (NASA). У центрі видно арктичну крижану шапку, білі вихори — хмари; (б) — лабораторна установка з резервуаром з льодом посередині і підфарбованими течіями, причиною яких є різниця в густині рідини; (в) — супутникові знімки, що показують розподіл водяної пари по Земній кулі на висоті 6–10 км над поверхнею; (г) — схема, що показує турбулентний слід за перешкодою в рідині з постійною густиною

Демонстрації на цій установці ілюструють, як основні принципи динаміки стратифікованої рідини (з неоднорідною густиною), що обертається, формують структуру атмосферної та океанічної циркуляції. Провідними вченими — океанологами і метеорологами — були розроблені підходи та методики до викладання цих дисциплін, які поєднують дані натурних спостережень з основними фундаментальними теоретичними концепціями, які потім демонструються за допомогою експериментів (рис. 6, 7).

Під час заняття учням може бути запропонована послідовність з одного-двох демонстраційних експериментів, з відповідними обговореннями фізичних явищ, передбаченням результатів цих експериментів і засвоєнням теорії, а потім — обговоренням результатів спостережень.

Перед демонстраціями окрім теоретичної довідки про цей феномен вчителям пропонується підготувати для учнів таблиці для передбачень щодо лабораторної демонстрації. Перед проведенням лабораторного експерименту учням пропонується намалювати в таблицях (зображених на рис. 8) те, що, на їхню думку, буде відбуватися в експерименті, а потім поділитися та обговорити свої прогнози з класом. У такій таблиці для експерименту розглядається процес формування в обертовому резервуарі комірок

Гадлі, що представляють собою елемент циркуляції земної атмосфери у тропічних широтах.

Важлива компонента океанічної циркуляції — повільна глибока циркуляція океану, причиною виникнення якої є різниця в температурі і солоності океанічної води. Її називають «термохалінною» циркуляцією (рис. 9 (а)), яка так називається від грецького слова «термос» («теплий») та «halinos», що означає «солоний». Коли морська вода охолоджується або стає більш солоною, її густина збільшується, і вона занурюється на глибину. Таке «занурення» відбувається насамперед біля полюсів, де втрати тепла в атмосфері й утворення льодового покриву призводять до значних змін температури та солоності. Одним з таких місць «занурення» і формування глибинних вод є шельф Антарктики в морі Ведделла, що омиває Антарктичний півострів, на якому розміщена українська Антарктична станція «Академік Вернадський». У рамках демонстрацій можна показати експеримент з опускання рідини з більшою густиною (фарбована вода), що демонструє «занурення» холодної і/або більш солоної води в прямокутному резервуарі (рис. 9 (б)).

**Висновки.** Продемонстровано кілька простих експериментів і можливостей ДЗЗ для моніторингу кліматичних змін та чинників, що впливають

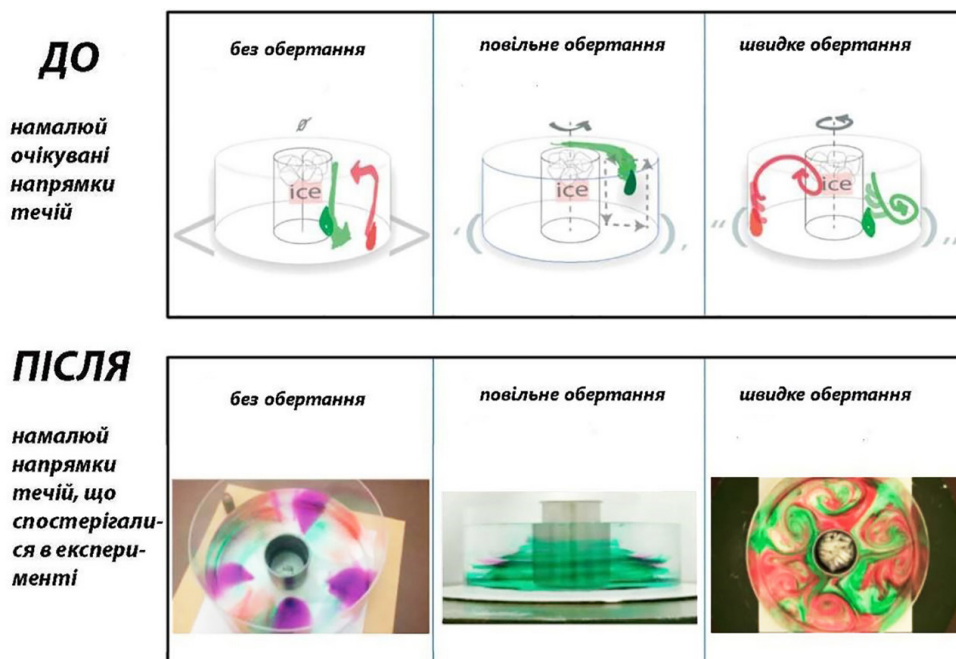


Рис. 8. Таблиці, що пропонуються учням, з передбаченнями перебігу лабораторної демонстрації

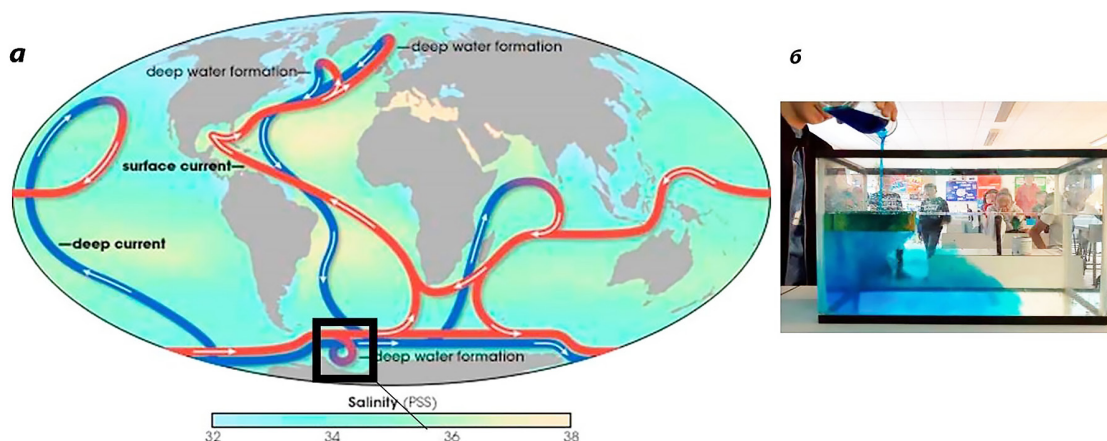


Рис. 9. (а) — термохалінна циркуляція,  
(б) — демонстрація опускання рідини з більшою густиною (фарбована вода),  
що демонструє «занурення» холодної і/або більш солоної води  
в прямокутному резервуарі

на них, які мають наочно продемонструвати важливі для формування клімату на планеті фізичні процеси. Після того як ці феномени стають зрозумілими, стає наочною фізична суть процесів, що лежить в основі змін в океані та атмосфері, і можливість прогнозувати і математично розрахувати масштаб та наслідки глобального потепління. Учням пояснюється, що для моделювання і передбачення майбутніх змін клімату необхідні глибокі знання з математики, фізики, інформатики та інших дисциплін.

У межах уроків з кліматичної освіти в учнів формується розуміння і прийняття відповідальності за те, що відбувається, та необхідність вивчати ці природничі науки. Під час таких уроків і заходів школярі дізнаються, яка їхня відповідальність за зміни клімату. Вони також дізнаються про небезпеки для їхніх країн і їх вразливість, про соціальні нерівності, притаманні кліматичним змінам, та кліматичну справедливість. Зрештою учні виявляють, що в багатьох місцях світу вже є люди, які вживають заходів для пом'якшення та адаптації до змін клімату, і тоді вони мають вирішувати, що робити їм. Ця послідовність усвідомлень має бути забезпечена за допомогою поєднання уроків як з природничих, так і соціальних наук і спрямована спонукати учнів до роздумів поза винятково екологічними аспектами.

#### Список використаних джерел

1. Copernicus. Europe's eyes on Earth. URL: <https://www.copernicus.eu/en>. (дата звернення: 10.03.2020).
2. Heiss J. Climate change education for sustainable development: the UNESCO climate change initiative. URL: [www.unesco.org/en/climatechange](http://www.unesco.org/en/climatechange) (дата звернення: 10.03.2020).
3. The climate in our hands. Ocean and cryosphere. Teacher's guide book for primary and secondary school (2019). Paris : Office for Climate Education.
4. Babiichuk S., Yurkiv L., Tomchenko O., Kuchma T. Implementation of Science Education Principles at the Junior Academy of Sciences of Ukraine Using Remote Sensing Data. *Theory and Practice of Science Education*. 2019. Vol. 1, Issue. 1. P. 52–62.
5. IPCC, Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Stocker, T. F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S. K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P. M. Midgley (eds.) 2013. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1535 pp.
6. IPCC, Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate (SROCC), September 25, 2019.
7. Illari, L., Marshall, J., and W. D. McKenna Virtually Enhanced Fluid Laboratories for Teaching Meteorology. *American Meteorological Society Journal*. 2017, pp. 1949–1959. DOI: <https://doi.org/10.1175/BAMS-D-16-0075.1>
8. Основи дистанційного зондування Землі: історія та практичне застосування : метод. посіб. / С. О. Довгий та ін. Київ : Інститут обдарованої дитини НАПН України, 2019. 316 с.

References

1. Copernicus. *Europe's eyes on Earth* (March. 10. 2020). Retrieved from : <https://www.copernicus.eu/en>
2. Heiss, J. *Climate change education for sustainable development: the UNESCO climate change initiative*. Retrieved from : [www.unesco.org/en/climatechange](http://www.unesco.org/en/climatechange)
3. *The climate in our hands. Ocean and cryosphere. Teacher's guide book for primary and secondary school* (2019). Paris : Office for Climate Education.
4. Babiichuk, S., Yurkiv, L., Tomchenko, O., Kuchma, T. Implementation of Science Education Principles at the Junior Academy of Sciences of Ukraine Using Remote Sensing Data (2019). *Theory and Practice of Science Education*, Vol. 1, Issue. 1. 52–62.
5. Stocker, T. F., Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S. K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P. M. Midgley (eds.) (2013). IPCC, Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. DOI: 10.1017/cbo9781107415324.023
6. IPCC, Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate (SROCC), September 25, 2019.
7. Illari, L., Marshall, J., McKenna W. D. Virtually Enhanced Fluid Laboratories for Teaching Meteorology (2017). *American Meteorological Society Journal*, 1949–1959. DOI: 10.1175/bams-d-16-0075.1
8. Dovhyi, S. O. et. al. *Fundamental of remote sensing: history and practice* (2019). Kyiv : Institute of Gifted Child of NAES of Ukraine.

S. O. Dovhyi,  
K. V. Terletska,  
S. M. Babiichuk

CLIMATE EDUCATION IN JUNIOR ACADEMY OF SCIENCES OF UKRAINE

**Abstract.** *Global climate change is one of the central issue of human progress. In the long run, climate change is likely cause a significant slowdown in economic growth. Education is one of the important decision-making tools to adress further climate change. Climate education requires a multidisciplinary approach that includes as the natural sciences (physics, chemistry, geography, biology, geophysics, etc.) and the social sciences (economics, law, etc.). Climate education in the Junior academy sciences of Ukraine (as a UNESCO center of science education) includes techniques within the framework of science education, that based on projects and active teaching, discussing problems in class, questioning: inquiry-based approaches to learning, research to investigate the hypotheses, which may be carried out through experiments, investigations, observations or documentary studies that will lead to solutions with the climate change. The goal of this educational activity is to develop environmental awareness, understanding of the physical aspects of the formation of natural phenomena such as the greenhouse effect, ocean currents and atmospheric circulation, other scientific knowledge and life skills. They are necessary for young people to understand the causes, consequences and mechanisms of climate change. The possibilities of integrating elements of science education on climate issues in the extracurricular education program are described in present paper. In the paper we describe as some examples and corresponding demonstrations of physical experiments as the possibilities of remote sensing to monitor climate change and factors affecting to them.*

**Keywords:** *climate change, science education, demonstrations, physical experiments, hydrodynamics, remote sensing.*

С. А. Довгий,  
Е. В. Терлецкая,  
С. Н. Бабийчук

КЛИМАТИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ В МАЛОЙ АКАДЕМИИ НАУК УКРАИНЫ

**Аннотация.** *Глобальные климатические изменения — одна из центральных проблем развития человечества. В долгосрочной перспективе с большой вероятностью климатические изменения приведут к существенному спаду экономического роста. Образование является одним из важных инструментов для формирования решений по реагированию на дальнейшие изменения климата. Климатическое образование требует мультидисциплинарного подхода, который охватывает предметы как по естественным (физика, химия, география, биология, геофизика), так и по социальным наукам (экономика, право и т. д.). Климатическое образование в Малой академии наук Украины (как центра ЮНЕСКО по научному*

образованию) включает учебные мероприятия в рамках подходов научного образования, то есть на основе исследовательской деятельности и проектов, пропагандируя активную образовательную деятельность: исследования, дискуссии, выдвижение и проверка гипотез, приобщение школьников к активной работе в классах путем опроса, проб и ошибок, внедрение местных и конкретных механизмов для решения проблем изменения климата. Конечной целью этой методической работы является развитие экологической осведомленности, понимания физических аспектов формирования природных явлений, таких как парниковый эффект, океанические течения и атмосферные циркуляции, других научных знаний и жизненных навыков. Они необходимы молодым людям для понимания причин, последствий и механизмов изменения климата. В работе описаны возможности интеграции элементов научного образования по климатическим вопросам во внешкольную образовательную программу, приведены примеры тем и соответствующих методик проведения физических экспериментов, продемонстрированы возможности применения средств дистанционного зондирования Земли для мониторинга климатических изменений и факторов, влияющих на них.

**Ключевые слова:** изменения климата, научное образование, демонстрации, физические эксперименты, гидродинамика, дистанционное зондирование Земли.

#### ІНФОРМАЦІЯ ПРО АВТОРІВ

**Довгий Станіслав Олексійович** — д-р фіз.-мат. наук, професор, академік НАН України, академік НАПН України, президент Малої академії наук України, м. Київ, Україна, pryjmalnya@gmail.com; ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0003-1078-0162>

**Терлецька Катерина Валеріївна** — д-рка фіз.-мат. наук, завідувачка лабораторії фізико-технічних наук, НЦ «Мала академія наук України», м. Київ, Україна, kterletska@gmail.com; ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-9928-7042>

**Бабійчук Світлана Миколаївна** — канд. пед. наук, докторантка кафедри соціальної філософії, філософії освіти та освітньої політики, Національний педагогічний університет імені М. П. Драгоманова, м. Київ, Україна, brevus.lana@gmail.com; ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0001-6556-9351>

#### INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

**Dovhyi S. O.** — D. Sc. in Physics and Mathematics, Professor, Academician of the National Academy of Sciences of Ukraine, Academician of the National Academy of Educational Sciences of Ukraine, President of the Junior Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine, pryjmalnya@gmail.com; ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0003-1078-0162>

**Terletska K. V.** — D. Sc. in Physics and Mathematics, head of the laboratory of physical and technical sciences, NC "Junior academy of sciences of Ukraine", Kyiv, Ukraine, kterletska@gmail.com; ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-9928-7042>

**Babiichuk S. M.** — PhD in Pedagogy, doctoral student of the Department of social philosophy, philosophy of education and educational policy, National Pedagogical Dragomanov University, Kyiv, Ukraine, brevus.lana@gmail.com; ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0001-6556-9351>

#### ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

**Довгий С. А.** — д-р физ.-мат. наук, профессор, академик НАН Украины, академик НАПН Украины, президент Малой академии наук Украины, г. Киев, Украина, pryjmalnya@gmail.com; ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0003-1078-0162>

**Терлецкая Е. В.** — д-р физ.-мат. наук, заведующая лабораторией физико-технических наук, НЦ «Малая академия наук Украины», г. Киев, Украина, kterletska@gmail.com; ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-9928-7042>

**Бабийчук С. Н.** — канд. пед. наук, докторант кафедры социальной философии, философии образования и образовательной политики, Национальный педагогический университет имени М. П. Драгоманова, г. Киев, Украина, brevus.lana@gmail.com; ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0001-6556-9351>

Стаття надійшла до редакції / Received 09.04.2020

О. А. Мандражи

## НАУКОВИЙ ПАРК ЯК ОДИН ІЗ ЧИННИКІВ СТВОРЕННЯ НАЦІОНАЛЬНОЇ ЕКОМЕРЕЖІ В УКРАЇНІ

**Анотація.** Сучасні концепції технологічної інтенсифікації сільськогосподарського виробництва як у нашій країні, так і в більшості країн зарубіжжя полягають у надмірній хімізації, великій концентрації поголів'я тварин, нераціональній організації структури підприємств, захопленні монокультурами, що призводить до негативних екологічних наслідків: виснаження ґрунту, забруднення навколишнього середовища, збільшення витрат на виробництво і, як наслідок, великої енергоємності продукції за її низької якості. Інтенсивне і здебільшого нераціональне використання ресурсів природного середовища протягом тривалого часу невпинно веде до їх вичерпування та руйнування природних ландшафтів. Отже, розроблення і впровадження екологічно безпечних, ресурсозбережних, ґрунтозахисних систем землеробства з отриманням органічної продукції при створенні стійких агроєкосистем і можливості взаємодії систем АПК і природно-заповідного фонду — актуальні проблеми сьогодення, одним із шляхів розв'язання яких, на нашу думку, може стати створення наукового парку. Проведений аналіз діяльності наукових парків, що вже існують в Україні, підвів до думки про необхідність започаткувати на базі Харківського національного аграрного університету ім. В. В. Докучаєва науковий парк, що мав би на меті створення цілісної національної екомережі із запровадженням відродження традиційних видів природокористування, залученням природних ресурсів до масового відпочинку й оздоровлення населення, внесенням істотних коректив у подальший розвиток агропромислового комплексу. Деякі думки, пов'язані з написаним вище, і стали основою цієї статті. Було прописано основні етапи розроблення проєкту зі створення наукового парку при ХНАУ ім. В. В. Докучаєва, наведено певні тези з проєктів переможців попередніх років, які деякою мірою перегукуються з нашими ідеями, акцентовано увагу на відповідності змісту проєктів, що подаються на розгляд, основним критеріям їх оцінювання.

**Ключові слова:** науковий парк, проєкт, науково-дослідницька діяльність, екомережа.

**Постановка проблеми.** Суцільна деградація навколишнього середовища, надмірна розораність територій, низька якість продуктів харчування, проблема взаємодії і функціонування природних об'єктів із сільськогосподарськими територіями і об'єктами — усе це є тільки часткою тих екологічних проблем, з якими наразі опинились українці сам на сам. При цьому робота охоронно-природних установ, ведення

екопросвітницької діяльності, проведення різноманітних екофестивалів, круглих столів та інших подібних заходів є украй важливими, але, на наш погляд, недостатніми для подолання окреслених проблем. Має з'явитися розуміння того, що необхідним на цьому етапі стає створення цілісної національної екомережі із запровадженням відродження традиційних видів природокористування, залученням природних ресурсів до масового відпочинку й оздоровлення населення, внесенням істотних

коректив у подальший розвиток агропромислового комплексу, що можливо здійснити за рахунок саме наукового підходу.

#### **Аналіз останніх досліджень і публікацій.**

У 2009 р. було прийнято Закон України «Про наукові парки» [1], який надав можливість функціонувати достатній кількості наукових парків різної спрямованості. Так місія Корпорації «Науковий парк Київського університету імені Тараса Шевченка» полягає у просуванні та комерціалізації інтелектуальних R&D і технологічних проєктів [2]. Визначальною умовою створення Наукового парку Миколаївського національного аграрного університету «Агроперспектива» є розвиток науково-технічної та інноваційної діяльності, ефективно та раціонально використання наявного наукового потенціалу, матеріально-технічної бази для комерціалізації результатів наукових досліджень і їх впровадження на вітчизняному та закордонному ринках на основі поєднання виробничих, наукових і комерційних інтересів [3]. Корпорація «Науковий парк “Інноваційно-інвестиційний кластер Тернопілля”» є зацікавленою у розвитку спільної інноваційно-інвестиційної, наукової, науково-дослідницької, науково-технічної, освітньої, виробничої діяльності [4]. Науковий парк Національного університету біоресурсів і природокористування України «Стале природокористування та якість життя» вбачає власну діяльність у відборі наукових проєктів та подальшій взаємодії трьох груп учасників: перша — це наукові групи, які генерують якісний людський потенціал і ноу-хау, друга — це високотехнологічні компанії, які потребують підживлення ноу-хау та людським потенціалом, третя — це інвестиційні фонди [5]. Метою Наукового парку Харківського національного університету внутрішніх справ є розвиток науково-технічної та інноваційної діяльності ЗВО, ефективно і раціонально використання наявного наукового потенціалу, матеріально-технічної бази для комерціалізації результатів наукових досліджень і їх впровадження на вітчизняному та закордонному ринках [6] та ін. Як бачимо, створені наукові парки мають амбітні цілі, є доволі різноплановими, але серед них немає жодного, який би вбачав за мету створення національної екомережі в Україні, що і наштовхнуло на думку стосовно необхідності розроблення наукового парку, який би опікувався зміною ставлення

людей до навколишнього середовища і впливав на біорізноманіття території, збереження природної рослинності, виробництво екологічно чистої продукції, досліджуючи природні шляхи зростання якості продуктів харчування і покращення екологічного стану загалом.

**Метою статті** є опис поетапної розробки втілення проєкту зі створення наукового парку на базі Харківського національного аграрного університету ім. В. В. Докучаєва для розв’язання насущних багатовекторних питань, які пов’язані з погіршенням екологічної ситуації, відповідно за кількома напрямками: освіта, науково-дослідницька діяльність, культура, екологічна свідомість, агробізнес.

**Виклад основного матеріалу.** Харківщина, як і будь-який інший куточок України, — це дивовижний осередок природного багатства. Поряд із казковим дендропарком Харківського національного аграрного університету ім. В. В. Докучаєва розкинувся неймовірно красивий ковиловий степ, який зберіг природність ґрунтів і біологічну різнобарвність. Ця територія — наш генетичний ландшафт нації, який необхідно зберегти та відновити для себе і для майбутніх поколінь заради гармонійного життя на Землі.

На початку 2020 р. Харківська обласна державна адміністрація оголосила про збір проєктних ідей для розроблення плану заходів з їх реалізації [7], створивши робочі групи з розроблення Стратегії розвитку Харківської області у 2021–2027 рр., і запропонувала органам місцевого самоврядування, структурним підрозділам облдержадміністрації, закладам вищої освіти, науковим установам та організаціям, громадським організаціям, підприємцям і взагалі усім особам, зацікавленим у розвитку Харківщини, взяти участь у визначенні ідей проєктів, які дають реалізувати завдання Стратегії розвитку Харківської області на 2021–2027 рр.

Оскільки тема екологічних проблем є насущною, то одразу з’явилася група однодумців із пропозицією спробувати власні сили і взяти участь у Конкурсі проєктних ідей. Цими активістами виявилися доволі різнопланові і за віком, і за характером, і за сферою діяльності люди, яких об’єднала спільна ідея — створити щось таке, що справді мало б певні позитивні результати й обов’язково було перспективним. Зацікавленість з боку ХНАУ ім. В. В. Докучаєва навела на думку організувати науковий парк,

який згідно із Законом [1] є юридичною особою, що створюється з ініціативи закладу вищої освіти і/або наукової установи, а серед основних його функцій виокремлюються:

- створення нових видів інноваційного продукту, здійснення заходів щодо їх комерціалізації, організація та забезпечення виробництва наукоємної, конкурентоспроможної на внутрішніх і зовнішніх ринках інноваційної продукції;
- залучення студентів, випускників, аспірантів, науковців та працівників вищого навчального закладу та/або наукової установи до розроблення і виконання проєктів наукового парку;
- організація підготовки, перепідготовки та підвищення кваліфікації спеціалістів, необхідних для розроблення і реалізації проєктів наукового парку;
- розвиток міжнародного і вітчизняного співробітництва у сфері науково-технічної та інноваційної діяльності, сприяння залученню іноземних інвестицій.

Усе написане вище, кожен із зазначених напрямів діяльності відповідав реалізації задумів нашої групи, що склалася з людей, які провадять викладацьку і наукову діяльність, цікавляться ековиробництвом сільськогосподарської продукції, екотуризмом, екопоселеннями. Серед нас також є народна підприємця, яка займається лікарськими травами, і просто небайдужі й зацікавлені у спільній справі люди. Від обговорень ми одразу перейшли до діла і стали проєктною групою, адже вирішили скласти власні пропозиції проєктних ідей за представленою на сайті ХОДА формою пропозицій проєктних ідей до Плану заходів з реалізації у 2021–2023 рр. Стратегії розвитку Харківської області на 2021–2027 рр. Далі наведемо свої напрацювання.

*Назва проєкту регіонального розвитку:*

«Науковий парк Харківського регіону».

*Назва завдання Державної стратегії регіонального розвитку, якому відповідає проєкт:*

«Зміна клімату та погіршення екологічної ситуації».

*Назва завдання регіональної стратегії розвитку, якому відповідає проєкт:*

«Створення чистого навколишнього середовища на всьому просторі регіону».

*Мета проєкту:*

- створення наукового парку для збереження наявних і створення нових біопотенційних

ресурсів, виробництва конкурентоспроможної, екологічно безпечної продукції.

*Завдання:*

- створення полігона для апробації та впровадження технологій збереження та відновлення природного біоресурсного потенціалу;
- створення полігона для апробації та впровадження технологій виробництва біологічно безпечної, малоенергоємної сільгосппродукції та сировини;
- створення локальної і глобальної екомережі;
- розвиток зеленого туризму;
- історична реконструкція етнокультурних та національних традицій;
- розроблення альтернативних енергогенеруючих систем;
- створення інноваційного наукового центру для проведення дослідницьких робіт з активним залученням обдарованої молоді, науковців;
- розроблення доктрини розселення.

*Цільові групи проєкту:*

- обдарована молодь;
- науковці;
- жителі місцевих громад і м. Харкова різного віку.

*Очікувані кількісні результати від реалізації проєкту:*

- готові технології виробництва екологічно безпечної сільськогосподарської продукції, банк насіння дикорослих рослин для реалізації з метою створення нових природних зон, відновлення біоресурсів, створення об'єктів природно-заповідного фонду, гілок екомережі, а також наукових досліджень;
- щасливі «зелені» туристи — до декількох сотень і більше на місяць;
- молоді науковці з інноваційним, нестандартним мисленням (близько 10–30 осіб на рік) та інші результати. Надати кількісну характеристику наразі важко.

*Очікувані якісні результати від реалізації проєкту:*

- економічна і/або бюджетна ефективність реалізації проєкту, соціальний вплив, екологічний вплив.

Завдяки створенню і функціонуванню наукового парку відбудеться збереження і відтворення унікального біоресурсного потенціалу, відновлення екологічно безпечного середовища, створення та розвиток екомережі,



впровадження безпечного виробництва сільгосппродукції, виробництво значних обсягів біологічно безпечної продукції та сировини, яка буде конкурентоспроможною на світовому ринку, а також «задіяність» молоді в наукових розробках, екологічно культурне дозвілля жителів регіону. Планується, що науковий парк стане економічно і соціально прибутковим із другого-третього року початку діяльності.

*Основні заходи проекту:*

1. Пошук засновників і партнерів наукового парку.

2. Оформлення парку як юридичної особи.

3. Організація наукового парку в натурі (офіси, території для апробації технологій і наукових досліджень).

3. Розроблення і початок реалізації проектів парку щодо збереження і примноження біоресурсного потенціалу, створення і апробація екологічно безпечної продукції, екологічно орієнтованих технологій в енергетиці та ін.

4. Реалізація проектів наукового парку.

На етапі очікування результатів Конкурсу проектних ідей ми проводимо широку роз'яснювальну роботу щодо наукового парку, який плануємо створити, проводячи круглі столи, дискусії та обговорення. Ця та інша, більш широка діяльність здійснюється у тому числі і завдяки залученню до неї школярів і здобувачів. Учням дуже подобається не тільки брати участь у різноманітних екофестивалях, велоекскурсіях, ознайомчих лекціях, які проводять викладачі харківських ЗВО, марафонах «Лікарські трави», «Флора і фауна навколо нас», «Посади рослину власними руками» тощо, а й активно допомагати під час підготовки і проведення зазначених заходів. На рівні зі здобувачами старшокласники також не стоять осторонь і при обговоренні серйозних питань під час круглих столів, конференцій, зборів і засідань, теми яких спрямовані на пошук взаєморозуміння та розв'язання проблем, пов'язаних з підпалами весняного сухостою, вирубкою лісових масивів, з непоправними втратами для ландшафту від любителів влаштовувати змагання на позашляховиках по наших ґрунтах, для фауни — від невідконтрольних мисливців. Коли збираються представники різних, іноді майже протилежних поглядів для знаходження рішень, які б були

прийнятними і максимально влаштували й задовольнили усі зацікавлені сторони, зазвичай дуже слухними стають виступи саме школярів і здобувачів як представників об'єктивних, нерідко неочікуваних та креативних думок. Деякими членами нашої проектною групи, що мають педагогічну освіту, проводяться виховні і навчальні заняття екологічного напрямку серед місцевих школярів. Для здобувачів, які виявляють зацікавленість проектом, окрім переліченого ще й проводяться тематичні лекції з творчими завданнями, які підштовхують їх до пошуку нових поглядів, висунення пропозицій, висловлення власного бачення щодо функціонування наукового парку, створення в майбутньому на його основі наукового центру й відповідних лабораторій з метою проведення власних досліджень і наукових пошуків для написання курсових, дипломних, магістерських робіт. Функціонування наукового парку, за нашим задумом, має стати полігоном для наукової діяльності учнів — членів Малої академії наук України, здобувачів закладів вищої освіти, аспірантів, науковців і усіх зацікавлених. Незабаром науковий парк ми розглядатимемо як місце роботи для обдарованої молоді, яка на науковій основі спрямує свою енергію, силу, розум на створення екологічно збалансованих територій, здатних не чинити негативного впливу на природні співтовариства та їхні компоненти, а навпаки — впливати на збільшення біологічного різноманіття і стабілізацію усіх природних і мікрокліматичних характеристик загалом. Зможе започаткувати створення екомереж, які б якнайкраще сприяли гармонійному поєднанню таких напрямів, як охорона і раціональне використання природних ресурсів з відповідним до сучасних вимог сільськогосподарським виробництвом, збереження і відновлення навколишнього середовища й оздоровлення населення.

Серед проектів-переможців конкурсів за попередні роки є такі, що за тематикою і спрямованістю деякою мірою перегукуються з нашим. Так, хотілося б виокремити проект «Розбудова регіональної інфраструктури з контролю якості і безпеки продукції АПК», замовником якого став Національний університет біоресурсів і природокористування України [8], і проект «Інтеграція освіти, науки і виробництва — інноваційна модель регіонального розвитку»,

замовник — Миколаївський національний аграрний університет [9]. Обидва зазначені проекти певною мірою опікуються модернізацією аграрного сектора, хоча серед основних завдань Державної стратегії регіонального розвитку зазначають стимулювання розвитку інноваційної інфраструктури та підтримку інноваційної діяльності й розвиток економіки та інвестицій. Поруч із цим конкретизація цілей містить важливі і для нас напрями — з одного боку: створення нових високотехнологічних робочих місць у сільській місцевості і підвищення рівня обізнаності населення стосовно якості і безпеки харчової продукції, створення центру трансферу випробувальних технологій і підготовки фахівців для роботи в державних та незалежних акредитованих випробувальних лабораторіях з визначення якості та безпечності продукції АПК, запровадження органічного виробництва відповідно до регламентів і стандартів ЄС, запобігання та виявлення ризиків у сфері екологічної, харчової та біологічної безпеки населення; а з іншого: створення сприятливого інноваційно-інвестиційного середовища, інтеграції освіти, науки і виробництва в регіоні, модернізацію аграрного сектора економіки шляхом впровадження новітніх наукових технологій вирощування сільськогосподарських культур на зрошенні. Усе це сприятиме створенню на окреслених у проекті землях сучасного зрошення для сортовипробування зернових культур перспективних сортів, виведених селекційними центрами, створенню полігона з трансферу сучасних агротехнологій (база для наукових досліджень, впровадження їх у виробництво і база для проходження практики здобувачами вищої освіти), розробленню інноваційних технологій вирощування з елементами біологізації.

Під час написання власних проектів варто не тільки ознайомитися з проектами, які вже стали переможцями, а, і це головне, уважно розглянути законодавчу та нормативну базу їх написання. Так, перед початком роботи не завадить ознайомитись із Програмою регіонального розвитку [10] і вивчити критерії оцінювання проектів за обраним Конкурсом, які при його оголошенні обов'язково надаються [11]. Серед основних критеріїв оцінювання проектів нашого Конкурсу варто виокремити три [12].

Перший — це актуальність та доцільність проекту. Він передбачає:

- відповідність проекту за його цілями та видами діяльності очікуваним результатам відповідної програми розвитку, за якою він виконувався;
- очікуваний вплив на розв'язання проблеми та соціально-економічний ефект від реалізації проекту;
- відповідність проекту потребам цільових груп.

Другий — це якість підготовки проекту, що включає:

- доцільність та реалістичність заявлених цілей, результатів і запропонованої діяльності; тобто проект має бути ефективно й успішно втілений в умовах задекларованих часових, людських та інших ресурсів і відповідати заявленим цілям і результатам; між цілями, результатами, діяльністю і календарним планом-графіком проекту має існувати логічний зв'язок;
- наявність показників цілей і результатів, визначеність процедур їх моніторингу та доступність джерел перевірки показників. Це означає, що зазначені показники досягнення цілей і результатів мають бути доречними та реалістичними, а зазначені джерела інформації для перевірки цих показників — доступними; проект має містити опис процедури моніторингу;
- наявність вичерпного аналізу ризиків, пов'язаних із впровадженням проекту, і стратегії їх запобігання або зменшення; отже, замовник чи його партнери мають реально оцінювати свою спроможність правильно визначити потенційні ризики проекту і мати конкретний план їх повного або часткового усунення в разі виникнення;
- чіткість і структурованість бюджету, його відповідність запланованій діяльності (тобто бюджет проекту має бути достатньо деталізований, а заплановані статті витрат — достатніми для реалізації проекту);
- обґрунтованість і доцільність витрат. Кожна витрата повинна мати пояснення з конкретними кількісними показниками та розрахунками, бути обґрунтована з точки зору зазначеної кількості та доцільності для виконання проекту. Заплановані витрати мають відповідати календарному плану-графіку проекту. Бюджет проекту не може містити нелогічних і непослідовних витрат, які не відображені як необхідні витрати в календарному плані.

І третій — сталість результатів проєкту:

- наявність стратегії використання отриманих результатів проєктів (започаткованої діяльності, створених об'єктів тощо) та джерел їх подальшого фінансування. Під стратегією використання отриманих результатів розуміється забезпечення доступу до напрацювань проєкту, наявність бачення їх використання цільовими групами після закінчення проєкту, додаткові ефекти переливу, мультиплікації та мережування, можливість передання інформації та досвіду іншим зацікавленим сторонам;
- наявність співфінансування проєкту з інших джерел. Зазвичай для проєктів рекомендується мати декілька джерел фінансування.

Окрім загальних критеріїв, що застосовуються при оцінці проєктів, також слід зважати і на спеціальні. Так при оцінці проєктів, пов'язаних із розвитком альтернативних видів економічної діяльності в сільській місцевості, спрямованих на: створення нових видів продукції, вирощування енергетичних культур, рекреаційну діяльність, агротуризм, народні ремесла, надання послуг, розвиток органічного сільськогосподарського виробництва — необхідно звертати увагу на те, чи ці проєкти мають вплив на:

- диверсифікацію виробництва в сільській місцевості (проєкт створює нові види економічної діяльності, сприяє відкриттю або розширенню нових ринків збуту, завантаженню виробничих потужностей, що спричиняє зростання обсягів виробництва сільськогосподарської продукції в регіоні, збільшення обсягів інвестицій у галузь, зростання виробництва в суміжних галузях);
- збільшення рівня зайнятості сільського населення (реалізація проєкту сприяє створенню нових робочих місць, обсяг яких є вагомим фактором для розвитку місцевої економіки та збільшення надходжень до місцевих бюджетів; прогноз щодо кількості створених робочих місць має супроводжуватися відповідними розрахунками);
- сприяння економічній активності та створення нових можливостей для розвитку і самореалізації вразливих і дискримінованих груп населення (проєкт створює додаткові можливості для зазначених груп шляхом отримання робочих місць, сприяння зайнятості та самозайня-

тості, надання пільгових умов кредитування тощо);

- географія впливу проєкту (одна громада, район, регіон/декілька регіонів);
- підвищення туристичного потенціалу регіону (створення в результаті реалізації проєкту нових туристичних об'єктів, що функціонуватимуть у майбутньому);
- створення можливостей для залучення інвесторів;
- стимулювання підвищення фахового рівня трудових ресурсів (у проєкті має бути прописано, чи створені в ньому умови для додаткового навчання трудових ресурсів, набуття ними нових навичок);
- ступінь участі в проєкті закладів вищої освіти, науково-дослідних установ, інших інституцій регіонального інноваційного розвитку;
- збільшення рівня зайнятості та самозайнятості (започаткування нових видів економічної діяльності, виробництва видів продукції чи надання послуг у результаті проведених навчань тощо);
- можливість поширення заходів проєкту для впровадження в інших регіонах (наскільки ідеї, запропоновані в межах проєкту, можуть бути впроваджені в інших регіонах/галузях);
- покращення якості життя місцевого населення (визначається підвищенням рівня доступності та якості умов проживання і рівня надання послуг для мешканців населеного (населених) пункту (пунктів) в межах якого (яких) реалізується проєкт.

**Висновки.** Написання проєктів є дуже трудомісткою роботою, яка зазвичай включає у себе результати років спостережень, обмірковувань і напрацювань. Окрім проєктної ідеї важливим стає і вміння прописати цю ідею так, аби якнайкраще донести її до інших людей і особливо до членів журі, від яких буде залежати доля реалізації вашого задуму. Поки що наша проєктна група проводить величезний обсяг підготовчої роботи. При цьому ми чудово розуміємо, що підготовлений нами проєкт може і не потрапити до Плану заходів з реалізації Стратегії розвитку Харківської області на 2021–2027 рр. Однак усвідомлення того, що означені вище проблеми є дуже актуальними і навіть кричущими, надихає і підштовхує до дій. Неабияким стимулом для нашої групи є зацікавленість з боку молоді, що наповнює впевненістю у правильності обраного шляху. Пишіть проєкти і втілюйте їх у життя!

**Список використаних джерел**

1. Закон України «Про наукові парки». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1563-17> (дата звернення: 06.12.2019).
2. Науковий парк. Київський університет імені Тараса Шевченка. URL: <https://scp.knu.ua/ua/> (дата звернення: 16.12.2019).
3. Науковий парк. Миколаївського національного аграрного університету «Агроперспектива». URL: <https://np.mnau.edu.ua/ua/> (дата звернення: 16.12.2019).
4. Корпорація Науковий парк «Інноваційно-інвестиційний кластер Тернопілля». URL: [http://www.oda.te.gov.ua/data/upload/publication/main/ua/2241/nauka\\_park.pdf](http://www.oda.te.gov.ua/data/upload/publication/main/ua/2241/nauka_park.pdf) (дата звернення: 16.12.2019).
5. Науковий парк Національного університету біоресурсів і природокористування України «Стале природокористування та якість життя». URL: <https://nubip.edu.ua/node/15418> (дата звернення: 16.12.2019).
6. Науковий парк Харківського національного університету внутрішніх справ. URL: <http://univd.edu.ua/uk/dir/1999/naukovyy-park> (дата звернення: 16.12.2019).
7. Оголошення про збір проектних ідей для розробки плану заходів з реалізації Стратегії розвитку Харківської області у 2021–2023 роках. URL: <http://www.strategy.kharkiv.ua/17-01.html> (дата звернення: 23.01.2020).
8. Розбудова регіональної інфраструктури з контролю якості і безпеки продукції АПК. URL: [https://www.minregion.gov.ua/wp-content/uploads/2017/09/48\\_in\\_mon.pdf](https://www.minregion.gov.ua/wp-content/uploads/2017/09/48_in_mon.pdf) (дата звернення: 10.02.2020).
9. Інтеграція освіти, науки і виробництва — інноваційна модель регіонального розвитку. URL: [https://www.minregion.gov.ua/wp-content/uploads/2017/09/49\\_in\\_mon.pdf](https://www.minregion.gov.ua/wp-content/uploads/2017/09/49_in_mon.pdf) (дата звернення: 10.02.2020).
10. Програма регіонального розвитку «Інноваційна економіка та інвестиції». URL: [https://www.minregion.gov.ua/wp-content/uploads/2017/04/Programi-regionalnogo-rozvitku\\_do-postanovi-KMU\\_821.pdf](https://www.minregion.gov.ua/wp-content/uploads/2017/04/Programi-regionalnogo-rozvitku_do-postanovi-KMU_821.pdf) (дата звернення: 12.02.2020).
11. Секторальна бюджетна підтримка ЄС. URL: <https://www.minregion.gov.ua/napryamki-diyalnosti/regional-dev/derzhavna-rehional-na-polityka/sektoralna-byudzhetna-pidtrimka-yes/> (дата звернення: 12.02.2020).
12. Наказ Мінрегіону від 18.05.2017 № 120 «Про затвердження Вимог до опису та інформаційної картки проекту регіонального розвитку, який може реалізовуватися за рахунок коштів державного бюджету, отриманих від Європейсько-Союзу». URL: <https://www.minregion.gov.ua/>

[napryamki-diyalnosti/regional-dev/derzhavna-rehional-na-polityka/sektoralna-byudzhetna-pidtrimka-yes/nakaz-minregionu-vid-18-05-2017-120-pro-zatverdzhennya-vimog-do-opisuta-informatsiynoyi-kartki-proektu-regionalnogo-rozvitku-yakiy-mozhe-realizovuvatisya-zarahunok-koshtiv-derzhavnogo-byudzhet/](https://www.minregion.gov.ua/napryamki-diyalnosti/regional-dev/derzhavna-rehional-na-polityka/sektoralna-byudzhetna-pidtrimka-yes/nakaz-minregionu-vid-18-05-2017-120-pro-zatverdzhennya-vimog-do-opisuta-informatsiynoyi-kartki-proektu-regionalnogo-rozvitku-yakiy-mozhe-realizovuvatisya-zarahunok-koshtiv-derzhavnogo-byudzhet/) (дата звернення: 12.02.2020).

**References**

1. *The Law of Ukraine “About science parks”*. Retrieved from : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1563-17> [in Ukrainian].
2. *Science Park of Taras Shevchenko University of Kyiv*. Retrieved from : <https://scp.knu.ua/ua/> [in Ukrainian].
3. *Science Park of Nikolaev National Agrarian University “Agricultural perspective”*. Retrieved from : <https://np.mnau.edu.ua/ua/> [in Ukrainian].
4. *Corporation Science Park “Innovation and investment cluster Ternopilla”*. Retrieved from : [http://www.oda.te.gov.ua/data/upload/publication/main/ua/2241/nauka\\_park.pdf](http://www.oda.te.gov.ua/data/upload/publication/main/ua/2241/nauka_park.pdf) [in Ukrainian].
5. *Science Park of National University of Bioresources and Nature Management of Ukraine “Sustainable nature management and quality of life”*. Retrieved from : <https://nubip.edu.ua/node/15418> [in Ukrainian].
6. *Science Park of Kharkiv National University of Internal Affairs*. Retrieved from : <http://univd.edu.ua/uk/dir/1999/naukovyy-park> [in Ukrainian].
7. *Announcement on the collection of project ideas for the development of an action plan for the implementation of the Development Strategy of the Kharkiv region in 2021–2023*. Retrieved from : <http://www.strategy.kharkiv.ua/17-01.html> [in Ukrainian].
8. *Development of regional infrastructure for product quality and safety control AIC*. Retrieved from: [https://www.minregion.gov.ua/wp-content/uploads/2017/09/48\\_in\\_mon.pdf](https://www.minregion.gov.ua/wp-content/uploads/2017/09/48_in_mon.pdf) [in Ukrainian].
9. *Integration of education, science and production is an innovative model of regional development*. Retrieved from : [https://www.minregion.gov.ua/wp-content/uploads/2017/09/49\\_in\\_mon.pdf](https://www.minregion.gov.ua/wp-content/uploads/2017/09/49_in_mon.pdf) [in Ukrainian].
10. *Regional Development Program “Innovative Economics and Investments”*. Retrieved from: [https://www.minregion.gov.ua/wp-content/uploads/2017/04/Programi-regionalnogo-rozvitku\\_do-postanovi-KMU\\_821.pdf](https://www.minregion.gov.ua/wp-content/uploads/2017/04/Programi-regionalnogo-rozvitku_do-postanovi-KMU_821.pdf) [in Ukrainian].
11. *Sectoral budget support EU*. Retrieved from : <https://www.minregion.gov.ua/napryamki-diyalnosti/regional-dev/derzhavna-rehional-na-polityka/sektoralna-byudzhetna-pidtrimka-yes/> [in Ukrainian].

12. Order of the Ministry of Regional Development "On the approval of the requirements for the description and information card of the regional development project, which can be implemented at the expense of the state budget received from the European Union". (2017, May 18). Retrieved from : [https://www.minregion.gov.ua/napryamki-diyalnosti/regional-dev/derzhavna-](https://www.minregion.gov.ua/napryamki-diyalnosti/regional-dev/derzhavna-rehional-na-polityka/sektoralna-byudzhethna-pidtrimka-yes/nakaz-minregionu-vid-18-05-2017-120-pro-zatverdzhennya-vimog-do-opisu-ta-informatsiynoyi-kartki-proektu-regionalnogo-rozvitku-yakiy-mozhe-realizovuvatisya-zarahunok-koshtiv-derzhavnogo-byudzheth/[in Ukrainian].)

rehional-na-polityka/sektoralna-byudzhethna-pidtrimka-yes/nakaz-minregionu-vid-18-05-2017-120-pro-zatverdzhennya-vimog-do-opisu-ta-informatsiynoyi-kartki-proektu-regionalnogo-rozvitku-yakiy-mozhe-realizovuvatisya-zarahunok-koshtiv-derzhavnogo-byudzheth/[in Ukrainian].

O. A. Mandrazhy

#### THE SCIENCE PARK AS ONE OF THE FACTORS FOR CREATING A NATIONAL ECOLOGICAL NETWORK IN UKRAINE

**Abstract.** Existing concepts of technological intensification of agricultural production in our country and in most other countries are excessive chemicalization, high concentration of livestock, irrational organization of enterprises structure, passion for monocultures etc. Described above leads to negative environmental consequences, namely, soil depletion, environmental pollution, rising production costs. The consequence of this is a high energy intensity of the product with its low quality. Intensive and often irrational use of natural resources has led to their exhaustion and destruction of natural landscapes. Thus, it is necessary to solve two main groups of issues. Firstly, production of a sufficient quantity and quality of food and agricultural raw materials. Secondly, preservation and restoration of environmental and population health to an acceptable level. The actual problems are development and implementation of environmentally friendly systems of farming, access these systems to organic production, creating sustainable agroecosystems, integration agricultural sector with nature reserve fund. In our opinion, one way decision is creating a science park. The analysis of the activities of existing science parks in Ukraine suggested to establish a science park on the basis of the Kharkiv National Agrarian University named after V. V. Dokuchayev. The science park, which would target creation of a holistic national ecological network with the introduction of the revival of traditional nature management, attraction of natural resources to mass recreation and health improvement of the population, by making significant adjustments to the further development of the agro-industrial complex. The given thoughts are the basis of this article. This article outlined the main stages of the development of a project to create a science park at KNAU named after V. V. Dokuchayev, some abstracts of projects of winners of previous years, compliance with the content of submitted projects with the main criteria for their evaluation.

**Keywords:** the science park, project, research activities, ecological network.

O. A. Мандражи

#### НАУЧНЫЙ ПАРК КАК ОДИН ИЗ ФАКТОРОВ СОЗДАНИЯ НАЦИОНАЛЬНОЙ ЭКОСЕТИ В УКРАИНЕ

**Аннотация.** Разработка и внедрение экологически безопасных, ресурсосберегающих, почвозащитных систем земледелия с выходом на производство органической продукции при создании устойчивых агроэкосистем и возможности взаимодействия систем АПК и природно-заповедного фонда — актуальные проблемы, одним из путей решения которых, на наш взгляд, может стать создание научного парка. Проведенный анализ деятельности уже существующих научных парков в Украине навел на мысль про необходимость основать на базе Харьковского национального аграрного университета им. В. В. Докучаева научный парк, который был бы нацелен на создание целостной национальной экосети с возрождением традиционных видов природопользования, привлечением природных ресурсов к массовому отдыху и оздоровлению населения, внесением существенных корректив в дальнейшее развитие агропромышленного комплекса. Некоторые мысли относительно написанного выше и стали основой данной статьи. Были прописаны основные этапы разработки проекта по созданию научного парка при ХНАУ им. В. В. Докучаева, приведены некоторые тезисы проектов победителей предыдущих лет, которые в определенной степени перекликаются с нашими идеями, акцентировано внимание на соответствии содержания подаваемых проектов основным критериям их оценивания.

**Ключевые слова:** научный парк, проект, научно-исследовательская деятельность, экосеть.

**ІНФОРМАЦІЯ ПРО АВТОРА**

**Мандражи Оксана Анатоліївна** — канд. пед. наук, доцентка кафедри фізики та вищої математики, Харківський національний аграрний університет ім. В. В. Докучаєва, м. Харків, Україна, [oksanamandrazhy23@gmail.com](mailto:oksanamandrazhy23@gmail.com); ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0001-9968-8500>

**INFORMATION ABOUT THE AUTHOR**

**Mandrazhy O. A.** — PhD in Pedagogy, Associate Professor of the Department of Physics and Higher Mathematics, Kharkiv National Agrarian University named after V. V. Dokuchayev, Kharkiv, Ukraine, [oksanamandrazhy23@gmail.com](mailto:oksanamandrazhy23@gmail.com); ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0001-9968-8500>

**ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ**

**Мандражи О. А.** — канд. пед. наук, доцент кафедры физики и высшей математики, Харьковский национальный аграрный университет им. В. В. Докучаева, г. Харьков, Украина, [oksanamandrazhy23@gmail.com](mailto:oksanamandrazhy23@gmail.com); ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0001-9968-8500>

Стаття надійшла до редакції / Received 24.03.2020

К. Г. Постова

## НАВЧАЛЬНИЙ STEM-ПРОЄКТ «МІНІМЕТЕОСТАНЦІЯ»

**Анотація.** Визначено причини необхідності підготовки висококваліфікованих кадрів у світі, роль науки та педагогіки у підготовці висококваліфікованих фахівців, що впроваджують технологічні процеси на світовому рівні. Основні питання, як-от потреба у кваліфікованих фахівцях з навичками XXI ст. та їх підготовка в сучасних умовах існування деяких країн, і пропозиції щодо вирішення цих питань пропонуються у статті. Навички XXI ст.: цифрова, комунікативна компетентність, креативність і висока продуктивність діяльності та їх формування в сучасному навчальному процесі. STEM-освіта — один з підходів, що дає змогу підготувати дітей до прогресивного розвитку технологій і не лише. Висвітлено упровадження основних напрямів STEM-освіти в Малайзії, Індонезії, Сполучених Штатах Америки, Україні. Зазначені країни мають різний рівень розвитку економіки і різний потенціал для розвитку освіти. Натомість кожна з них втілює підходи, що відповідають принципу STEM-освіти. Наведено приклади реалізації STEM-освіти у формі реалізації STEM-проєктів у вищезазначених державах. У Малайзії — етап впровадження STEM-освіти на основі реалізації інтегрованого навчання у навчальних закладах. Індонезія впроваджує STEM-освіту через втілення в життя STEM-проєктів, в яких реалізується інтеграція деяких галузей науки і техніки. Сполучені Штати Америки впроваджують цільові STEM-проєкти, до яких залучають фахівців, учителів та дітей. Україна впроваджує STEM-освіту шляхом реалізації навчальних STEM-проєктів або дослідницьких робіт, які інтегрують у собі декілька навчальних дисциплін. У статті як приклад представлено навчальний STEM-проєкт для шестикласників «Мініметеостанція», мета якого — пов'язати знання з декількох навчальних дисциплін і продемонструвати інтеграцію знань загалом. STEM-проєкт дає змогу виявити в дітей схильність до конструювання, винахідництва, охорони природи, організаторських здібностей тощо.

**Ключові слова:** STEM-освіта, STEM-проєкт, інтеграція, навички XXI ст., цифрова грамотність, креативність, комунікабельність, продуктивність діяльності.

**Постановка проблеми.** Забезпечення конкурентоспроможності в епоху глобалізації у сфері науки і передових технологій дає змогу швидко адаптуватися до ситуацій, які не мають чіткого алгоритму вирішення. Відповідно, здатність до прийняття креативних рішень у подоланні проблем, які виникають, є одною з основних навичок XXI ст., оскільки активні зміни наповнюють всі галузі науки і техніки. Навіть більше, наука сприяє безпосередньому постійному процесу навчання, забезпечує активне набуття знань та застосування їх в повсякденній діяльності. Усвідомлення глобального значення

науки можливе лише за підвищення загальної грамотності населення. Наукова грамотність передбачає можливості осмислення наукових концепцій і підходів, вміння застосовувати їх, передбачати, експериментувати, шукати докази або спростовувати їх. Наукова грамотність вважається основним результатом навчання та мотивацією до продовження наукової діяльності [1].

Малайзійські науковці визначають гостру необхідність «нової категорії» робочої сили, яка не лише зможе використовувати нові технології, а й буде здатною модернізувати їх [2]. Нагальну потребу в робочій силі такої кваліфікації мають і інші розвинені країни та країни, що активно розвиваються. Підготовка кваліфікованих

спеціалістів визначеного рівня покладена на освітню систему окремо взятої країни або регіону і винесена на обговорення науковців у галузі освіти.

Відповідно, наукова спільнота, генералізуючи основні вимоги до кваліфікації робітників майбутнього, визначила декілька основних напрямів розвитку особистості на сьогодні. На базі Educational Laboratory and Metiri Group створено модель навичок XXI ст., яка відома як навички Engauge XXI ст. (NCREL & Metiri Group, 2003). Навички XXI ст. — це сукупність навичок, необхідних для життя і праці в епоху активних цифрових змін. Модель включає чотири основних складові (критерії): цифрова грамотність, креативне мислення, ефективна комунікація та висока продуктивність. Визначені світовою спільнотою критерії малазійці доповнили п'ятим критерієм духовних норм і цінностей [2].

1. Цифрова грамотність — це аналіз та інтерпретація даних, розуміння та оцінка моделі управління завданнями, визначенням їх пріоритетності, залученням до розв'язання проблем, забезпеченням добробуту та безпеки інформаційного простору. Потребою в цифровій грамотності є розвиток відповідно до вікових особливостей (переважно), щоб забезпечити можливість максимально використовувати технології в життєдіяльності.

2. Креативне мислення, другий критерій, визначається як пізнавальна діяльність, яка підтримує застосування творчого мислення як здатності мислити оригінально, нетипово для інших, адаптації та управління в складних ситуаціях, прояву саморегуляції, цікавості, готовності ризикувати.

3. Комунікабельність — вміння отримувати, обробляти, трансформувати інформацію, забезпечувати командну роботу і брати участь у ній, налагоджувати міжособистісні навички, активно виконувати соціальні обов'язки, здійснювати інтерактивне спілкування та комунікацію.

4. Висока продуктивність визначається як здатність виробляти продукти, які є актуальними, якісними, інтелектуальними, сучасними, інформаційними й оригінальними. Крім того, висока продуктивність кваліфікованих працівників визначається у компетентному делегуванні і структуруванні завдань за важливістю

та пріоритетністю, якісному плануванні й виробництві доброякісної продукції.

5. Духовні цінності — навик, який є оригінальним, визначає важливість релігійних знань і переконань, позитивне ставлення до моральних цінностей нації [2].

Висвітлення одного з напрямів реалізації STEM-освіти в декількох країнах з різним рівнем розвитку і різним освітнім потенціалом порівняно з нашою державою, а також представлення навчального STEM-проєкту як одного з напрямів реалізації STEM-освіти в Україні є **метою статті**.

#### **Аналіз останніх досліджень і публікацій.**

За словами К. Беккера і К. Парк (2011), STEM-освіта — підхід, який досліджує процеси викладання і навчання між будь-якими двома або більше компонентами STEM або між будь-якими компонентами іншої галузі знань. Фактично, STEM-освіта — це інтеграція технологій та інженерного дизайну понять у навчально-математичних процесах природничих і математичних наук. STEM призначений для перетворення традиційного навчання, орієнтованого на викладення матеріалів вчителем, на навчання, орієнтоване на активну діяльність дітей, які засвоюють зміст, щоб знайти рішення проблем [2].

За допомогою STEM-навчання діти засвоюють наукові поняття та оволодівають основними (читання, письмо, спостережливість) і спеціальними навичками (проведення експериментів, оволодіння методиками та інше), які використовують у майбутньому не лише у професійній кар'єрі, а й у повсякденному житті [3].

STEM-освіта — це цікавий та ефективний спосіб дізнатися про науки, їх необхідність і взаємозалежність. Саме тому STEM слугує альтернативною моделлю навчання, яку використовують для заохочення до дослідження або просто повторення пройденого з декількох дисциплін, паралельно демонструючи їх взаємозв'язок.

Перевагою у використанні STEM-підходу в навчанні є можливість виявлення у процесі діяльності майстерності, новаторських, винахідницьких, дослідницьких здібностей в учасників навчального процесу [3].

STEM-навчання — це проєктне навчання, що потенційно забезпечує осмислене навчання, здатне тренувати вміння розв'язувати проблеми



через проєкт, який інтегрований. Тобто включає декілька галузей науки і має практичну спрямованість, є корисним для життя і навколишнього середовища [2].

Дж. Різ і С. Фан (2014) відзначають впровадження STEM-освіти у формі STEM-проєктів, що відбулося в кількох країнах, і кожна має різні форми з точки зору їх застосування. В Індонезії інтеграція STEM як навчального підходу ще не дуже популярна. Однак концепція інтеграції між науковими галузями почала формуватися із запровадження в навчальній програмі (2013) поняття «інтеграція», що вказує на необхідність поєднання різних галузей науки у певній галузі дослідження, і це відповідає концепції інтеграції знань [4].

Центр найкращих практик асоціації Індонезії проводить дослідження проєктного навчання, зокрема STEM-проєктів, які передбачають інтеграцію математики, технологій, інженерії. Прийнята технологія пов'язана з використанням різних технологічних пристроїв ІКТ. Технічні напрями представлені переважно у вебдизайні та програмуванні, а математика використовується для оброблення статистичних даних. Навчання на основі STEM-проєктів загалом здійснюється за визначеним алгоритмом: визначення фундаментальних проблем, які потребують розв'язання, планування проєктної діяльності, складання та узгодження графіка роботи, моніторинг діяльності учасників, одержання результатів, оцінка результатів, їх аналіз [4].

З іншого боку, навчальний клімат, який стимулює учнів бути активними і творчими, може поступово сприяти позитивному ставленню учнів до творчості. Свобода і довіра, надана кожному в навчальному процесі, може підвищити їхню впевненість, мужність та почуття відповідальності у навчанні. Це може бути капіталом творчих особистостей, які не проявили себе під час навчального процесу [4].

Університет Домініона і Норфолкський державний університет у співпраці із співробітниками суднобудівної галузі і морським флотом, місцевими шкільними системами вдосконалює підготовку STEM-проєктів, використовуючи інноваційний досвід для дітей та викладачів із суднобудування, судноремонту, керування суднами впроваджуючи програму MarineTech та SBRC-проєктів. Проєкт

MarineTech розрахований на 60 дітей восьмих і дванадцятих класів протягом трьох років, передбачає 144 годин навчання та практичного навчання, досвід у галузі морської техніки і фізики за напрямом суднобудування. Програма включає вісім занять щосуботи в навчальний період, з додатковою двотижневою практикою кожного літа. MarineTech — прогресивна навчальна програма, яка охоплює основні вміння та знання з фізики, оскільки вона стосується суднобудування через застосування цих принципів у кульмінаційному дизайні корабля. Навчальна програма збагачена такими заходами, як поїздки до суднобудівних і ремонтних компаній, відвідування музеїв морської науки та події дня кар'єри. MarineTech паралельно орієнтовано на математику, науку та технології з восьмого до дванадцятого класу, кожен з яких отримує 40 годин літнього професійно спрямованого практикуму і 40 годин подальшого навчання й підтримку. Такі проєкти спрямовано на стимулювання та оцінку навчальних досягнень. Однак вони вирішують критичний дефіцит кваліфікованих робітників, необхідних для підтримання оборонного суднобудування та ремонтної промисловості країни. Підтримка проєкту від суднобудівних компаній та професійних організацій, державних установ свідчить про зобов'язання допомагати в проєкті, надаючи можливості дітям побачити все на практиці. Створений STEM-проєкт пов'язаний із суднобудуванням, судноремонтом та процесами, які відбуваються в суднобудівних компаніях, що і було закладено в зміст навчальних програм, які були розроблені на основі інтегрованого досвіду науки, техніки, державних установ, вчителів та дітей, в якому кожен розвиває власний рівень знань, отриманих під час діяльності.

Навчання на основі проєктів — це система навчальних методів, які дають змогу залучати учнів до засвоєння знань та навичок через розширений процес запиту, структурований навколо складних, автентичних запитань і ретельно продуманих продуктів та завдань. Важливим є використання проєктного навчання в освіті за сприяння вчених та кваліфікованих робітників окремої галузі. Ідеально підходить використання такої співпраці для об'єднання фактичних знань, принципів та навичок їх застосування в рамках професії [5].

Віртуальний STEM-центр Малої академії наук України пропонує для дітей і педагогів підтримку у створенні або виконанні представлених STEM-проектів. STEM-центр передбачає освітнє середовище STEM-лабораторії «МАНЛаб», яке включає інформаційно-технологічну, просторово-матеріальну, соціально-особистісну складові. Крім того, Центр передбачає надання методичних рекомендацій щодо створення та реалізації STEM-проектів, висвітлення дослідницьких проектів та методик, які послугують для їх реалізації. Надано перелік обладнання, яким можна скористатися для втілення власних дослідницьких цілей [7, 8].

В Україні також існують центри при закладах вищої освіти і закладах загальної освіти, які активно залучають дітей до реалізації чи створення власних STEM-проектів. Наприклад, центр кафедри інформатики та методики її навчання Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка ставить перед собою завдання з мотивації учнів і студентів до освіти в науково-технічній сфері та подальшого розвитку наукової кар'єри, стимулювання досліджень і винаходів у STEM-галузях, розвитку наукового кадрового потенціалу країни. Важливе місце в його роботі посідає розроблення STEAM-проектів. У навчальному процесі такий проєкт поєднує низку дисциплін, а саме: інформатику, інженерію, математику, фізику, хімію, архітектурний дизайн, трудове навчання. Для успішної реалізації проєкту потрібні умови: наявність значущої у творчому, дослідницькому плані проблеми, чітка постановка ключових і тематичних запитань, практична значущість очікуваних результатів, самостійна робота учасників, структурування змістової частини проєкту (етапи, завдання, розподіл ролей тощо), використання дослідницьких методів, застосування комп'ютерних технологій [9].

Утім, кожен навчальний заклад в Україні впроваджує проєктне навчання, використовуючи власні можливості (керівників, педагогів, батьківської спільноти і дітей). Найчастіше серед проєктів — це STEM-проекти, які дають дітям змогу розкрити власні потенційні можливості.

Проблеми для проєкту найчастіше обираються з галузі знань, яка цікавить більшість учасників класного колективу і стосується

безпосередньо вивчення проблемного матеріалу. Найчастіше навчальний міждисциплінарний проєкт використовується для закріплення вивченого матеріалу розділу або теми і поєднується з іншими навчальними дисциплінами. Особливо ефективними є тематичні проєкти, в яких обговорюється проблема, актуальна для окремої групи дітей, які проявляють стійкий інтерес до її дослідження. [10, 11].

**Виклад основного матеріалу.** STEM-проект «Мініметеостанція» розрахований на шестикласників, які завершили вивчення теми «Атмосфера». Курс фізичної географії шостого класу передбачає ознайомлення з основними властивостями оболонок Землі, що стає основою для вивчення багатьох шкільних навчальних курсів у майбутньому. Визначений курс можна визнати інтегрованим, бо він включає загальні відомості з більшості наукових галузей, але значна кількість теоретичного матеріалу не завжди дає змогу повністю розкрити практичність занять. Саме тому пропонуємо STEM-проект, який дасть змогу залучити ще декілька відомих дітям навчальних дисциплін для його виконання, а саме — математику і технології [Там само].

Мета запропонованого STEM-проєкту — закріпити знання про атмосферу та її властивості.

Завдання:

- повторити матеріал про властивості атмосфери, як-от: атмосферний тиск, температура, вологість;
- пригадати стани води в атмосфері та процеси їх переходу один в один;
- пригадати утворення атмосферних опадів;
- ознайомитися з принципами роботи вимірювальних приладів;
- ознайомитися з відомими моделями, створеними власноруч вимірювальними приладами, за допомогою яких можна визначити властивості атмосфери;
- виготовити вибраний вимірювальний прилад за обраною технологією;
- перевірити роботу і відкалібрувати вимірювальний прилад;
- провести дослідження властивостей атмосфери з використанням виготовленого вимірювального приладу;
- представити вимірювальний прилад і пояснити принцип його дії.

**Технологічна карта**  
**створення навчального STEM-проєкту «Мініметеостанція»**  
*(рекомендоване використання під час вивчення*  
*теми «Атмосфера», географія, 6 клас)*

Проблема	стрімкі зміни властивостей атмосфери, які негативно впливають на природу й існування людства
Предмет	атмосфера
Об'єкт	прилади і методи визначення атмосферного тиску, температури, напрямку та сили вітру, кількості опадів та інших властивостей атмосфери
Гіпотеза	створення модифікованих моделей приладів для визначення властивостей атмосфери (налаштування приладів для вимірювання окремих властивостей атмосфери в реальному часі)
Тема проєкту	«Мініметеостанція»
Мета	1. Навчитися створювати прилади для визначення основних властивостей атмосфери. 2. Знати і вміти визначати окремі властивості атмосфери та закономірності зміни даних властивостей, пояснювати і фіксувати зміни властивостей атмосфери з допомогою створених вимірювальних приладів
Завдання	<ul style="list-style-type: none"> <li>• визначити прилади, які фіксують зміни основних властивостей атмосфери;</li> <li>• підібрати інформаційні матеріали щодо будови й особливостей роботи обраних вимірювальних приладів;</li> <li>• визначити особливості будови кожного з визначених вимірювальних приладів;</li> <li>• підібрати матеріали, необхідні для створення вимірювальних приладів;</li> <li>• створити (колективно чи індивідуально) прилади для вимірювання змін властивостей атмосфери;</li> <li>• перевірити роботу (відкалібрувати) вимірювальних приладів;</li> <li>• створити «мініметеостанцію» та ознайомити з будовою і принципом дії відтвореного вимірювального приладу</li> </ul>
Тип проєкту	
за кількістю учасників	груповий
за терміном виконання	короткостроковий (до одного місяця)
за ступенем інтеграції (необхідне підкреслити)	інтегрований (три і більше дисциплін): географія, фізика, технологія, математика
за видом діяльності, який переважає	навчальний дослідницький розвивальний конструкторський, винахідницький
за масштабом	локальний
Учасники проєкту	
необхідне підкреслити і визначити кількість осіб	діти 6 класу, батьки, вчителі
Матеріали й обладнання	
матеріали	папір А4, А1; кольорові олівці, картон, кульки, дерев'яні палички (різної довжини), скотч, клей, скріпки, паперові стаканчики, ножиці, порожні ємності до 200 мл та ін. (може залежати від модифікації приладу)

обладнання	телефони (з GPS); комп'ютер, за необхідності столярні інструменти (лише за умови виконання роботи під наглядом керівника або батьків)
Форма представлення результатів навчального STEM-проєкту	модель, представлення та пояснення принципу дії
Критерії оцінювання результатів проєктної діяльності	вимірює властивість атмосфери (так; ні); оригінальність виконання (повністю відповідає моделі; частково відповідає моделі; майже не відповідає); точність роботи вимірювального приладу (точний; частково; неточний); екологічність (екологічний; частково; з неекологічних матеріалів); простота використання (зручний; частково; незручний); креативність (має додаткові функції; декоративний, інше)
Етапи проєкту	
Мотиваційний етап	
формування цікавості до певного кола проблем	підвищена цікавість учнів до вимірювальних приладів і принципів їх роботи, активність був помічений під час ознайомлення з вимірювальними приладами та перевантаження програмним матеріалом сприяли залученню дітей до проєкту в канікулярний період, який припадає на період завершення теми «Атмосфера»
підвищення рівня пізнавального інтересу до розв'язання проблемних задач	підвищений інтерес дітей до вимірювальних приладів був помічений під час ознайомлення з різними типами приладів, які визначають одну властивість атмосфери, але мають різний принцип дії (наприклад, ртутний барометр і барометр-анероїд, різні типи термометрів), можливість виготовити прилади власноруч здивувала дітей
Підготовчий етап	
формування проєктної групи	розподіл обов'язків між учасниками ініціативної групи (більшість дівчаток взяли на себе організаторські функції і пошук інформації; хлопчики відповідальні за процес створення приладів)
підбір керівників і виконавців проєкту	керівники, обрані в групі, вчитель-консультант, батьки — помічники в реалізації
вибір і формулювання теми проєкту	«Метеокомплекс 425»
висунення гіпотез	група створюватиме прилади для вимірювання тиску, температури, сили і напрямку вітру, визначення кількості опадів
формулювання мети та завдань	створення приладів для обладнання метеомайданчика: <ul style="list-style-type: none"> <li>• створити прилади для вимірювання тиску;</li> <li>• створити прилади для вимірювання температури;</li> <li>• створити прилади для вимірювання напрямку та сили вітру;</li> <li>• створити прилади для вимірювання кількості опадів</li> </ul>
планування та розроблення структури дослідження	проєкт реалізується в канікулярний період (один тиждень), два дні дається на ознайомлення та аналіз підібраної літератури, один день — на вибір моделі приладу та пошук матеріалів для його конструювання, один-два дні — на конструювання і калібрування приладу (для деяких приладів термін має бути подовжено); обговорення презентації моделі та принципу роботи приладу

попередній аналіз літератури з теми дослідження	визначити перелік навчальної і додаткової літератури, з якою необхідно знайомитися (як з ініціативи вчителя, так і з ініціативи учасників), ознайомлення з відеороликами та спостереження за роботою власне вимірювальних приладів
Етап планування	
графік реалізації проєкту	23–29 березня (уточнення діяльності кожного учасника групи, їх корекція відповідно до ситуації)
Формулювання завдання по групах або індивідуально і терміни виконання	Здійснення інформаційного пошуку та передача даних для обговорення; оброблення результатів інформаційного пошуку; аналіз матеріалів та визначення найбільш конструктивної моделі приладу; вибір найбільш оптимальної моделі вимірювального приладу з точки зору точності вимірювання, ефективності використання, надійності, економічної вигоди; створення технології створення приладу, якщо є модифікації їх обґрунтування, та доведення їх доцільності; процес створення приладу; перевірка в роботі; усунення дефектів; калібрування вимірювальних приладів; функціонування та знімання показників роботи приладів; представлення приладів; використання приладів для визначення основних властивостей атмосфери
обговорення можливого результату	виготовлення вимірювальних приладів і використання їх у побуті
вибір методів проведення дослідження	аналіз, узагальнення, спостереження, моделювання, експеримент
Організаційно-дослідницький (технологічний) етап	
детальний інформаційний пошук	повторення теми «Атмосфера», визначення основних властивостей атмосфери, пошук моделей вимірювальних приладів для дослідження властивостей атмосфери, які виконані власноруч
теоретичне дослідження проблеми	вивчення принципів дії вимірювальних приладів різних типів (барометра, термометра, анемометра, флюгера та ін.)
експериментальна перевірка гіпотез	перевірка можливості створення моделі вимірювальних приладів та правильності показників, отриманих з їх допомогою
аналіз та синтез отриманих теоретичних та практичних результатів	створення власне приладів калібрування та перевірка правильності отриманих даних з допомогою телефонних додатків та відомостей гісметео
оформлення теоретичних даних	зображення моделей пристроїв і визначення їх модифікацій, якщо такі були
оформлення експериментальних даних	перевірка роботи вимірювальних приладів, таблиці звірки з даними метеостанцій
Етап представлення результатів	
підготовка результатів до представлення	вимірювальний прилад або його модель з результатами його експериментальної перевірки
підготовка до публічного виступу	коротке повідомлення про вимірювальний прилад (модифікації, які були втілені у процесі його створення), принцип дії приладу

самооцінювання результатів діяльності	повідомлення про те, що спричинило негаразди або що не змогли втілити за певних причин у процесі відтворення вимірювального приладу
при груповій діяльності оцінювання внеску кожного	оцінити внесок кожного у створення вимірювального приладу або його моделі
аналіз зауважень і пропозицій за результатами діяльності	об'єктивний аналіз і критика (аргументована) зауважень і пропозицій, отриманих у процесі дискусії під час представлення результатів
плани на майбутнє	повідомлення можливих шляхів реалізації ваших задумів, якщо такі сформувався в процесі роботи над вимірювальним приладом, або намір виготовити модель іншого приладу

**Висновки.** Незважаючи на різні способи реалізації STEM-освіти, які обрали країни з різними можливостями, визначений освітній напрям реалізовується не лише в країнах Європи, а й в країнах Південно-Східної Азії, і доволі активно. Інтеграція всіх або окремих напрямів науки і техніки сприяє появі нових технологій, які виникають при їх поєднанні, тому навчання поступово відходить від диференціації навчальних дисциплін, що може мати як позитивні, так і негативні наслідки для становлення освітньої системи загалом.

Локальний STEM-проект — це можливість інтегрувати знання з різних предметів через практичне їх використання, не впливаючи на структуру самого навчального процесу, а саме — диференціацію навчальних дисциплін. Практика проведення STEM-проектів, як узагальнювальних занять, є ефективною і орієнтованою на практичну реалізацію ідей. А представлений проект має стати матрицею (прикладом) для створення власних проектів, враховуючи інтереси педагогів, батьків, дітей, громади, а також по змозі бути спрямованим на розв'язання актуальних локальних проблем місцевості, закладу, колективу, господарства тощо.

**Список використаних джерел**

- Han S., Yalvac B., Capraro M. M., Capraro R. M. In-service Teachers' Implementation and Understanding of STEM Project Based Learning. *Eurasia Journal of Mathematics, Science Technology Education*. 2015. № 11. P. 63–76. DOI: <https://doi.org/10.12973/eurasia.2015.1306a>
- Husin F., Mohamad Arsad N., Othman O. and oth. Fostering students' 21st century skills through Project Oriented Problem Based Learning (POPBL) in integrated STEM education program. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*. 2016. № 17. P. 41–56.
- Afariana J., Permanasari A., Fitriani A. Project based learning integrated to STEM to enhance elemen-

- tary schools students scientific literacy. *Journal Pendidikan JPII*. 2016. № 5. P. 261–267.
- Ismayani A. Pengaruh penerapan STEM project-based learning terhadap kreativitas matematis siswa smk Indonesian Digital. *Journal of Mathematics and Education*. 2016. № 3. P. 264–272.
- Verma K., Dickerson D., McKinney S. Engaging Students in STEM Careers with Project-Based Learning-MarineTech Project. *Technology and engineering teacher*. 2011. September. P. 25–31.
- Balyk N., Shmyger G., Oleksiuk V., Barna O. Model of Professional Retraining of Teachers Based on the Development of STEM Competencies. *ICTERI 2018 ICT in Education, Research and Industrial Applications. Integration, Harmonization and Knowledge Transfer*. 2018. P. 318–331.
- STEM-education. URL: <https://teach.com/what/teachers-know/stem-education> /Accessed on: July, 12, 2017.
- Віртуальний STEM-центр Малої академії наук України. URL: <https://stemua.science/> (дата звернення: 11.02.2020).
- Capraro H., Capraro R. How science, technology, engineering and mathematics (STEM) project-based learning (PBL) affects high, middle and low achievers differently the impact of student factors on achievement. *Int J of Sci and Math Educ (International Journal of Science and Mathematics Education)*. 2005. № 3. P. 1089–1113. <https://doi.org/10.1007/s10763-014-9526-0>
- Методичні рекомендації щодо впровадження STEM-освіти у загальноосвітніх та позашкільних навчальних закладах України на 2017/2018 навчальний рік. URL: <https://imzo.gov.ua/2017/07/13/lyst-imzo-vid-13-07-2017-21-1-10-1410-metodychni-rekomendatsiji-schodovprovadzhennya-stem-osvity-u-zahalnoosvitnih-ta-pozashkilnyh-navchalnyh-zakladah-ukrajiny-na-2017-2018-n-r/> (дата звернення: 10.02.2020).
- STEM-освіта. URL: <https://imzo.gov.ua/stemosvita/> (дата звернення: 11.02.2020).

## References

- Han, S. et al. (2015). In-service Teachers' Implementation and Understanding of STEM Project Based Learning. *Eueasia Journal of Mathematics, ScienceTechnology Education*, 11, 63–76 [in English]. DOI: <https://doi.org/10.12973/eurasia.2015.1306a>
- Husin, F. et. et. al I. (2016). Fostering students' 21st century skills through Project Oriented Problem Based Learning (POPBL) in integrated STEM education program. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 17, 41–56 [in English].
- Afriana, J. et al. (2016). Project based learning integrated to STEM to enhance elementary schools students scientific literacy. *Jurnal Pendidikan JPPI*, 5, 261–267 [in English].
- Ismayani, A. (2016). Pengaruh penerapan STEM project-based learning terhadap kreativitas matematis siswa smk Indonesian Digital. *Journal of Mathematics and Education*, 3, 264–272 [in English].
- Verma, K. et al. (2011). Engaging Students in STEM Careers with Project-Based Learning—MarineTech Projec. *Technology and engineering teacher*, September, 25–31 [in English].
- Balyk, N. et al. (2018). Model of Professional Retraining of Teachers Based on the Development of STEM Competencies. *ICTERI 2018 ICT in Education, Research and Industrial Applications. Integration, Harmonization and Knowledge Transfer*, 3, 318–331 [in English].
- STEM-education (2017). Retrieved from: <https://teach.com/what/teachers-know/stem-education/> [in English].
- Virtual STEM center of the Junior Academy of Sciences of Ukraine. Retrieved from: <https://stemua.science/> [in Ukrainian].
- Capraro, H. (2005). How science, technology, engineering and mathematics (STEM) project-based learning (PBL) affects high, middle and low achievers differently the impact of student factors on achievement. *Int J of Sci and Math Educ*, 3, 1089–1113 [in English].
- Guidelines for implementation of STEM-education in secondary and extracurricular educational institutions of Ukraine for the 2017/2018 academic year. (2017/2018). Retrieved from : <https://imzo.gov.ua/2017/07/13/lyst-imzo-vid-13-07-2017-21-1-10-1410-metodychni-rekomendatsiji-schodovprovadzheniya-stem-osvity-u-zahalnoosvitnih-ta-pozashkilnyh-navchalnyh-zakladah-ukrajiny-na-2017-2018-n-r/> [in Ukrainian].
- STEM-osvita [STEM education]. (n. d.). *imzo.gov.ua*. Retrieved from : <https://imzo.gov.ua/stemosvita/> [in Ukrainian].

K. H. Postova

## EDUCATIONAL STEM-PROJECT «MINI METEOSTATION»

**Abstract.** The reasons for the need for training highly qualified personnel in the world are identified. The role of science and pedagogy in the preparation of highly qualified specialists implementing technological processes. The main issues and suggestions for their solution are proposed in the article. Skilled professionals with skills of the 21st century and their training in the modern conditions of existence of some countries. Skills of the XXI century: digital, communicative competence, creativity and high productivity of activity and their formation in the modern educational process. STEM-education is one of the approaches that allows you to prepare children for the actively progressing development of technology and not only. The introduction of the main directions of STEM-education in Malaysia, Indonesia, the United States of America, and Ukraine is highlighted. Countries have different levels of economic development and different potentials for the development of education. But each of the certain states embodies approaches consistent with the principle of STEM-education. Examples of the implementation of STEM-education in the form of the implementation of STEM-projects in the above states are given. In Malaysia, the stage of introducing STEM-education through the implementation of integrated learning in educational institutions of the country. Indonesia introduces STEM-education through the implementation of STEM-projects in which the integration of individual branches of science and technology is implemented. The United States is introducing targeted STEM-projects that attract professionals, teachers, and children. Ukraine introduces STEM-education through the implementation of STEM training projects or research projects that integrate several academic disciplines. The article presents, as an example, an educational STEM-project for sixth graders "Mini Weather Station". The purpose of which is to impoverish knowledge from several academic disciplines than to show the integration of knowledge as a whole. This STEM-project allows us to identify in children a tendency to design, invent, protect nature, organizational abilities and others.

**Keywords:** STEM-education, STEM-project, integration, skills of the XXI century, digital literacy, creativity, sociability, productivity.

Е. Г. Постова

#### УЧЕБНЫЙ STEM-ПРОЕКТ «МИНИ-МЕТЕОСТАНЦИЯ»

**Аннотация.** Определены причины необходимости подготовки высококвалифицированных кадров в мире, роль науки и педагогики в подготовке высококвалифицированных специалистов, внедряющих технологические процессы на мировом уровне. Основные вопросы, как то потребность в квалифицированных специалистах с навыками XXI века и их подготовка в современных условиях некоторых стран, а также предложения по их решению представлены в статье. Навыки XXI века: цифровая, коммуникативная компетентность, креативность и высокая производительность деятельности и их формирование в современном учебном процессе. STEM-образование — один из подходов, который позволяет подготовить детей к активно прогрессирующему развитию технологий и не только. Освещены внедрения основных направлений STEM-образования в Малайзии, Индонезии, Соединенных Штатах Америки и Украине. Указанные страны имеют разный уровень развития экономики и разный потенциал для развития образования. Зато каждое из этих государств воплощает подходы, соответствующие принципу STEM-образования. Приведены примеры реализации STEM-образования в форме реализации STEM-проектов в вышеуказанных государствах. В Малайзии — этап внедрения STEM-образования на основе реализации интегрированного обучения в учебных заведениях страны. Индонезия внедряет STEM-образование через воплощение в жизнь STEM-проектов, в которых реализуется интеграция отдельных отраслей науки и техники. Соединенные Штаты Америки внедряют целевые STEM-проекты, в которые привлекают специалистов, учителей и детей. Украина внедряет STEM-образование путем реализации учебных STEM-проектов или исследовательских работ, которые интегрируют в себе несколько учебных дисциплин. В статье в качестве примера представлен учебный STEM-проект для шестиклассников «Мини-метеостанция», цель которого — объединить знания из нескольких учебных дисциплин и показать интеграцию знаний в целом. STEM-проект позволяет выявить у детей склонности к конструированию, изобретательству, охране природы, организаторские способности и др.

**Ключевые слова:** STEM-образование, STEM-проект, интеграция, навыки XXI века, цифровая грамотность, креативность, коммуникабельность, продуктивность деятельности.

#### ІНФОРМАЦІЯ ПРО АВТОРА

**Постова Катерина Григорівна** — канд. психол. наук, наукова співробітниця відділу інформаційно-дидактичного моделювання, НЦ «Мала академія наук України», м. Київ, Україна, kateruna\_p@ukr.net; ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0001-9728-4756>

#### INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

**Postova K. H.** — PhD in Psychology, Researcher of the Department of Informational and Didactic Modeling, NC "Junior academy of sciences of Ukraine", Kyiv, Ukraine, kateruna\_p@ukr.net; ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0001-9728-4756>

#### ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

**Постова Е. Г.** — канд. психол. наук, научный сотрудник отдела информационно-дидактического моделирования, НЦ «Малая академия наук Украины», г. Киев, Украина, kateruna\_p@ukr.net; ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0001-9728-4756>

Стаття надійшла до редакції / Received 30.03.2020



Р. Л. Новогрудська

## ОНТОЛОГІЧНИЙ ПІДХІД ДО ПРОЄКТУВАННЯ ІНТЕРНЕТ-ПОРТАЛІВ ЗНАНЬ

**Анотація.** У статті представлено підхід до проєктування Інтернет-порталів знань на основі онтологій. Інтернет-портали знань надають користувачам доступ до різномірних слабкозв'язних даних та інформаційних ресурсів з різних предметних галузей. Використання таких порталів, як єдиної точки доступу, значно спрощує роботу з інформацією, представленою у мережі Інтернет. У випадку Інтернет-порталів для представлення інформації інженерних предметних галузей у їх середовищі містяться не лише інформаційні ресурси і дані, а й велика кількість обчислювальних ресурсів та вебсервісів, які використовуються для виконання певних розрахункових задач інженерних предметних галузей. Онтологічний підхід до проєктування Інтернет-порталів знань дає змогу представити й інтегрувати гетерогенні слабкозв'язні інформаційні й обчислювальні ресурси в процесі структуризації та систематизації даних і знань. Як модель представлення знань на порталі пропонується використовувати онтологію. Загальну онтологію Інтернет-порталу знань представлено системою чотирьох зв'язних компонент. Описано структуру такої системи, виділено базові елементи її онтологій, а також зв'язки між ними. Проведено формалізацію елементів онтологій, яка дає змогу організувати й оптимізувати семантичний пошук по інформаційному простору Інтернет-порталу знань.

**Ключові слова:** Інтернет-портал знань, онтологія, структуризація, знання, інформаційні ресурси, модель, клас, відношення.

**Постановка проблеми.** На сьогодні розробляється велика кількість Інтернет-порталів, які виступають єдиним джерелом доступу до інформації у визначеній предметній галузі. Інтернет-портали пропонують користувачеві широкий спектр інформації, розміщеної у такий спосіб, який є найзручнішим для користування кінцевим користувачем. В умовах правильного розроблення, впровадження і підтримки Інтернет-портал стає відправною точкою входу більшості вебкористувачів, надаючи доступ до інформації, розміщеної на розгалужених, не зв'язаних між собою ресурсах мережі Інтернет.

Розвиток інформаційних технологій і сучасних корпоративних розподілених систем привів до створення нових програмних технологій і середовищ, які дають змогу отримувати

деяку узагальнену інформацію на базі логічних висновків та семантичного пошуку. До таких середовищ можна віднести системи корпоративного управління, які використовуються в міністерствах, відомствах та інших державних установах. У процесі функціонування корпоративних систем інформація збирається на нижніх рівнях системи, агрегується на проміжних рівнях і оброблюється на верхніх рівнях для побудови прогнозів, тенденцій розвитку тощо. Для розроблення таких систем широко використовуються технології баз даних та знань, сховища даних, методи інтелектуальної оброблення інформації, методики управління проєктами. Проте можливості цих технологій не повною мірою адаптовані для побудови Інтернет-порталів знань, оскільки в середовищі порталу знань розміщено велику кількість інформаційних ресурсів та обчислювальних сервісів, які характеризуються різномірністю та слабкозв'язністю.

Нині в мережі Інтернет накопичено великі обсяги інформації з різних галузей наукових знань. Причому ці обсяги неконтрольовано зростають, що робить задачу ефективного інформаційного забезпечення наукових і виробничих процесів все більш актуальною. Розв'язання зазначеної задачі ускладнюється особливостями представлення наукових знань та ресурсів. По-перше, такі знання та ресурси здебільшого представлені у вигляді текстових документів в електронних архівах наукових організацій або спеціалізованих Інтернет-каталогах, а іноді і просто розміщені на окремих сайтах як загальнонаукової, так і технічної спрямованості. Це значно ускладнює їх пошук і використання. По-друге, проблема організації і пошуку необхідної інформації посилюється тим, що для більшості наукових знань, розміщених в Інтернеті, характерний слабкий ступінь формалізації, а більшість наукових інформаційних ресурсів або взагалі не систематизовані, або їх систематизація має випадковий чи односторонній характер. Для розв'язання проблеми ефективного доступу до наукових знань і ресурсів пропонується концепція спеціалізованого Інтернет-порталу знань.

Систему знань порталу формують онтології, що дають змогу якісно описати дані та ресурси певної предметної галузі в рамках їх структуризації. Такі портали дають змогу не тільки підтримувати систематизацію даних та інформаційних ресурсів модельованих областей наукових знань, а й забезпечувати змістовний доступ до них. Ця концепція покладена в основу технології створення та супроводу Інтернет-порталів наукових знань.

#### **Аналіз останніх досліджень і публікацій.**

Результатом еволюції терміна «портал» з урахуванням терміна «управління знаннями» є визначення «портал знань підприємства» (enterprise knowledge portal — ЕКР) [1, с. 109]. ЕКР не тільки надає засоби доступу до інформації, а й дає змогу користувачам взаємодіяти один з одним, пов'язувати інформацію з колективним розумінням, системою понять, які визначені в предметній галузі. ЕКР дає можливість приймати оптимальні рішення, оскільки поєднує набуті знання з інформацією, забезпечує виконання транзакцій, зокрема в процесі управління знаннями.

Модифікацією поняття ЕКР є інформаційний портал підприємств (enterprise information

portal). Основною перевагою порталів цього виду є простота пошуку необхідної інформації і можливість її відфільтрування від величезної кількості тих даних, в яких на цьому етапі роботи немає потреби. Однак обсяг інформації, яку можуть зберігати такі портали, суворо обмежений і зводиться тільки до даних, отриманих на організаційних рівнях роботи певної організації. Так, наприклад, дані, які зберігаються в текстових документах і базах кожного окремого співробітника організації, як правило, так і залишаються недоступними для більшості користувачів.

Описані вище портали використовують термін «знання» в сенсі інформації, доступної при роботі з порталом, а також в якості обліку даних, з якими працюють в організаціях. Якщо визначити знання як сукупність даних і правил виведення на них (що дає змогу на базі таких знань організувати визначення властивостей об'єктів та закономірностей процесів і явищ, а також використання їх для прийняття рішень), то виникає необхідність переосмислення поняття порталів, які зберігають такі знання. Водночас постає питання розроблення методологій проектування таких порталів знань [2, с. 28].

Одним з наявних на сьогодні підходів до структуризації знань предметної галузі є онтологічне моделювання. Концептуальна або понятійна модель предметної галузі описує її як сукупність понять (концептів, термінів) і відношень між ними, яким відповідають сутності з реального світу [3, с. 154; 4, с. 355]. Вчені-дослідники інтелектуальних інформаційних систем і моделей представлення знань вводять декілька визначень поняття «онтологія». Н. Гуаріно наводить визначення онтології як формальної теорії, яка обмежує можливі концептуалізації світу [5, с. 118]. Т. А. Гаврилова і В. Ф. Хорошевський визначають онтології як бази знань спеціального типу, які можуть читатися, розумітися та відчуватися від розробника і/або фізично розділюватися їх користувачами [6, с. 251]. «Онтологія — структура заснована не на фіксованій ієрархії концептів, а на каркасі, який описує відмінності, за якими ієрархія генерується автоматично» — так визначає поняття онтології Джон Сова [7, с. 246].

Онтології можуть допомогти структурувати і систематизувати великі обсяги даних, а також інтегрувати слабкозв'язні і розгалужені дані й інфор-

маційні ресурси. Саме тому онтологія може бути використана як модель представлення знань при проектуванні Інтернет-порталів знань. Переваги використання онтології при цьому є такі:

- структуризація і систематизація інформації предметної галузі;
- автоматизована інтеграція із семантичною павутиною;
- організація семантичного пошуку;
- велика кількість наявного програмного забезпечення та вебдодатків для розроблення онтологічних моделей.

Проектуючи онтологію, покладену в основу певної інформаційної системи, дуже важливо мати хорошу і практичну методологію побудови такої онтології, яка б полегшувала її налаштування на предметну галузь, наповнення та супровід. Така онтологія має включати як опис предметної галузі, так і опис релевантних їй ресурсів. Частина онтології, яка описує конкретну предметну галузь, включає в себе сукупність термінів і відношень, семантично значущих для цієї предметної галузі, а також правил, згідно з якими можна будувати твердження про елементи предметної галузі. Процес побудови онтології розділяється на серію підпроцесів. Зазвичай спочатку складається глосарій термінів, який надалі використовується для дослідження властивостей і характеристик представлених у ньому термінів. Потім природною мовою створюється список точних визначень. Після цього на основі таксономічних відношень між термінами будуються дерева класифікації понять [8, с. 492].

Описана вище методологія може бути застосована і для розроблення Інтернет-порталів знань. Інтернет-портали знань, спроектовані в такий спосіб, будуть представляти не лише деяку організаційну інформацію, а й знання про основні розділи предметної галузі, предмети і об'єкти досліджень, використовувані моделі і методи та ін.

Структура системи, побудованої на базі онтології, зазвичай включає такі компоненти [9, с. 6]:

- онтологія (чи декілька онтологій);
- колекціонер онтологічної інформації про ресурси;
- конструктор запитів;
- формувач відповідей.

На сьогодні онтологічний підхід широко використовується для побудови інформаційних систем у різних предметних галузях: медици-

ні [10, с. 5158–5166; 11, с. 98], юриспруденції [12, с. 151–171; 13, с. 217–251], освіті [14, с. 1344–1353]. Для розроблення Інтернет-систем представлення знань у царині лінгвістики й археології використання онтологічних моделей описано в дослідженнях: [15, с. 22–31] і [16, с. 14].

**Мета статті** — представити онтологічний підхід до проектування Інтернет-порталів знань, спрямований на структуризацію різномірних слабкозв'язних інформаційних ресурсів і даних, зосереджених у середовищі таких порталів.

**Виклад основного матеріалу.** У контексті проектування Інтернет-порталів знань онтологічна модель може розглядатися як ядро інформаційної моделі порталу, вона слугує для представлення понять, необхідних для опису як проблемної області порталу, так і його галузі знань. З огляду на це, побудова онтології є ключовим моментом розроблення Інтернет-порталу знань.

#### 1. Елементи онтології Інтернет-порталу знань

При побудові онтологічної моделі Інтернет-порталів знань виникає необхідність опису її елементів. Виділимо такі елементи онтології:

- класи — описують поняття деякої предметної або проблемної галузі;
- атрибути — описують властивості понять і відношень;
- відношення — задаються на класах. Існують відношення таких видів:
  - асоціативне відношення — дає змогу здійснювати змістовний пошук;
  - відношення «частина — ціле» — дає змогу визначати зв'язки між класами на рівні ієрархії;
  - відношення наслідування — реалізує передачу всіх атрибутів від батьківського класу до дочірнього;
  - відношення «клас — дані» — дає змогу пов'язувати екземпляри понять із класом;
  - стандартні типи значень атрибутів (string, integer, real, date);
  - обмеження на значення атрибутів понять і відношень (використовується не для всіх атрибутів, а лише для тих, значення яких мають лежати в деякій області, не можуть бути меншими/більшими від заданої величини або визначаються певним правилом; так, наприклад, на значення атрибута «дата початку» класу  $C_i$  онтології  $O_i$  накладається обмеження  $T(\text{дата}) = \text{date } F(T) > 0.$ );
  - екземпляри класів.

Отже, онтологія порталу являє собою ієрархію понять (або класів), пов'язаних відношеннями. Використання відношень асоціативного типу дає змогу визначити онтологічну модель не тільки як ієрархічну структуру, а і як структуру, що враховує змістовний сенс зв'язку між реальними об'єктами. Різні властивості кожного поняття описуються на основі атрибутів понять і обмежень, накладених на область їх значень.

Онтологічна модель Інтернет-порталу знань формально може бути задана як:

$$O = \{C, A, R, T, F, D\},$$

де

$C$  — множина класів;

$A$  — множина атрибутів;

$R$  — множина відношень —  $R = \{R_{AS}, R_{IA}, R_n, R_{CD}\}$ .

Типи відношень можуть формально бути задані як:

—  $R_{AS}$  — асоціативне відношення  $R_{AS} = \{C_i \times C_j\}$ ,  
 $M(R_{AS}) = \{str\}$ , де  $M$  — тип значень відношень,

—  $R_{IA}$  — відношення «частина — ціле»  $R_{IA} : \tilde{N}_k \subset \tilde{N}_m$ ,

—  $R_n$  — відношення наслідування  $R_{CD} : C_j \subseteq D_i$ ,  
 $A_{C_j} \subseteq A$ ,

—  $R_{CD}$  — відношення «клас — дані» —

$$\forall (a_i \in A_{C_m}, r_i \in R_{C_m} \ \& \ C_k \subset C_m) : (R_n : a_i, r_i | A_{C_m} \rightarrow i \rightarrow a_i, r_i | A_{C_k}) ;$$

$T$  — множина типів значень;

$F$  — множина обмежень на значення відношень;

$D$  — множина екземплярів класів.

Формалізація елементів онтологічної моделі будується з використанням теорії множин, а опис зв'язків між елементами онтологічної моделі відображається операціями алгебри логіки. Формалізація елементів надалі використовується для організації та оптимізації семантичного пошуку по інформаційному простору Інтернет-порталу знань.

## 2. Система онтологій Інтернет-порталу знань

Інтернет-портали знань надають доступ як до різноманітної інформації, яка пов'язана з організаційною роботою, так і до даних та знань зі специфічної предметної галузі порталу. Також у разі розроблення Інтернет-порталів для інженерних предметних галузей знань у їх середовищі містяться не лише інформаційні ресурси і дані, а й велика кількість обчислювальних ресурсів та вебсервісів, які використовуються для виконання певних розрахункових задач інженерних предметних галузей. Саме тому онтологію Інтернет-порталу знань доцільно представляти як сукупність декількох компонентів (рис. 1):

- онтологія науки  $O1$  — є онтологією верхнього рівня і об'єднує три онтології: онтологію діяльності, онтологію знань і онтологію розрахунків;
- онтологія діяльності  $O2$  — описує загальні поняття, які стосуються організації наукової діяльності загалом;
- онтологія знання  $O3$  — включає метапоняття, які задають структури для опису концептів предметної галузі, що розглядається;
- онтологія розрахунків  $O4$  — задає об'єкти, які описують розрахункові процеси, представлені на Інтернет-порталі знань.



Рис. 1. Система онтологій Інтернет-порталу знань

Онтологія предметної галузі знань  $O^{PRO}$  — відображає загальні знання предметної галузі. Основою онтології предметної галузі є ієрархія понять і системна класифікація, яка складається із фрагментів універсальної структури, типової для описуваної предметної галузі.

Отже, онтологія порталу є системою п'яти взаємозв'язаних компонент:

$$O_{\text{порталу}} = \{O_1(O_2, O_3, O_4), O^{PRO}\}.$$

Екземпляри класів понять і відношень, визначених в онтології Інтернет-порталу знань, утворюють його інформаційне наповнення. Вихідними даними для моделі представлення знань, що характеризують предметну галузь, є мовні ресурси.

На рис. 2 наведено фрагмент Онтології науки, який представляє класи онтології та відношення, задані на цих класах. Представлено відношення двох типів: «частина — ціле» й асоціативні відношення.

Для прикладу наведемо опис однієї з онтологій Інтернет-порталу знань — онтології діяльності. Наведемо класи та відношення зазначеної онтології і їх формальний опис.

### 3. Онтологія діяльності

Онтологія діяльності включає десять класів, які описують загальні поняття, що стосуються організації діяльності. Ці класи пов'язані відношеннями різних типів. Різні властивості кожного поняття описуються на основі атрибутів понять і обмежень, накладених на область їх значень.

Онтологія діяльності формально може бути задана як:

$$O_2 = \{C_{o_2}, A_{o_2}, R_{o_2}, T_{o_2}, F_{o_2}, D_{o_2}\},$$

де  $A_{o_2} = (A_{C_1}, A_{C_2}, A_{C_3}, A_{C_4}, A_{C_5}, A_{C_6}, A_{C_7}, A_{C_8}, A_{C_9})$ ,

$$C_{o_2} = \{C_1, C_2, C_3, C_4, C_5, C_6, C_7, C_8, C_9\},$$

$$D_{o_2} = (D_{C_1}, D_{C_2}, D_{C_3}, D_{C_4}, D_{C_5}, D_{C_6}, D_{C_7}, D_{C_8}, D_{C_9}),$$

$$R_{o_2} = (R_{AS_1}(O_2), \dots, R_{AS_{10}}(O_2), R_{IA_1}(O_2), \dots, R_{IA_6}(O_2),$$

$$R_{n_1}(O_2), \dots, R_{n_6}(O_2), R_{CD_1}(O_2), \dots, R_{CD_9}(O_2))$$

Наведемо класи онтології діяльності та їх формальний опис.

**Персона** —  $\tilde{N}_1$ . До цього класу належать поняття, пов'язані із суб'єктами наукової діяльності: дослідниками, співробітниками і членами організацій. Атрибутами персони є: персональні дані, вчений ступінь, звання, напрями наукової діяльності, місце проживання  $\tilde{N}_1(O_2) = (A_{C_1}, D_{\tilde{N}_1})$ .

**Організація** —  $\tilde{N}_2$ . Поняття цього класу описують різні організації, наукові співтовариства і асоціації, інститути, дослідницькі групи та інші об'єднання. Атрибутами організації є: назва і місце розташування  $\tilde{N}_2(O_2) = (A_{C_2}, D_{\tilde{N}_2})$ .

**Захід** —  $\tilde{N}_3$ . До цього класу входять поняття, що описують науково-організаційну або науково-дослідну діяльність: наукові заходи, конференції, дослідницькі поїздки, проекти, програми і т. п. До атрибутів класу «Захід» належать: назва, місце проведення, дата

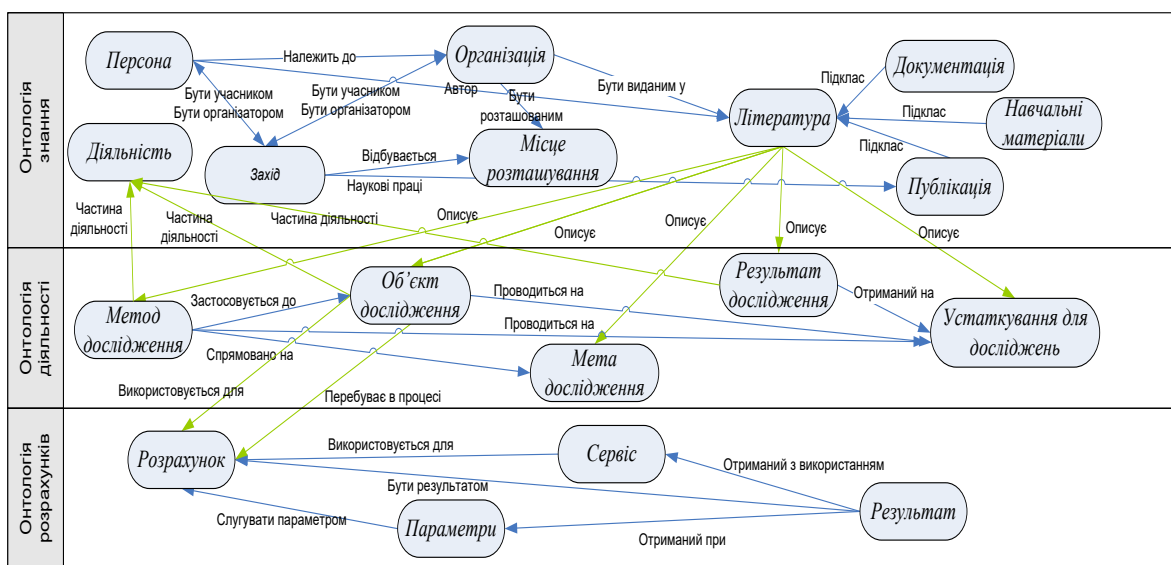


Рис. 2. Фрагмент онтології Інтернет-порталу знань

початку, дата закінчення, ступінь завершеності  $\tilde{N}_3(O_2) = (A_{C_3}, D_{\tilde{N}_3})$ .

*Діяльність* —  $\tilde{N}_4$ . Поняття класу «Діяльність» є сполучною ланкою між методом і об'єктом дослідження та отриманим науковим результатом. Клас описує такі поняття, як проект, програма досліджень  $\tilde{N}_4(O_2) = (A_{C_4}, D_{\tilde{N}_4})$ .

*Публікація* —  $\tilde{N}_5$ . Цей клас служить для опису різного роду публікацій (у періодичних виданнях і тих, які видаються в результаті проведення конференцій, наукових заходів і т. д.). До атрибутів публікації належать: назва, опис, дата публікації та мова публікації  $\tilde{N}_5(O_2) = (A_{C_5}, D_{\tilde{N}_5})$ .

*Місцезнаходження* —  $\tilde{N}_6$ . Цей клас поняття дає змогу описувати географічну й адміністративно-територіальну локалізацію об'єктів дослідження, організацій і т. п. Атрибутами цього класу є назва місця розташування і географічний тип  $\tilde{N}_6(O_2) = (A_{C_6}, D_{\tilde{N}_6})$ .

*Література* —  $\tilde{N}_7$ . Цей клас служить для опису літератури (представленої у друкованому або електронному форматах), яка використовується в діяльності (монографії, статті, звіти, праці конференцій, періодичні видання, фото- і відеоматеріали та ін.) До атрибутів публікації належать: назва, опис, дата публікації і мова публікації  $\tilde{N}_7(O_2) = (A_{C_7}, D_{\tilde{N}_7})$ .

*Документація* —  $\tilde{N}_8$ . Цей клас служить для опису різного роду документації, як-от ГОСТ, ДСТУ, ISO і т. д. До атрибутів документації належать: назва, опис, дата публікації і мова публікації  $\tilde{N}_8(O_2) = (A_{C_8}, D_{\tilde{N}_8})$ .

*Навчальні матеріали* —  $\tilde{N}_9$ . Цей клас містить наявні підручники, довідники, навчальні посібники, мануали. До атрибутів класу належать: назва, опис, дата публікації і мова  $\tilde{N}_9(O_2) = (A_{C_9}, D_{\tilde{N}_9})$ .

Для онтології інженерної діяльності характерні такі відношення:

1. Асоціативні відношення —

$$R_{AS}(O_2) = \{C_i(O_2) \times C_j(O_2)\};$$

«бути автором» — використовується для визначення зв'язку між *Персоною*, яка є автором публікації, і самою *Публікацією*  $R_{AS_1} = \{C_1(O_2) \times C_5(O_2)\};$

«входити у» — пов'язує клас *Організація* і *Персона* у разі, коли персона будь-яким чином належить до організації  $R_{AS_2} = \{C_1(O_2) \times C_2(O_2)\};$

«бути учасником» — пов'язує *Захід* з *Персоною* або *Організацією*, що бере участь у цій події,  $R_{AS_3} = \{(C_1(O_2) \times C_3(O_2)) \vee (C_2(O_2) \times C_3(O_2))\};$

«бути організатором» — визначає зв'язок між *Подією* і *Персоною* або *Організацією*, що є організатором події,

$$R_{AS_4} = \{(C_1(O_2) \times C_3(O_2)) \wedge (C_2(O_2) \times C_3(O_2))\};$$

«наукові праці» — задає зв'язок між *Заходом* і *Публікаціями*, що висвітлюють цей захід,

$$R_{AS_5} = \{C_3(O_2) \times C_5(O_2)\};$$

«бути виданим у» — пов'язує *Публікацію* і *Організацію*, що видає наукові публікації  $R_{AS_6} = \{C_2(O_2) \times C_5(O_2)\};$

«розташовуватися» — описує місце розташування *Організації*  $R_{AS_7} = \{C_2(O_2) \times C_6(O_2)\};$

«описувати» — пов'язує *Публікацію* з будь-яким поняттям Онтології знань

$$R_{AS_8} = \{(C_5(O_2) \times C_1(O_3)) \vee (C_5(O_2) \times C_2(O_3)) \vee (C_5(O_2) \times C_3(O_3)) \vee (C_5(O_2) \times C_4(O_3)) \vee (C_5(O_2) \times C_5(O_3))\}$$

«частина діяльності» — пов'язує *Діяльність* з *Об'єктами*, *Методами* і *Результатами* дослідження  $R_{AS_{10}} = \{(C_4(O_2) \times C_2(O_3)) \vee (C_4(O_2) \times C_1(O_3)) \vee (C_4(O_2) \times C_3(O_3))\}.$

2. Відношення «частина — ціле» —

$$R_{IA}(O_2) : C_k(O_2) \subset C_m(O_2).$$

Відношенням «частина — ціле» описується зв'язок між класом *Література* і класами *Документація*, *Навчальні матеріали* та *Публікація*. Останні є підкласами класу *Література*.

Відношення між класом *Література* —  $\tilde{N}_7$  і множинами  $\tilde{N}_5$ ,  $\tilde{N}_9$ ,  $\tilde{N}_8$  — класи *Документація*, *Навчальні матеріали* та *публікація*  $\tilde{N}_8 \cup \tilde{N}_9 \cup \tilde{N}_5 \subset \tilde{N}_7.$

«Частина — ціле» актуальне для класу *Персона* і класів *Дослідники*, *Співробітники* і *Члени організації*  $C_1 \wedge C_{12} \wedge C_{13} \subset \tilde{N}_1.$

Клас *Організація* є цілим для *Організацій*, *Наукових спільнот* і *Асоціацій*, *Інститутів*, *Дослідницьких груп* та інших об'єднань  $C_{21} \wedge C_{22} \wedge C_{23} \wedge C_{24} \wedge C_{25} \wedge C_{26} \subset \tilde{N}_2.$

Відношенням «частина — ціле» зв'язує клас *Захід* з *Конференціями*, *Дослідницькими поїздками*, *Проектами*, *Програмами*  $C_{31} \wedge C_{32} \wedge C_{33} \wedge C_{34} \subset \tilde{N}_3.$

Зв'язок класу *Документація* з документами типу *ГОСТ*, *ДСТУ*, *ISO* та ін. здійснюється

за допомогою відношення «частина — ціле»  
 $\tilde{N}_8 \subset C_{8_1} \wedge C_{8_2} \wedge C_{8_3}$ .

Відношення «частина — ціле» описує зв'язок класу *Навчальні матеріали з Підручниками, Довідниками, Навчальними посібниками, Мануалами*  $C_{9_1} \wedge C_{9_2} \wedge C_{9_3} \wedge C_{9_4} \subset \tilde{N}_9$ .

3. Відношення наслідування

$$R_n(O_2) = a_i, r_i | A_{C_m}(O_2) \rightarrow a_i, r_i | A_{C_k}(O_2):$$

Множина атрибутів і відношень класу *Література*  $A(C_7) R(C_7)$  наслідується його підкласами *Документація* —  $\tilde{N}_5$ , *Навчальні матеріали* —  $\tilde{N}_9$  і *Публікація* —  $\tilde{N}_5$ :

$$A(C_7) R(C_7) \rightarrow A(C_5) R(C_5),$$

$$A(C_7) R(C_7) \rightarrow A(C_8) R(C_8),$$

$$A(C_7) R(C_7) \rightarrow A(C_9) R(C_9).$$

Для класу *Персона*:

$$A(C_1) R(C_1) \rightarrow A(C_{1_1}) R(C_{1_1}),$$

$$A(C_1) R(C_1) \rightarrow A(C_{1_2}) R(C_{1_2}),$$

$$A(C_1) R(C_1) \rightarrow A(C_{1_3}) R(C_{1_3}).$$

Для класу *Організація*:

$$A(C_2) R(C_2) \rightarrow A(C_{2_1}) R(C_{2_1}),$$

$$A(C_2) R(C_2) \rightarrow A(C_{2_2}) R(C_{2_2}),$$

$$A(C_2) R(C_2) \rightarrow A(C_{2_3}) R(C_{2_3}),$$

$$A(C_2) R(C_2) \rightarrow A(C_{2_4}) R(C_{2_4}).$$

Для класу *Захід*:

$$A(C_3) R(C_3) \rightarrow A(C_{3_1}) R(C_{3_1}),$$

$$A(C_3) R(C_3) \rightarrow A(C_{3_2}) R(C_{3_2}),$$

$$A(C_3) R(C_3) \rightarrow A(C_{3_3}) R(C_{3_3}),$$

$$A(C_3) R(C_3) \rightarrow A(C_{3_4}) R(C_{3_4}).$$

Для класу *Навчальні матеріали*:

$$A(C_9) R(C_9) \rightarrow A(C_{9_1}) R(C_{9_1}),$$

$$A(C_9) R(C_9) \rightarrow A(C_{9_2}) R(C_{9_2}),$$

$$A(C_9) R(C_9) \rightarrow A(C_{9_3}) R(C_{9_3}).$$

4. Відношення «клас — дані»  $R_{CD}(O_2) = C_j(O_2) \subseteq D_i(O_2)$ . Відношення виду «клас — дані» зв'язує усі класи онтології інженерної діяльності з їх екземплярами:

$$C_1(O_2) \subseteq D, A_{C_1} \subseteq A_D, C_2(O_2) \subseteq D, A_{C_2} \subseteq A_D,$$

$$C_3(O_2) \subseteq D, A_{C_3} \subseteq A_D, C_4(O_2) \subseteq D, A_{C_4} \subseteq A_D,$$

$$C_5(O_2) \subseteq D, A_{C_5} \subseteq A_D, C_6(O_2) \subseteq D, A_{C_6} \subseteq A_D,$$

$$C_7(O_2) \subseteq D, A_{C_7} \subseteq A_D, C_8(O_2) \subseteq D, A_{C_8} \subseteq A_D,$$

$$C_9(O_2) \subseteq D, A_{C_9} \subseteq A_D, C_{10}(O_2) \subseteq D, A_{C_{10}} \subseteq A_D.$$

Елементи інших онтології Інтернет-порталу знань описуються аналогічно.

**Висновки.** У статті наведено підхід до проектування Інтернет-порталів знань на базі онтологічної моделі. Онтологія дає змогу структурувати і систематизувати різномірні слабкозв'язні дані й інформаційні ресурси Інтернет-порталів знань. Онтологію порталу представлено системою взаємозв'язаних компонент, кожна з яких дає змогу описати певний розділ знань предметної галузі, для якої розроблюється портал. Запропоновано для кожного елементу онтологічної моделі ввести формальні описи, які надалі дадуть змогу організувати пошук по інформаційному простору Інтернет-порталу знань.

Майбутні дослідження будуть спрямовані на представлення в онтології взаємозв'язків між інформаційними й обчислювальними ресурсами порталу в рамках їх використання для виконання певних розрахункових задач, представлених саме на порталах інженерних знань. Також увага буде приділена практичній реалізації онтологічної моделі та її наповненню.

#### Список використаних джерел

- Бутова Р. К., Гаврилова А. А. Застосування сучасних інформаційних технологій для створення систем управління корпоративними знаннями. *Системи обробки інформації*. 2010. № 7. С. 106–112.
- Comparing Nanotechnology Web Portal Requirements Using a Kano Method / S. Bae and oth. *Journal of Information Science Theory and Practice*. 2017. № 5. P. 17–32.  
DOI: <https://doi.org/10.1633/JISTaP.2017.5.2.2>
- Methodologies and Methods for Building Ontologies. *Ontological Engineering. Advanced Information and Knowledge Processing*. London : Springer, 2004. P. 107–197.  
DOI: [https://doi.org/10.1007/1-85233-840-7\\_3](https://doi.org/10.1007/1-85233-840-7_3)
- Changrui Y., Yan L. Comparative Research on Methodologies for Domain Ontology Development / D. Huang, Y. Gan, P. Gupta, M. M. Gromiha (eds). *Advanced Intelligent Computing Theories and Applications. With Aspects of Artificial Intelligence. Lecture Notes in Computer Science*. Berlin : Springer, 2012. № 6839. P. 349–356. URL: [https://doi.org/10.1007/978-3-642-25944-9\\_45](https://doi.org/10.1007/978-3-642-25944-9_45)
- Guarino N. The Ontological Level: Revisiting 30 Years of Knowledge Representation. *Lecture Notes in Computer Science*. 2012. P. 52–67.  
DOI: [https://doi.org/10.1007/978-3-642-02463-4\\_4](https://doi.org/10.1007/978-3-642-02463-4_4)
- Гаврилова Т. А., Хорошевский В. Ф. Базы знаний интеллектуальных систем. СПб. : Питер, 2001. 384 с.

7. Sowa J. F. The role of logic and ontology in language and reasoning. *Theory and Applications of Ontology: Philosophical Perspectives*. Berlin : Springer, 2010. Chapter 11. P. 231–263. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-90-481-8845-1\\_11](https://doi.org/10.1007/978-90-481-8845-1_11)
8. Загорулько Г. Б. Разработка онтологии для интернет-ресурса поддержки принятия решений в слабоформализованных областях. *Онтология проектирования*. 2016. Т. 6, № 4 (22). С. 485–500. DOI: <https://doi.org/10.18287/2223-9537-2016-6-4-485-500>
9. Осипова К. С., Маркин С. Д. Особенности проектирования информационных систем, управляемых онтологиями. *Экспериментальные и теоретические исследования в современной науке*. Новосибирск : СибАК, 2018. № 19 (27). С. 5–8.
10. Ivanović Mirjana, Budimac Zoran. An overview of ontologies and data resources in medical domains. *Expert Systems with Applications*. 2014. Vol. 41, Issue 11. P. 5158–5166. DOI: [doi.org/10.1016/j.eswa.2014.02.045](https://doi.org/10.1016/j.eswa.2014.02.045)
11. Cedeno Moreno D., Vargas Lombardo M. An Ontology-Based Knowledge Methodology in the Medical Domain in the Latin America: the Study Case of Republic of Panama. *Acta Informatica Medica*. 2018. 26 (2). P. 98. DOI: <https://doi.org/10.5455/aim.2018.26.98-101>
12. Gostojic, S., Milosavljevic B., Konjovic Z. Ontological model of legal norms for creating and using legislation. *Computer Science and Information Systems*. 2013. № 10 (1). P. 151–171. DOI: <https://doi.org/10.2298/csis110804035g>
13. Sartor G. Legal concepts as inferential nodes and ontological categories. *Artificial Intelligence and Law*. 2009. № 17 (3). P. 217–251. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10506-009-9079-7>
14. Tapia-Leon M., Rivera A. C., Chicaiza J., Lujan-Mora S. Application of ontologies in higher education: A systematic mapping study. *2018 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)*. 2018. IEEE Digital Library. P. 1344–1353. DOI: <https://doi.org/10.1109/educon.2018.8363385>
15. Загорулько Ю. А., Боровикова О. И., Кононенко И. С., Соколова Е. Г. Методологические аспекты разработки электронного русско-английского тезауруса по компьютерной лингвистике. *Информатика и ее применения*. 2012. Т. 6. № 3. С. 22–31.
16. Ahmadeeva I., Borovikova O., Zagorulko Yu., Sidorova E. An ontological information collection for intelligent scientific internet resources. *System Informatics*. 2014. № 3. P. 13–23. DOI: <https://doi.org/10.31144/si.2307-6410.2014.n3.p.13-23>

## References

1. Butova, R. K., Havrylova, A. A. (2010). Modern information technologies application for corporate knowledge management systems development. *Systemy obrobky informatsii*, 7, 106–112 [in Ukrainian].
2. Bae, S. et al. (2017). Comparing Nanotechnology Web Portal Requirements Using a Kano Method. *Journal of Information Science Theory and Practice*, 5, 17–32. DOI: [10.1633/JISTaP.2017.5.2.2](https://doi.org/10.1633/JISTaP.2017.5.2.2)
3. *Methodologies and Methods for Building Ontologies* (2004). In: *Ontological Engineering. Advanced Information and Knowledge Processing*. London : Springer, 107–197. DOI: [10.1007/1-85233-840-7\\_3](https://doi.org/10.1007/1-85233-840-7_3)
4. Changrui, Y., Yan, L. (2012). *Comparative Research on Methodologies for Domain Ontology Development*. In: D. Huang, Y. Gan, P. Gupta, M. M. Gromiha (Eds). *Advanced Intelligent Computing Theories and Applications. With Aspects of Artificial Intelligence. Lecture Notes in Computer Science*. Berlin: Springer, 6839, 349–356. DOI: [10.1007/978-3-642-25944-9\\_45](https://doi.org/10.1007/978-3-642-25944-9_45)
5. Guarino, N. (2012). The Ontological Level: Revisiting 30 Years of Knowledge Representation. *Lecture Notes in Computer Science*, 52–67. DOI: [10.1007/978-3-642-02463-4\\_4](https://doi.org/10.1007/978-3-642-02463-4_4)
6. Gavrilova T. A., Khoroshevskiy V. F. (2001). *Knowledge bases of intellectual systems*. St. Petersburg : Piter [in Russian].
7. Sowa, J. F. (2010). The role of logic and ontology in language and reasoning. *Theory and Applications of Ontology: Philosophical Perspectives*. Berlin : Springer, Chapter 11, 231–263. DOI: [10.1007/978-90-481-8845-1\\_11](https://doi.org/10.1007/978-90-481-8845-1_11)
8. Zagorul'ko, G. B. (2016). Developing an ontology for an online decision support resource in poorly formalized areas. *Ontologiya proektirovaniya*, 6, 4 (22), 485–500. DOI: [10.18287/2223-9537-2016-6-4-485-500](https://doi.org/10.18287/2223-9537-2016-6-4-485-500) [in Russian].
9. Osipova, K. S., Markin, S. D. (2018). Peculiarities of ontology management information systems design. *Eksperimental'nye i teoreticheskie issledovaniya v sovremennoy nauke. Novosibirsk : SibAK*, 19 (27), 5–8 [in Russian].
10. Ivanović, Mirjana & Budimac, Zoran (2014). An overview of ontologies and data resources in medical domains. *Expert Systems with Applications*, Vol.41, Issue 11, 5158–5166. DOI: [10.1016/j.eswa.2014.02.045](https://doi.org/10.1016/j.eswa.2014.02.045)
11. Cedeno Moreno, D. & Vargas Lombardo, M. (2018). An Ontology-Based Knowledge Methodology in the Medical Domain in the Latin



- America: the Study Case of Republic of Panama. *Acta Informatica Medica*, 26 (2), 98.  
DOI: 10.5455/aim.2018.26.98–101
12. Gostojic, S., Milosavljevic, B. & Konjovic, Z. (2013). Ontological model of legal norms for creating and using legislation. *Computer Science and Information Systems*, 10 (1), 151–171.  
DOI: 10.2298/csis110804035g
13. Sartor, G. (2009). Legal concepts as inferential nodes and ontological categories. *Artificial Intelligence and Law*, 17 (3), 217–25.  
DOI: 10.1007/s10506–009–9079–7
14. Tapia-Leon, M., Rivera, A. C., Chicaiza, J., Lujan-Mora, S. (2018). Application of ontologies in higher education: A systematic mapping study. *IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)*. IEEE Digital Library.  
DOI: 10.1109/educon.2018.8363385
15. Zagorul'ko, Yu. A., Borovikova, O. I., Kononenko, I. S., Sokolova, E. G. (2012). Methodological aspects of electronic Russian-English thesaurus on computer linguistics development. *Informatika i ee primeneniya*, 6 (3), 22–31 [in Russian].
16. Ahmadeeva, I., Borovikova, O., Zagorulko, Y., Sidorova, E. (2014). An ontological information collection for intelligent scientific internet resources. *System Informatics*, 3, 13–23.  
DOI: 10.31144/si.2307–6410.2014.n3.p13–23

R. L. Novogradskaya

#### THE ONTOLOGICAL APPROACH TO INTERNET KNOWLEDGE PORTALS DESIGN

**Abstract.** *The paper presents the approach to Internet knowledge portals design based on ontologies. Internet knowledge portals provide users with access to heterogeneous loosely coupled data and information resources of various subject domains. Using such portals as a single access point greatly simplifies the work with the information presented on the Internet. In the case of Internet portals representing engineering subject domains information their environment concentrates not only information resources and data, but also a large number of computing resources and web-services that are used to perform certain calculation tasks of engineering subject domains. The ontological approach to Internet knowledge portals design allows to representation and integration of heterogeneous information and computing resources in the process of such portals data and knowledge structuring and systematizing. It is proposed to use ontology as a portal knowledge representation model. The Internet knowledge portal general ontology is represented by a system of four interconnected components. The structure of such a system is described, the basic elements of its ontologies, as well as the relations between them, are distinguished. The ontology elements are formalized that allows to organize and optimize semantic search through the Internet knowledge portals information space.*

**Keywords:** *Internet knowledge portal, ontology, structuration, knowledge, information resources, model, class, relations.*

Р. Л. Новогрудская

#### ОНТОЛОГИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ПРОЕКТИРОВАНИЮ ИНТЕРНЕТ-ПОРТАЛОВ ЗНАНИЙ

**Аннотация.** *В статье представлен подход к проектированию интернет-порталов знаний на основании онтологий. Интернет-порталы знаний предоставляют пользователям доступ к разнородным слабосвязанным данным и информационным ресурсам различных предметных областей. Использование таких порталов как единой точки доступа значительно упрощает работу с информацией, представленной в сети Интернет. В случае Интернет-порталов, представляющих информацию инженерных предметных областей, в их среде сосредоточены не только информационные ресурсы и данные, но и большое количество вычислительных ресурсов и веб-сервисов, которые используются для выполнения определенных расчетных задач инженерных предметных областей. Онтологический подход к проектированию интернет-порталов знаний позволяет представить и интегрировать разнородные информационные и вычислительные ресурсы в процессе структуризации и систематизации данных и знаний. В качестве модели представления знаний на портале предложено использовать онтологию. Общая онтология Интернет-портала знаний представлена системой четырех взаимосвязанных компонент. Описана структура такой системы, выделены базовые элементы ее онтологий, а также связи между ними. Проведена формализация элементов онтологий, которая позволяет организовать и оптимизировать семантический поиск по информационному пространству Интернет-порталов знаний.*

**Ключевые слова:** *интернет-портал знаний, онтология, структуризация, знания, информационные ресурсы, модель, класс, отношения.*

**ІНФОРМАЦІЯ ПРО АВТОРА**

**Новогрудська Ріна Леонідівна** — канд. техн. наук, доцентка, старша наукова співробітниця, НЦ «Мала академія наук України», м. Київ, Україна, [rinan@ukr.net](mailto:rinan@ukr.net); ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-0258-1713>

**INFORMATION ABOUT THE AUTHOR**

**Novogrudska R. L.** — PhD in Engineering, Associate Professor, Senior Researcher, NC “Junior academy of sciences of Ukraine”, Kyiv, Ukraine, [rinan@ukr.net](mailto:rinan@ukr.net); ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-0258-1713>

**ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ**

**Новогрудская Р. Л.** — канд. техн. наук, доцент, старший научный сотрудник, НЦ «Малая академия наук Украины», г. Киев, Украина, [rinan@ukr.net](mailto:rinan@ukr.net); ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-0258-1713>

Стаття надійшла до редакції / Received 08.04.2020

М. А. Попова

## КОГНІТИВНА ЕРГОНОМІКА ОНТОЛОГІЇ НАВЧАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

**Анотація.** У статті наведений короткий аналіз досліджень, присвячених використанню онтологій для розроблення навчальних програм, створення описів їх змісту у вигляді курсів та інформаційних ресурсів, вдосконалення механізмів рекомендацій академічних джерел та ресурсів, академічного оцінювання, менеджменту закладу вищої освіти, інтеграції академічних даних та сховищ на основі онтологій, який засвідчив, що онтології є корисним засобом організації інформації в освітньому процесі. Розглядаються критерії, методи і способи метричної оцінки онтологій щодо відповідності вимогам застосування, збільшення доступності інформації для засвоєння та отримання можливості повторного їх використання з метою зниження часових та фінансових витрат на модернізацію наявних і розроблення нових моделей баз знань. Наведений короткий опис метрик когнітивної ергономіки, які впливають на сприйняття і здатність до запам'ятовування інформації, представлені в онтологіях. Визначена залежність ефективності онтології від її метрик, на основі якої представлений перелік когнітивно-перцептивних принципів, що необхідно враховувати, розробляючи онтології навчального призначення. Розглянуті основи теорії когнітивного навантаження та її застосування у процесі розроблення навчальних ресурсів на основі онтологій. Наведено опис типів когнітивного навантаження, які може спричинити навчальна онтологія, з метою визначення способів її оптимізації. Надані практичні поради розробникам навчальної онтології задля найбільш ефективного представлення інформації для її засвоєння. Наведений перелік засобів побудови онтологій, у тому числі навчального призначення. Описані основні способи представлення знань засобами когнітивної ІТ-платформи «Поліедр», що враховує особливості когнітивної ергономіки в процесі розроблення онтології навчального призначення.

**Ключові слова:** онтологія, когнітивне навантаження, метрика онтології, когнітивна ергономіка, навчальні ресурси.

**Постановка проблеми.** На сьогодні комп'ютерні онтології набули неабиякої популярності в різних галузях освіти. Це пояснюється універсальністю і гнучкістю їх функціоналу, що здатний забезпечити мережеві пошук та доступ до навчального матеріалу [1], автоматизацію процесів для підвищення ефективності навчальної діяльності [2], обмін інформацією між різними структурними підрозділами або навчальними закладами [3] й організацію процесу навчання [4].

Нині способи отримання, сприйняття і передачі знань постійно змінюються завдяки експонен-

ціальному зростанню інформаційних та комунікаційних технологій. Отже, важливість використання онтологій як технологічного інструменту, що дає змогу адекватно обмінюватися інформацією між людьми і гетерогенними системами, є очевидною, адже вони здатні полегшити доступ до знань завдяки інтегративності в контексті глобалізації освіти.

### Застосування комп'ютерних онтологій в галузі освіти

У 2018 р. було проведено аналіз 2792 робіт із провідних цифрових баз даних (ACM Digital Library, IEEE Xplore, Scopus, Web of Science), пов'язаних з використанням онтологій в освітньому

контексті [5]. На основі релевантності ключових слів, анотацій та заголовків, заданим критеріям пошуку було отримано 352 статті, що описують первинні дослідження. Засобами Data Mining та аналізу даних були відібрані 52 ключових дослідження, що здатні відобразити в повному обсязі сучасний стан використання онтологій в освітньому процесі.

Близько 12% досліджень присвячено використанню онтологій для розроблення навчальних програм, створення описів їх змісту у вигляді курсів та інформаційних ресурсів, управління результатами навчання і моделювання управління навчальними програмами. Наприклад, онтології використовуються для розроблення репетитора для академічного дизайну, функціонування якого спрямоване на забезпечення точного подання навчальних програм, які можуть бути інтерпретовані викладачами, студентами та комп'ютерами. Також онтології застосовуються для побудови логічної моделі змісту і знань навчальної програми, яку можна повторно використовувати для формування навчальних сценаріїв.

Останнім часом усе більшого поширення набуло застосування онтологій у процесі дистанційного навчання. Це пояснюється тим, що завдяки використанню семантичних мереж та онтологій знання представляються таким способом, який неможливо було досягти за допомогою таких технологій, як HTML, що дає змогу створювати персоналізовані системи дистанційного навчання, матеріали та ресурси яких адаптовані для потреб географічно віддалених студентів.

Близько 13% робіт присвячені застосуванню онтологій для вдосконалення механізмів рекомендацій академічних джерел та ресурсів. Наприклад, онтології використовуються для подолання неоднорідності у великих обсягах даних в Інтернеті, допомагаючи студентам та викладачам у пошуку найбільш релевантної інформації на основі семантичних вебтехнологій і/або детального опису (метаданих) інтересів, що відповідають їх уподобанням та дисциплінам.

12% дослідників акцентують увагу на застосуванні онтологій для академічного оцінювання, здійснення якого вимагає інтеграції відповідних даних, зазвичай розподілених в окремих системах. Отже, онтології застосовуються для представлення єдиного словника й уникнення проблем інтероперабельності систем.

Доведено, що використання онтологічної відповідності є ефективним методом перевірки рівня засвоєння знань під час академічного оцінювання з організаційною метою.

Близько 17% робіт стосуються менеджменту закладу вищої освіти. Ідея полягає у поданні знань щодо найважливіших аспектів вищої освіти у вигляді інформаційної системи, заснованої на онтологіях, яка поєднує інституціональні компоненти і відділи, інформацію про структуру та компоненти курсів, навчальні матеріали.

Деякі дослідники (8%) описують застосування онтологій у програмному забезпеченні для покращення пошуку інформації, наприклад в онтологічній пошуковій системі для аспірантів, яка дає змогу отримати точну інформацію для дослідницької роботи, і в системі академічного пошуку, яка допомагає студентам знайти відповідний навчальний матеріал.

Решта розглянутих досліджень (12%) стосуються інтеграції академічних даних і сховищ на основі онтологій, орієнтованих не на традиційну реляційну базу даних, а на концепти.

Отже, онтології є корисним засобом організації інформації, що забезпечує машинне оброблення даних та пошук відповідних ресурсів, і може бути використаний суб'єктами освітнього процесу. Проте через брак інформації щодо практичного застосування онтологій у навчальних середовищах для представлення знань, дослідникам, зацікавленим у цьому питанні, важко отримати корисні відомості, які резюмують переваги застосування онтологій як інструменту візуалізації інформації.

Однією з основних проблем сучасної освіти є відсутність в учнівської молоді бажання штудіювати підручники. Можливо, причинами ситуації, що склалася, є не тільки лінощі сучасного покоління, а й, найчастіше, виправдана відсталість і сухість наявних навчальних посібників. Наприклад, принциповою відмінністю біології XXI ст. є те, що практично будь-яке сучасне дослідження спричиняє появу численних даних, які не встигають бути осмислені та представлені в друкованих посібниках. Учням і студентам доводиться не тільки самостійно засвоювати й усвідомлювати інформацію, а й, що принципово важливо, визначати взаємозв'язки між відомими їм даними. Проблема визначення взаємозв'язків між певними термінами або концептами є однією з основних проблем у сучасній науці й освіті.

Онтології здатні розв'язати цю проблему і вже зарекомендували себе як засіб для інтеграції даних і знань. Саме онтології є одним із сучасних методів, що дають змогу отримати швидке уявлення про вміст інформаційного ресурсу. Онтологічний підхід широко застосовується в різних наукових дисциплінах. Онтології, будучи авторським набором концептів і взаємозв'язків, можуть бути створені буквально для будь-якого інформаційного ресурсу: від книги до бази даних, і будь-якою людиною.

Онтології, створені, наприклад, студентами, можуть сприяти не тільки перевірці їхніх знань, а й реалізації здібностей, оскільки різні експерти-користувачі залежно від проблеми, що їх цікавить, можуть створювати різні онтології для одного і того самого масиву інформації. Отже, онтологічний підхід може сприяти вирішенню одного із завдань сучасної освіти, а саме — підготовки фахівців, здатних грамотно використовувати й аналізувати інформацію, поєднувати окремі елементи в цілісну картину явища. Для цього необхідно розробляти навчальні онтології, враховуючи особливості когнітивних процесів учнівської молоді.

**Метою статті** є огляд принципів оцінки когнітивної ергономіки онтологій і залежність їх ефективності від метрик під час розроблення навчальних онтологій, а також ознайомлення читачів із програмним рішенням КІТ «Поліедр», функціонал якого забезпечує ергономічність сприйняття інформації з урахуванням положень теорії когнітивного навантаження.

#### Оцінка когнітивної ергономіки онтологій навчального призначення

Традиційно, розробляючи онтологію, застосовують низхідний підхід (згори-вниз), при якому онтологічні інженери і фахівці з предметної галузі визначають онтологічні елементи й аксіоми за допомогою ітеративних дискусій. Прогалини, надмірність, помилки і невідповідності неминучі. Отже, метрична оцінка онтології є невід'ємною частиною розроблення та розвитку онтології, оскільки може відображати, чи результат відповідає вимогам застосування, збільшує доступність і надає можливості повторного використання онтологій, знижує витрати на обслуговування спільно створених баз знань. Однак номенклатура оцінки онтології досі спричиняє плутанину серед дослідників.

Існує два типи оцінки онтологій:

- кількісний — за статистичними показниками (Statistical metrics):
  - кількість класів (number of classes);
  - кількість властивостей (number of properties);
  - кількість сутностей (number of individuals);
  - максимальна глибина (maximum depth) дерева ієрархії;
  - середня кількість сусідніх вершин (average number of siblings): середня кількість вершин на одному рівні в дереві;
  - максимальна кількість сусідніх вершин (maximum number of siblings): максимальна кількість вершин в онтології;
- якісний — за показниками контролю якості і забезпечення якості (Quality-control and quality-assurance metrics).

Крім того, інші дослідники розширили і створили власну категорійну схему оцінки онтологій, що включає підходи (золотий стандарт, застосованість, керування даними, залежно від типу користувачів) і рівні (лексичний, ієрархічний/таксономічний, семантичний, контекстний, синтаксичний, структурний (архітектура, дизайн)) [6].

Серед кількісних методів оцінки онтологій превалює підхід на основі аналізу метрик, що розраховуються на основі топології графа — структури онтології.

Найбільш поширеними є метрики *когнітивної ергономіки* [7]:

##### 1. Глибина онтології:

- абсолютна — обчислюється як сума довжин всіх шляхів графа (шлях — будь-яка послідовність з'єднаних між собою вершин, що починається від кореневої вершини і закінчується термінальною вершиною графа);
- середня — дорівнює абсолютній глибині, поділеній на кількість шляхів у графі;
- максимальна — дорівнює максимальній довжині шляху.

Чим більшою є глибина, тим важче сприймається граф.

##### 2. Ширина онтології:

- абсолютна — дорівнює сумі кількості вершин для кожного рівня ієрархії по всіх рівнях;
- середня — обчислюється як абсолютна ширина, поділена на кількість рівнів ієрархії;
- максимальна — дорівнює кількості вершин на найбільшому за кількістю вершин рівні.

Чим меншою є ширина, тим краще з точки зору когнітивної ергономіки.

3. *Заплутаність онтології* (tangledness), що визначається як кількість вершин графа онтології, поділена на кількість вершин, в яких є кілька безпосередніх суперкласів. Отже, в онтологіях, де немає множинного спадкоємства, ця метрика буде дорівнювати нулю. Чим меншим є результат обчислення, тим кращою є онтологія з точки зору когнітивної ергономіки.

4. *Відношення кількості класів до кількості властивостей*. Чим більше, тим легше сприймається онтологія.

Незважаючи на корисність цих метрик, вони описують лише невелику частину факторів, які впливають на сприйняття і здатність до запам'ятовування.

Як правило, оцінка онтології — це процес, який визначає якість (і/або правильність) онтології стосовно набору оціночних критеріїв, залежно від того, який тип онтологій оцінюється і з якою метою. Відома класифікація оцінки онтології була запропонована групою дослідників з Інституту Йозефа Стефана (Словенія) [6], що групує наявні підходи до оцінювання в чотири широкі категорії:

- підходи, що порівнюють цільову онтологію із «золотим стандартом»;
- підходи, які використовують цільову онтологію у програмній реалізації (практичному використанні) й оцінюють результати застосування;
- підходи, що проводять аналіз повноти представлення, порівнюючи цільову онтологію із джерелом даних (наприклад, збірник документів) про певну предметну галузь;
- оцінка людиною-експертом, що визначає, наскільки добре цільова онтологія відповідає набору заздалегідь визначених критеріїв, стандартів та вимог.

Варто наголосити, що онтологія є складною структурою, тому загальний підхід до її оцінки полягає в аналізі різних рівнів/аспектів онтології окремо, а не в спробах оцінити якість онтології загалом.

Оцінка онтології — «завдання вимірювання якості онтології» з метою визначення її придатності для обміну даними, оцінки її розвитку та підтримки узгодженості за сімома визначеними критеріями [8]. Під завданням маються на увазі завдання на перевірку (верифікацію)

та підтвердження (валідацію) онтології. Верифікація «стосується побудови онтології правильно, тобто забезпечення того, щоб її визначення правильно реалізовували вимоги». Валідація «посилається на те, чи зміст визначень дійсно моделює реальний світ, для якого створена онтологія». По суті, верифікація вивчає внутрішні аспекти онтології, тоді як валідація вивчає зовнішні.

До критеріїв оцінки онтології відносять:

- точність — чи декларовані в онтології знання узгоджуються зі знаннями експерта;
- повноту — чи належно (в повному обсязі) представлена предметна галузь;
- лаконічність — чи визначає онтологія невідповідні елементи предметної галузі або надлишкове подання семантики;
- послідовність — чи включає або допускає онтологія суперечності, які часто вимірюють як кількість термінів з невідповідним значенням;
- ефективність обчислень — наскільки швидко обчислювальні інструменти можуть працювати з онтологією;
- адаптивність (вона часто вимірюється сполученням (кількістю посилань на зовнішні класи) і згуртованістю (модульністю онтології)) — наскільки легко чи важко використовувати онтологію в різних контекстах;
- чіткість — наскільки ефективно онтологія може передавати зміст визначених термінів.

Також у літературі трапляється такий термін оцінки онтологій, як «забезпечення якості» (quality-assurance — QA). Оцінку онтології із забезпечення її якості третьою стороною (не розробниками і споживачами) часто називають «аудитом» [9]. Незважаючи на відмінності в номенклатурі, забезпечення якості й аудит онтологій перебуває в межах онтологічного оцінювання. Проте в літературі оцінка онтології і забезпечення якості онтології мають деякі помітні відмінності у своїй спрямованості: онтологічне оцінювання часто зосереджується на вимірюваннях оцінки «правильності» онтологій (включаючи питання щодо компетентності розробників), тоді як забезпечення якості орієнтоване на виявлення помилок і невідповідностей моделювання та поліпшення якості онтологій.

Критерії аудиту онтології і забезпечення якості:

- концепція орієнтації (чіткість) — стосується невізначених і/або неоднозначно визначених понять;

- послідовність (узгодженість) — лексичні аспекти і класифікація понять;
- ненадмірність (стислість) — стосується надмірності класів і понять;
- звучність (точність) — надійності класифікацій та описів понять;
- комплексне висвітлення (повнота) — повнота висвітлення понять і пов'язаних із ними термінів, прогалини в ієрархічних і семантичних відносинах та повнота визначень понять.

#### Залежність ефективності онтології від її метрик

В основі принципів оцінки сприйняття і зрозумілості онтологій лежать погляди Макса Вертгеймера в царині гештальт-психології. Він розглядав усі завдання з точки зору незавершеності або недосконалості структури. Основний принцип хорошого гештальта (гарної форми) або закон прегнантності був сформульований так: «Організація будь-якої структури в природі або у свідомості має бути настільки хорошою (регулярною, повною, збалансованою або симетричною), наскільки дозволяють наявні умови».

Під час розроблення онтології, зокрема навчального призначення, необхідно зважати на когнітивно-перцептивні принципи:

- закон близькості — візуальні стимули (об'єкти), що розташовані близько один від одного, сприймаються як єдине ціле;
- закон подібності — речі, що мають однакові властивості, зазвичай сприймаються як щось єдине (ціле);
- закон включення В. Келера — сприймається картина загалом, а не фрагмент, який вона включає;
- закон парсімонії — найпростіший приклад є найкращим (принцип «бритви Оккама»: «не потрібно множити сутності без потреби»).

Для цілей онтологічного інжинірингу ці закони можна переформулювати і зробити застосовними для практичного інженера по знаннях [10]. Основна гіпотеза може бути сформульована як: «Гармонія = концептуальний баланс + ясність».

Під концептуальним балансом розуміється, що: — поняття одного рівня ієрархії зв'язуються з батьківським концептом одним і тим самим типом відносин (наприклад, «клас — підклас» або «частина — ціле»);

- глибина гілок онтологічного дерева має бути приблизно однакова;
- загальна картина має бути доволі симетричною;
- наявність циклів заважає сприйняттю.

Ясність же включає поняття: мінімізації — максимальна кількість концептів одного рівня або глибина гілки не має перевищувати число Інгве-Міллера ( $7 \pm 2$ ) [11] (отже, з точки зору когнітивної ергономіки, оптимальною кількістю вхідних і вихідних ребер для вершини (ступінь вершини) є 9, відношення кількості вершин з нормальним ступенем до кількості всіх вершин має наближатися до 1); прозорості для читання — тип відношень має бути за можливості очевидним, щоб не перевантажувати схему онтології зайвою інформацією, а назви відношень — не відображатися.

Логічною є думка, що оцінити онтологію з точки зору ефективності її сприйняття зможе лише «сприймач», тобто людина-експерт, що визначає, наскільки добре цільова онтологія відповідає набору заздалегідь визначених критеріїв, стандартів та вимог за власними суб'єктивними метриками.

Результат засвідчив, що однією з рушійних сил оцінки онтології є запевнення дослідників, розробників та інших користувачів, що онтологія має «хорошу» якість.

Отже, оцінка когнітивної ергономіки онтологій важлива у випадках, коли онтологія призначена для навчання та передачі знань. За останні роки розроблено низку методів (Natural Language Application metrics, Onto-Metric, FIGO, EvaLexon, Declarative Methods, OntoClean) та програмних продуктів (ODEval, OntoManager, Cognitive Ontology Assessment, OntoAnalyser, OntoGenerator, ONE-T, S-OntoEval) для автоматичного розрахунку метрик і оцінки онтологій, що істотно зменшує навантаження на експерта, який приймає рішення щодо якості онтології та її відповідності поставленим цілям і завданням. Однак жодна з наявних на сьогодні моделей оцінки онтологій не дає повною мірою провести їх аналіз з точки зору якості і швидкості сприйняття людиною, адже «не існує єдиного “правильного” концептуального представлення області дослідження — завжди існують життєздатні альтернативи» [12].

**Теорія когнітивного  
навантаження і розроблення  
навчальних онтологій**

Розробляючи навчальну онтологію, важливо переконатися, що інформація зрозуміла учням/студентам і залишиться в пам'яті, перетворюючись на знання, які можна буде використовувати в майбутньому. Розробник навчальної онтології має бути обізнаним в технологіях навчання і мати уявлення, як працювати з інформацією для найбільш ефективного її представлення для сприйняття і засвоєння. Тому просто необхідно розуміти основи теорії когнітивного навантаження і застосовувати її, розробляючи навчальні ресурси на основі онтологій, з тим, щоб учні/студенти отримали максимум користі.

Відповідно до теорії когнітивного навантаження [13] робоча пам'ять має обмежену місткість, тому розробники навчальних онтологічних ресурсів мають уникати перевантаження додатковими елементами, що не додають нічого істотного до процесу навчання. Адже чим більше інформації отримують учні/студенти за один раз, тим менша ймовірність, що вони запам'ятають її і зможуть застосувати в майбутньому.

Теорія когнітивного навантаження заснована на загальноприйнятій моделі оброблення інформації людиною, згідно з якою цей процес залучає три види пам'яті: сенсорну, робочу (короткострокову) і довгострокову. Інформація із сенсорної пам'яті потрапляє в робочу пам'ять, і вже там вона або обробляється, або остаточно відкидається. Після оброблення в робочій пам'яті мозок розподіляє інформацію за категоріями і просуває в довгострокову пам'ять, де вона зберігається в деяких структурах або конструкціях, що відповідають за процес мислення і розв'язання задач, — схемах. Схеми організують інформацію залежно від того, як вона буде використовуватися. Наприклад, поведінкові схеми дають змогу докласти менше зусиль для здійснення будь-якої дії завдяки частим повторенням, що називається автоматикою. Чим більше автоматик у людини, тим більшу кількість інформації вона може запам'ятати. Також схеми дають сприймати різні елементи як єдине ціле, що формує нашу базу знань. Відповідно до теорії схем, між учнем і вчителем є ключова відмінність: в учня ще

не сформувалася когнітивна схема, яка є у вчителя. Отже, створюючи нові схеми в процесі навчальної діяльності, можна збільшувати обсяг робочої пам'яті.

Сучасні інформаційно-комунікаційні технології покликані підвищити ефективність навчання завдяки новітнім форматам подання інформації (анімація, сторітеллінг, підказки, що спливають, тощо). Однак часто через перевантаження різноманітними прийомами і дизайнерськими рішеннями інформаційні навчальні середовища доволі захарашені. Тому для оптимізації навчальної онтології треба розуміти, який тип когнітивного навантаження вона спричинятиме.

З огляду на той факт, що робочою пам'яттю може бути оброблена обмежена кількість елементів, які взаємодіють одночасно, то довгостроковою — необмежена, тому чим більше елементів учень/студент утримує в довгостроковій пам'яті, тим легше йому буде виконати навчальне завдання, оскільки об'єм робочої пам'яті обмежений лише під час роботи з новою інформацією. Отже, завдання матиме *внутрішнє когнітивне навантаження*, що впливає на складність його виконання, експертизу, а також потужність робочої пам'яті студента.

Додаткове навантаження, яке накладається неякісно розробленим навчальним матеріалом (неергономічні шрифти й одночасне використання кількох їх видів, нечитабельні написи, малюнки, графіки та їх надмірність, монотонне викладання або використання складної лексики тощо) і/або відволікаючими факторами (соціальні мережі, фонова музика, сторонні розмови в класі/аудиторії тощо) і впливає на пізнавальну здатність людини, називається *стороннім (зовнішнім) когнітивним навантаженням*.

*Германське (доцільне) когнітивне навантаження* дає зосередитися на процесі навчання і спрямоване на інтеграцію нової інформації з наявними знаннями для розвитку бази знань учня/студента.

Розробляючи навчальні онтології, необхідно пам'ятати, що ці три типи когнітивного навантаження тісно пов'язані між собою: якщо приділяти багато уваги уникненню перших двох, то для третього не вистачить місця через *когнітивне перевантаження*.



Отже, розробляючи онтологію навчального призначення, потрібно дотримуватися таких правил:

- усвідомлювати, наскільки складним є сприйняття навчального матеріалу учнями/студентами для виконання завдання, щоб уникнути внутрішнього перевантаження;
- максимально оптимізувати подання інформації і зменшити відволікаючі фактори, щоб уникнути стороннього перевантаження;
- стимулювати германське навантаження.

#### **Застосування теорії когнітивного навантаження під час розроблення навчальних онтологій**

Учень/студент володіє сформованою певним чином когнітивною схемою. Для активізації процесу навчання потрібно змінити структуру цієї схеми, лише тоді учень/студент матиме змогу зрозуміти інформацію, обробити її в робочій (короткостроковій) пам'яті і, нарешті, зафіксувати в довгостроковій, завдяки чому з'явиться можливість спиратися на раніше вивчену інформацію і, отже, розширити свою базу знань.

У разі виникнення когнітивного перевантаження учні/студенти втрачуть змогу повністю зануритися в процес навчання і працювати на повну силу, внаслідок чого структура когнітивної схеми не зміниться, інформація залишиться необробленою, тож знання не будуть отримані. Тому для підвищення швидкості й ефективності засвоєння навчального матеріалу онтології варто розробляти так, щоби скоротити когнітивне навантаження учнів/студентів.

Для цього використовується *праймінг* (англ. priming) — метод, при якому несвідомий вплив одного подразника визначає відповідь на наступний подразник, наприклад: певні слова дають змогу мозку краще налаштуватися на розуміння і засвоєння інформації, ніж інші. При цьому важливо не лише використовувати правильні слова, а й уникати вживання неправильних, які перешкоджають запам'ятовуванню інформації. Це дасть змогу швидше витягувати з пам'яті потрібні дані і терміни, після чого ефективно пов'язувати їх із новою інформацією.

Постійні відволікання здатні спричинити стрес і занепокоєння, що шкодить засвоєнню інформації. А оскільки робоча пам'ять має коротку тривалість (10–15 секунд), слід *позбутися всього зайвого*, що може відвернути увагу.

Простіше пригадати або запам'ятати інформацію, перебуваючи в стані самоналаштування та самоорганізації. Тому доцільно створити такі умови роботи з навчальною онтологією, які б дали змогу *налаштуватися* на сприйняття інформації і *залишатися зібраним*, що сприяє покращенню робочої пам'яті і дає змогу максимально використовувати її можливості за призначенням.

Корисною для запам'ятовування великих інформаційних масивів є когнітивна техніка *групування* (англ. chunking), за допомогою якої окремі фрагменти інформаційного набору розбиваються і потім групуються в єдиний комплекс, який для пам'яті стає одним цілісним об'єктом. Доцільно умовно розділити онтологію на невеликі фрагменти, перехід між якими здійснюватиметься тільки після того, як повністю засвоєний поточний. Це допоможе зафіксувати інформацію в довгостроковій пам'яті, не перевантажуючи робочу.

Розробляючи навчальну онтологію, треба запам'ятати, що різні види інформації сприймаються різними ділянками мозку й обробляються по-різному, тому доцільно подавати інформацію в онтології за допомогою малюнків, таблиць або графіків. Це дасть змогу розподілити матеріал між різними каналами оброблення інформації, і когнітивне навантаження знизиться.

#### **Програмні рішення для реалізації навчальної онтології з урахуванням когнітивної ергономіки**

На сьогодні існує чимало середовищ побудови онтологій, створених для представлення знань: OilEd, OntoEdit, WebODE, WebOnto, Protégé, OntoSaurus, Ontolingua, KOAN, SymOntoX, Retrievalware. Результати дослідження [5] демонструють, що більшість дослідників (56%) використовує Protégé, 13% — Apache Jena Java Framework, Neon Toolkit Editor, TopBraid Composer, OntoStudio та OntoMat.

Однак нині лише когнітивна ІТ-платформа «Поліедр» [14], призначена для представлення знань, отриманих у результаті семантико-лінгвістичного аналізу великих обсягів просторово розподіленої неструктурованої інформації (Big Data), їх структуризації, встановлення міжконтекстних зв'язків та візуалізації у вигляді інформаційно-аналітичних WEB-орієнтованих рішень, спроможна повною мірою врахувати

особливості когнітивної ергономіки в процесі розроблення онтології навчального призначення.

КІТ «Поліедр» забезпечує об'єктне, табличне, графове представлення інформації, а також у вигляді онтологічної призми і ГІС-додатка.

**Режим об'єктного відображення** представляє об'єкти онтології у вигляді ієрархічно впорядкованих списків, актуалізація категорій яких формує наступний рівень (першим елементом рівня буде актуалізована категорія, а іншими елементами — всі її підкатегорії і дочірні об'єкти онтології) (1 на рис. 1).

Усі елементи відображаються у вигляді круглих блоків з назвою і (за наявності) зображенням; якщо навести вказівник миші, блок міняє форму (2 на рис. 1). При наведенні на блок відображаються додаткові кнопки (3 на рис. 1) — «Перегляд картки об'єкта» й «Ієрархічна фільтрація», що запускають відповідні функції для асоційованої з блоком категорії чи об'єкта як параметра.

**Режим табличного відображення** призначений для відображення списку об'єктів з однаковим набором атрибутів (рис. 2). Уся множина об'єктів з атрибутами відображається на сторінці фіксованого розміру (за замовчуванням по 50 об'єктів), перемикання яких відбувається за допомогою спеціальних керуючих елементів. Для поточної сторінки автоматично формується заголовок таблиці (1 на рис. 2). Кожен рядок

таблиці відображає інформацію про об'єкт: перша комірка містить назву об'єкта (2 на рис. 2), натискання на яку відкриває картку об'єкта, і його зображення (за наявності); інші комірки — значення атрибутів об'єкта (якщо об'єкт має кілька атрибутів з однаковою назвою, то їх значення будуть відображатися в комірці таблиці одне під одним, розділені горизонтальною лінією).

**Режим відображення онтографа** призначений для одночасного відображення великої кількості об'єктів і зв'язків між ними (рис. 3).

Об'єкти при відображенні використовують свої налаштування — форму (квадрат або коло) і колір. Також об'єкти, що мають непусту множину атрибутів, відображаються з рамкою. Зміна положення об'єкта здійснюється його перетягуванням (Drag&Drop). Доступні функції переміщення робочої області (pan) і збільшення/зменшення робочої області (zoom). Подвійне натискання на об'єкт відкриває його картку.

**Режим онтологічної призми** призначений для відображення тривірневої структури даних (рис. 4) (аналогічно до об'єктного відображення):

- перший рівень є кореневою категорією онтології;
- другий рівень складають підкатегорії кореневої категорії, що формують грані призми, а імена цих категорій відображаються у верхній частині відповідної грані;



Рис. 1 Режим об'єктного відображення

Шкільна віртуальна світлиця Т. ... 7/157

Пошуковий запит

Місце виконання

- Вільно
- Київ
- о. Косарал
- Оренбург
- Петербург
- Яготин

Опис

Рік виконання

- 1830 - 1849
- XI 1849 — IV 1850

Розмір

Техніка виконання

- гравюра
- папір, акварель
- папір, італійський олівець
- папір, офорт
- папір, сепія
- полотно, олія

Опис	Техніка виконання	Рік виконання	Місце виконання	Розмір
«ЖІНОЧІ ОЛІВКА» [Погруддя жінки] (папір, італ. олівець, 47,7x38) — копія Шевченка з невідомої літографії, виконана 1830 р. у Вільні. На аркуші авторські написи (літографію портрет невідомої. Папір, акварель (26,5 ? 9,5). [Оренбург]. [XI 1849 — IV 1850?]. На звороті тією ж рукою, що й інвентарний номер, олівцем зроблено напис: Шевченко 1814 — 1864. Портрет А. С. Портрет було виконано під час перебування Шевченка в Яготині, де він працював над двома замовленими копіями з портрета князя М.Г. Рєлліна-Волконського (копія зроблена в Яготині).	папір, італійський олівець	1830	Вільно	47,7x38
Портрет невідомої	папір, акварель	XI 1849 — IV 1850	Оренбург	26,5x9,5
Портрет Варвари та Василя Рєлліних	полотно, олія	1844	Яготин	40x51,3
Катерина	полотно, олія	1842	Петербург	93x72,3
Хлопчик розпалює грубку	папір, сепія	1849	о. Косарал	24,7x18,3

Рис. 2. Режим табличного відображення

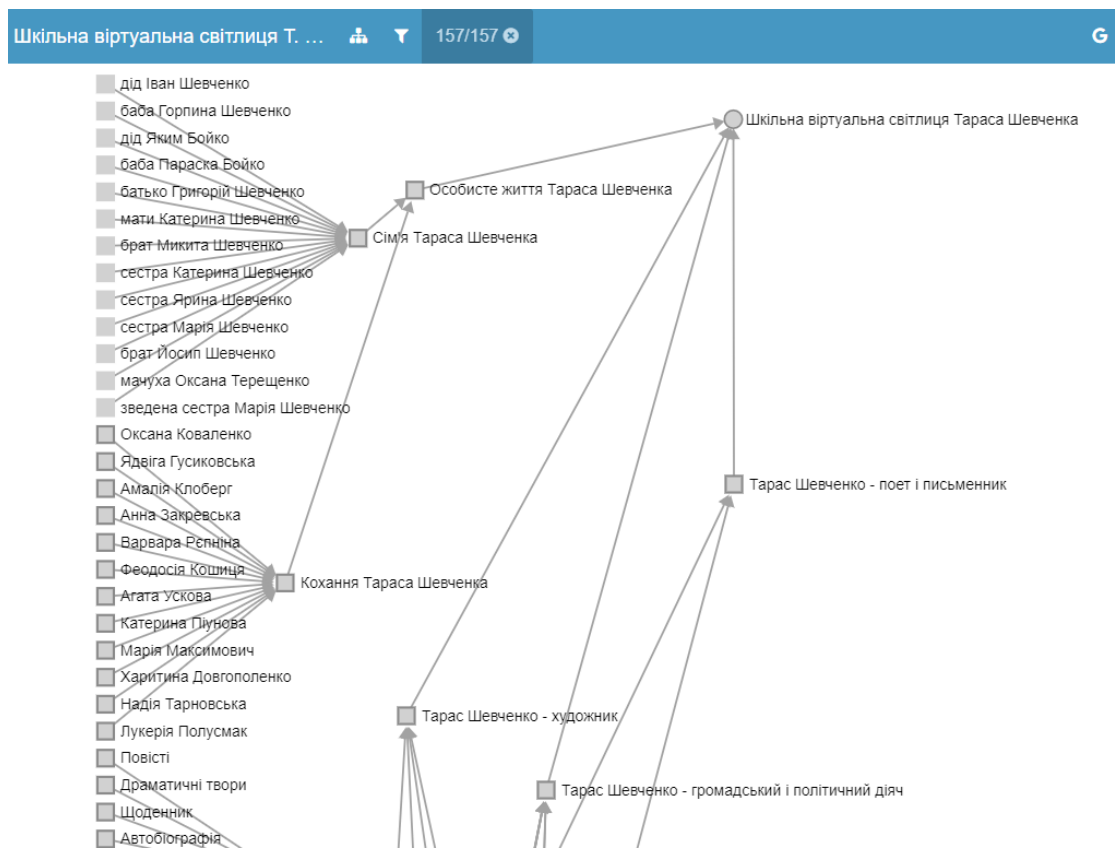


Рис. 3. Режим відображення онтографу

— третій рівень формується підкатегоріями і дочірніми об'єктами категорій другого рівня. Такі об'єкти представляються блоками на відповідних гранях — аналогічно до об'єктного представлення. Максимальна кількість блоків на грані — 25, якщо дочірніх об'єктів у категорії більше, то вони розбиваються на сторінки, а в заголовку грані відображається перемикач сторінок.

Якщо через структуру онтології елементом другого рівня стає об'єкт, а не категорія, то цей об'єкт відображається як грань і як блок на грані. Натискання блоку на грані призми спричиняє перегляд картки відповідного об'єкта.

**Режим ГИС-додатка** призначений для відображення геопросторової інформації, що міститься в атрибутах об'єктів онтології (рис. 5). Геопросторова інформація може бути представлена у вигляді маркерів (точкові значення) або полігонів (набори точок). Доступні функції переміщення робочої області (pan) і збільшення/зменшення робочої області (zoom). Одинарне натискання на об'єкт відкриває його картку.

Також у цьому режимі перегляду маркери можуть автоматично кластеризуватися, при цьому на їх місці відобразитиметься коло із зазначенням кількості кластеризованих маркерів.

Отже, засоби КІТ «Поліедр» дають змогу:

- застосовувати праймінг у процесі побудови навчальної онтології шляхом семантико-лінгвістичного аналізу якісних, відібраних експертом із предметної галузі академічних текстів, для використання прийнятих світовою освітньою і науковою спільнотою термінів та їх визначень і уникнення вживання таких, що перешкоджають запам'ятовуванню інформації; завдяки цьому з пам'яті учня/студента швидше витягуватимуться потрібні знання, що ефективно пов'язуватимуться з новою інформацією;
- відображати структуру предметної області так, аби відфільтрувати зайву і «сміттєву» інформацію, яка може відвернути увагу, на етапі розроблення онтології для уникнення когнітивного перевантаження;
- інтегрувати й агрегувати інформаційні ресурси і системи в такий спосіб, аби уникнути необхідності шукати потрібну інформацію по фізично і тематично розподілених базах даних, електронних бібліотеках, архівах тощо, а вся необхідна для засвоєння інформація була доступна в єдиному середовищі навчальної онтології;
- застосовувати групування при представленні інформації у вигляді онтологічної призми, яка допомагає структурувати,

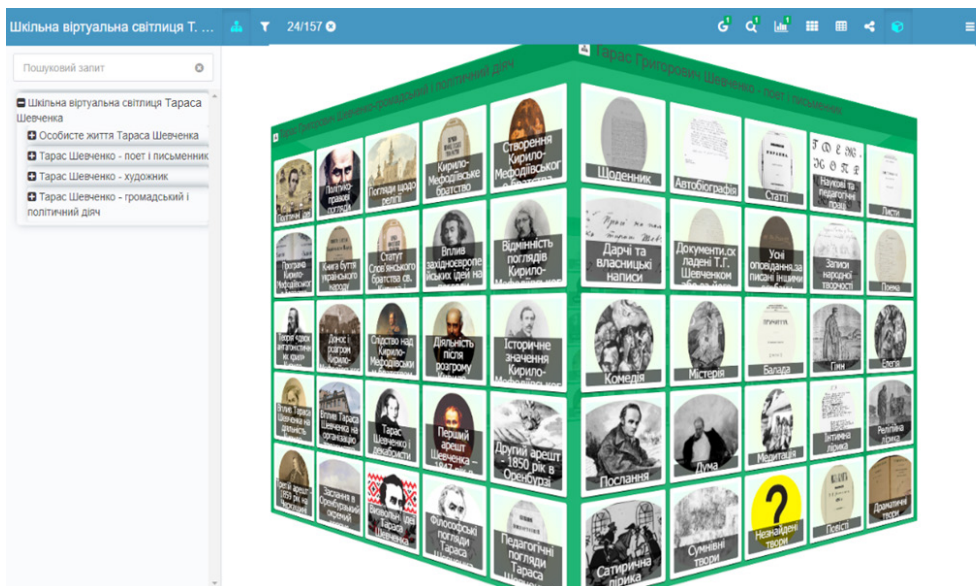


Рис. 4. Режим онтологічної призми

класифікувати й об'єднати окремі фрагменти інформаційного набору в єдиний комплекс, що дає змогу сприймати предметну галузь знань як цілісний об'єкт, не перевантажуючи робочу пам'ять;

- подавати інформацію в навчальній онтології за допомогою малюнків, таблиць, графів і карт, що дає змогу знизити когнітивне навантаження за рахунок розподілу матеріалу між різними каналами оброблення інформації.

**Висновки.** У роботі представлений огляд типів, підходів та критеріїв оцінки когнітивної ергономіки онтологій навчального призначення з точки зору їх візуального сприйняття. Виявлено, що на сьогодні комп'ютерні онтології стали синонімом інструментарію організації інформації в освітньому процесі, що дає змогу отримати наочне уявлення про вміст інформаційного ресурсу: від книги до бази даних і знань, а застосування онтологій як засобу візуалізації інформації сприяє підготовці фахівців, здатних коректно використовувати й аналізувати інформацію, поєднувати окремі елементи в єдине ціле для формування гармонійного світогляду.

Хоча жодна з наявних на сьогодні моделей оцінки онтологій не дає змоги повною мірою провести їх аналіз з точки зору якості і швидкості сприйняття людиною, за останні роки розроблено низку методів та програмних продуктів, які враховують нашу когнітивну архітектуру і допома-

гають під час навчання зберігати інформацію в робочій пам'яті, доки вона не буде оброблена достатньо, щоб перейти до довгострокової пам'яті. Представлений огляд одного з таких рішень — когнітивної ІТ-платформи «Поліедр», яка спроможна повною мірою врахувати особливості когнітивної ергономіки в процесі розроблення онтології навчального призначення.

#### Список використаних джерел

1. Piedra N., Chicaiza J., Lopez-Vargas J., Tovar E. Seeking Open Educational Resources to Compose Massive Open Online Courses in Engineering Education. An Approach based on Linked Open Data. *Journal of Universal Computer Science*. 2015. № 21 (5). P. 679–711.
2. Alomari J. Ontology for Academic Program Accreditation Ontology of Accreditation Board of Engineering and Technology (ABET) Process. *International Journal of Advanced Computer Science & Applications*. 2016. № 7 (7). P. 123–127.
3. Muñoz A., Lagos K., Vera-Lucio N., Vergara-Lozano V. Ontological Model of Knowledge Management for Research and Innovation. *Technologies and Innovation: Second International Conference (CITI)*. 2016. P. 51–62.
4. Valaski J., Malucelli A., Reinehr S. Ontologies application in organizational learning: A literature review. *Expert Systems with Applications*. 2012. № 39 (8). P. 7555–7561.  
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2012.01.075>
5. Tapia-Leon M., Rivera A., Chicaiza J., Luján-Mora S. Application of ontologies in higher education:

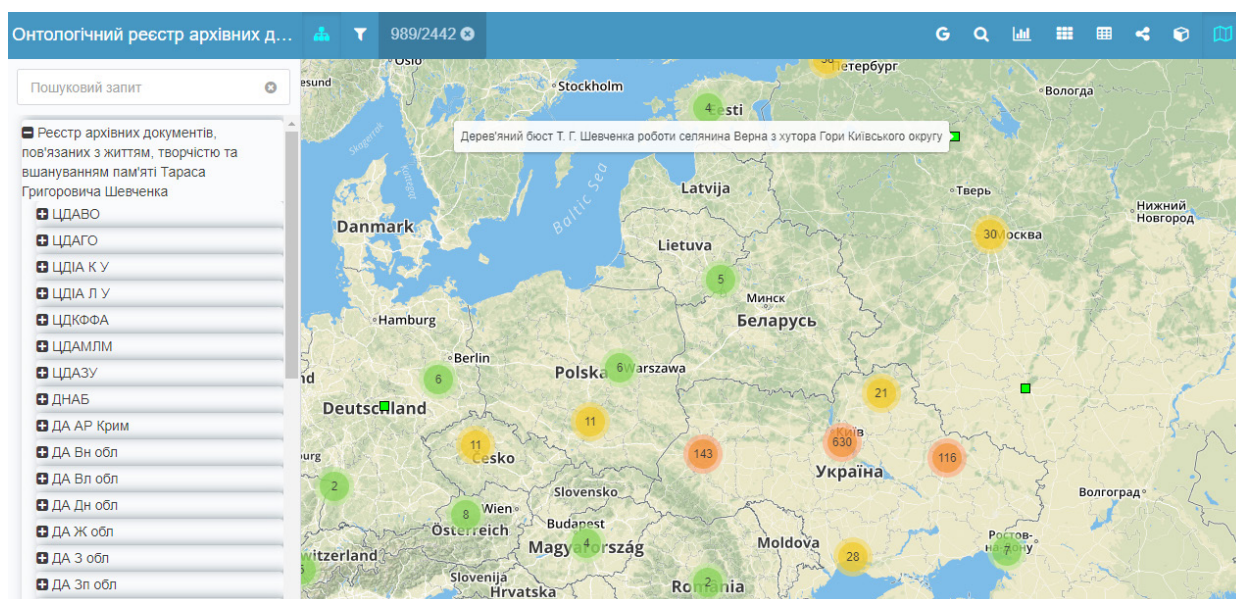


Рис. 5. Режим перегляду ГІС-додатка

- A systematic mapping study. *IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)*. 2018. P. 1344–1353.  
DOI: <https://doi.org/10.1109/educon.2018.8363385>
6. Brank J., Grobelnik M., Mladenic D. A survey of ontology evaluation techniques. *Proceedings of the Conference on Data Mining and Data Warehouses (SiKDD)*. 2005.
  7. Gangemi A., Catenacci C., Ciaramita M., Lehmann J. Ontology evaluation and validation An integrated formal model for the quality diagnostic task. 2005.
  8. Völker J., Vrandečić D., Sure-Vetter Y., Hotho A. AEON—An approach to the automatic evaluation of ontologies. *Applied Ontology*. 2008. № 3 (1). P. 41–62.  
DOI: <https://doi.org/10.3233/ao-2008-0048>
  9. Zhu X., Fan J. W., Baorto D. M., Weng C., Cimini J. J. A review of auditing methods applied to the content of controlled biomedical terminologies. *J. Biomed. Inform.* 2009. № 42 (3). P. 413–425.  
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jbi.2009.03.003>
  10. Гаврилова Т. А., Горовой В. А., Болотникова Е. С., Голенков В. В. Субъективные метрики оценки онтологий. *Знания-Онтологии-Теории : материалы Всероссийской конф. с межд. участием (ЗОНТ-2009)*. 2009. С. 178–186.
  11. Miller G. The Magical Number Seven, Plus or Minus Two: Some Limits on Our Capacity for Processing Information. *The Psychological Review*. 1956. № 63. P. 81–97.  
DOI: <https://doi.org/10.1037/h0043158>
  12. Noy N., McGuinness D. L. Ontology Development 101: A Guide to Creating Your First Ontology. *Stanford Knowledge Systems Laboratory Technical Report KSL-01-05 and Stanford Medical Informatics Technical Report SMI-2001-0880*. 2001.
  13. Sweller J. Cognitive Load Theory, learning difficulty, and instructional design. *Learning and Instruction*. 1994. № 4 (4). P. 295–312.  
DOI: [https://doi.org/10.1016/0959-4752\(94\)90003-5](https://doi.org/10.1016/0959-4752(94)90003-5)
  14. Трансдисциплінарний кластер науково-освітніх ресурсів НЦ «МАНУ». URL: <https://polyhedron.stemua.science/>
  3. Muñoz, A., Lagos, K., Vera-Lucio, N. & Vergara-Lozano, V. (2016). Ontological Model of Knowledge Management for Research and Innovation. *Technologies and Innovation: Second International Conference (CITI)*, 51–62.  
DOI: [10.1007/978-3-319-48024-4\\_5](https://doi.org/10.1007/978-3-319-48024-4_5).
  4. Valaski, J., Malucelli, A. & Reinehr, S. (2012). Ontologies application in organizational learning: A literature review. *Expert Systems with Applications*, 39 (8), 7555–7561.  
DOI: [10.1016/j.eswa.2012.01.075](https://doi.org/10.1016/j.eswa.2012.01.075)
  5. Tapia-Leon, M., Rivera, A., Chicaiza, J. & Luján-Mora, S. (2018). Application of ontologies in higher education: A systematic mapping study. *IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)*, 1344–1353.  
DOI: [10.1109/educon.2018.8363385](https://doi.org/10.1109/educon.2018.8363385)
  6. Brank, J., Grobelnik, M. & Mladenic, D. (2005). A survey of ontology evaluation techniques. *Proceedings of the Conference on Data Mining and Data Warehouses (SiKDD 2005)*.
  7. Gangemi, A., Catenacci, C., Ciaramita, M. & Lehmann, J. (2005). Ontology evaluation and validation An integrated formal model for the quality diagnostic task.
  8. Völker, J., Vrandečić, D., Sure-Vetter, Y. & Hotho, A. (2008). AEON—An approach to the automatic evaluation of ontologies. *Applied Ontology*, 3 (1), 41–62.  
DOI: [10.3233/ao-2008-0048](https://doi.org/10.3233/ao-2008-0048)
  9. Zhu, X., Fan, J. W., Baorto, D. M., Weng, C. & Cimini, J. J. (2009). A review of auditing methods applied to the content of controlled biomedical terminologies. *J. Biomed. Inform.*, 42 (3), 413–425.  
DOI: [10.1016/j.jbi.2009.03.003](https://doi.org/10.1016/j.jbi.2009.03.003)
  10. Gavrilova, T. A., Gorovoy, V. A., Bolotnikova, E. C., Golenkov, V. V. (2009). Subjective metrics for evaluating ontologies. *Proceedings of the Conference “Znaniya-Ontologii-Teorii” : materialy Vserossiyskoy konf. s mezhd. uchastiem (ZONT 2009)*, 178–186 [in Russian].
  11. Miller, G. (1956). The Magical Number Seven, Plus or Minus Two: Some Limits on Our Capacity for Processing Information. *The Psychological Review*, 63, 81–97.  
DOI: [10.1037/h0043158](https://doi.org/10.1037/h0043158)
  12. Noy, N. & McGuinness, D. L. (2001). Ontology Development 101: A Guide to Creating Your First Ontology. *Stanford Knowledge Systems Laboratory Technical Report KSL-01-05 and Stanford Medical Informatics Technical Report SMI-2001-0880*.
  13. Sweller, J. (1994). Cognitive Load Theory, learning difficulty, and instructional design. *Learning and Instruction*, 4 (4), 295–312.  
DOI: [10.1016/0959-4752\(94\)90003-5](https://doi.org/10.1016/0959-4752(94)90003-5)
  14. Transdisciplinary Cluster of Scientific and Educational Resources of the National Center “Junior Academy of Sciences of Ukraine”. Retrieved from : <https://polyhedron.stemua.science/> [in Ukrainian].

## References

M. A. Popova

#### COGNITIVE ERGONOMICS OF EDUCATIONAL ONTOLOGY

**Abstract.** *The article provides a brief analysis of studies on the use of ontologies for developing curricula, creating descriptions of their contents in the form of courses and information resources, improving the mechanisms for recommending academic sources and resources, academic assessment, management of a higher educational institution, integrating academic data and ontology-based repositories, which showed that ontology is a useful means of organizing information in the educational process. Criteria and methods for ontology metric evaluation for compliance with application requirements, increasing the availability of information for assimilation and gaining the possibility of their reuse in order to reduce the time and financial costs of modernizing existing and developing new knowledge base models are considered. A brief description of cognitive ergonomics metrics that affect the perception and ability to remember information presented in ontologies is given. The dependence of the ontology efficiency on its metrics, on the basis of which a list of cognitive-perceptual principles of developing an educational ontology is presented, is determined. The basics of the cognitive load theory and its application in the development of training resources based on ontologies are considered. A description of the cognitive load types that an educational ontology can cause to determine ways to optimize it is given. Practical advice for developers of educational ontology for the most effective presentation of information for its assimilation is given. A list of ontology creating tools, including educational purposes, is provided. The main ways of representing knowledge by means of the cognitive IT platform "Polyhedron" taking into account the features of cognitive ergonomics in the process of developing an educational ontology are described.*

**Keywords:** *ontology, cognitive load, ontology metric, cognitive ergonomics, educational resources.*

M. A. Попова

#### КОГНИТИВНАЯ ЭРГОНОМИКА ОНТОЛОГИИ УЧЕБНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

**Аннотация.** *В статье приведен краткий анализ исследований, посвященных использованию онтологий для разработки учебных программ, создания описаний их содержания в виде курсов и информационных ресурсов, совершенствования механизмов рекомендаций академических источников и ресурсов, академического оценивания, менеджмента высшего учебного заведения, интеграции академических данных и хранилищ на основе онтологий, который показал, что онтология является полезным средством организации информации в образовательном процессе. Рассматриваются критерии, методы и способы метрической оценки онтологий на соответствие требованиям применения, увеличения доступности информации для усвоения и получения возможности повторного их использования с целью снижения временных и финансовых затрат на модернизацию существующих и разработку новых моделей баз знаний. Приведено краткое описание метрик когнитивной эргономики, влияющих на восприятие и способность к запоминанию информации, представленной в онтологиях. Определена зависимость эффективности онтологии от ее метрик, на основе которой представлен перечень когнитивно-перцептивных принципов, которые необходимо учитывать при разработке онтологии учебного назначения. Рассмотрены основы теории когнитивной нагрузки и ее применение при разработке учебных ресурсов на основе онтологий. Приведено описание типов когнитивной нагрузки, которые может вызвать учебная онтология, для определения путей ее оптимизации. Поданы практические советы для разработчиков учебной онтологии с целью наиболее эффективного представления информации для ее усвоения. Приведен перечень средств построения онтологий, в том числе учебного назначения. Описаны основные способы представления знаний средствами когнитивной ИТ-платформы «Полиэдр», учитывающие особенности когнитивной эргономики в процессе разработки онтологии учебного назначения.*

**Ключевые слова:** *онтология, когнитивная нагрузка, метрика онтологии, когнитивная эргономика, учебные ресурсы.*

**ІНФОРМАЦІЯ ПРО АВТОРА**

**Попова Марина Андріївна** — канд. техн. наук, завідувачка відділу створення та використання інтелектуальних мережних інструментів, НЦ «Мала академія наук України», м. Київ, Україна, pma1701@gmail.com; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-0258-1713>

**INFORMATION ABOUT THE AUTHOR**

**Popova M. A.** — PhD in Engineering, Head of Intelligent Network Tools Department, NC “Junior academy of sciences of Ukraine”, Kyiv, Ukraine, pma1701@gmail.com; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-0258-1713>

**ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ**

**Попова М. А.** — канд. техн. наук, заведующая отделом создания и использования интеллектуальных сетевых инструментов, НЦ «Малая академия наук Украины», г. Киев, Украина, pma1701@gmail.com; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-0258-1713>

Стаття надійшла до редакції / Received 14.04.2020



А. І. Атамась,  
І. А. Сліпухіна,  
І. С. Чернецький,  
Ю. С. Шиховцев

## ВІРТУАЛЬНІ СЕРЕДОВИЩА ПРОЄКТУВАННЯ ЕЛЕКТРОННИХ ПРИСТРОЇВ ЯК ЗАСІБ ІНСТРУМЕНТАЛЬНОЇ ЦИФРОВОЇ ДИДАКТИКИ

**Анотація.** Інструментальна цифрова дидактика відображає використання у навчальному процесі різноманітних цифрових засобів здобування, опрацювання та інтерпретації даних натурного експерименту відповідно до логіки наукового методу й інженерного дизайну. Важливою складовою сучасного STEM-орієнтованого освітнього середовища є інноваційні програмні продукти для моделювання і симуляції роботи електронних схем. У навчальних дослідженнях на їх основі параметри компонентів електричних кіл, створених у віртуальних середовищах, порівнюють з технічними характеристиками аналогічних пристроїв, наявних на ринку відповідної продукції. Така методика дає змогу не тільки продемонструвати подібність і розбіжності властивостей ідеалізованих і реальних артефактів, виявити джерела і величину можливих похибок, а й отримати електричні характеристики, достатні для побудови еквівалентних схем заміщення пристроїв без проведення попередніх експериментальних досліджень. Запропонований підхід продемонстровано на прикладі вивчення параметрів актуального пристрою — фотоелектричного перетворювача (визначення точки його максимальної потужності, а також коефіцієнта заповнення). Навчання з використанням еквівалентних схем заміщення демонструє студентам один з варіантів процесу інженерного дизайну. Окрім того, запропонована методика, завдяки можливості розвитку від алгоритмізованої навчальної процедури до інженерного дослідження, дає змогу здійснити індивідуальний підхід у навчанні електротехніки і електроніки. Дослідження дидактичних особливостей вивчення електрики і основ електроніки, зокрема із застосуванням NI «Multisim 11.0», є одним з напрямів діяльності STEM-лабораторії «МАНЛаб» Національного центру «Мала академія наук України». Частина апробованих методик оформлено у вигляді робочого зошита і розміщено у вільному доступі у вигляді інструкцій на онлайн-ресурсі [stemua.science](http://stemua.science).

**Ключові слова:** еквівалентні схеми заміщення, «Multisim», інструментальна цифрова дидактика, STEM, фотоелектричний перетворювач.

**Постановка проблеми.** Інструментальна цифрова дидактика є педагогічною субдисципліною, в якій досліджуються навчальні методики на основі активного використання ІКТ і техніко-технологічних засобів проведення натурного експерименту з природничих і техніч-

них дисциплін. Вона доповнює науковий метод дослідження і процес інженерного дизайну такими можливостями, як створення інтерактивних комп'ютерних моделей, візуалізація експериментальних даних та їх порівняння з теорією, а також прогнозування перебігу процесу.

Важливою складовою сучасного STEM-орієнтованого освітнього середовища є сучасні

віртуальні середовища моделювання і симуляції роботи електронних схем. У цьому контексті особливо популярним є програмний продукт «Multisim» від National Instruments Corporation<sup>1</sup>, який замінив загальновідомий «Electronics Workbench» і застосовується для проектування схем аналогової і цифрової електроніки в інженерній діяльності, технічних дослідженнях і навчанні, у формальній і неформальній освіті. NI «Multisim» містить розширений симулятор на основі SPICE, інтегрований з інтерактивним схемотехнічним середовищем для миттєвої візуалізації і аналізу поведінки електричних і електронних схем, бібліотеку пристроїв, яка містить більше 30 тисяч схем, доступних у спільноті. Його інтуїтивно зрозумілий інтерфейс та розширена опція допомоги створюють комфортні дидактичні умови для закріплення студентами знань з теорії схем, покращення засвоєння певних елементів усієї навчальної програми, а також допомагають навчитися досліджувати перебіг процесу через зміну чинників впливу. З позицій підготовки майбутніх інженерів NI «Multisim» допомагає дослідникам і проектувальникам скоротити кількість ітерацій у прототипуванні друкованих плат, що суттєво зменшує витрати на розроблення пристрою, а також створює можливості для вивчення електроніки за допомогою інтерактивного, оптимізованого для сенсорних панелей онлайн-середовища, яке працює на будь-якому персональному комп'ютерному пристрої.

Програмні продукти, призначені для електричного моделювання, містять віртуальні електронні компоненти, характеристики яких можна змінювати, віртуальні вимірювальні прилади, засоби розроблення друкованих плат, а також бібліотеки багатьох базових моделей реальних елементів. Їх використовують для проектування різноманітних електронних пристроїв, віртуальних випробувань і налагодження принципів схем. Основні можливості моделюючих програм, типу NI «Multisim», можуть бути застосовані у навчанні з використанням STEM-підходу, методик, які інтегрують реальні і віртуальні лабораторні роботи, а також навчальні дослідження на основі створення еквівалентних схем заміщення реальних елементів.

<sup>1</sup> <https://www.ni.com/ru-ru/shop/electronic-test-instrumentation/application-software-for-electronic-test-and-instrumentation-category/what-is-multisim.html>

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Наявні дані мережних ресурсів, наприклад наукового порталу [www.researchgate.net](http://www.researchgate.net) та пошукової наукової системи Google Scholar, свідчать про те, що NI «Multisim» уже близько десяти років є популярним інженерним і навчальним програмним засобом, який поступово замінює «Electronics Workbench». Так, значний дидактичний досвід у використанні різних поколінь NI «Multisim» як платформи лабораторії імітаційного моделювання, призначеної для комп'ютерно-орієнтованого навчання інженерів, отримано на факультеті електричної інженерії Gdynia Maritime University. До того ж багаторічне дослідження, проведене К. Noga і В. Palczynska, засвідчило, що методики навчання з використанням віртуальних платформ створюють міст між теоретичними лекціями і практичним застосуванням при проектуванні, прототипуванні та тестуванні електричних та електронних схем у лабораторіях [1]. Педагогічний досвід Р. Ptak (2018) з використання NI «Multisim» та лабораторної робочої станції NI «ELVIS» доводить, що навчання інженерних дисциплін з використанням програм для симуляції роботи електронних (електричних кіл) мають значний ефект у дидактиці технічних дисциплін [2]. Крім того, компетентність з точки зору розуміння різниці між властивостями реальних і віртуальних елементів кола буде глибшою, якщо лабораторні роботи включають в одному дослідженні фактичні вимірювання в реальному електричному колі і в імітаційній моделі [3]. Навчальні симуляції електричних кіл та їх елементів на основі продуктів NI («Multisim», «LabVIEW», «myRIO») підвищують рівень сприйняття студентами теоретико-математичних моделей і є ефективними для організації проектно-орієнтованого навчання [4].

Варто зауважити, що безумовно важливим у навчально-дослідницькій діяльності учнів/студентів є застосування програм симуляції для моделювання і вивчення характеристик електронних кіл, які ще перебувають на експериментальній стадії. Таким технологічно і дидактично привабливим нелінійним пасивним елементом, який може зберігати попереднє значення опору, є мемристор. Цікавим є досвід R. Bodduna (2019) щодо розроблення емулятора моделі цього пристрою та вивчення його характеристик за допомогою багатосмугового моделювання [5].

Було також з'ясовано, що можливі застосування NI «Multisim» виходять за межі симуляції електричних кіл. Так, W. Chin і X. Zhuang (2020) демонструють один з прикладів використання цієї платформи для опису та моделювання процесів у суцільних матеріалах або біологічних системах, в яких струм фактично не тече у визначених контурах, наприклад для інтерактивного прогностичного симулювання складних потоків у резервуарах, зокрема в шаруватих, гетерогенних, анізотропних середовищах [6].

Дослідження дидактичних особливостей вивчення електрики і основ електроніки, зокрема із застосуванням програм симуляції, наприклад NI «Multisim 11.0», є одним з напрямів діяльності STEM-лабораторії «МАНЛаб» Національного центру «Мала академія наук України». Частину апробованих методик оформлено у вигляді робочого зошита<sup>1</sup> і розміщено у вільному доступі у вигляді інструкцій на онлайн-ресурсі [stemua.science](http://stemua.science)<sup>2</sup> [7]. Серед дидактичних розробок, перелік яких постійно оновлюється, нині на цій платформі розміщено навчальні методики моделювання та дослідження підсилювача (визначення його характеристик у межах звукових частот), генератора синусоїдального сигналу (визначення його частоти та порівняння з розрахунковою), мостового випрямляча змінного струму, помножувача напруги (порівняння розрахункового амплітудного значення змінної напруги і значення вихідної постійної напруги помножувача з вимірними під час моделювання). Зауважимо, що виконання кожної роботи супроводжується технологічними картами, які містять, з-поміж іншого, покрокові процедури застосування «Multisim 11.0», а також шаблони таблиць даних для опрацювання результатів експерименту.

Вочевидь, моделювання електронних приладів з подальшим дослідженням їх характеристик у цьому програмному середовищі потребує залучення до аналізу експериментальних даних та їх похибок (табличних і графічних) відповід-

ного програмного забезпечення, наприклад Microsoft Excel. Так, одним із завдань лабораторної роботи «Дослідження коливального контуру» є порівняння розрахункового значення резонансної частоти і добротності коливального контуру з результатами, отриманими в процесі моделювання за допомогою програми «Multisim 11.0», а важливим результатом лабораторного дослідження підсилювальних властивостей транзистора є визначення залежності коефіцієнта підсилення транзистора від струмів у модельованій схемі [8].

Однак, незважаючи на активне використання віртуальних середовищ як засобів формування фізико-технічних знань та інженерних навичок, дидактичні засади їх використання для навчання молоді шкільного віку досліджено дуже мало. Значні переваги в цьому контексті мають навчальні методики на основі STEM-підходу, які ґрунтуються на проблемно-орієнтованих завданнях і поєднують експериментування з реальними електричними схемами та дослідження параметрів їх віртуальних прототипів. Загальновідомо, що особливу пізнавальну зацікавленість серед учнів викликають завдання, пов'язані з дослідженням фізичних принципів функціонування, електричних параметрів і технічних характеристик популярних і перспективних пристроїв. Зазначене окреслило **мету проведеного дослідження**: на основі аналізу фізико-технічних характеристик фотоелектричного перетворювача (ФЕП) продемонструвати динамічну методику навчання електроніки й електротехніки, в основу якої покладено проектування електричних схем заміщення (ЕСЗ).

**Методологічні засади.** У проведеному педагогічному дослідженні було використано теоретичні й емпіричні методи. Основний теоретичний метод — порівняльний аналіз для зіставлення підходів до вивчення фізико-технічних дисциплін, зокрема з використанням STEM-підходу, джерел даних із проблеми дослідження, сучасного педагогічного досвіду навчання з використанням процесу інженерного дизайну і моделювання (для створення методики навчання на основі використання еквівалентних схем заміщення у віртуальних середовищах симуляції). Серед емпіричних методів основними були: обсерваційні (пряме, опосередковане, включене спостереження), психодіагностичні (бесіди з учителями, викладачами

<sup>1</sup> Електрика і основи електроніки. Лабораторний практикум: робочий зошит/упорядники: А. І. Атамась, І. С. Чернецький, В. Б. Шаповалов. Київ: 2017. 32 с.

<sup>2</sup> За аналітичними даними Cloudflare середня кількість онлайн-запитів ресурсу [stemua.science](http://stemua.science) у 2020 р. становить більше 600 тис. осіб/місяць, а середня кількість унікальних відвідувачів — більше 20 тис. осіб/місяць переважно з України, США, Німеччини, Естонії та ін.

і студентами) і праксіметричні (хронометрія, аналіз виконаних навчально-дослідних робіт). Окрім цього, в дослідженні було використано фізико-технічний експеримент, зокрема комп'ютерне моделювання та аналіз здобутих даних, наприклад характеристик досліджуваних пристроїв.

На попередньому етапі автори провели технічну і методичну апробацію методики. Для моделювання і дослідження ЕСЗ для ФЕП у середовищі «Multisim 11.0» її конфігурація та параметри були взяті з літературних джерел. Отримані дані переносилися до Excel, і за ними будувалася вольт-амперна характеристика (ВАХ), залежність потужності від напруги, за якими надалі визначалися основні параметри ФЕП: напруга холостого ходу  $U_{хх}$ , В, струм короткого замикання  $I_{кз}$ , А, напруга і струм у точці максимальної потужності  $U_m$  та  $I_m$ , коефіцієнт заповнення (Fill Factor (FF)),%. З метою з'ясування придатності, отриманої ЕСЗ для застосування у віртуальних навчальних дослідженнях, отримані експериментальні параметри порівнювалися зі значеннями їх комерційних аналогів.

Дидактична апробація навчально-дослідницької роботи «Дослідження питання узгодження електричного навантаження з фотоелементом» здійснювалася за участі учнів 8–11 класів — слухачів літніх фізико-технічних шкіл 2016–2019 рр. Під час апробації учні проводили експериментальні дослідження з реальною сонячною батареєю, за результатами яких будували її ВАХ і розраховували оптимальний опір навантаження, максимальні ККД і потужність. Процедура захисту результатів дослідницьких робіт передбачала, окрім презентації, відповіді на запитання за темою дослідження. За їх грамотністю і повнотою оцінювався рівень засвоєння опрацьованого матеріалу.

**Основні результати дослідження.** Словники визначають ЕСЗ реального елемента як простий RLC-ланцюг, потужність якого відтворює (дублює) потужність більш складної схеми або мережі. Однак ЕСЗ можуть бути і доволі складними, наприклад відтворювати нелінійність параметрів вихідної схеми, застосовуватися до різноманітних симуляцій функціонування кіл як постійного, так і змінного струму<sup>1</sup>. У підручниках з основ елект-

роніки і електротехніки ЕСЗ описуються як електричне коло, що складається з певної сукупності ідеалізованих елементів, яке повністю відтворює властивості реального елемента і забезпечує задані функціональні властивості конструкції [9]. Основною перевагою застосування ЕСЗ є можливість виявити і дослідити зміну властивостей елемента електричного кола залежно від тих його власних параметрів, які неможливо змінити в реального артефакту, наприклад від внутрішнього опору. Так, вони є незамінними у процесі конструювання приладів, зокрема для опису параметрів біполярних транзисторів. У випадку простих застосувань, наприклад, коли транзистор використовується як ключ, це не є обов'язковим: створення відповідного потенціалу на його базі ефективно детермінує замикання іншої частини схеми. Однак у випадку застосування транзистора як підсилювача потрібно враховувати багато нюансів, що можна зробити на основі ЕСЗ. Наприклад, у ЕСЗ *Hybrid-pi*<sup>2</sup> враховуються послідовні опори і ємності переходів «база-емітер» і «база-колектор», які впливають на частотні характеристики цих приладів, зокрема на їх вхідний і вихідний імпеданс і на спосіб їх поляризації у схемах. Іншим прикладом, який демонструє ефективність застосування ЕСЗ, є наявність у конденсаторів внутрішнього послідовного опору. Так, у процесі створення електричних схем, орієнтування на ідеальні характеристики конденсатора і врахування тільки його ємності, без врахування наявного в ньому власного опору, може призвести до небажаних ефектів в електричних колах з реальними елементами.

Прикладом моделювання на основі ЕСЗ є створення у середовищі NI «Multisim» моделі ФЕП (рис. 1), яка дає змогу провести віртуальні експерименти з дослідження характеристик, зокрема зняти його ВАХ, а також визначити положення точки максимальної потужності. Методичні особливості реалізації цього завдання відображено у створеній нами актуальній для сучасної відновлюваної енергетики дослідницькій роботі «Дослідження питання узгодження електричного навантаження з фотоелементом», викладеній на [stemua.science](http://stemua.science).

Еквівалентна схема ФЕП містить джерело фотоструму  $I_1$ , діод  $D_1$  і опори  $R_1$  та  $R_2$  (рис. 1). Густина фотоструму  $I_1$  для сучасних комерцій-

<sup>1</sup> Equivalent Circuits and Simulation Models — Circuit Types. Passive Components Blog. URL: <https://passive-components.eu/>

<sup>2</sup> [https://en.wikipedia.org/wiki/Hybrid-pi\\_model](https://en.wikipedia.org/wiki/Hybrid-pi_model)

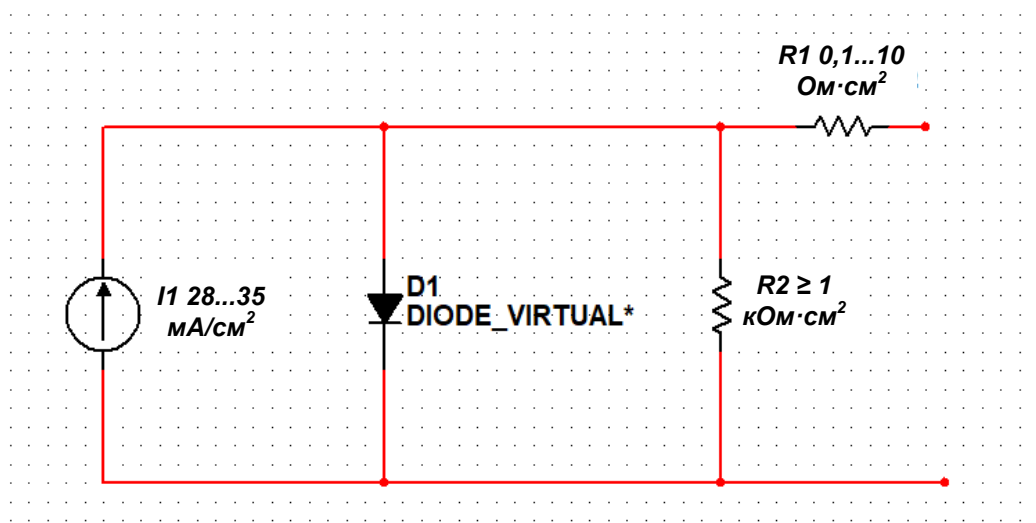


Рис. 1. Конфігурація еквівалентної схеми ФЕП в середовищі NI «Multisim» (параметри взято з розрахунку на 1 см<sup>2</sup>)

них фотоелектричних перетворювачів<sup>1</sup> перебуває в межах 28...35 мА/см<sup>2</sup> і практично дорівнює густині струму короткого замикання. Діод D1 моделює р-п перехід ФЕП. Для цього в середовищі NI «Multisim» обирають віртуальний діод і задають два його параметри: струм насичення і коефіцієнт ідеальності р-п переходу. При цьому беруть до уваги, що густина струму насичення р-п переходів сучасних ФЕП у середньому становить 10–10 А/см<sup>2</sup>, а коефіцієнт ідеальності р-п переходу сучасних кремнієвих моно- та полікристалічних ФЕП зазвичай перебуває в межах 1,2...1,3 [10]. Питоме значення послідовного опору R1 залежно від конструкції та призначення ФЕП може бути

в межах від 0,1 до декількох Ом·см<sup>2</sup> (Meyer, 2017; Elkholya & El-Elab, 2019; Sabadus, Mihailetchi & Paulescu, 2017) [10, 11, 12]. У сучасних якісних ФЕП значення паралельного (шунтуючого) опору R2 зазвичай становить понад 1 кОм·см<sup>2</sup> [11, 12].

На підставі вищезазначеного, параметри еквівалентної схеми зі стандартними розмірами 125×125 мм і площею приблизно 150 см<sup>2</sup> (з урахуванням форми «псевдоквадрат») можуть бути такими: фотострум — 5,3 А, струм насичення — 15 нА, послідовний опір — 6 мОм, паралельний опір — 60 Ом.

Еквівалентну схему ФЕП зі стандартними розмірами було змодельовано в середовищі «Multisim 11.0» з визначеними параметрами (рис. 2). Така ЕСЗ загалом містить також

<sup>1</sup> <https://www.pveducation.org/>

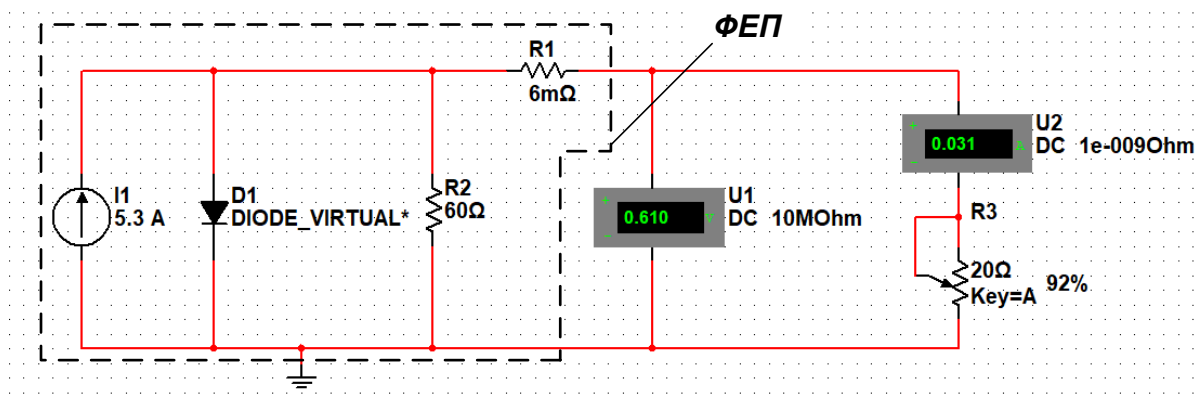


Рис. 2. Еквівалентна схема ФЕП площею 125 × 125 мм у середовищі NI «Multisim 11.0»

змінний опір навантаження R3 і віртуальні вимірювальні прилади — вольтметр і амперметр.

Після моделювання еквівалентної схеми в середовищі NI «Multisim 11.0» знімають ВАХ даного ФЕП (рис. 3), за допомогою якої визначають його основні параметри: напругу холостого ходу, силу струму короткого замикання, напругу і силу струму в точці максимальної потужності.

Для визначення оптимального навантаження фотоелемента необхідно визначити положення точки максимальної потужності. Для цього за допомогою середовища Excel необхідно розрахувати потужність ФЕП, помноживши напругу на струм у кожній точці ВАХ, і побудувати графік залежності потужності від напруги (рис. 4). За цим графіком з достатньою для навчальних цілей точністю можна визначити максимальну потужність ФЕП ( $\approx 2,35$  Вт) і напругу ( $\approx 0,5$  В), що відповідає максимальній потужності, а потім за цими значеннями розрахувати силу струму, яка становитиме 4,7 А для цієї точки. За законом Ома для ділянки кола можна визначити оптимальний опір навантаження (в цьому прикладі він становить 0,106 Ом).

Важливим параметром генераторних фотоперетворювачів, який завжди зазначається в технічній документації цього пристрою, є коефіцієнт заповнення ВАХ (FF), який визначається за формулою:

$$FF = \frac{U_m \cdot I_m}{U_{voc} \cdot I_{csc}} = \frac{P_m}{U_{voc} \cdot I_{csc}} \quad (1),$$

де  $U_m$  та  $I_m$  — відповідно напруга і струм у точці максимальної потужності;  $P_m$  — максимальна потужність ФЕП;  $U_{voc}$  — напруга розімкненого кола (напруга при відсутності навантаження, яка відповідає точці на ВАХ, у якій струм дорівнює 0 А);  $I_{кз}$  — струм короткого замикання, (струм при опорі навантаження 0 Ом і напрузі 0 В). Так, у наведеному нами прикладі визначено максимальну потужність (2,35 Вт), напругу і струм за максимальної потужності (0,5 В; 4,7 А), напругу розімкненого кола (0,61 В), струм короткого замикання (5,3 А), а також коефіцієнт заповнення ВАХ (72,8%).

Порівняння основних параметрів, отриманих шляхом моделювання та дослідження еквівалентної схеми ФЕП, з показниками їх реальних аналогів<sup>1</sup> розмірами 125 × 125 мм, створює підстави для висновку про відповідність створеної еквівалентної схеми певному середньостатистичному комерційному ФЕП, який може застосовуватися для навчальних досліджень, наприклад для виконання дослідницької роботи «Дослідження процесу узгодження електричного навантаження з фотоелементом». Запропонована методика може бути використана

<sup>1</sup> <http://www.wxsunpower.com/fa/ecpsj.php>

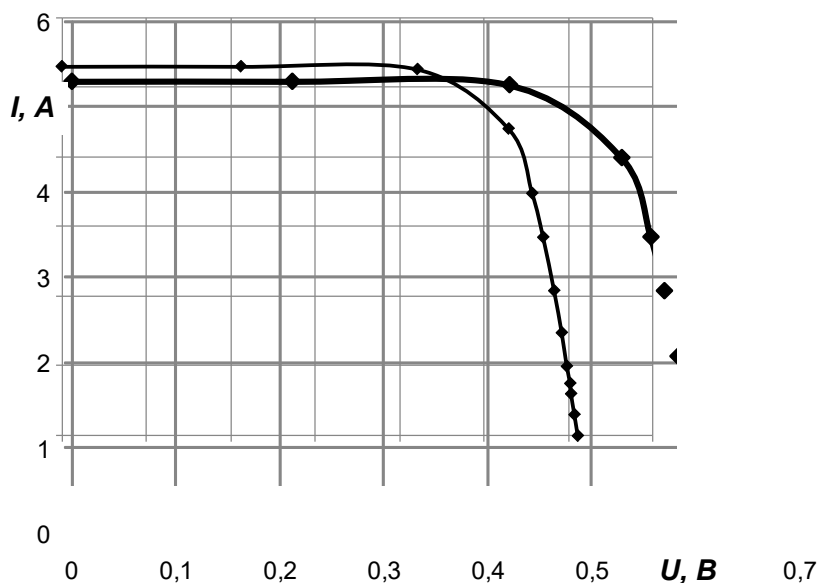


Рис. 3. ВАХ для ФЕП за результатами моделювання у «Multisim 11.0» і побудована за допомогою Microsoft Excel

для навчальних досліджень широкого спектра даних, наприклад залежності максимальної потужності і положення точки максимальної потужності залежно від величини послідовного та паралельного опорів. Також на основі наявної еквівалентної схеми одиничного ФЕП можна змодельовувати і дослідити сонячну батарею з декількох таких пристроїв, а також інші електронні вироби й елементи.

**Висновки.** Моделювання ЕСЗ у віртуальних програмних середовищах є важливим і зручним інженерним та дидактичним інструментом у навчанні STEM-дисциплін, оскільки дає змогу виявити, дослідити, математично точно описати властивості і врахувати процеси, що відбуваються у реальному елементі електричного кола. Важливою особливістю методик з використанням ЕСЗ є можливість проведення навчальних дослідницьких робіт, які не завжди можуть бути здійснені із застосуванням реальних електронних та електротехнічних пристроїв з реальними вимірювальними комплексами й обладнанням. Практика засвідчила також доцільність їх застосування в умовах дистанційного навчання, наприклад у вимушеній самоізоляції. Такі схеми для електронних компонентів можуть бути отримані як за допомогою

попередніх експериментальних досліджень, так і за паспортними даними виробу з відкритих джерел. Тому моделювання ЕСЗ, як це показано нами на прикладі ФЕП, може бути як доповненням до експериментальних досліджень, так і самостійним дослідженням, а планова лабораторна робота з використанням віртуальних симуляцій може бути розширена до навчального дослідження.

Можливості ФЕП як об'єкта навчальних досліджень (дидактичного засобу) можуть бути представлені за допомогою логічної схеми (рис. 5). ФЕП, як дидактичний засіб, може розглядатися в таких аспектах: виготовлення та дослідження зразків фотоперетворювачів, експериментальні дослідження серійних ФЕП або сонячних батарей, або дослідження ФЕП за еквівалентною схемою. Найбільш доступними для самостійного виготовлення учнями варіантами ФЕП є фотоелектрохімічні комірки Гретцеля<sup>1</sup> та мідно-закисні ФЕП<sup>2</sup>. Серійні ФЕП і сонячні батареї входять до складу комплектів навчального обладнання як закордонних, так і вітчизняних виробників.

<sup>1</sup> [https://en.wikipedia.org/wiki/Photoelectrochemical\\_cell](https://en.wikipedia.org/wiki/Photoelectrochemical_cell)

<sup>2</sup> [https://www.photonics.com/EDU/copper\\_oxide\\_photo-cell/d3224](https://www.photonics.com/EDU/copper_oxide_photo-cell/d3224)

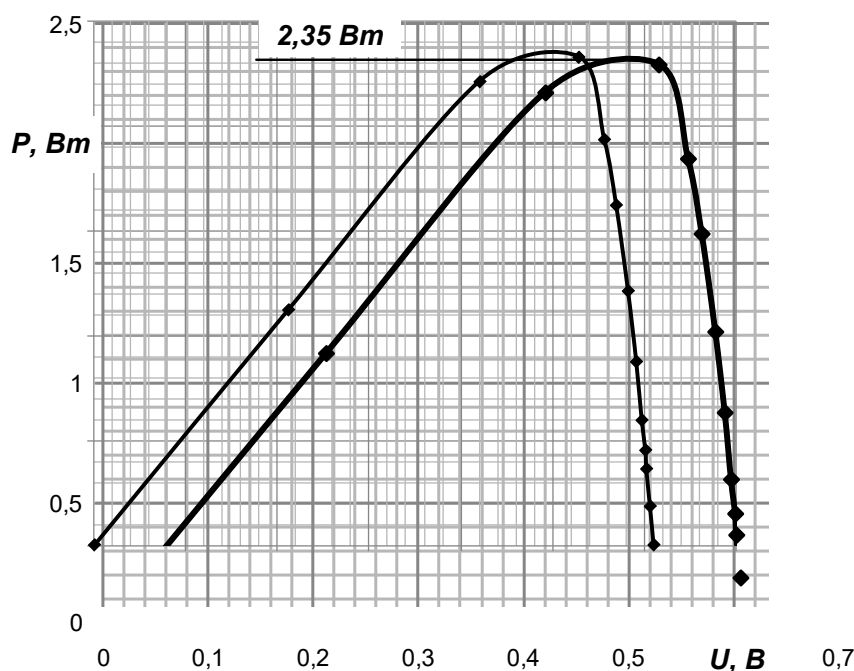


Рис. 4. Залежність потужності від напруги для ФЕП

У статті надано лише декілька прикладів дидактичного застосування ЕСЗ на основі використання пакета NI «Multisim». Зауважимо, що запропоновані навчально-дослідницькі роботи можуть бути виконані дистанційно, що виявилось дуже корисним для організації навчання в умовах вимушеної самоізоляції. Програмне середовище NI «Multisim» може використовуватися дистанційно, наприклад через одну з версій, встановлених у STEM-лабораторії «МАНЛаб». Віддалений доступ здійснюється за допомогою програми «Team Viewer» відповідно до графіка лабораторних робіт з використанням зазначеного інструментарію (stemua.science, 2018) [7]. Студенти або учні можуть створювати схеми на одній макетній платі, перебуваючи у віддаленому доступі, що оптимізує використання часу

в лабораторії. Окрім NI «Multisim» у дидактиці моделювання і дослідження простих ЕСЗ можуть бути застосовані також інші моделюючі програми, наприклад «EveryCircuit», яка є безплатною і адаптованою для роботи зі смартфонів та інших гаджетів. Надалі автори планують створити методичку дослідницької роботи із застосуванням моделювання та дослідження еквівалентної схеми ФЕП. Передбачається розвиток методики лабораторної роботи «Дослідження питання узгодження електричного навантаження з фотоелементом» у напрямі моделювання і дослідження, окрім ЕСЗ одиничного ФЕП, еквівалентної схеми сонячної батареї, зокрема визначення оптимального опору навантаження і порівняння результатів реального та віртуального експериментів.

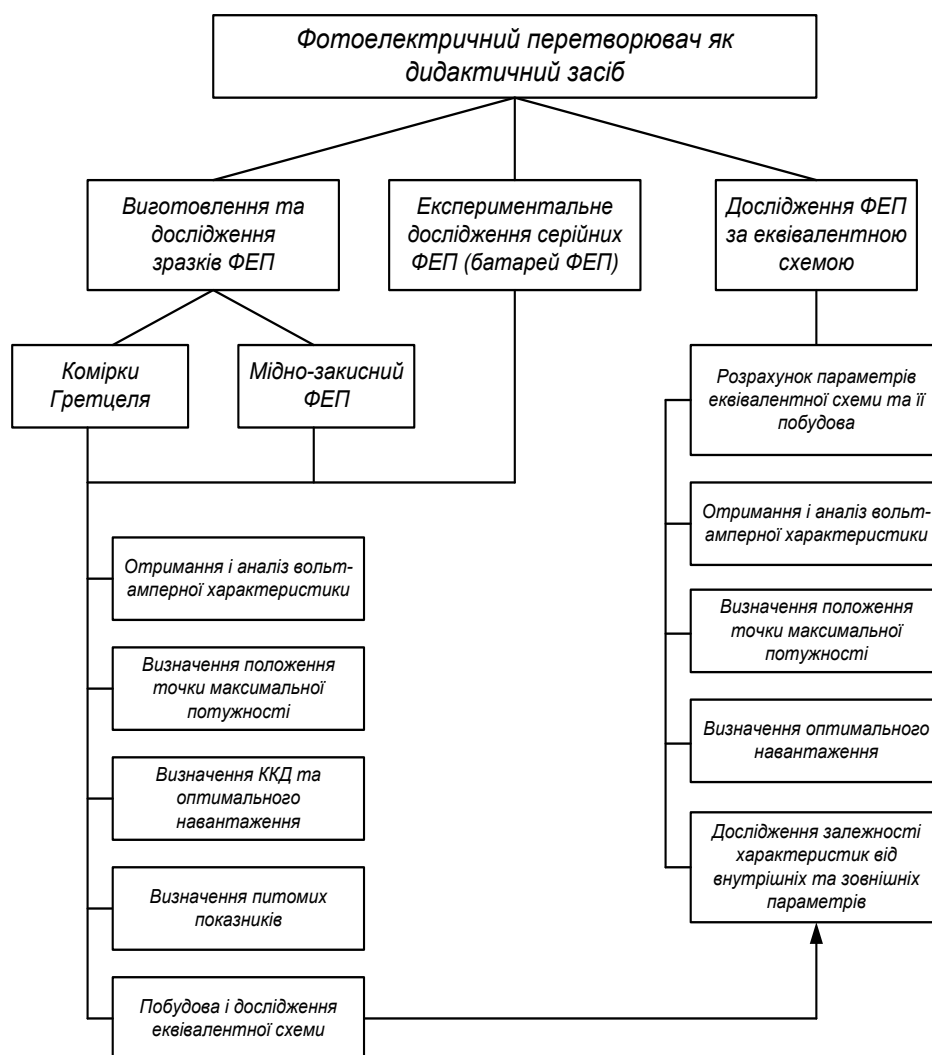


Рис. 5. ФЕП як дидактичний засіб



## Список використаних джерел / References

- Noga, K. M., & Palczynska, B. (2018). The Simulation Laboratory Platform Based on Multisim for Electronic Engineering Education. 2018 International Conference on Signals and Electronic Systems (ICSSES), 269–274.  
DOI: <https://doi.org/10.1109/icses.2018.8507313>
- Ptak, P. (2018). Application Of Multisim And LTspice Software Packages To Simulate The Operation Of Electronic Components As An Alternative To Measurements Of Real Elements. Society. Integration. Education. Proceedings of the International Scientific Conference, 5, 409.  
DOI: <https://doi.org/10.17770/sie2018vol1.3120>
- Lyubomirov, S., Shehova, D., Asenov, S., & Raydovska, V. (2019). Engineering Education And Examination Of Electronic Circuits Using Multisim. ICERI2019 Proceedings.  
DOI: <https://doi.org/10.21125/iceri.2019.1680>
- Srikanth, M., Kumar, S., Gireesh, N., Manideep, T., Harichandana, B., & Sangeetha, K. (2019). A Different way of Level measurement for PBL in Education of Students using NI–LabVIEW, Multisim and MyRIO. 2019 Innovations in Power and Advanced Computing Technologies (i-PACT).  
DOI: <https://doi.org/10.1109/i-pact44901.2019.8960023>
- Bodduna, Rajesh. (2019). A Study on Non-Linear Behavior of Memristor Emulator Using Multisim. 10.11591/ijeecs.v16.i3.pp.1213–1220.  
DOI: <https://doi.org/10.11591/ijeecs.v16.i3.pp.1213–1220>
- Chin, W. C., & Zhuang, X. (2020). Reservoir Simulation and Well Interference. DOI: <https://doi.org/10.1002/9781119283553.ch10>
- ManLab (n. d.). URL: <https://stemua.science> Date of application: April 29, 2020.
- Djalal, M. R., & Hr, H. (2019). Characteristic Test Of Transistor Based Multisim Software. PROtek : Jurnal Ilmiah Teknik Elektro, 6 (2), 63–68.  
DOI: <https://doi.org/10.33387/protk.v6i2.1214>
- Johnson, D. (2014). Fundamentals of Electrical Engineering 1. URL: <http://legacy.cnx.org/content/col10040/1.9/>
- Meyer, E. L. (2017). Extraction of Saturation Current and Ideality Factor from Measuring Voc and Isc of Photovoltaic Modules. *International Journal of Photoenergy*, 2017, 1–9.  
DOI: <https://doi.org/10.1155/2017/8479487>
- Elkholy, A., & El-Ela, A. A. (2019). Optimal parameters estimation and modelling of photovoltaic modules using analytical method. *Heliyon*, 5 (7).  
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e02137>
- Sabadus, A., Mihailetchi, V., & Paulescu, M. (2017). Parameters extraction for the one-diode model of a solar cell. *AIP Conference Proceedings*, 1916, 040005–1–040005–2.  
DOI: <https://doi.org/10.1063/1.5017444>
- Yadav, E. S., Rajesh, B., Srinivasan, C. R., & Kalyan, P. S. (2019). A Study on Non-Linear Behavior of Memristor Emulator Using Multisim. *Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science*, 16 No. 3, 1213–1220.  
DOI: <https://doi.org/10.11591/ijeecs.v16.i3.pp.1213–1220>

A. I. Atamas,  
I. A. Slipukhina,  
I. S. Chernetchkyi,  
Yu. S. Shykhovtsev

#### VIRTUAL ENVIRONMENTS FOR THE DESIGN OF ELECTRONIC DEVICES AS A MEANS OF INSTRUMENTAL DIGITAL DIDACTICS

**Abstract.** *Instrumental digital didactics reflects the application to education of various digital means of obtaining, processing and interpreting experimental data in accordance with the logic of the scientific method and engineering design. An important component of a modern STEM-oriented educational environment is innovative software products for modelling and simulation of electronic circuits. In educational research projects on their basis, the parameters of the components of electrical circuits created in virtual environments are compared with the technical characteristics of similar devices available for sale. This technique allows not only to demonstrate the similarities and differences of idealized and real artifacts, to identify sources and magnitude of possible errors, but also to obtain electrical characteristics sufficient to build equivalent schemes for substituting devices without prior experimental research. The proposed approach is demonstrated on the example of studying the parameters of a device of current interest — a photoelectric converter (determining the point of its maximum power and the fill factor). Learning by means of using equivalent substitution schemes demonstrates one of the variants of the engineering design process to students. In addition, the proposed method, due to the possibility of development from an algorithmic training procedure to engineering research, allows for an individual approach to the teaching of electrical engineering and electronics. Research of didactic features of the study of electricity and the basics*

of electronics, in particular with the use of NI “Multisim 11.0”, is one of the activities of the STEM-laboratory of “MANLab” of National centre “Junior academy of sciences of Ukraine”. Some of the tested methods are designed as a workbook and placed in free access in the form of instructions on the online resource [stemua.science](http://stemua.science).

**Keywords:** equivalent circuit, “Multisim”, instrumental digital didactics, STEM, photovoltaic converter.

А. И. Атамась,  
И. А. Слипихина,  
И. С. Чернецкий,  
Ю. С. Шиховцев

### ВИРТУАЛЬНЫЕ СРЕДЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ КАК СРЕДСТВО ИНСТРУМЕНТАЛЬНОЙ ЦИФРОВОЙ ДИДАКТИКИ

**Аннотация.** Инструментальная цифровая дидактика отражает использование в учебном процессе различных цифровых средств получения, сопровождающееся обработкой и интерпретацией данных натурного эксперимента в соответствии с логикой научного метода и инженерного дизайна. Важной составляющей современной STEM-ориентированной образовательной среды являются инновационные программные продукты для моделирования и симуляции работы электронных схем. В учебных исследованиях на их основе параметры компонентов электрических цепей, созданных в виртуальных средах, сравнивают с техническими характеристиками аналогичных устройств, имеющихся на рынке соответствующей продукции. Такая методика позволяет не только продемонстрировать сходство и отличия свойств идеализированных и реальных артефактов, выявить источники и величину возможных погрешностей, но и получить электрические характеристики, достаточные для построения эквивалентных схем замещения девайсов без проведения предварительных экспериментальных исследований. Предложенный подход продемонстрирован на примере изучения параметров актуального девайса — фотозлектрического преобразователя (определение точки его максимальной мощности, а также коэффициента заполнения). Обучение с использованием эквивалентных схем замещения демонстрирует студентам один из вариантов процесса инженерного дизайна. Кроме того, предлагаемая методика, благодаря возможности развития от алгоритмизированной учебной процедуры до инженерного исследования, позволяет осуществить индивидуальный подход в обучении электротехники и электроники. Исследование дидактических особенностей изучения электричества и основ электроники, в частности с применением «NI Multisim 11.0», является одним из направлений в деятельности STEM-лаборатории «МАНЛаб» Национального центра «Малая академия наук Украины». Часть апробированных методик оформлена в виде рабочей тетради и размещена в свободном доступе в виде инструкций на онлайн-ресурсе [stemua.science](http://stemua.science).

**Ключевые слова:** эквивалентные схемы замещения, «Multisim», инструментальная цифровая дидактика, STEM, фотозлектрический преобразователь.

#### ІНФОРМАЦІЯ ПРО АВТОРІВ

**Атамась Артем Іванович** — канд. техн. наук, науковий співробітник лабораторії створення навчально-тематичних систем знань, НЦ «Мала академія наук України», м. Київ, Україна, [art.atamas@gmail.com](mailto:art.atamas@gmail.com); ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-8709-3208>

**Сліпихіна Ірина Андріївна** — д-рка пед. наук, професорка, провідна наукова співробітниця відділу створення навчально-тематичних систем знань, НЦ «Мала академія наук України», м. Київ, Україна, [slipukhina2015@gmail.com](mailto:slipukhina2015@gmail.com); ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-9253-8021>

**Чернецкий Ігор Станіславович** — канд. пед. наук, завідувач відділу створення навчально-тематичних систем знань НЦ «Мала академія наук України», м. Київ, Україна, [manlabkiev@gmail.com](mailto:manlabkiev@gmail.com); ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0001-9771-7830>

**Шиховцев Юрій Сергійович** — провідний інженер відділу створення навчально-тематичних систем знань, НЦ «Мала академія наук України», м. Київ, Україна, [yushykh@gmail.com](mailto:yushykh@gmail.com); ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0001-7000-7003>

## INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

**Atamas A. I.** — PhD in Engineering, Research Scientist of the Department for Creating Educational and Thematic Knowledge Systems, NC “Junior academy of sciences of Ukraine”, Kyiv, Ukraine, art.atamas@gmail.com; ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-8709-3208>

**Slipukhina I. A.** — D. Sc. in Pedagogy, Professor, Leading Research Scientist of the Department for Creating Educational and Thematic Knowledge Systems, NC “Junior academy of sciences of Ukraine”, Kyiv, Ukraine, slipukhina2015@gmail.com; ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-9253-8021>

**Chernetckyi I. S.** — PhD in Pedagogy, Head of the Department for Creating Educational and Thematic Knowledge Systems, NC “Junior academy of sciences of Ukraine”, Kyiv, Ukraine, manlabkiev@gmail.com; ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0001-9771-7830>

**Shykhovtsev Yu. S.** — Leading Engineer of the Department for Creating Educational and Thematic Knowledge Systems, NC “Junior academy of sciences of Ukraine”, Kyiv, Ukraine, yushykh@gmail.com; ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0001-7000-7003>

## ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

**Атамась А. И.** — канд. техн. наук, научный сотрудник лаборатории создания учебно-тематических систем знаний, НЦ «Малая академия наук Украины», г. Киев, Украина, art.atamas@gmail.com; ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-8709-3208>

**Слипухина И. А.** — д-р пед. наук, профессор, ведущий научный сотрудник отдела создания учебно-тематических систем знаний, НЦ «Малая академия наук Украины», г. Киев, Украина, slipukhina2015@gmail.com; ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-9253-8021>

**Чернецкий И. С.** — канд. пед. наук, заведующий отделом создания учебно-тематических систем знаний, НЦ «Малая академия наук Украины», г. Киев, Украина, manlabkiev@gmail.com; ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0001-9771-7830>

**Шиховцев Ю. С.** — ведущий инженер отдела создания учебно-тематических систем знаний, НЦ «Малая академия наук Украины», г. Киев, Украина, yushykh@gmail.com; ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0001-7000-7003>

Стаття надійшла до редакції / Received 16.06.2020

О. М. Рева,  
К. А. Андросович,  
С. В. Радецька,  
Є. А. Бурдельна

## ВИЗНАЧЕННЯ ВЗАЄМНОГО ВПЛИВУ ОСНОВНИХ НАВЧАЛЬНИХ ДОМІНАНТ І РІВНІВ ДОМАГАНЬ СТАРШОКЛАСНИКІВ

**Анотація.** Виникнення синергетичного ефекту в гуманістичних, за визначенням Л. Заде, освітянських системах відповідно до відомого гегелівського закону має супроводжуватися кількісно-якісними перетвореннями певних показників, що характеризують вплив людського чинника на прийняття рішень. Обґрунтовано, що такими показниками є основні навчальні домінанти, які визначають ставлення до ризику і характеризують мотивацію на досягнення успіху (схильність до ризику) / запобігання невдач (несхильність до ризику), а також рівні домагань, що є одним із системоутворюючих чинників особистості і характеризують адекватність її самооцінки. Основні навчальні домінанти знаходяться через вирішення закритої задачі прийняття рішень шляхом побудови за обмеженою кількістю точок (п'ятьма) і подальшого аналізу оціночної функції корисності континууму 12-бальної шкали. Характерними точками цієї функції є т. зв. детерміновані еквіваленти лотерей з відповідною корисністю  $n_{0,25}$ ,  $n_{0,5}$ ,  $n_{0,75}$ . Рівні домагань знаходяться через вирішення відкритої задачі прийняття рішень шляхом побудови за формально необмеженою кількістю точок і подальшого аналізу оціночної функції корисності континууму 12-бальної шкали. Характерні точки оціночної функції:  $n_-$  — результат навчання, що відповідає негативному стрибку корисності в уяві того, хто навчається, щодо прийнятності певної оцінки шкали;  $n_0$  — результат навчання, що відповідає переходу від негативного до позитивного сприйняття оцінок шкали;  $n^*$  — результат навчання, що відповідає максимальному позитивному стрибку корисності у сприйнятті певної оцінки шкали, яка в такому разі і вважається рівнем домагань. У  $n = 208$  учнів-дев'ятикласників визначено співвідношення осіб несхильних, байдужих і схильних до ризику в пропорції: НСР : БР : СР  $\Leftrightarrow 1 : 2,27 : 10,6$ . Методом розстановки пріоритетів дефазифіковано якісні рангові оцінки 12-бальної шкали надання їм відповідних зважених коефіцієнтів значущості. Визначено ідентичність рівнів домагань учнів незалежно від ставлення до ризику, а також більшу узгодженість думок випробуваних щодо прийнятності більш високих оцінок шкали. З кореляційного аналізу характерних точок оціночних функцій корисності, побудованих для закритих і відкритих задач прийняття рішень, виявлено статистично вірогідний зв'язок між характерними точками:  $n_{0,25} - n_-$ ,  $n_{0,5} - n_0$ ,  $n_{0,75} - n^*$ .

**Ключові слова:** синергетичний ефект, кількісно-якісні перетворення, основні навчальні домінанти та рівні домагань, взаємний зв'язок характерних точок оціночних функцій корисності 12-бальної шкали.

**Постановка проблеми.** У теперішній час перманентного інформаційного буму, коли відповідно до т. зв. «закону Мура» обсяг знань у світі подвоюється кожні два роки, дуже актуальною є проблема наукового обґрунтування організації

плідного опанування учнями, студентами, слухачами хоча б тезаурусу кожної навчальної дисципліни (НД), з якими вони стикаються у середніх і вищих закладах освіти (ЗО) чи на виробництві.

Природно, що засвоєння величезного обсягу знань, його творче перероблення користувачем

для подальшого застосування у практичній діяльності чи у суспільному житті вимагає нібито збільшення часу навчання, що недоцільно з низки очевидних причин. Більш ефективним є шлях комплексного впровадження у сферу педагогіки нових прогресивних інноваційних інформаційних технологій (ІТ), які зазвичай мають міждисциплінарний характер. Серед такого роду технологій особливу роль відіграє синергетика, як науковий напрям, орієнтований на дослідження складних, нелінійних, відкритих, динамічних (нестационарних) систем, що прагнуть до самоорганізації, мають складну ієрархію і невід'ємною властивістю яких є також прагнення до деякої рівноваги в умовах динамічного і мінливого навколишнього середовища [1–4 та ін.]. Користуючись переліченими ознаками, нескладно довести, що до таких систем, які є об'єктом застосування синергетичного підходу, треба, безумовно, віднести й гуманістичну, у визначенні Л. Заде [5, с. 132], освітянську систему, а отже і навчально-виховний процес (НВП), що в ній відбувається.

**Аналіз останніх досліджень.** У 2019 р. поняття «синергетика» і «синергетичний ефект» відсвяткували своє 50-річчя. Розв'язує відповідні проблеми у педагогіці плеяда вчених із СНД, зокрема: В. П. Андрущенко, М. В. Богуславський, О. І. Бочкарьов, В. Г. Віненко, О. В. Вознюк, А. А. Ворожбитова, С. У. Гончаренко, А. В. Євдотюк, В. І. Жилін, Е. Ф. Зеєр, Л. Я. Зоріна, І. А. Зязюн, В. О. Ігнатова, В. В. Ільїн, О. М. Іонова, О. М. Князева, В. Г. Кремень, С. В. Кульневич, С. П. Курдюмов, М. В. Левківський, В. В. Маткін, Т. С. Назарова, О. Г. Нестеренко, Л. І. Новикова, О. С. Пономарьов, М. В. Соколовський, Л. В. Сурчанов, Ю. В. Талагаєв, Н. М. Таланчук, А. Н. Тесленко, О. Ю. Тесленков, М. О. Федорова, Т. А. Челнокова, В. С. Шаповаленко, Г. І. Шатковська та ін. Однак у працях перелічених учених недостатньо уваги приділено проблемам моделювання і кваліметрії умов виникнення, а також самих показників-індикаторів синергетичного ефекту, що створює певні «хибні ланки» в безперервному ланцюгу послідовного розвитку педагогічної науки.

У працях [6–7], спираючись на відомий діалектичний закон Гегеля, учені довели, що на виникнення синергетичного ефекту вказує динаміка основної навчальної домінанти (ОНД) та рівнів домагань (РД), що свідчить

відповідно про якісні і кількісні перетворення у розвитку академічної обдарованості (АО) здобувачів освіти. Виявленню і кваліметрії цих показників присвячено суттєву кількість праць представників наукової школи одного із співавторів, однак їх взаємний вплив не було досліджено.

Отже, **метою** цієї публікації є виявлення взаємного впливу показників ОНД та РД в процесі розвитку АО.

**Виклад основного матеріалу.** Як відомо, ОНД — це один з показників впливу людського чинника (ЛЧ) на прийняття рішень (ПР) у НВП, вона характеризує ставлення здобувачів освіти до ризику (схильність, несхильність, байдужість). Схильність/несхильність до ризику — мотивація на досягнення успіху / запобігання невдачам. Причому визначено, що особи, схильні до ризику, мають набагато кращі показники академічної успішності. Певне проміжне місце посідають за мотивацією особи, байдужі до ризику.

У контексті наших досліджень ОНД визначається через вирішення закритої задачі ПР (ЗПР) шляхом побудови за обмеженою кількістю точок (п'ятьма) і подальшого аналізу оціночної функції корисності (ОФК) континууму 12-бальної шкали. Йдеться про характерні точки  $n_0, n_{0,25}, n_{0,5}, n_{0,75}, n_1$  — оцінки 12-бальної шкали, що мають відповідну корисність:  $f(n_0 = 1 \text{ бал}) = 0, f(n_{0,25}) = 0,25, f(n_{0,5}) = 0,5, f(n_{0,75}) = 0,75, f(n_1 = 12 \text{ балів}) = 1$ . Методологія знаходження характерних точок ОФК  $n_{0,25}, n_{0,5}, n_{0,75}$  подана в працях [9 та ін.] і проілюстрована нами на *рис. 1*.

На *рис. 1* йдеться про вирішення віртуальних лотерей, що описують таку відому навчальну ситуацію, коли здобувач освіти відмовляється від оцінки його знань з певної навчальної дисципліни, запропонованої педагогом, і претендує на додаткове питання для її покращення. Педагог, своєю чергою, йде назустріч учневі, якщо:

- запропонована оцінка анулюється;
- за умов правильної відповіді здобувач освіти отримує максимальну оцінку шкали  $n_1 = 12 \text{ балів}$ , яка має найкращу корисність (привабливість, прийнятність), рівну 1;
- за умов неправильної відповіді здобувач освіти отримує мінімальну оцінку шкали  $n_1 = 1 \text{ балів}$ , яка має найгіршу корисність, рівну 0.

З позицій ПР завдання учня у вирішенні наведеної проблемної освітньої ситуації полягає у визначенні детермінованого еквівалента лотереї (ДЕЛ). Тобто такої ймовірної оцінки, запропонованої педагогом, коли йому буде байдуже, чи отримати її напевно, чи взяти участь у лотереї, в якій з рівними шансами 50/50 правильної/неправильної відповіді здобувач освіти може отримати оцінку, що його абсолютно влаштовує / не влаштовує (рис. 1, а).

Отриманий у наведений спосіб ДЕЛ має корисність 0,5 ( $n_{0,5}$ ) і застосовується ще у двох лотереях (рис. 1, б і рис. 1, в), еквіваленти яких  $n_{0,25}$  і  $n_{0,75}$  мають відповідну корисність 0,25 і 0,75. По отриманих п'яти точках  $n_0$ ,  $n_{0,25} = 1$ ,  $n_{0,5}$ ,  $n_{0,75}$ ,  $n_1 = 12$  й будується шукана ОФК, з аналізу якої визначається ОНД. Більш детальну відповідну методологію подано у працях [6; 9].

Для експерименту в нашому дослідженні було залучено 208 здобувачів освіти (учнів дев'ятих класів) трьох київських шкіл. Серед учасників було визначено співвідношення осіб, неохочих, байдужих та схильних до ризику в такій пропорції: 15 : 34 : 159  $\Leftrightarrow$  7,21% : 16,35% : 76,44%  $\Leftrightarrow$  1: 2,27: 10,6. Тобто на кожних чотирьох учнів, неохочих до ризику, які продемонстрували мотивацію на запобігання невдач, припадає приблизно дев'ять байдужих

до ризику і сорок два схильних до ризику, які продемонстрували мотивацію на досягнення успіху.

Варто відмітити, що однією з ознак виникнення синергетичного ефекту є такий ланцюжок динаміки ставлення до ризику (мотивації на навчання): неохочість до ризику  $\Rightarrow$  байдужість до ризику  $\Rightarrow$  схильність до ризику [6–7].

З урахуванням результатів досліджень, поданих у працях [9; 10], будемо вважати, що РД — це точка на континуумі шкали оцінювання об'єктивних академічних успіхів, якій відповідає максимальний стрибок корисності в уяві випробуваного учня щодо її прийнятності. Рівень домагань визначається через вирішення відкритої ЗПР шляхом побудови за формально необмеженою кількістю точок і подальшого аналізу оціночної функції корисності (ОФК) континууму 12-бальної шкали. Наведене наочню ілюструє рис. 2.

Знаходження РД відповідно до рис. 2 можна формально подати так:

$$\begin{cases} \Delta f(n_{РД}) = f(n_r) - f(n_{r-1}) \Rightarrow \max \\ f(n_r) > 0 \end{cases} \quad (1)$$

Як бачимо з рис. 2, характерними точками ОФК, побудованої для відкритої ЗПР, є такі:

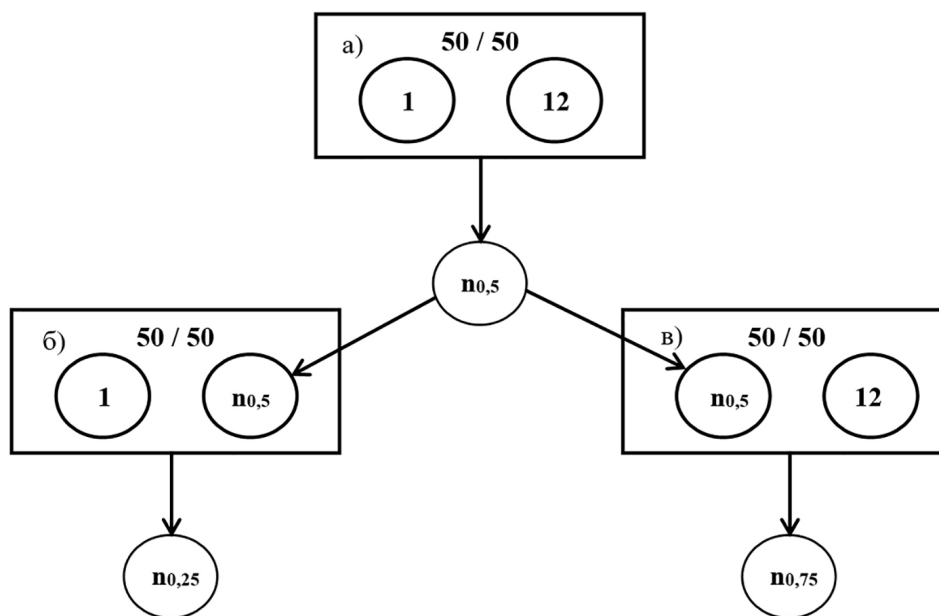


Рис. 1. Ілюстрація лотерей для виявлення характерних точок оціночної функції корисності оцінок 12-бальної шкали в процесі вирішення закритих задач прийняття рішень

$n_-$  — ймовірний показник успішності навчання, що відповідає максимальному стрибку негативного його сприйняття;

$n_0$  — ймовірний показник успішності навчання, що відповідає переходу від негативного його сприйняття у позитивне;

$n_{PD} = n^*$  — ймовірний показник успішності навчання, що відповідає максимальному стрибку позитивного його сприйняття і вважається шуканим РД.

Ті самі здобувачі освіти ( $m = 208$ ), що навчаються у дев'ятих класах, взяли участь у визначенні особистих РД, встановлених на континуумі 12-бальної шкали.

Однак вважаємо, що відразу ж займатися порівняльним статистичним аналізом характерних точок ОФК, які будуються для закритих і відкритих ЗПР, було б передчасно, оскільки застосовувана 12-бальна шкала є не кількісною, а якісною шкалою упорядкування (ранжирування). Над вимірами останньої можна здійснювати обмежені математичні перетворення [9; 11]. Зважаючи

на наведене, за допомогою математичного методу розстановки пріоритетів (за В. А. Блумбергом) було здійснено дефазифікацію якісних рангових оцінок 12-бальної шкали шляхом надання їм відповідних зважених коефіцієнтів значущості (бажаності, привабливості, прийнятності) [12]. Відповідні номограми для прийнятої точності обчислення зазначених коефіцієнтів подані на рис. 3.

Вкажемо на явну неприйнятність коефіцієнтів бажаності, обчислених для I і IV ітерації застосування методу розстановки пріоритетів, оскільки в першому випадку йдеться про лінійну зміну бажаності оцінок, а в другому — про нульове значення коефіцієнта значущості оцінки 1, визначене при прийнятій точності обчислень.

Отже, для подальшого користування вибираємо коефіцієнти значущості, отримані на II ітерації, які є менш ризиковані (більш обережні) порівняно з результатами III ітерації, що відкрило перспективи обчислення таких статистичних

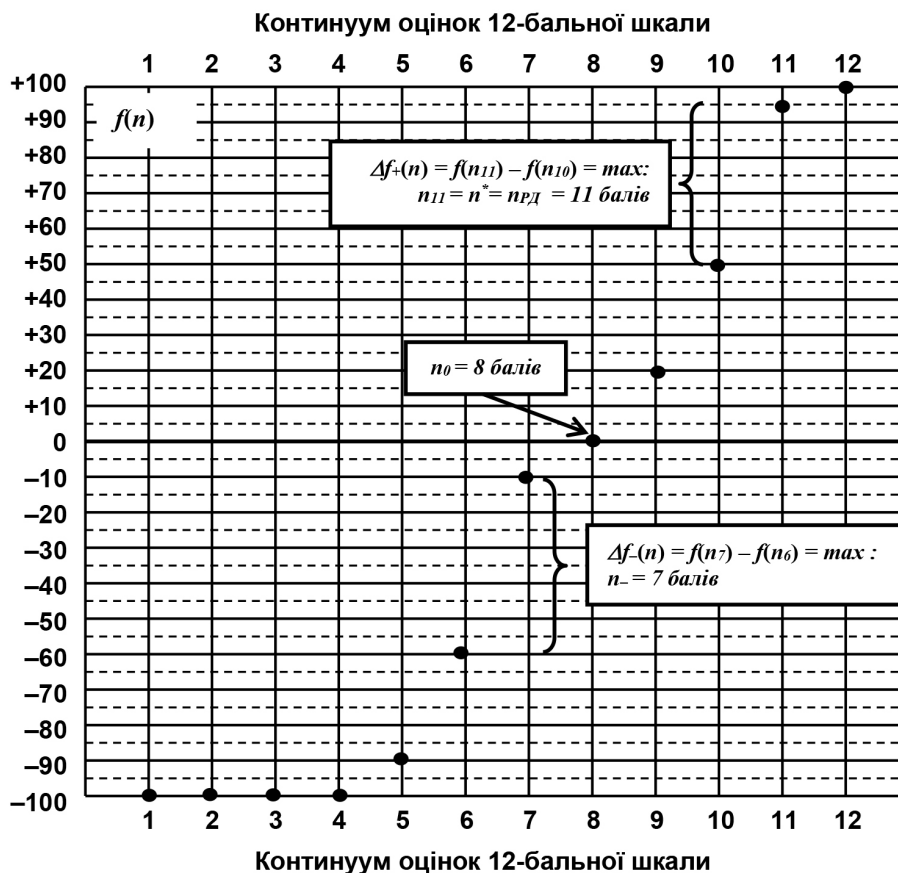


Рис. 2. Парадигма побудови оціночної функції корисності континууму оцінок 12-бальної шкали в процесі вирішення відкритої задачі прийняття рішень

показників для досліджуваних характерних точок ОФК [9; 14 та ін.]:

— середнє значення:

$$\bar{\alpha}_i = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m \alpha_{ij}; \quad (2)$$

— дисперсія:

$$D_i = \frac{1}{m-1} \sum_{j=1}^m (\alpha_{ij} - \bar{\alpha}_i)^2; \quad (3)$$

— середнє квадратичне відхилення:

$$\sigma_i = \sqrt{D_i}; \quad (4)$$

— коефіцієнт варіації:

$$v_i = \frac{\sigma_i}{\bar{\alpha}_i} \cdot 100\%; \quad (5)$$

— коефіцієнт кореляції:

$$r_{n_i-n_k} = \frac{\sum_{j=1}^m (\alpha_{ij} - \bar{\alpha}_i) \cdot (\alpha_{kj} - \bar{\alpha}_k)}{(m-1) \cdot \sigma_i \cdot \sigma_k}, \quad (6)$$

де  $i$  — позначка  $i$ -го досліджуваного показника — характерної точки ОФК, побудованих для закритих і відкритих ЗПР;

$\alpha_{ij}$  — коефіцієнт значущості, що відповідає дефазифікованій оцінці, наданій  $i$ -му досліджуваному показнику  $j$ -м випробуваним учнем;

$m = 208$  — кількість випробуваних учнів.

Якщо отримане емпіричне значення коефіцієнта варіації буде задовольняти умові:

$$v_i \leq 33\%, \quad (7)$$

то можна вважати, що маємо нормальний розподіл результатів без застосування більш складних критеріїв статистичної перевірки гіпотез, зокрема  $\chi^2$  Пірсона, чи  $\lambda$  — критерій Колмогорова-Смірнова [13].

У табл. 1 подані результати обчислень експериментальних даних з використанням формул (2) — (5), а в табл. 2 — із застосуванням формули (6).

Як бачимо з табл. 1, жодний з коефіцієнтів варіації, обчислених для характерних точок ОФК, побудованих для закритих і відкритих ЗПР, вирішуваних учнями, які не є схильними до ризику, не задовольняє критерію (7), тому відповідні результати не підкоряються нормальному закону розподілу.

Однак такий результат може бути наслідком недостатнього обсягу вибірки досліджуваних, несхильних до ризику, чого не можна було передбачити на початку експерименту. Наближеним до критеріального значення (7) є  $v_n^{HCP} = 35,69\%$ .

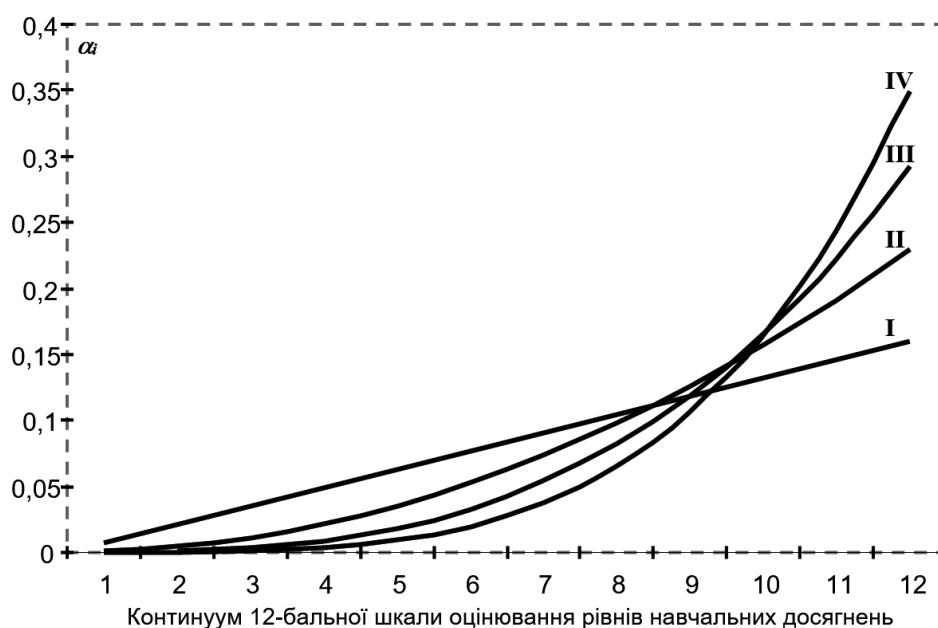


Рис. 3. Номограми диференціації значень коефіцієнтів бажаності (значущості) оцінок 12-бальної шкали: I — IV — номери ітерацій застосування методу розстановки пріоритетів



Таблиця 1

Статистичні показники характерних точок оціночних функцій корисності, побудованих для закритих і відкритих задач прийняття рішень (залежно від ставлення до ризику)

Ставлення до ризику	$n_i$	Статистичні показники			
		$\bar{\alpha}_i$	$D_i$	$\sigma_i$	$\nu, \%$
1	2	3	4	5	6
Неохильність до ризику, $m_{HCP}=15$	$n_{0,25}$	0,0144	0,0000	0,0065	44,83
	$n_{0,5}$	0,0371	0,0002	0,0149	40,29
	$n_{0,75}$	0,0687	0,0006	0,0246	35,81
	$n_-$	0,0431	0,0004	0,0214	49,78
	$n_0$	0,0761	0,0009	0,0295	38,76
	$n^*$	0,1298	0,0021	0,0463	35,69
Байдужість до ризику, $m_{BP}=34$	$n_{0,25}$	0,0389	0,0002	0,0157	40,33
	$n_{0,5}$	0,0636	0,0002	0,0147	23,16
	$n_{0,75}$	0,1024	0,0003	0,0178	17,38
	$n_-$	0,0503	0,0007	0,0263	52,34
	$n_0$	0,0806	0,0008	0,02781	34,53
	$n^*$	0,1249	0,0010	0,0320	25,63
Схильність до ризику, $m_{CP}=159$	$n_{0,25}$	0,0761	0,0007	0,0268	35,22
	$n_{0,5}$	0,1126	0,0007	0,0261	23,16
	$n_{0,75}$	0,1583	0,0007	0,0257	16,25
	$n_-$	0,0494	0,0004	0,0207	41,90
	$n_0$	0,0810	0,0005	0,0222	27,42
	$n^*$	0,1267	0,0011	0,0339	26,72

Незалежно від ставлення до ризику спостерігається послідовне зменшення абсолютних значень коефіцієнтів варіації в окремих межах закритих і відкритих ЗПР за мірою позитивного зсуву характерних точок ОФК на континуумі 12-бальної шкали. Наприклад, для закритих ЗПР:

$$v_{n_{0,25}}^{HCP} \Rightarrow v_{n_{0,5}}^{HCP} \Rightarrow v_{n_{0,75}}^{HCP} \Leftrightarrow 44,83\% \Rightarrow 40,29\% \Rightarrow 38,81\%.$$

Або для відкритих ЗПР:  $v_{n_-}^{CP} \Rightarrow v_{n_0}^{CP} \Rightarrow v_{n^*}^{CP} \Leftrightarrow 41,90\% \Rightarrow 27,42\% \Rightarrow 26,72\%$ . Це свідчить про більше уявлення випробуваними ступеня значущості (привабливості, прийнятності, корисності тощо) для себе високих позитивних оцінок шкали. А отже, і про більшу узгодженість їх думок, розподілених за нормальним законом, про що свідчать такі коефіцієнти варіації:

$$v_{n_{0,5}}^{BP} = 23,16\% < 33\%, \quad v_{n_{0,75}}^{BP} = 17,38\% < 33\%,$$

$$v_n^{BP} = 25,63\% < 33\%, \quad v_{n_{0,5}}^{CP} = 23,16\% < 33\%,$$

$$v_{n_{0,75}}^{CP} = 16,25\% < 33\%, \quad v_{n_0}^{CP} = 27,42\% < 33\%,$$

$$v_n^{CP} = 26,72\% < 33\%.$$

Звернемо увагу, що середні значення РД досліджуваних учнів, незалежно від їх ставлення до ризику, збігаються з точністю до другого знака після коми:  $\bar{\alpha}_n^{HCP} = 0,1298$ ,  $\bar{\alpha}_n^{BP} = 0,1249$ ,  $\bar{\alpha}_n^{CP} = 0,1267$ . Щоби перевірити статистичну випадковість/невипадковість такого збігу, застосуємо t-критерій Стюдента [13]:

$$|\bar{\alpha}_i - \bar{\alpha}_j| < t_{\nu, f} \sqrt{D(\alpha) \cdot \left( \frac{1}{m_i} + \frac{1}{m_j} \right)}, \quad (8)$$

де  $\bar{\alpha}_i, \bar{\alpha}_j$  — середні значення кількісних показників порівнюваних характерних точок ОФК;

$m_i, m_j$  — кількість учнів з певною ОНД;

$\nu$  — рівень значущості,%, що визначає шанси можливої помилки відповідних висновків;

$t_{\nu, f}$  — випадкова змінна, яка підкоряється розподілу Стюдента з  $f = (m_i + m_j) - 2$  ступенями свободи на прийнятому рівні значущості  $\nu$ ;

$D(\alpha)$  — середньозважена дисперсія, що визначається так:

$$D(\alpha) = \frac{(m_i - 1) \cdot D(\alpha_i) + (m_j - 1) \cdot D(\alpha_j)}{(m_i + m_j) - 2}. \quad (9)$$

Якщо умова (8) виконується, то різниця між порівнюваними середніми значеннями є статистично невірогідною, і йдеться про їх однакові чисельні показники з випадковою емпіричною відмінністю між ними. Причому шанси на помилку такого висновку дорівнюють прийнятому рівню значущості  $\nu$ . І тоді можна стверджувати, що здобувачі освіти з різними ОНД мають однакові порівнювані характерні точки ОФК незалежно від ставлення до ризику, тобто властивості їм ОНД.

З табл. 1 маємо:  $D_n^{HCP} = 0,0021$ ,  $D_n^{BP} = 0,0010$ ,  $m_{HCP} = 15$ ,  $m_{BP} = 34$ . Тоді, застосовуючи формулу (9), нескладно обчислити середньозважену дисперсію:

$$D_{HCP-BP}(\alpha) = \frac{(m_{HCP} - 1) \cdot D(\alpha_n^{HCP}) + (m_{BP} - 1) \cdot D(\alpha_n^{BP})}{(m_{HCP} + m_{BP}) - 2} = \frac{(15 - 1) \cdot 0,0021 + (34 - 1) \cdot 0,0010}{(15 + 34) - 2} = 0,0013.$$

З довідника [14] отримуємо, що теоретичне (табличне) значення змінної Стюдента для  $f = (m_{HCP} + m_{BP}) - 2 = (15 + 34) - 2 = 47$  ступенів свободи і рівня значущості  $\nu = 5\%$  дорівнюватиме:  $t_{\nu, f} = t_{5\%, f=47} = 1,678$ .

Тоді, користуючись формулою (8), отримуємо таке:

$$\left| \bar{\alpha}_n^{HCP} - \bar{\alpha}_n^{BP} \right| < t_{\nu=5\%, f=47} \sqrt{D_{HCP-BP}(\alpha) \cdot \left( \frac{1}{m_{HCP}} + \frac{1}{m_{BP}} \right)} \Leftrightarrow \\ \Leftrightarrow \left| 0,1298 - 0,1249_j \right| < 1,678 \sqrt{0,0013 \cdot \left( \frac{1}{15} + \frac{1}{34} \right)} \Leftrightarrow \\ \Leftrightarrow 0,0049 < 0,0188.$$

Отже, умова (8) виконується, тому різницю між середніми значеннями РД, що були виявлені в здобувачів освіти, несхильних і байдужих до ризику, треба вважати статистично відсутньою. А наявна емпірична відмінність є випадковістю. Того самого висновку нескладно дійти, порівнюючи за аналогією середні РД здобувачів освіти, несхильних до ризику ( $\bar{\alpha}_n^{HCP}$ ) і схильних

до ризику ( $\bar{\alpha}_n^{CP}$ ), а також учнів байдужих до ризику ( $\bar{\alpha}_n^{BP}$ ) і схильних до ризику ( $\bar{\alpha}_n^{CP}$ ). Інших закономірностей при детальному аналізі змісту табл. 1 виявлено не було.

Звернемося до показників кореляційного аналізу взаємного впливу ОНД і РД, що були визначені за допомогою формули (6) і подані у табл. 2. При цьому, враховуючи певні особливості аналізу значень коефіцієнтів кореляції (рис. 4) [8], варто насамперед визначитися, які саме з них є статистично вірогідними. Відповідний позитивний висновок можна зробити, якщо виконується умова:

$$t_{em.} = r_{n_i n_j} \sqrt{\frac{m - 2}{1 - r_{n_i n_j}^2}} \gg t_{табл.} \quad (10)$$

де  $t_{em.}$  — фактичне значення змінної Стюдента, обчислене, спираючись на емпіричне значення коефіцієнта кореляції Пірсона;

$t_{табл.} = t_{f, \nu}$  — теоретичне значення змінної Стюдента, визначене з відповідної таблиці [14] для числа ступенів свободи  $f = m - 2$  і рівня межі дозволеного (рівня значущості)  $\nu$ .

Користуючись формулою (8), розв'яжемо зворотну задачу: яким саме має бути мінімальне значення коефіцієнта кореляції Пірсона, щоби бути статистично достовірним для кількості ступенів свободи  $f = m - 2$  і рівня значущості  $\nu$ . Через нескладні перетворення отримуємо:

$$r_{n_i n_j}^{min} \geq \frac{t_{\nu, f}}{\sqrt{(m - 2) + t_{\nu, f}^2}}. \quad (11)$$

Враховуючи наведене і табличні показники  $t$ -змінної Стюдента [14], нами було отримано шукані мінімальні статистично вірогідні значення коефіцієнтів кореляції Пірсона для здобувачів освіти несхильних, байдужих та схильних до ризику, що відображено в таблиці 2.

Аналіз даних у табл. 2 наводить нас на думку про такі закономірності: для учнів, несхильних до ризику, статистично не пов'язані показники характерних точок, визначених для закритих ЗПР:  $n_{0,25}^{HCP} \leftrightarrow n_{0,5}^{HCP}$ ,  $n_{0,25}^{HCP} \leftrightarrow n_{0,75}^{HCP}$ ,  $n_{0,5}^{HCP} \leftrightarrow n_{0,75}^{HCP}$ . Та сама ситуація спостерігається і для учнів, байдужих до ризику: не корелюють показники  $n_{0,25}^{BP} \leftrightarrow n_{0,5}^{BP}$ ,  $n_{0,25}^{BP} \leftrightarrow n_{0,75}^{BP}$ ,  $n_{0,5}^{BP} \leftrightarrow n_{0,75}^{BP}$ . Це може бути пояснене незначним обсягом вибірки дослідження. Цей

висновок підтверджується статистично вірогідною кореляцією відповідних точок ОФК учнів, схильних до ризику:  $n_{0,25}^{CP} \leftrightarrow n_{0,5}^{CP}$ ,  $n_{0,25}^{CP} \leftrightarrow n_{0,75}^{CP}$ ,  $n_{0,5}^{CP} \leftrightarrow n_{0,75}^{CP}$ .

Незалежно від типу ОНД спостерігається зв'язок між сусідніми характерними точками ОФК, побудованими для закритих ЗПР. А саме, йдеться про вірогідну кореляцію точок  $n_-^{HCP} \leftrightarrow n_0^{HCP}$ ,  $n_0^{HCP} \leftrightarrow n_{pД}^{HCP}$ ,  $n_-^{BP} \leftrightarrow n_0^{BP}$ ,  $n_0^{BP} \leftrightarrow n_{pД}^{BP}$ ,  $n_-^{CP} \leftrightarrow n_0^{CP}$ ,  $n_0^{CP} \leftrightarrow n_{pД}^{CP}$ . Причому для байдужих і схильних до ризику учнів

цей зв'язок доповнюється ще й таким:  $n_-^{BP} \leftrightarrow n_{pД}^{BP}$ ,  $n_-^{CP} \leftrightarrow n_{pД}^{CP}$ . Виявлено також зв'язок між точками різних ОФК:

— для байдужих до ризику здобувачів освіти:

$$n_{0,25}^{BP} \leftrightarrow n_-^{BP};$$

— для схильних до ризику здобувачів освіти:

$$n_{0,25}^{CP} \leftrightarrow n_-^{CP}, n_{0,5}^{CP} \leftrightarrow n_0^{CP}.$$

Незалежно від типу ОНД виявлений статистично вірогідний зв'язок між ДЕЛ з корисністю 0,75 і РД:  $n_{0,75}^{HCP} \leftrightarrow n_{pД}^{HCP}$ ,  $n_{0,75}^{BP} \leftrightarrow n_{pД}^{BP}$ ,  $n_{0,75}^{CP} \leftrightarrow n_{pД}^{CP}$ .

Таблиця 2

**Визначення кореляційного зв'язку між характерними точками оціночних функцій корисності, побудованих для закритих і відкритих задач прийняття рішень (залежно від ставлення до ризику)**

Ставлення до ризику	$n_i$	$n_{0,25}$	$n_{0,5}$	$n_{0,75}$	$n_-$	$n_0$	$n^*$
Несхильність до ризику, $m_{HCP}=15$	$n_{0,25}$	—	0,2422	0,3207	0,4028	0,0083	-0,0507
	$n_{0,5}$		—	0,0692	0,0619	0,3787	0,3446
	$n_{0,75}$			—	0,3027	0,6355	0,7111
	$n_-$				—	0,6551	0,3765
	$n_0$					—	0,5941
	$n^*$						—
	Мінімальне статистично-вірогідне значення коефіцієнта кореляції дорівнює величині $r_{min}^{HCP} \geq 0,5139$ на рівні значущості $v = 5\%$						
Байдужість до ризику, $m_{BP}=34$	$n_{0,25}$	—	0,0180	-0,3227	0,4301	0,3927	-0,1858
	$n_{0,5}$		—	0,1191	-0,2025	-0,2144	-0,3060
	$n_{0,75}$			—	0,4578	0,4747	0,4251
	$n_-$				—	0,8143	0,5582
	$n_0$					—	0,6272
	$n^*$						—
	Мінімальне статистично-вірогідне значення коефіцієнта кореляції дорівнює величині $r_{min}^{BP} \geq 0,3388$ на рівні значущості $v = 5\%$						
Схильність до ризику, $m_{CP}=159$	$n_{0,25}$	—	0,6278	0,4426	0,2274	0,2286	0,0475
	$n_{0,5}$		—	0,6676	0,0922	0,1883	0,0659
	$n_{0,75}$			—	0,0997	0,1420	0,1609
	$n_-$				—	0,5322	0,3025
	$n_0$					—	0,5980
	$n^*$						—
	Мінімальне статистично-вірогідне значення коефіцієнта кореляції дорівнює величині $r_{min}^{CP} = 0,1556$ на рівні значущості $v = 5\%$						

Враховуючи виявлені закономірності, а також суттєвий обсяг вибірки учнів, схильних до ризику, вважаємо можливим поширити сформульовані для цієї категорії випробуваних висновки на осіб несхильних і байдужих до ризику з паралельним подальшим накопичуванням відповідних статистичних даних.

**Висновки.** Підсумовуючи отримані і подані у цій публікації нові наукові результати з дослідження взаємного впливу основної навчальної дисципліни і рівня домагань учнів, привернемо увагу до таких найбільш важливих положень:

1. Визначено, що незалежно від ставлення до ризику спостерігається:

- послідовне зменшення абсолютних значень коефіцієнтів варіації характерних точок як у закритих, так і у відкритих ЗПР за мірою позитивного зсуву цих точок ОФК праворуч на континуумі 12-бальної шкали, що свідчить про узгодженість думок випробуваних учнів щодо ступеня прийнятності для себе більш високих оцінок шкали;

— статистично вірогідний збіг величини рівня домагань учнів з різним ставленням до ризику, тобто з різною ОНД.

2. Проведено кореляційний аналіз характерних точок ОФК, побудованих для закритих і відкритих ЗПР. Враховуючи виявлені окремі закономірності, а також суттєвий обсяг вибірки учнів, схильних до ризику, обґрунтовано можливість поширити висновки, сформульовані для цієї категорії випробуваних на осіб, несхильних і байдужих до ризику. Основним з них є спостережений статистично вірогідний зв'язок між характерними точками ОФК, побудованими для закритих і відкритих ЗПР:

$$n_{0,25} \leftrightarrow n_-, \quad n_{0,5} \leftrightarrow n_0, \quad n_{0,75} \leftrightarrow n^*$$

Подальші наукові пошуки вбачаємо проводити в дослідженні таких напрямів, як: накопичення статистичного матеріалу щодо ОНД та РД учнів, розроблення методичного забезпечення особистісно-орієнтованого навчання учнів з різною ОНД та РД.

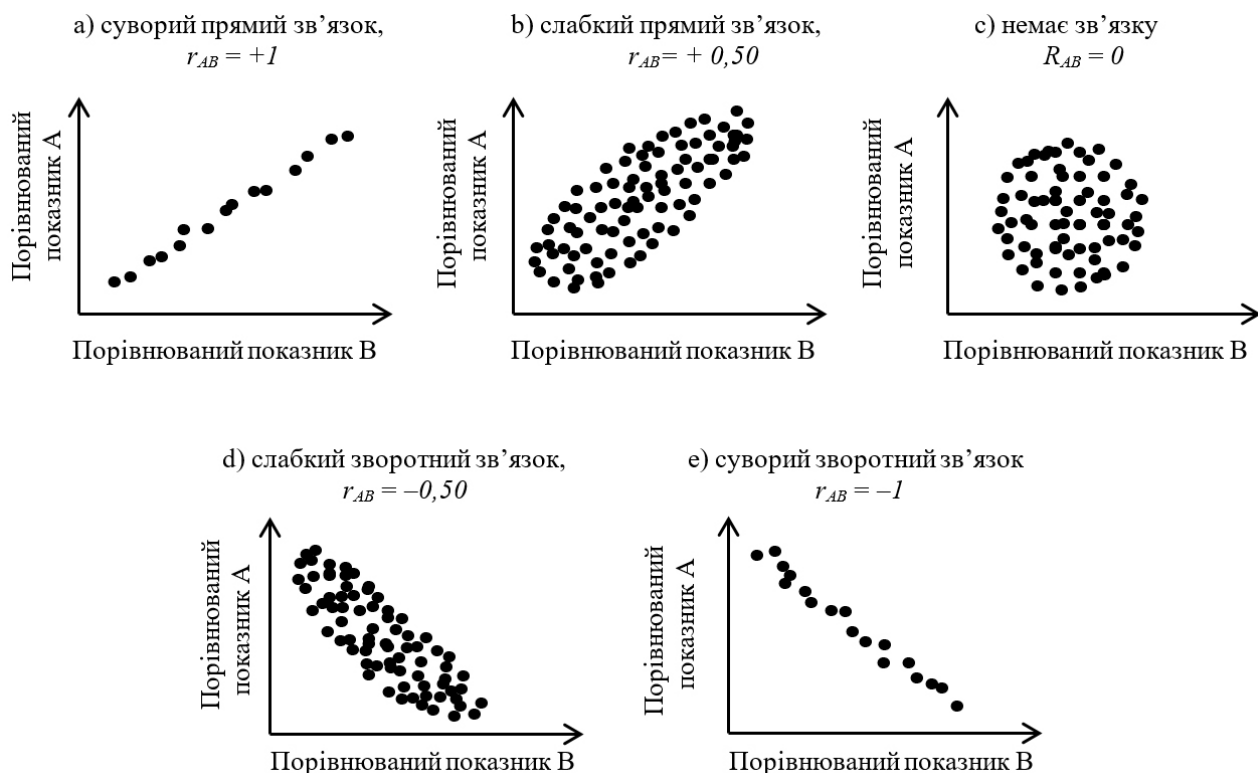


Рис. 4. Інтерпретація значень коефіцієнта кореляції

## Список використаних джерел

1. Николіс Г., Пригожин І. Познання складного. Москва : Мир, 1990. 344 с.
2. Хакен Г. Тайни природи. Синергетика: учение о взаимодействи. Москва – Ижевск : ИКИ, 2003. 320 с.
3. Шаронин Ю. В. Синергетика в управлении учреждениями образования. *Высшее образование*. 1999. № 4. С. 14–18.
4. Кремень В. Г., Ільїн В. В. Синергетика в освіті: контекст людиноцентризму. Київ : Педагогічна думка, 2012. 368 с.
5. Заде Л. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений / под ред. Н. Н. Моисеева, С. А. Орловского ; пер. с англ. Н. И. Ринго. Москва : Мир, 1976. 165 с.
6. Методи і моделі кваліметрії синергетичного ефекту у дидактиці : монографія / О. М. Рева та ін. ; за наук. ред. О. М. Реви, В. В. Камишина. Київ : Інститут обдарованої дитини НАПН України, 2019. 136 с.
7. Камишин В. В., Рева О. М., Бурдельна Є. А., Трушковський К. Ю. Синергетика особистісно-орієнтованого розвитку академічної обдарованості. *Освіта та розвиток обдарованої особистості*. Київ : Інститут обдарованої дитини НАПН України, 2019. № 1 (72). С. 53–62.
8. Камишин, В. В. Рева О. М. Методи системного аналізу у кваліметрії навчально-виховного процесу : монографія. Київ : ТОА «Інформаційні системи», 2012. 270 с.
9. Камишин В. В. Теоретико-методологічні основи системно-інформаційної кваліметрії в управлінні навчально-виховним процесом : автореф. дис. ... д-ра пед. наук : 13.00.06. Київ, 2014.
10. Козелецький Ю. Психологическая теория решений / под ред. Б. В. Бирюкова ; пер. с польск. : Г. Е. Минца, В. Н. Поруса. Москва : Прогресс, 1979. 504 с.
11. Трушковський К. Ю. Кваліметричні особливості 12-бальної шкали оцінювання знань учнів/студентів. *Освіта та розвиток обдарованої особистості*. Київ : Інститут обдарованої дитини НАПН України, 2017. № 10. С. 16–19.
12. Камишин В. В. Дефазифікація бальних шкал для отримання коефіцієнтів бажаності їх оцінок. *Освіта та розвиток обдарованої особистості*. Київ : Інститут обдарованої дитини НАПН України, 2013. № 11 (18). С. 53–60.
13. Суходольський Г. В. Основы математической статистики для психологов. СПб. : Изд-во С.-Петербургского ун-та, 1998. 464 с.
14. Мюллер П., Нойман П., Шторм Р. Таблицы по математической статистике. Москва : Финансы и статистика, 1992. 278 с.

## References

1. Nikolis, G., Prigozhin, I. (1990). *Complex issues cognition*. Moscow : Mir [in Russian].
2. Khaken, G. (2003). *Secrets of nature. Synergetics: the interaction doctrine*. Moscow; Izhevsk, Institute for Computer Research [in Russian].
3. Sharonin, Yu.V. (1999). Synergetics in the management of educational institutions. *Vysshee obrazovanie*. Higher education, 4, 14–18 [in Russian].
4. Kremen, V. H., Ilin, V. V. (2012). *Synergetics in education: the human-centrism context*. Kyiv : Pedahohichna dumka [in Ukrainian].
5. Zade, L. (1976). *The concept of a linguistic variable and its application to making approximate decisions*. Moiseeva N. N. & Orlovskiy S. A. (Ed.). (N. I. Ringo, Trans). Moscow : Mir [in Russian].
6. Reva, O. M., Kamyshyn, V. V. et al. (2019). *Synergistic effect qualimetry methods and models in didactics*. Reva O. M. & Kamyshyn V. V. (Ed.). Kyiv : Institute of Gifted Child of NAES of Ukraine [in Ukrainian].
7. Kamyshyn, V. V., Reva, O. M., Burdelna, Ye. A., Trushkovskiy, K. Yu. (2019). Personality-oriented development synergetics of academic giftedness. *Osvita ta rozvytok obdarovanoi osobystosti*. Kyiv : Institute of Gifted Child of NAES of Ukraine, 1 (72), 53–62 [in Ukrainian].
8. Kamyshyn, V. V., Reva, O. M. (2012). *System analysis methods in the qualimetry of the educational process*. Kyiv: Information systems [in Ukrainian].
9. Kamyshyn, V. V. (2014). *Theoretical and methodological foundations of system-information qualimetry in the educational process management*. Extended abstract of Doctor's thesis. Kyiv [in Ukrainian].
10. Kozeletskiy, Yu., Biryukov, B. V. (1979). *Psychological Decision Theory*. (H. E. Mints, V. N. Porus, Trans). Moscow : Progress [in Russian].
11. Trushkovskiy, K. Yu. (2017). Qualimetric features of a 12-point student assessment scale. *Osvita ta rozvytok obdarovanoi osobystosti*. Kyiv : Gifted child institute NAPNU, 10, 16–19 [in Ukrainian].
12. Kamyshyn, V. V. (2013). Deposification of point scales to obtain their scores' desirability coefficients. *Osvita ta rozvytok obdarovanoi osobystosti*. Kyiv : Gifted child institute NAPNU, 11 (18), 53–60 [in Ukrainian].
13. Sukhodol'skiy, G. V. (1998). *Mathematical Statistics fundamentals for psychologists*. St. Petersburg : St. Petersburg University publishing house [in Russian].
14. Myullep, P., Noyman, P., Shtopm, R. (1992). *Math statistics tables*. Moscow: Finansy i statistika [in Russian].

O. M. Reva,  
K. A. Androsovykh,  
S. V. Radetska,  
Ye. A. Burdelna

#### MUTUAL INFLUENCE DEFINITION OF HIGH SCHOOL STUDENTS' BASIC EDUCATIONAL DOMINANTS AND ASPIRATION LEVELS

**Abstract.** The appearance of synergistic effect in the humanist (by L. Zade definition) educational systems according to known Hegelian law should be accompanied by quantitative and qualitative transformations of certain indicators characterizing the influence of the human factor on decision making. It is proved that such indicators are basic educational dominants which determine the attitude towards risk and characterize the motivation to achieve success (risk-taking) / failure avoidance (risk aversion) and the aspiration level, which is one of personality backbone factors and characterize the self-assessment adequacy. Basic educational dominants are found through the solution of the closed decision-making task by constructing a limited points number (five) and further analysis of the estimated utility function of the 12-point scale continuum. Characteristic points of this function are the so-called determined lottery equivalents with corresponding utility  $n_{0,25}$ ,  $n_{0,5}$ ,  $n_{0,75}$ . The aspiration levels are found through the open decision-making problem solution by constructing on a formally unlimited number of points and further utility function analysis of the 12-point scale continuum. Characteristic points of the estimation function:  $n$  — the education result, which corresponds to the negative jump of usefulness in the imagination of those, who study on the acceptability of a particular level of the scale;  $n_0$  — the education result, which corresponds to the transition from a negative to a positive perception rating of the scale;  $n^*$  is the learning outcome that corresponds to the maximum positive jump of usefulness in the perception of a certain mark on the scale, which in this case is considered as the aspiration level. The  $m = 208$  ninth-graders set the ratio of people who are vulnerable, indifferent and risk-taking in the proportion: VUL: IND: RT  $\Leftrightarrow$  1: 2.27: 10.6. By the prioritization method it was dephased a qualitative rank estimates of 12-point scale giving them corresponding weighted coefficients of significance. Students' aspiration levels identity regardless of attitude to risk is established, as well as greater consistency of opinions of those tested regarding the acceptability of higher scale scores. Characteristic points' correlation analysis of the utility functions constructed for closed and open decision-making problems revealed a statistically probable relationship between the characteristic points:  $n_{0,25}-n$ ,  $n_{0,5}-n_0$ ,  $n_{0,75}-n^*$ .

**Keywords:** synergistic effect; quantitative-qualitative conversion; basic training dominants and the aspiration level; interconnecting the characteristic points of the 12-point scale utility functions.

A. H. Рева,  
К. А. Андросович,  
С. В. Радецкая,  
Е. А. Бурдельная

#### ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЗАИМНОГО ВЛИЯНИЯ ОСНОВНЫХ УЧЕБНЫХ ДОМИНАНТ И УРОВНЕЙ ПРИТЯЗАНИЙ СТАРШЕКЛАССНИКОВ

**Аннотация.** Возникновение синергетического эффекта в гуманистических, по определению Л. Заде, образовательных системах должно сопровождаться в соответствии с известным гегелевским законом количественно-качественными преобразованиями определенных показателей, характеризующих влияние человеческого фактора на принятие решений. Обосновано, что такими показателями являются основные учебные доминанты, определяющие отношение к риску и характеризующие мотивацию на достижение успеха (склонность к риску) / избегание неудач (несклонность к риску), а также уровни притязаний, являющиеся одним из системообразующих факторов личности и характеризующие адекватность ее самооценки. Основные учебные доминанты находят решением закрытой задачи принятия решений путем построения по ограниченному числу точек (пятью) и дальнейшего анализа оценочной функции полезности континуума 12-балльной шкалы. Характерными точками этой функции являются так называемые детерминированные эквиваленты лотерей с соответствующей полезностью  $n_{0,25}$ ,  $n_{0,5}$ ,  $n_{0,75}$ . Уровни притязаний находят решением открытой

задачи принятия решений путем построения по формально неограниченному числу точек оценочной функции полезности континуума 12-балльной шкалы. Характерные точки оценочной функции:  $n_-$  — результат обучения, отвечающий негативному скачку полезности в сознании обучаемого о приемлемости определенной оценки шкалы;  $n_0$  — результат обучения, соответствующий переходу от негативного к позитивному восприятию оценок шкалы;  $n^*$  — результат обучения, соответствующий максимальному позитивному скачку полезности в восприятии некоторой оценки шкалы, которая в этом случае считается уровнем притязаний. Среди  $n = 208$  учеников-девятиклассников установлено соотношение несклонных, безразличных и склонных к риску лиц в пропорции: НСР: БР: СР  $\Leftrightarrow$  1: 2,27: 10,6. Методом расстановки приоритетов дефазифицированы качественные ранговые оценки 12-балльной шкалы путем присвоения им взвешенных коэффициентов значимости. Установлена идентичность уровней притязаний учеников, независимо от отношения к риску, а также большая согласованность мнений испытуемых о приемлемости более высоких оценок шкалы. Из корреляционного анализа выявлена статистически достоверная связь между характерными точками оценочных функций полезности, построенных для закрытых и открытых задач принятия решений:  $n_{0,25}-n_-, n_{0,5}-n_0, n_{0,75}-n^*$ .

**Ключевые слова:** синергетический эффект, количественно-качественные преобразования, основные учебные доминанты и уровни притязаний, взаимная связь характерных точек оценочных функций полезности 12-балльной шкалы.

#### ІНФОРМАЦІЯ ПРО АВТОРІВ

**Рева Олексій Миколайович** — д-р техн. наук, професор, головний науковий співробітник, Український інститут науково-технічної експертизи та інформації, м. Київ, Україна, ran54@meta.ua; ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-5954-290X>

**Андросович Ксенія Анатоліївна** — канд. психол. наук, завідувачка відділу інтелектуального розвитку обдарованої особистості, Інститут обдарованої дитини НАПН України, м. Київ, Україна, ksn@ukr.net; ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-4121-270X>

**Радецька Світлана Валеріївна** — канд. пед. наук, доцентка, завідувачка кафедри прикладного технічного перекладу, Херсонський національний технічний університет, м. Херсон, Україна, kafedratpp@kntu.net.ua; ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0001-7308-8179>

**Бурдельна Євгенія Андріївна** — аспірантка, Інститут обдарованої дитини НАПН України, м. Київ, Україна, femella@ukr.net; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-4887-8608>

#### INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

**Reva O. M.** — D. Sc. in Engineering, Professor, Principal Researcher, Ukrainian Institute of Scientific and Technical Expertise and Information, Kyiv, Ukraine, ran54@meta.ua; ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-5954-290X>

**Androsovykh K. A.** — PhD in Psychology, Head of the Department of intellectual development of a gifted person, Institute of gifted child of National academy of educational sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine, ksn@ukr.net; ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-4121-270X>

**Radetska S. V.** — PhD in Pedagogy, Associate Professor, Head of the Department of Theory and Practice of Translation, Kherson National Technical University, Kherson, Ukraine, kafedratpp@kntu.net.ua; ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0001-7308-8179>

**Burdelna Ye. A.** — graduate student, Institute of gifted child of National academy of educational sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine, femella@ukr.net; ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0003-4887-8608>

**ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ**

**Рева А. Н.** — д-р техн. наук, профессор, главный научный сотрудник, Украинский институт научно-технической экспертизы и информации, г. Киев, Украина, ran54@meta.ua; ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-5954-290X>

**Андросович К. А.** — канд. психол. наук, заведующая отделом интеллектуального развития одаренной личности, Институт одаренного ребенка НАПН Украины, г. Киев, Украина, ksn@ukr.net; ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-4121-270X>

**Радецкая С. В.** — канд. пед. наук, доцент, заведующая кафедрой прикладного технического перевода, Херсонский национальный технический университет, г. Херсон, Украина, kafedratpp@kntu.net.ua; ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0001-7308-8179>

**Бурдельная Е. А.** — аспирантка, Институт одаренного ребенка НАПН Украины, г. Киев, Украина, femella@ukr.net; ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0003-4887-8608>

Стаття надійшла до редакції / Received 23.04.2020



О. В. Флярковська

## ФОРМУВАННЯ СОЦІАЛЬНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ У ПІДЛІТКОВОМУ ВІЦІ

**Анотація.** У статті визначено поняття «соціалізація», «компетентність», «компетенція», «соціальна компетентність» та взаємозв'язок цих понять з іншими термінами, як-от «соціальне середовище», «соціальне виховання» підлітків. Проаналізувавши детально поняття «соціальна компетентність», ми зосередили увагу на тому його аспекті, який є важливим у роботі з дітьми підліткового віку. Розглянуто психолого-педагогічні засади організації педагогічного процесу, спрямованого на розвиток здорової особистості, яка вміє навчатися впродовж життя, критично мислити, ставити цілі і досягати їх, працювати в команді, спілкуватися в багатокультурному середовищі. Окреслено умови формування соціальної компетентності підлітків. Визначено, що формування соціальної компетентності підлітків відбувається шляхом формування у здобувачів освіти здатності самостійно приймати рішення, вміння безконфліктно та толерантно спілкуватися з іншими, визнавати свої помилки, відстоювати свою гідність, права, реалізовувати свої природні можливості, вести здоровий спосіб життя, планувати своє особисте і професійне майбутнє.

**Ключові слова:** соціальна компетентність, компетенції, соціальне виховання, підліток, соціалізація, заклад освіти.

**Постановка проблеми.** Концепція «Нова українська школа» передбачає переформування української освіти. Щоб не загострювати кризових явищ, які закономірно виникають у періоди реформування та модернізації освіти, цей процес має відбуватися психологічно коректно, поетапно і поступово, з відповідними роз'ясненнями й інструкціями. Це стосується діяльності усіх педагогічних працівників системи освіти, в тому числі практичних психологів і соціальних педагогів закладів освіти. Нова українська школа покликана навчити найголовнішого — жити в мирі із самим собою, з іншими і вступати в стосунки зі світом так, щоб життя приносило задоволення.

Перезавантаження, тобто оновлення наявного алгоритму професійної діяльності, передбачає: перегляд методології роботи з учнями, батьками, вчителями, зміну акцентів та пріоритетів з процесу на результат з використанням

ефективних методів практичної психології та соціальної роботи.

**Аналіз останніх досліджень.** Увага вчених на сьогодні спрямована на вивчення сутності і змісту компетентнісного підходу, розроблення шляхів і засобів формування і розвитку соціальних компетенцій у здобувачів освіти (Н. Арсентьева, В. Адольф, О. Баранова, О. Галакова, Б. Гершунський, С. Гончаренко, О. Кононко, Ю. Кулюткін, А. Маркова, Л. Мітіна, Н. Лобанова, Н. Остапчук, О. Пометун, О. Савченко, О. Сидорова, Г. Сухобська та ін.)

**Метою статті** є визначення педагогічних умов створення такого освітнього середовища, яке формуватиме соціальну компетентність підлітків.

**Виклад основного матеріалу.** Проаналізувавши науково-педагогічну літературу і офіційні документи, можемо говорити про чималий вплив на засвоєння життєвого досвіду в підлітковому віці, а недооцінку цього періоду надалі неможливо буде компенсувати. Саме тому підліткам необхідно допомогти не лише здобути знання, а й опанувати вміння жити за непростих умов сьогодення,

усвідомити свою унікальність та сприяти прагненню до розвитку себе як особистості.

У розбудові Нової української школи набуває значення формування у здобувачів освіти системи загальнолюдських цінностей: морально-етичних (гідність, чесність, справедливість, турбота, повага до життя, повага до себе та інших людей) та соціально-політичних (свобода, демократія, культурне різноманіття, повага до рідної мови і культури, патріотизм, шанобливе ставлення до довкілля, повага до закону, солідарність, відповідальність) [1].

Однією із ключових компетентностей здобувача освіти Нової української школи визначено соціальну компетентність. Зокрема, соціальне благополуччя насамперед ґрунтується на стані вдосконалення потреб у безпечних міжособистісних зв'язках, соціальному комфорті, а громадянська компетентність передбачає здатність здобувача освіти активно, відповідально й ефективно реалізовувати права й обов'язки з метою розвитку демократичного суспільства.

У Концептуальних засадах реформування середньої освіти зазначено, що компетентність — динамічна комбінація знань, способів мислення, поглядів, цінностей, навичок, умінь, інших особистих якостей, що визначає здатність особи успішно провадити професійну і/або подальшу освітню діяльність [1].

Визначено, що ключові компетентності — ті, яких кожен потребує для особистої реалізації, розвитку, активної громадянської позиції, соціальної інклюзії та працевлаштування і які здатні забезпечити особисту реалізацію та життєвий успіх протягом усього життя [1].

На думку О. Пометун, компетентність — це складна інтегрована характеристика особистості, під якою розуміють набір знань, вмінь, навичок, ставлень, що дають змогу ефективно діяти або виконувати певні функції, забезпечуючи розв'язання проблем і досягнення певних стандартів у галузі професії або виді діяльності [2].

Соціальна компетентність, на думку І. Зимньої [3], передбачає взаємодію людини в соціумі; зміст соціальної компетентності включає знання «що» і «як», тобто засобів і способів взаємодії; соціальна компетентність має компонентний склад; соціальна компетентність має вікову динаміку і вікову специфіку.

Будь-яка вікова періодизація ґрунтується на сформованому історичному розумінні природи

дитинства і враховує соціально-історичні умови розвитку дитини, зважаючи на те, що кожному періоду дорослішання людини властивий певний тип провідної діяльності, яка залежить від соціальних та історичних умов. Для підліткового віку саме спілкування є найважливішим інформаційним каналом, через який формується погляд на навколишній соціум і світ загалом. Так, Л. Виготський [4] і Д. Ельконін [5] довели, що соціально-пізнавальна діяльність особливо характерна для підлітків від 10 до 15 років, коли провідною діяльністю є «інтимно-особистісне спілкування». Підлітковий вік, згідно з більшістю вітчизняних і зарубіжних досліджень, охоплює період від 10–11 років до 14–15 років і є одним з найбільш складних і відповідальних у житті дитини. Саме в цьому віці відбувається найшвидше становлення соціальних компетенцій.

Пропонуючи свою структуру соціальної компетентності, С. Учурова [6] розділяє змістовні елементи соціальної компетентності на дві групи. До першої групи запропоновано віднести елементи, пов'язані з конкретною поведінкою, яка проявляється в діях людини: здатність працювати у великій і малій групах, комунікативні вміння, здатність до продуктивного розв'язання конфліктів. До другої групи належать елементи, за якими не можна безпосередньо спостерігати, проте їх існування можна визначити через поведінку людини, це рольова гнучкість, відповідальність. Тож компетентність визначається набором компетенцій, а соціальна компетентність формується через засвоєння соціальних компетенцій.

«Соціальну компетенцію» можемо визначити як здатність людини до самостійного вибору певної моделі поведінки для досягнення найбільш ефективного процесу взаємодії в суспільстві, заснованого на адекватному ставленні до ситуації і доцільності дій. Досвід накопичення моделей поведінки в різних ситуаціях передбачає збільшення соціальних компетенцій. У такому розумінні соціальна компетентність є інтегральною якістю особистості з комплексом певних поведінкових моделей, похідних від ціннісно-мотиваційної сфери особистості, що виявляє ставлення людини до себе і до тих, хто її оточує, а також готовність розвивати і формувати нові поведінкові навички в соціальних відносинах, вирішувати побутові, професійні та громадські завдання.

Отже, соціальні компетентності ми розуміємо як універсальні особистісні якості, знання, вміння, поведінкові моделі, необхідні для успішної соціалізації особистості, а соціальну компетентність — як рівень їх прояву в підлітка.

У Законі України «Про освіту» чітко сформульовано, що «метою освіти є всебічний розвиток людини як особистості та найвищої цінності суспільства, її талантів, інтелектуальних, творчих і фізичних здібностей, формування цінностей необхідних для успішної реалізації компетентностей, виховання відповідальних громадян, які здатні до свідомого суспільного вибору та спрямування своєї діяльності на користь іншим людям і суспільству...» [7].

Отже, одне із завдань освіти — сформулювати соціально адаптовану особистість, здатну самостійно приймати рішення, вміти безконфліктно та толерантно спілкуватися з іншими, визнавати свої помилки, відстоювати свою гідність, права, реалізувати свої природні можливості, вести здоровий спосіб життя, планувати своє особисте і професійне майбутнє. Тому можемо виокремити певний набір компетенцій, які потрібно формувати для соціальної зрілості підлітків: самоаналіз, самопізнання, самоконтроль, комунікативні навички, управління конфліктами, розуміння своєї унікальності й унікальності тих, хто тебе оточує, здоровий спосіб життя, сприяння професійному самовизначенню, сімейні та моральні цінності, готовність до самореалізації.

Вміння пристосовуватися до умов соціального середовища необхідне для людини будь-якого віку. Вікові особливості підлітків часто ускладнюють їх адаптацію в різних соціальних умовах. Крім того, адаптуватися їм необхідно не тільки до відносно стабільного дорослого світу, а й до підлітково-юнацького середовища, норми і цінності якого достатньо мінливі. Потрібно, щоб у підлітка була та людина — серед педагогів — яка б допомогла повірити у власні сили, розкрити природою даний потенціал.

Підтримка батьків, прийняття прагнень, теплі взаємостосунки сприяють формуванню позитивного самооцінювання підлітків та становлення соціальної компетентності особистості. Негативне ставлення батьків спричиняє зворотний процес: підлітки, як правило, зациклені на невдачах, бояться ризикувати, уникають участі в змаганнях, мають низьку самооцінку і відмовляються від спроби реалізації своїх здібностей [8].

З огляду на зазначене, саме батьки є організаторами взаємодії в родині і прикладом у процесі соціалізації підлітка. Важливість залучення батьків до роботи закладу освіти спричинена не тільки необхідністю знати умови навчання і виховання дітей, становище дитини в системі відносин колективу, а й тим, що батьки можуть взяти на себе організацію конкретної роботи в класі відповідно до своїх можливостей.

Соціальна компетентність — це багатогранна характеристика особистості, яка своєю багатокомпонентністю охоплює всю множину та глибину функціонування особистості в соціумі. Оскільки особистість — істота соціальна, то формат соціальної компетентності охоплює як соціальні мотиви, знання, навички, необхідні для успішної взаємодії із соціальним середовищем, так і самопочуття та самоприйняття особистості в мінливому соціумі. Під «соціальним середовищем» розуміється, по-перше, складне багаторівневе утворення, конкретний прояв стосунків, що мають місце в суспільстві, в якому живе і розвивається особистість, по-друге, сукупність соціальних умов життєдіяльності людини, які впливають на її поведінку і свідомість. При цьому соціальна компетентність передбачає як достатній рівень вміння будувати партнерські стосунки, здатність до кооперації на рівноправній основі, так і достатній рівень конформності, аби не суперечити вимогам суспільства [9].

Соціальна компетентність вимагає від особистості як принциповості, вміння відстояти власну думку, протистояти небажаному впливу, так і толерантності й уміння пристосовуватися, і, навіть більше, ефективно діяти в соціальних умовах, що постійно змінюються; вимагає як доволі високого рівня оптимізму, що надає віру в успіх, так і достатнього рівня песимізму, який надає змогу реально оцінити себе та свої знання, щоб уникнути зайвої ейфорії, змушує ліквідувати прогалини в знаннях та вміннях, які гальмують справу [10].

Соціальна компетентність вимагає вміння уважати на соціальні норми і права інших людей. Усе це свідчить про ситуативний характер прояву соціальної компетентності. Великою мірою, формування і становлення соціальної компетентності особистості — це є розгортання її життєвого потенціалу [11].

Отже, здатність особистості адаптуватися до соціального середовища є однією із заповуток її успішного входження в колектив, а як наслідок — внутрішнього комфорту.

Поряд з терміном «соціальна компетентність» постає «соціальне виховання», що в «Українському педагогічному словнику» визначено як складний і суперечливий процес входження, включення й адаптації підростаючого покоління в життя суспільства у всьому його різноманітті. Соціальне виховання здійснюється стихійно (через народну педагогіку) чи цілеспрямовано (через спеціально організований вплив і взаємодію закладів освіти і сім'ї, різних виховних інститутів) [12].

В «Енциклопедії освіти» поняття «соціальне виховання» описано як процес та результат цілеспрямованого впливу на людину для оволодіння і засвоєння нею загальнолюдських та спеціальних знань, соціального досвіду з метою формування позитивних ціннісних орієнтирів, соціально значущих якостей [13].

У «Малій енциклопедії із соціальної педагогіки» [14] поняття «соціальне виховання» визначено як процес планомірної та впорядкованої допомоги людині у розвитку її природно-творчих сил, наснаження до самовдосконалення, саморозвитку, самореалізації людини в діяльності, спілкуванні, пізнанні, в результаті чого удосконалюються її психічні і фізичні задатки й виробляється особистісний сенс життя [14]. Тому можемо зазначити, що формування соціальної компетентності відбувається у людини протягом усього життя в процесі її соціальної активності, а набуття соціальних компетенцій є процесом перманентним.

На підставі зазначеного вище доходимо висновку, що в організації педагогічного процесу ефективність цього процесу суттєво залежить від інноваційних та інтерактивних педагогічних технологій і має бути спрямована на вироблення підлітком знань про себе як частини соціуму, розвиток вольових якостей та довільності, навичок спілкування, що проявляються в умінні аргументувати власну точку зору, стримувати емоції, слухати доводи інших, погоджуватися або заперечувати в процесі діалогу шляхом залучення підлітків до активної діяльності.

Залучення підлітків до активної діяльності дасть змогу задовольнити потребу в спілкуванні, професійному самовизначенні, проявити якості дорослості, якої прагнуть підлітки: самостійності та відповідальності. Перевагою такої діяльності буде те, що вона уможливить здобування необхідних знань, набуття навичок і застосування здобутих теоретичних знань на практиці.

Схематично зобразимо завдання закладу освіти, які, на наш погляд, найбільше сприяють формуванню соціальної компетентності підлітків (рис. 1).

У цьому контексті підлітки одночасно є, з одного боку, суб'єктами пізнання і самопізнання, а з іншого — суб'єктами спілкування і виховання.

Своєю чергою, вчитель — це суб'єкт, що створює умови для спілкування і самовдосконалення підлітка, але він також є учасником процесу саморозвитку, розвитку професійної самосвідомості. Учитель є фасилітатором, який створює умови для самовдосконалення підлітків та їх особистісного зростання. Здатність особистості адаптуватися до соціального середовища є однією із запорук її успішного входження в колектив, а як наслідок — внутрішнього комфорту. У такий спосіб формується соціально адаптована особистість, здатна самостійно приймати рішення, з вміннями безконфліктно і толерантно спілкуватися з іншими, визнавати свої помилки, відстоювати свою гідність, права, реалізувати свої природні можливості, вести здоровий спосіб життя, планувати своє особисте і професійне майбутнє, брати відповідальність за власне життя, життя інших людей.

**Висновки та перспективи подальшого дослідження проблеми.** Виокремлено соціальні компетенції, для формування яких сприятливим є підлітковий вік і які можуть бути сформовані в середовищі закладу освіти: самоаналіз, самопізнання, самоконтроль, комунікативні навички, управління конфліктами, розуміння своєї унікальності й унікальності тих, хто тебе оточує, здоровий спосіб життя, сприяння професійному самовизначенню, сімейні та моральні цінності, готовність до самореалізації.

Визначено, що ефективною формою організації роботи в закладі освіти, яка впливає на формування соціальної компетентності підлітка, є залучення його до діяльності, що практично забезпечує реалізацію теоретично здобутих знань, навичок та умінь на практиці, дає змогу їх закріпити в процесі творчої діяльності та засвоїти нові навички. До того ж це є важливим для розвитку готовності до самореалізації підлітків і має характер, спрямований на ту активність, яку виявляє підліток у діяльності.

Визначено, що велику роль у формуванні соціальної компетентності підлітків відіграє злагоджена робота педагогічного колективу закладу освіти і батьків.

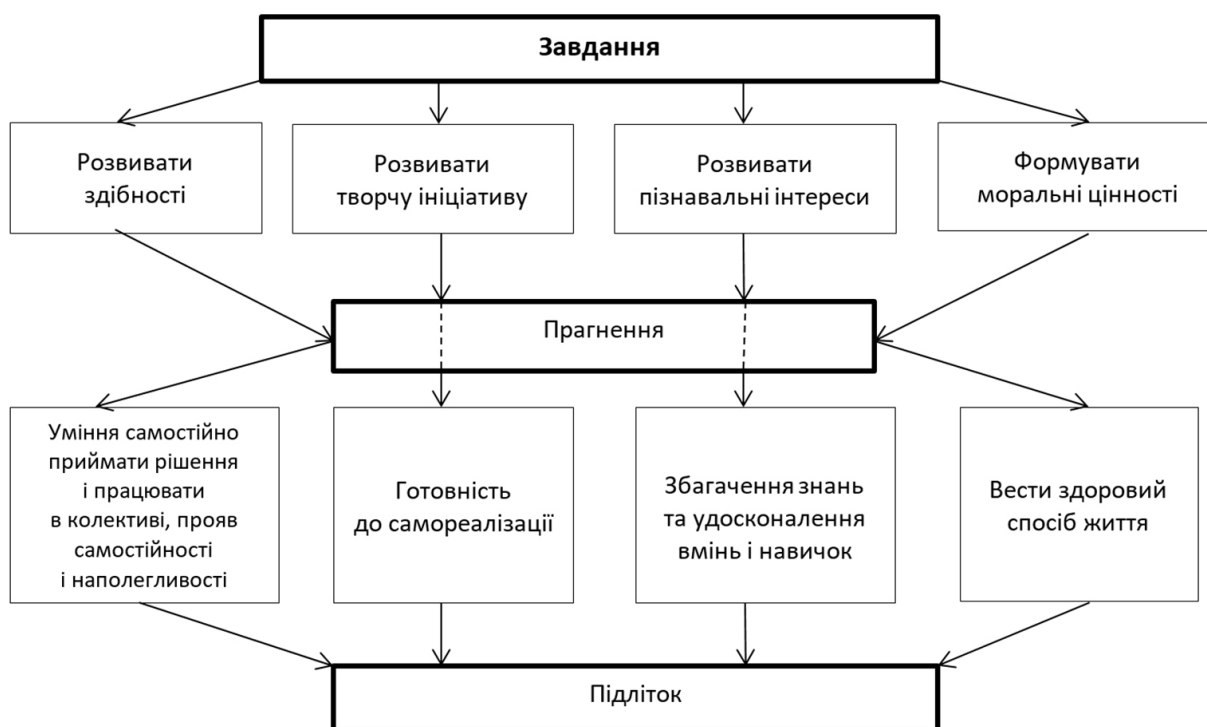


Рис. 1. Формування соціальної компетентності підлітків

**Список використаних джерел**

1. Концепція «Нова українська школа»: концептуальні засади реформування середньої школи. URL: <https://www.kmu.gov.ua/storage/app/media/reforms/ukrainska-shkola-compressed.pdf> (дата звернення: 20.04.2020).
2. Пометун О. І. Формування громадянської компетентності: погляд з сучасної педагогічної науки. *Вісник програм шкільних обмінів*. 2005. № 23. С. 18–20.
3. Зимняя И. А. Ключевые компетентности как результативно-целевая основа компетентностного подхода в образовании. Москва : Исследовательский центр проблем качества подготовки специалистов, 2004. URL: <http://fgosvo.ru/uploadfiles/npo/20120325214132.pdf> (дата звернення: 20.04.2020).
4. Выготский Л. С. Проблемы психического развития ребенка: хрестоматия по психологии : учеб. пособ. / под ред. А. В. Петровского. 2-е изд. Москва : Просвещение, 1987. 447 с.
5. Эльконин Д. Б. К проблеме периодизации психического развития в детском возрасте : избр. психол. труды. Москва : Педагогика, 1989. С. 60–77.
6. Учурова С. А. Развитие социальной компетентности в образовательном процессе. URL: <https://study.urfu.ru/Aid/Publication/10734/1/Ychurova.pdf> (дата звернення: 20.04.2020).
7. Закон України Про освіту від 05.09. 2017 р. № 2145-VIII. URL: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/2145-19> (дата звернення: 20.04.2020).
8. Реан А. А. Психология человека: от рождения до смерти / под ред. А. А. Реана. Санкт-Петербург : Изд. дом «Нева» ; Москва : ОЛМА-ПРЕСС, 2002. 652 с.
9. Гончарова-Горянская М. Социальная компетентность: понятия, зміст, шляхи формування в дослідженнях зарубіжних авторів. *Рідна школа*. 2004. № 7–8. С. 128–132.
10. Лепіхова Л. Соціально-психологічна компетентність у психологічній взаємодії. *Вища освіта України*. 2004. № 3. С. 5–8.
11. Єрмаков І. Педагогіка життєтворчості: орієнтири для XXI століття. *Кроки до компетентності та інтеграції в суспільство* : наук.-метод. зб. [ред. кол. Н. Софій (голова), І. Єрмаков (керівн. авторськ. кол-ву і наук. ред.) та ін.]. Київ : Контекст, 2000. С. 58–72.
12. Гончаренко С. У. Український педагогічний словник. Вид. 2-ге, допов. і випр. Рівне : Волинські береги, 2011. 552 с.
13. Кремень В. Г. Енциклопедія освіти / голов. ред. В. Г. Кремень. Київ : Акад. пед. наук України, 2008. 1040 с.
14. Алексеенко Т. Ф., Басюк Т. П., Безпалько О. В. Соціальна педагогіка : мала енциклопедія / за ред. І. Д. Звереві. Київ : Центр учбової літератури, 2008. 336 с.

References

1. *The concept of "New Ukrainian School": conceptual principles of secondary school reform*. Retrieved from : <https://www.kmu.gov.ua/storage/app/media/reforms/ukrainska-shkola-compressed.pdf>
2. Pometun, O. I. (2005). Formation of civic competence: a view from modern pedagogical science. *Visnyk prohram shkilnykh obminiv*, Vol. 23, 18–20 [in Ukrainian].
3. Zimnyaya, I. A. (2004). *Key competencies as a result-based basis of the competency approach in education*. Moscow : Research Center for the Problems of the Quality of Training of Specialists. Retrieved from : <http://fgosvo.ru/uploadfiles/npo/20120325214132.pdf> [in Russian].
4. Vygotskiy, L. C. (1987). *Problems of the child's mental development: a reader in psychology*. In A. B. Petrovskiy, (Ed.). Moscow : Education [in Russian].
5. El'konin, D. B. (1989). *On the problem of periodization of mental development in childhood*. Moscow : Pedagogy [in Russian].
6. Uchurova, S. A. *Development of social competence in the educational process*. Retrieved from : <https://study.urfu.ru/Aid/Publication/10734/1/Ychyrova.pdf>
7. *The Law of Ukraine On Education of 05.09. 2017 № 2145-VIII*. Retrieved from : <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/2145-19>
8. Rean, A. A. (2002). *Human psychology: from birth to death*. In A. A. Rean (Ed.). St. Petersburg: Publishing House "Neva" ; Moscow : OLMA-PRESS [in Russian].
9. Honcharova-Horianska, M. (2004). Social competence: concept, content, ways of formation in researches of foreign authors. *Ridna shkola*, 7–89, 128–132 [in Ukrainian].
10. Liepikhova, L. (2004). *Socio-psychological competence in psychological interaction*. *Vyshcha osvita Ukrainy*, 30, 5–8 [in Ukrainian].
11. Yermakov, I. (2000). *Pedagogy of life creation: guidelines for the XXI century. Steps to competence and integration into society*. Kyiv : Kontekst, 58–72 [in Ukrainian].
12. Honcharenko, S. U. (2011). *Ukrainian pedagogical dictionary* (2 nd ed., rev.). Rivne : Volynski oberehy [in Ukrainian].
13. Kremen, V. H. (2008). *Encyclopedia of Education*. V. H. Kremen (Ed.). Kyiv : Akad. ped. nauk Ukrainy [in Ukrainian].
14. Alekseienko, T. F., Basiuk, T. P., Bezpalko, O. V. (2008). *Social pedagogy: a small encyclopedia*. In I. D. Zvierieva (Ed.). Kyiv : Center of educational literature [in Ukrainian].

O. V. Fliarkovska

FORMATION OF SOCIAL COMPETENCE IN ADOLESCENCE

**Abstract.** *The article highlights the formation of adolescents' social competence. The definitions of the concepts "socialization", "competence", "social competence" are given. The focus is on the concept of "social competence", which is important in adolescence. The term "socialization" in the scientific literature of different branches of science is analyzed. The psychological and pedagogical principles of the organization of the pedagogical process aimed at the development of a healthy personality that can learn through life, think critically, set goals and achieve them, work in a team, communicate in a multicultural environment are considered. The conditions for forming social competence of adolescents are defined. The priorities of the educational process at the New Ukrainian School are described. It is determined that the formation of adolescents' social competence is through the formation of the ability of educators to make their own decisions, with the ability to communicate without conflict and tolerance with others, to admit their mistakes, to defend their dignity, rights, to realize their natural opportunities, to lead a healthy lifestyle, to plan their personal and a professional future. The algorithm of the professional activity of pedagogical workers is investigated, which provides for revision of methodology of work with participants of the educational process; changing emphasis and priority from process to outcome using effective methods of practical psychology and social work. It is proved that a reboot should be psychologically correct, gradually and gradually, with appropriate explanations and instructions. It is determined that the coordinated work of teachers and parents plays an important role in shaping the social competence of adolescents. It is emphasized that the psychological service is intended to teach how to live in peace with oneself and with others, how to enter into relations with the world, so that life is pleasurable.*

**Keywords:** *social competence, social status, social education, teenager, socialization, educational institution.*

О. В. Флярковская

### ФОРМИРОВАНИЕ СОЦИАЛЬНОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ В ПОДРОСТКОВОМ ВОЗРАСТЕ

**Аннотация.** В статье освещено формирование социальной компетентности подростков. Определены понятия «социализация», «компетентность», «социальная компетентность» и взаимосвязь этих понятий с другими понятиями, а именно «социальная среда», «социальное воспитание». Проанализировав понятие «социальная компетентность», мы сосредоточили внимание на том его аспекте, который является важным в работе с подростком. Отмечено, что термин «социализация» представлен в научной литературе разных отраслей наук, его толкование находим в психологии, педагогике, социальной педагогике, философии и социологии. Охарактеризованы приоритеты образовательного процесса в Новой украинской школе. Определено, что формирование социальной компетентности подростков происходит путем формирования способности самостоятельно принимать решение, умений бесконфликтно и толерантно общаться с другими, признавать свои ошибки, отстаивать свое достоинство, права, реализовывать свои возможности, вести здоровый образ жизни, планировать свое личное и профессиональное будущее. Алгоритм профессиональной деятельности педагогических работников предусматривает пересмотр методологии работы с участниками образовательного процесса; изменение акцентов и приоритетов с процесса на результат с использованием эффективных методов практической психологии и социальной работы. Доказано, что перезагрузка должна происходить психологически корректно, поэтапно и постепенно с соответствующими разъяснениями и инструкциями. Определено, что большую роль в формировании социальной компетентности подростков играет слаженная работа педагогов и родителей. Отмечено, что школа призвана научить самому главному: как жить в мире с самим собой и с другими, и как вступать в отношения с миром, чтобы жизнь приносила удовлетворение.

**Ключевые слова:** социальная компетентность, социальное положение, социальное воспитание, подросток, социализация, учебное заведение.

#### ІНФОРМАЦІЯ ПРО АВТОРА

Флярковська Ольга Василівна — канд. пед. наук, начальниця відділу психологічного супроводу та соціально-педагогічної роботи, ДНУ «Інститут модернізації змісту освіти», м. Київ, Україна, fliarkovska@ukr.net; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-9461-4035>

#### INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Fliarkovska O. V. — PhD in Pedagogy, Head of the Department of Psychological Support and Social and Pedagogical Work of DNU “Institute for Modernization of the Content of Education”, Kyiv, Ukraine, fliarkovska@ukr.net; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-9461-4035>

#### ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Флярковская О. В. — канд. пед. наук, начальник отдела психологического сопровождения и социально-педагогической работы, ГНУ «Институт модернизации содержания образования», г. Киев, Украина, fliarkovska@ukr.net; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-9461-4035>

Стаття надійшла до редакції / Received 23.04.2020

В. О. Солдатенко

## ОГЛЯД СТАНДАРТІВ СТВОРЕННЯ НАВЧАЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ У СИСТЕМАХ КЕРУВАННЯ НАВЧАННЯМ

**Анотація.** Створення навчального вмісту потребує наявності певних правил, а також низки визначених етапів, механізмів та інструментів, що беруть безпосередню участь у цьому процесі. У роботі наведено огляд стандартів створення, супроводу електронних навчальних матеріалів, що застосовують системи керування навчанням, а також аналіз та оцінку використання ними онтологічних систем. Розглянуто чотири покоління стандартів створення й супроводження електронних навчальних матеріалів та подано опис кожного з них: наведено найменування стандартів створення й супроводу життєвого циклу електронного навчального курсу як основного принципу групування електронних навчальних матеріалів. Для деяких стандартів надаються розшифрування аббревіатури назви стандарту та опис особливостей версій. Окремо для кожного такого стандарту описано архітектуру й особливості побудови навчального курсу як носія навчально-освітньої інформації, структурні особливості, прикладний програмний інтерфейс, принципи побудови електронного навчального вмісту з використанням зазначених вище стандартів. Залишаються без відповіді подальші перспективи їх розвитку. Окремо розглядаються питання, пов'язані з процесом проектування компонентів навчального курсу, визначення зв'язків і залежностей між ними. Зокрема, цей огляд є спробою розглянути стандарти побудови навчального курсу як такі, що дають змогу створювати матеріали з використанням онтологічних систем з ієрархічною структуризацією навчально-методичних матеріалів та подальшим їх супроводженням, а також оцінити наявність інструментів створення онтологій як складових компонентів для організації подання знань. У разі негативної відповіді має бути запропоновано, як конструктивно розв'язати цю проблему.

**Ключові слова:** онтологія, стандарт, метрологія, навчання, електронний навчальний курс, електронне навчання, дистанційне навчання.

**Постановка проблеми.** Для подолання викликів сучасності необхідні нові ґрунтовні рішення. Такі рішення в рамках власного впровадження потребують застосування певних стандартів, які окреслюватимуть чітко розмежування між компонентами системи, правилами взаємодії між цими компонентами та діями, котрі доцільно виконувати в разі виникнення ситуацій і винятків, що не позиціонуються як штатні.

Навчальний процес не є винятком. У рамках освітнього процесу доцільно вміти правильно подавати матеріал, який вивчають здобувачі певного освітньо-кваліфікаційного рівня — учні,

студенти, котрі в майбутньому стануть спеціалістами у своїй галузі. Запорукою успішності вказаного процесу є:

- правильний добір інформаційних джерел для їх подальшого використання в освітній діяльності;
- розташування їх у певній логічній послідовності. Виконання цієї умови прямопропорційно залежить від застосування методів пізнання і спостереження певних явищ, процесів, сутностей, які розглядаються в навчальному матеріалі;
- створення на базі цієї логічної послідовності нової сутності навчального матеріалу для подальшого опрацювання здобувачами освіти.



В епоху науково-технічного прогресу та панування інформаційно-комунікаційних технологій процес навчання переходить на новий рівень і починає відповідати вимогам сучасності. Продуктом синтезу інформаційно-комунікаційних та педагогічних технологій стали системи керування навчанням (LMS — від англ. Learning Management System, далі — СКН) та системи дистанційної освіти (SDL — Systems of Distance Learning, далі — СДО). Їх використання зумовлює підвищення ефективності й перехід організації освітнього процесу на новий рівень.

Матеріал навчально-методичного призначення має у своєму складі певні відомості про явища, процеси, об'єкти, що є цільовими для предмета дисципліни, яку репрезентує вказаний вище матеріал. Ці відомості групуються та охоплюються чітко визначеним терміном — «знання». Одним із способів представлення знань інформаційними системами є принципи, що визначені як носії знань і мають певний опис представлення формалізованою мовою. Вони описуються терміном «онтологія».

Побудова навчального інформаційного контенту керується певною низкою правил оформлення його подання — стандартами. Нині налічується декілька стандартів побудови навчального контенту — AICC, SCORM, xAPI (TinCan API), cmi5 [1].

Окрім т. зв. поколінь стандартів та їх представників, важливо визначити, чи мають ці стандарти у своєму складі чітко прописані вказівки та певний інструментарій, що дає можливість розгортати системи знань. Якщо відповідь позитивна, то постає питання: які саме інструменти наявні в цих системах? Інакше необхідно пропонувати кроки вирішення цього завдання.

Покоління стандартів створення та супроводження електронних навчальних матеріалів

Представником першого покоління є специфікація AICC — стандарт Комітету з навчальної роботи в авіаційній промисловості (AICC), міжнародної асоціації професіоналів з підготовки кадрів на основі технологій. Комітетом розроблено та закладено керівні принципи в галузі створення, доставляння навчального матеріалу й оцінювання в рамках електронних технологій навчання.

Специфікації AICC зазвичай призначені для загального використання, щоби виробники навчальних технологій могли розподілити свої

витрати на декілька ринків і, отже, забезпечити якісну та доступну за вартістю продукцію. Ця стратегія сприяла тому, що специфікації AICC отримали широке визнання й актуальність.

Стандарт AICC HACP (Aviation Industry Computer-based Training Committee HTTP-based AICC/CMI Protocol, з англ. — протокол AICC/CMI на основі HTTP Навчального комітету комп'ютерної авіаційної промисловості) для CMI (Comprehensive Mathematics Instruction, з англ. — комплексна математична інструкція) [1] широко використовується системами організації інформаційно-навчальних порталів. Як запевнює комітет AICC, він досить надійний і однозначний на відміну від таких альтернатив, як SCORM, особливо для відображення вмісту й оцінювання, розміщених на вебсерверах, які не містяться у системі виклику.

Новим є стандарт AICC PENS, що дає можливість інструментам для створення вмісту легко надсилати файл з метаданими — маніфест до LMS. На одному із засідань комітету AICC відбулася подія Plugfest — постачальники продемонстрували сумісність PENS.

У листопаді 2010 р. AICC повідомив, що змінуватиме наявну специфікацію CMI. Ці зусилля пізніше отримали назву «cmi5». Специфікація на основі SOAP для «cmi5» була розроблена в травні 2012 р., але офіційно так і не випущена. У жовтні 2012 р. AICC оголосив, що прийняв специфікацію Experience API (xAPI) (TinCan API) для «cmi5», розпочавши значне переопрацювання, яке поки що триває.

AICC координував свою роботу з іншими організаціями зі специфікацій технологій навчання, які займаються такими проектами, наприклад: IMS Global, OKI, ADL, IEEE/LTSC, LETSI та ISO/SC36 [2]. У грудні 2014 р. AICC офіційно заявив про завершення роботи і свій розпуск, посилаючись на зменшення власної участі. AICC передав напрацювання щодо стандарту «cmi5» та його архів документів ADL, які трудилися над стандартом SCORM.

Наступне покоління представлено специфікацією SCORM (з англ. Sharable Content Object Reference Model [3; 4] — референтна модель поширюваного об'єкта вмісту) — це набір стандартів та специфікацій, розроблений для систем дистанційного навчання. Цей стандарт містить вимоги до організації навчального матеріалу й усієї системи дистанційного навчання.

Детально, для повноти розуміння, окремі елементи можна визначити так:

- об'єкт спільного вмісту (англ. Sharable Content Object, далі — SCO) вказує на те, що SCORM — це методика створення одиниць навчального матеріалу, яким можна ділитися між системами, що підтримують цей стандарт. SCORM визначає алгоритм створення SCO, котрі можна повторно використовувати в різних системах і контекстах. Зазначений об'єкт позначається як атомарна структурна одиниця навчального вмісту SCORM. Існує велика кількість її визначень — модуль, глава, сторінка. З точки зору того, як до цього ставиться LMS, — це пункт, що показаний окремо у змісті та відстежується окремо від інших елементів. Окремо може містити такі об'єкти: власна закладка, оцінка та статус завершення;
- «референтна модель» (англ. Reference Model, далі — RM) відображає той факт, що SCORM є стандартом, який базується на об'єднанні окремих специфікацій і вказує розробникам, як їх правильно використовувати разом. SCORM дає змогу забезпечити сумісність компонентів та можливість їх багаторазового використання: навчальний матеріал представлений окремими невеликими блоками, котрі можуть включатися в різні навчальні курси й використовуватися системою дистанційного навчання незалежно від того, ким, де та за допомогою яких засобів вони були створені. Заснований на стандарті XML [3].

Чинна версія стандарту — SCORM 2004.

У його рамках описані такі розділи:

- Overview — увідна частина стандарту, де зосереджені загальні положення та ідеї SCORM;
- Content Aggregation Model (CAM) — структура навчальних блоків і пакетів навчального матеріалу. Пакет може містити курс, заняття, урок, модульне навчання, модуль тощо. До пакета входять xml-файл (Manifest), в якому описана структура пакета, і файли, що становлять навчальний блок. Manifest містить:
  - метадані (властивості компонентів навчального матеріалу);
  - дані про організацію навчального матеріалу (в якій послідовності розташовані компоненти);
  - ресурси (посилання на файли, що містяться у пакеті);
  - sub-Manifest (xml-файл може містити під-Manifest).

Блоки навчального матеріалу, що входять до пакета, бувають двох типів: *Asset* та *Sharable Content Object (SCO)*. *Asset* — елемент матеріалу, це може бути текст, зображення, звуковий файл, flash-об'єкт тощо. *SCO* — це набір з декількох *Asset*. Крім того, *SCO* має підтримувати як мінімум запуск і завершення.

Run-Time Environment (RTE) описує взаємодію SCO й системи навчання (Learning Management System, LMS) через програмний інтерфейс застосунку (Application Program Interface, API). Вимоги SCORM RTE дають змогу забезпечити сумісність SCO та LMS, щоб кожна система дистанційного навчання могла взаємодіяти з SCO так само, як і будь-яка інша, що відповідає стандарту SCORM. LMS має забезпечити доставляння необхідних ресурсів користувачеві, запуск SCO, відстежування й оброблення інформації про дії учня.

Sequencing and Navigation (SN). Цей розділ описує, як мають бути організовані навігація й надання компонентів навчального матеріалу залежно від дій учня. Він надає можливість упорядковувати навчальний матеріал відповідно до індивідуальних особливостей користувачів.

Conformance Requirements. Ця частина містить повний перелік вимог, що перевіряються ADL на відповідність стандарту SCORM.

Одним з найбільш затребуваних інструментів для створення SCORM-орієнтованих курсів є програмне забезпечення iSpring, яке існує у форматі як окремого засобу, так і плагіна для ПЗ Microsoft PowerPoint. У процесі створення матеріали навчального курсу формуються в zip-архів [4; 5].

Крім того, специфікація SCORM має послідовників, а саме: специфікації Tin Can API (xAPI) та «cm5». Ці формати вирізняються широкою функціональністю: дають можливість проходити електронний курс у режимі офлайн, підтримують документи формату PDF і діалогові тренажери, демонструють детальну статистику успішності учня тощо. Представниками систем керування навчанням, які використовують цей стандарт, є MOODLE, BlackBoard Learn, Storyline 360 й iSpring Suite [6].

Наступником SCORM є представник третього покоління Tin Can API (також зазначений як Experience API, або xAPI) — це специфікація програм у сфері дистанційного навчання, що дає змогу навчальним системам спілкуватися між собою шляхом відстеження і записів навчальних

занять усіх видів. Інформація про навчальну діяльність зберігається в спеціальній базі — сховищі навчальних записів (Learning Records Storage, LRS). Саме сховище може бути як частиною системи електронної дистанційної освіти (далі — СДО), так і самостійною одиницею.

Tin Can API — це API з відкритим вихідним кодом. Створена на базі архітектури REST веб-служба використовує формат обміну даними JSON, заснований на JavaScript. Tin Can створений для поступової заміни застарілого стандарту SCORM та має низку переваг порівняно зі своїм попередником, зокрема можливість роботи з матеріалом окремо, в режимі офлайн. При цьому весь прогрес навчання зберігається, і при появі інтернет-з'єднання дані відправляються до системи керування навчанням. Підвищений рівень безпеки — протокол Tin Can — підтримує відкритий протокол авторизації OAuth.

SCORM надає обмежені дані з навчання: хто з учнів пройшов курс, скільки часу витратив на навчання (загалом) і який бал отримав за виконане завдання, тоді як Tin Can дає змогу збирати десятки показників. Tin Can не «прив'язаний» до СДО. Використовуючи LRS, матеріал можна завантажити на сайт, у блог або соціальні мережі. Він також надає можливість врахувати види навчальної активності, недоступні з використанням SCORM: навчання за допомогою мобільних пристроїв, гри, симуляції, очне та змішане навчання. Поточна версія специфікації — 1.0.3. Стандарт почав упроваджуватися на початку жовтня 2016 р. Він не має жодних незначних оновлень специфікації. Попередні версії включають: 1.0.2, 1.0.1, 1.0.0, 0.8 та версію 0.9 (специфікація дослідницької версії) 0.95 (друга специфікація дослідницької версії) [7; 8].

Наступним послідовником стандарту SCORM і водночас представником т. зв. «четвертого» покоління є згадана вище специфікація «сті5». Це сучасна специфікація електронної підготовки й навчання, призначена використовувати «хAPI» як протокол зв'язку та модель даних, забезпечуючи визначення необхідних компонентів для інтероперабельності системи, таких як упаковка, запуск, передавання даних і послідовна інформаційна модель. Вона є кульмінацією великої праці, що започаткована робочою групою AICC та продовжується спільнотою

«хAPI» під керівництвом ADL, які мають великий досвід у галузі розроблення специфікацій для створення електронної специфікації. Специфікація «сті5» була випущена для використання у виробництві в червні 2016 р., поки що доступні реалізації обох частин її системи.

Стандарт представляє новий «маніфест» на зразок файлу з назвою «сті5.xml», який містить метадані у форматі XML, що описують структуру курсу, яка являє собою серію контейнерів (блоків). Цей файл, як правило, зберігається у файлі формату ZIP, є файлом, котрий містить розмітку XML та надається для імпорту сумісних систем запуску «сті5». AU — вміст, який можна запустити в цей тип пакунків, контент-активи можуть бути включені безпосередньо в пакет або розміщені віддалено.

Механізм запуску «сті5» схожий на вже створені механізми й надає декілька важливих відомостей під час запуску. Хоча веббраузер буде загальною платформою запуску, підтримуються й інші сценарії, такі як тренажери, мобільні застосунки тощо. Цей процес включає захоплення висловлювань як системи запуску, так і вмісту, надаючи контенту контекстний шаблон API-досвіду для використання у створенні заяв, переваг для учнів та загального встановлення навчальної сесії.

У рамках процесу запуску AU витягує облікові дані із системи запуску в окремому запиті, який дає змогу надавати ці дані лише один раз, роблячи їх, по суті, більш безпечними, ніж у попередніх процесах облікових даних. Очікується, що облікові дані будуть прив'язані до конкретного сеансу, термін дії якого закінчується, і, як правило, включають обмежені дозволи при доступі до кінцевої точки LRS.

Стандарт «сті5» містить точні категорії для операторів, захоплених цільовою системою, а також системою запуску, групуючи їх у дві категорії як оператори, «визначені сті5» і «сті5 дозволені». Набір операторів «визначені сті5» спеціально розроблений для отримання деталей сесії та основних принципів впорядкування, таких як «пропуск» або «відмова», завершення вмісту, тривалість і оцінка. Вони містять елементи активності «хAPI» для їх спрощеного розпізнавання та групування. Останній набір залишається майже відкритим, це дає змогу «сті5» підтримувати властиву гнучкість, для якої «хAPI» так добре відомий, хоча навіть

ці твердження мають включати раніше згаданий шаблон контексту, щоб вони могли співвідноситись із сесійною механікою «cmi5» [9].

**Висновки.** Стандарти організації навчального вмісту посідають не останнє місце поряд із системами, які їх використовують. Вони забезпечують рекомендації для створення навчального вмісту та керування ним. Проте важко прогнозувати їх подальший розвиток у недалекому майбутньому. Це можна пояснити такими причинами:

- незважаючи на те, що стандарт SCORM вже є історичним стандартом і його підтримка завершена, він все ще продовжує застосовуватися, а останні версії представників систем керування навчанням, що використовують цей стандарт, все ще підтримують створення навчального вмісту за рекомендаціями вказаного стандарту;
- поки немає систем керування навчанням, які б застосовували стандарти «cmi5» та «xAPI» для створення й подання навчального вмісту;
- невідомо про стан розвитку і стан розроблення стандартів «cmi5» та «xAPI» відповідно. В офіційних джерелах [7–10], пов'язаних із вказаними вище стандартами, нині немає актуальної інформації.

#### Список використаних джерел

1. What is the AICC Standard and How is it Relevant to My eLearning Plan? *The Docebo Learning Platform Official Website*. 2010–2020. URL: <https://www.docebo.com/blog/what-is-aicc-and-how-is-it-relevant-to-elearning> (дата звернення: 15.06.2020).
2. Формати дистанційного обучения: сравнение форматов AICC HACP, SCORM (1.2 и 2004), Tin Can (xAPI) и cmi5. *LMS List*. 2007–2019. URL: <https://lmslist.ru/aicc-scorm-tincan-cmi5> (дата звернення: 04.10.2019).
3. SCORM Overview. *The SCORM Official Resource*. 1999–2019. URL: <https://scorm.com/scorm-explained/one-minute-scorm-overview> (дата звернення: 22.07.2019).
4. ADL Specification Description. *ADL WebSite*. 2003–2019. URL: <https://adlnet.gov> (дата звернення: 07.08.2019).
5. Why we should use the the SCORM. *The SCORM Official Resource*. 1999–2019. URL: <https://scorm.com/scorm-explained/business-of-scorm/benefits-of-scorm> (дата звернення: 14.12.2019).
6. Technical Overview of the SCORM. *The SCORM Official Resource*. 1999–2019. URL: <https://scorm.com/scorm-explained/technical-scorm/> (дата звернення: 09.12.2020).

7. SCORM—Compliant LMS Software. *Software Advice Resource*. 2006–2020. URL: <https://www.softwareadvice.com/lms/scorm-comparison/p/all/> (дата звернення: 16.06.2020).
8. xAPI technical overview. *xAPI Official Resource*. 1999–2019. URL: <https://xapi.com/overview/> (дата звернення: 20.12.2019).
9. Why should I implement the Experience API. *xAPI Official Resource*. 1999–2019. URL: <https://xapi.com/why-adopt/> (дата звернення: 22.12.2019).
10. Technical Overview of the Experience API. *xAPI Official Resource*. 1999–2019. URL: <https://xapi.com/developer-overview/> (дата звернення: 25.12.2019).
11. iSpring поддерживает cmi5 — новое поколение SCORM. *iSpring Russian Community*. 1999–2019. URL: <https://www.ispring.ru/elearning-insights/ispring-podderzhivaet-cmi5-novoe-pokolenie-scorm/> (дата звернення: 05.01.2020).

#### References

1. What is the AICC Standard and How is it Relevant to My eLearning Plan? *The Docebo Learning Platform Official Website*. (2010–2020). Retrieved from : <https://www.docebo.com/blog/what-is-aicc-and-how-is-it-relevant-to-elearning>.
2. Distance learning formats: comparison of AICC HACP, SCORM (1.2 and 2004), Tin Can (xAPI) and cmi5 formats. *LMS List*. (2007– 2019). Retrieved from : <https://lmslist.ru/aicc-scorm-tincan-cmi5> [in Russian].
3. SCORM Overview. *The SCORM Official Resource*. (1999–2019). Retrieved from : <https://scorm.com/scorm-explained/one-minute-scorm-overview>.
4. ADL Specification Description. *ADL WebSite* (2003– 2019). Retrieved from : <https://adlnet.gov>
5. Why we should use the the SCORM. *The SCORM Official Resource*. (1999–2019). Retrieved from : <https://scorm.com/scorm-explained/business-of-scorm/benefits-of-scorm>
6. Technical Overview of the SCORM. *The SCORM Official Resource*. (1999–2019). Retrieved from : <https://scorm.com/scorm-explained/technical-scorm/>
7. SCORM—Compliant LMS Software. *Software Advice Resource*. (2006–2020). Retrieved from : <https://www.softwareadvice.com/lms/scorm-comparison/p/all/>
8. xAPI technical overview. *xAPI Official Resource*. (1999–2019). Retrieved from : <https://xapi.com/overview/>
9. Why should I implement the Experience API. *xAPI Official Resource*. (1999–2019). Retrieved from : <https://xapi.com/why-adopt/>

10. Technical Overview of the Experience API. *xAPI Official Resource*. (1999–2019). Retrieved from : <https://xapi.com/developer-overview/>
11. iSpring supports cmi5 – the next generation of SCORM. *iSpring Russian Community*. (1999–2019).

Retrieved from : <https://www.ispring.ru/elearning-insights/ispring-podderzhivaet-cmi5-novoe-pokolenie-scorm/> [in Russian].

V. O. Soldatenko

#### REVIEW OF STANDARDS FOR CREATING TRAINING MATERIALS IN LEARNING MANAGEMENT SYSTEMS

**Abstract.** *Creating educational content requires certain rules for creating content, as well as a number of specific stages of its creation, mechanisms and tools that are directly involved in this process. This paper provides an overview of the standards of creation, maintenance of electronic learning materials using learning management systems, as well as analysis and evaluation of their use of ontological systems. Four generations of standards for the creation and maintenance of e-learning materials and a description of each of them: the name of the standards for creating and maintaining the life cycle of e-learning course, as the basic principle of grouping e-learning materials. For some standards, the abbreviation of the standard name and a description of the features of the version are provided. Separately for each such standard the architecture and features of construction of a training course as the carrier of the educational information, its structural features, the applied software interface, principles of construction of electronic educational content with use of the above-stated standards are described. The question of further prospects for their development remains unanswered. Issues related to the process of designing the components of the training course, establishing links and relationships between them are considered separately. In particular, this review is an attempt to consider the standards of the course as allowing to create of materials using ontological systems with hierarchical structuring of teaching materials and its subsequent support, as well as to assess the availability of tools to create ontologies as components for the presentation knowledge. In case of a negative answer, a constructive solution to this problem should be offered.*

**Keywords:** *ontology, standard, metrology, training, e-learning course, e-learning, distance learning.*

В. А. Солдатенко

#### ОБЗОР СТАНДАРТОВ СОЗДАНИЯ УЧЕБНЫХ МАТЕРИАЛОВ В СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ ОБУЧЕНИЕМ

**Аннотация.** *Создание учебного содержания требует наличия определенных правил и ряда установленных этапов, механизмов и инструментов, принимающих непосредственное участие в этом процессе. В данной работе представлены обзор стандартов создания, сопровождения электронных учебных материалов, использующих системы управления обучением, а также анализ и оценка использования ими онтологических систем. Рассмотрены четыре поколения стандартов создания, сопровождения электронных учебных материалов и представлено описание каждого из них: приведены наименования стандартов создания и сопровождения жизненного цикла электронного учебного курса как основного принципа группирования электронных учебных материалов. Для некоторых стандартов предоставляются расшифровка аббревиатуры названия и описание особенностей версий. Отдельно для каждого такого стандарта описаны архитектура и особенности построения учебного курса как носителя учебно-образовательной информации, структурные особенности, прикладной программный интерфейс, принципы построения электронного учебного содержания с использованием вышеуказанных стандартов. Остаются без ответа перспективы их развития. Отдельное внимание уделено вопросам, связанным с процессом проектирования компонентов учебного курса, установлением связей и зависимостей между ними. В частности, данный обзор представляет собой попытку рассмотреть стандарты построения учебного курса как позволяющие создавать материалы с использованием онтологических систем с иерархической структуризацией учебно-методических материалов и последующим его сопровождением, а также оценить наличие инструментов создания онтологий как составляющих компонентов для организации представления знаний. В случае отрицательного ответа должно быть предложено конструктивное решение данной проблемы.*

**Ключевые слова:** *онтология, стандарт, метрология, обучение, электронный учебный курс, электронное обучение, дистанционное обучение.*

**ІНФОРМАЦІЯ ПРО АВТОРА**

**Солдатенко Володимир Олександрович** — аспірант, Інститут телекомунікацій та глобального інформаційного простору НАН України, м. Київ, Україна, diesudmedexpert1995@gmail.com; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-4196-6675>

**INFORMATION ABOUT THE AUTHOR**

**Soldatenko V. O.** — Postgraduate, Institute of Telecommunications and Global Information Space of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine, diesudmedexpert1995@gmail.com; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-4196-6675>

**ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ**

**Солдатенко В. О.** — аспирант, Институт телекоммуникаций и глобального информационного пространства НАН Украины, г. Киев, Украина, diesudmedexpert1995@gmail.com; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-4196-6675>

Стаття надійшла до редакції / Received 23.04.2020

О. С. Воронкін

# ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ ДОСЛІДЖЕННЯ ІНТЕГРАТИВНИХ ПІДХОДІВ У РЕАЛІЗАЦІЇ ОСВІТНІХ STEM-ПРОГРАМ У ЗАКЛАДАХ ЗАГАЛЬНОЇ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ УКРАЇНИ

**Анотація.** У статті досліджуються інтегративні підходи щодо реалізації освітніх STEM-програм у закладах загальної середньої освіти. Продемонстровано, що поняття «STEM-освіта» нині не є усталеним. Погляди експертів на його зміст розкриваються через такі узагальнені складники, як педагогічна технологія (педагогічний процес), орієнтованість на практичні завдання й проблемне навчання. При цьому інтегративні підходи застосовуються як до окремих дисциплін, послідовності курсів, так і окремого курсу. Узагальнення визначень поняття «STEM-освіта», пропонувані різними експертами, дало змогу в рамках цього дослідження розуміти його як спільну діяльність, взаємодію та співпрацю викладачів, учнів і стейкхолдерів, спрямовані на подолання фрагментарності знань шляхом усунення меж між ними, інтеграції змістовних компонентів, що передбачає формування ключових компетентностей, необхідних для подальшого працевлаштування й життєдіяльності в умовах становлення та розвитку нових галузей знань, які зароджуються на стику дисциплінарних сфер. У статті характеризуються загальні ознаки організації навчання відповідно до дисциплінарного, мультидисциплінарного, міждисциплінарного й трансдисциплінарного підходів. У контексті трансдисциплінарності розглядаються перспективи розвитку освітніх програм у закладах загальної середньої освіти України. Це дало змогу визначити низку проблем, що супроводжують процес розроблення та впровадження STEM-курсів, серед яких: проблема систематизації структурно-логічних зв'язків між дисциплінами, котрі підлягають злиттю; проблема професійної готовності педагогів, які спеціалізуються на викладанні однієї-двох дисциплін, взяти відповідальність за наставництво й підтримку учнівських трансдисциплінарних проєктів; фінансова проблема модернізації освітніх лабораторій і створення сучасних STEM-центрів при кожному закладі загальної середньої освіти.

**Ключові слова:** заклади загальної середньої освіти України, STEM-освіта, трансдисциплінарний підхід.

**Постановка проблеми.** Сучасний етап розвитку суспільства характеризується інноваціями в усіх сферах людської діяльності, конкуренцією між компаніями за людські таланти, конвергенцією технологій. На початку 2000-х рр. Національний науковий фонд США запропонував поєднати фахівців чотирьох високотехнологічних сфер економіки — Science (природничі науки),

Technology (технології), Engineering (інженерія), Mathematics (математика) — в один великий напрям STEM, який так чи інакше знайшов відображення в освітніх політиках багатьох країн.

Так, у Китаї для старшокласників обов'язковими дисциплінами (предметами) є «Технологія і дизайн», «Інформаційні технології», серед факультативних — «Розробка простих роботів». У Фінляндії з 2016 р. запроваджено Національну освітню програму, в основі якої — «навчання

на основі явищ» (англ. *phenomenon-based learning*) та проєктне навчання. Посилення позицій STEM-освіти відбувається у країнах ЄС, Австралії, Великій Британії, Кореї, Сінгапурі та інших державах.

З метою впровадження в Україні STEM-освіти в закладах загальної середньої освіти було напрацьовано нормативно-правову базу, а саме: розроблено та затверджено план відповідних заходів (рішення МОН від 05.05.2016), ухвалено типовий перелік засобів навчання й обладнання для STEM-лабораторій (наказ МОН № 574 від 29.04.2020), розроблено методичні рекомендації щодо розвитку STEM-освіти на 2017/2018, 2018/2019 та 2019/2020 навчальні роки (листи ІМЗО № 21.1/10–1470 від 13.07.2017, № 22.1/10–2573 від 19.07.2018, № 22.1/10–2876 від 22.08.2019), підготовлено проєкт Концепції розвитку природничо-математичної освіти — STEM-освіти (липень 2020 р.).

Також було започатковано науково-практичні конференції («Актуальні аспекти розвитку STEM-освіти у навчанні природничо-наукових дисциплін», «STEM-освіта: стан впровадження та перспективи розвитку», «STEM — світ інноваційних можливостей», «STEM-освіта та шляхи її впровадження в освітній процес» та ін.), наукові пікніки, освітні проєкти («Web-STEM-школа»), конкурси й фестивалі (Всеукраїнський STEM-тиждень, «Краща STEM-публікація», «Кращий STEM-урок», «Interpipe TechFest» тощо). На стадії реалізації перебуває дослідно-експериментальна робота «Науково-методичні засади створення та функціонування Всеукраїнського науково-методичного віртуального STEM-центру». Мета цих заходів — популяризація ідей STEM-освіти, збільшення частки студентів зі STEM-спеціальностей, адже середнє зниження прийому абітурієнтів із 2007 р. по 2015 р. за напрямом STEM становило 24,5% [1, с. 130].

#### **Аналіз останніх досліджень і публікацій.**

На сьогодні існують чотири основні моделі STEM-навчання [2]: 1) збільшення кількості годин за однією або двома STEM-дисциплінами; 2) викладання окремо всіх STEM-дисциплін із частковою інтеграцією тем; 3) об'єднання в одній дисципліні кількох інших (наприклад, елементи техніки, інженерії й математики можуть використовуватися в природничих

науках); 4) інтеграція STEM-дисциплін у єдиний курс.

Особливістю першої та другої моделі є інтегроване навчання за темами, а не за дисциплінами [3], що більш традиційно для нашої школи. Саме тому найбільшу кількість вітчизняних досліджень присвячено модернізації методики навчання природничо-математичних дисциплін з використанням інформаційно-комунікаційних технологій (М. Жалдак, Ю. Жук, О. Забара, О. Колгатін, С. Литвинова, С. Мальченко, О. Мерзликін, П. Нечипуренко, І. Слободянюк) та розробленню методики впровадження STEM-освіти в навчання біології (Ж. Білик), математики (Д. Васильєва, О. Воронкін, Л. Головченко, В. Мельниченко, І. Мирна, І. Міхеєва, О. Остапенко, Т. Павлік, С. Петренчук, Ю. Рудніцька, Н. Хильчук, М. Чемерис, О. Якимчук), робототехніки (М. Гладун, С. Дзюба, Н. Морзе, О. Струтинська, М. Умрик), інформатики (О. Костецька, Н. Любач, І. Непоп, М. Саєнко), астрономії (В. Бузько, О. Воронкін, Ю. Єчкало), хімії (О. Артем'єва, Л. Каряка), фізики (О. Воронкін, Л. Данілова, Н. Деркач, В. Заболотний, О. Кузьменко, С. Меньяйлов, С. Неділько, В. Сіпій, І. Сліпухіна, І. Чернецький, В. Шульгін), географії (О. Корнус, А. Пугач), трудового навчання (А. Головач, Г. Джевага).

Дослідники М. Роко й У. Бейнбрідж у своїй праці [4] роблять висновок про взаємопов'язаність розвитку нано-, біо-, інформаційних та когнітивних технологій з послідовним злиттям у єдину науково-технологічну галузь знань. Цей розвиток, своєю чергою, не може існувати окремо від освітньої сфери. Водночас у вітчизняних наукових і методичних виданнях належної уваги не приділено питанням організації STEM-освіти при вивченні дисциплін у їх взаємозв'язку. Основним тут є не заучування матеріалу, а розвиток в учнів логічного, проєктного, творчого мислення, вмінь пропонувати новаторські рішення [5]. Саме тому вважаємо четверту модель найперспективнішою.

У 2018 р. Україна вперше брала участь у міжнародній програмі з оцінювання освітніх досягнень учнів (англ. PISA), що проводиться кожні три роки, починаючи з 2000 р., і координується організацією економічного співробітництва та розвитку (ОЕСР). У дослідженні 2018 р. взяли участь 600 тис. 15-річних учнів із 79 країн/економік [6]. Рейтинг їх успішності



оцінювався у трьох компетентностях (читацька, математична, природнича) за рівнями — низький, базовий, високий, найвищий.

Середній бал українських учнів з математичної компетентності становив 453, що відповідає 43 місцю в рейтингу і є нижче середнього бала країн ОЕСР (489). Майже третина наших школярів не досягнули базового рівня у знаннях з математики. Найвищий рівень у 5% учнів. Середній бал з компетентності у природничих науках досяг 469 (38 місце), що також нижче, ніж середній бал країн ОЕСР (489). 74% українських школярів досягнули базового та високого рівнів, однак найвищого рівня дісталися лише 3% українських учнів. З табл. 1 бачимо, що перші місця за математичною, природничо-науковою, читацькою компетентностями посіли азійські освітні системи, а до десятки лідерів увійшли Японія, Польща, Естонія, Південна Корея.

Отже, маємо певну суперечливість між нормативно-правовим підсиленням позицій STEM-освіти, що відбувається з 2015 р., і реальним рейтингом освітніх досягнень українських учнів. Це протиріччя свідчить про наявну проблему природничо-наукової та математичної підготовки українських школярів, які здобувають повну загальну середню освіту.

**Мета статті** — виявлення суперечливості поняття «STEM-освіта» в науковому дискурсі, його

уточнення, розкриття сутності інтегративних підходів, покладених в основу освітніх STEM-курсів.

Для досягнення поставленої мети нами було використано комплекс теоретичних методів дослідження: аналіз української та іноземної наукової літератури, освітніх програм інтегрованих курсів — для характеристики стану розробленості проблеми дослідження; концептуально-порівняльний аналіз — для зіставлення інтегративних підходів; конкретизація — для розкриття сутності поняття «STEM-освіта»; синтез і узагальнення — для визначення закономірностей та інтерпретації результатів дослідження.

**Виклад основного матеріалу.** На сьогодні викладачі й науковці не мають спільної точки зору щодо визначення поняття «STEM-освіта». У табл. 2 ми навели найбільш відомі його дефініції [7–13].

Структурні складники визначень поняття «STEM-освіта» (див. табл. 3) відображають погляди експертів на зміст, що розкриваються в широкому діапазоні розумінь — від інтегративного принципу до педагогічної технології, від посилення змісту окремих STEM-дисциплін — до технологій їх поєднання, від орієнтованості на проблемне навчання — до практико-орієнтованого навчання.

Своєю чергою, різноманітні термінологічні інтерпретації приводять до різних варіантів

Таблиця 1

Топ-10 країн за рейтингом ОЕСР (PISA 2018)

Місце	Математична компетентність		Природничо-наукова компетентність		Читацька компетентність	
	Країна/регіон	Бали	Країна/регіон	Бали	Країна/регіон	Бали
1	КНР (чотири провінції)*	591	КНР (чотири провінції)*	590	КНР (чотири провінції)*	555
2	Сінгапур	569	Сінгапур	551	Сінгапур	549
3	Макао	558	Макао	544	Макао	525
4	Гонконг	551	Естонія	530	Гонконг	524
5	Республіка Китай**	531	Японія	529	Естонія	523
6	Японія	527	Фінляндія	522	Канада	520
7	Південна Корея	526	Південна Корея	519	Фінляндія	520
8	Естонія	523	Канада	518	Ірландія	518
9	Нідерланди	519	Гонконг	517	Південна Корея	514
10	Польща	516	Республіка Китай**	516	Польща	512

\* Пекін, Шанхай, Цзянсу, Чжецзян.

\*\* Республіка Китай (Тайвань) — держава з обмеженим міжнародним визнанням у Східній Азії.

Зміст поняття «STEM-освіта»

Експерт (експертна група)	Смислове значення поняття
О. Мартинюк	Низка навчальних програм, які формують навички та вміння, що будуть важливими у процесі працевлаштування, і передбачають орієнтацію на виконання практичних завдань у процесі навчання з використанням сучасних інформаційних технологій [7]
О. Патрикеева, І. Василашко, О. Лозова	Категорія, що визначає відповідний педагогічний процес (технологію) формування й розвитку розумово-пізнавальних і творчих якостей молоді, рівень яких відображає конкурентну спроможність на сучасному ринку праці: здатність та готовність до розв'язання комплексних задач (проблем), критичного мислення, творчості, когнітивної гнучкості, співпраці, управління, здійснення інноваційної діяльності [8]
С. Куцепал	Інтегрований підхід до навчання, у рамках якого академічні науково-технічні концепції вивчаються в контексті реального життя [9]
Каліфорнійська математична рада	Окремі дисципліни, окремий курс, послідовність курсів, заходів, що охоплюють будь-яку із чотирьох сфер, або інтегрований навчальний курс [10]
Т. Торлаксон	Практичне навчання на основі проблем, яке інтегрує дисципліни через згуртовані й активні підходи до викладання та навчання [11]
Т. Мур, К. Сміт	Поєднання STEM-дисциплін в одному курсі, тематичному блоці або занятті з урахуванням зв'язків між цими дисциплінами та проблемами реального світу [12]
Джо А. Васкес, К. Снейдер, М. Комер	Підхід до навчання, який усуває традиційні бар'єри, що розділяють дисципліни STEM, та інтегрує їх у реальний і актуальний навчальний досвід [13]

інтеграції природничо-математичних дисциплін у різних країнах. У доповіді державного інспектора народної освіти Каліфорнії Т. Торлаксона (2014) стверджується, що ці дисципліни «не варто викладати окремо, оскільки вони не існують у реальному світі відокремлено» [11, с. 7)]. Водночас у доповіді «Передові дослідження в галузі науки і техніки», опублікованій під егідою Американської академії мистецтв і наук у 2013 р., йдеться про необхідність здійснити в освітніх програмах перехід до трансдисциплінарності [14]. Саме тому дослідники Джо А. Васкес, К. Снейдер, М. Комер виокремлюють чотири підходи в інтеграції освітніх програм: дисциплінарний, мультидисциплінарний, міждисциплінарний і трансдисциплінарний [13] (див. табл. 4).

Мультидисциплінарний підхід не дає змоги позбутися фрагментації знань, оскільки шляхом простого зіставлення тем (розділів) навчальний матеріал не досягає «тієї якості “інтеграції”, яка необхідна для фундаментальної єдності, що лежить в основі всіх форм знання» [15].

Р. Лоуренс порівнює міждисциплінарний підхід з механічним змішуванням дисциплін,

а трансдисциплінарний — із синтезуванням дисциплінарних знань та позадисциплінарних сфер [16; 17]. Ця інтерпретація означає відмову від «вузькопрофільних» знань, формування компетентностей за допомогою співпраці та здатності враховувати ноу-хау [18, с. 129].

Термін «трансдисциплінарність» був запропонований відомим швейцарським психологом і філософом Ж. Піаже на початку 1970-х рр. Під час міжнародної конференції «Міждисциплінарність — навчання та дослідницькі програми в університетах» він ініціював обговорення «трансдисциплінарності в науці». На думку вченого, розвиток не обмежуватиметься міждисциплінарними зв'язками, а супроводжуватиметься формуванням цих зв'язків усередині глобальної системи, без жорстких меж між дисциплінами [19, с. 170]. Сам префікс «транс» (від латинського *trans* — крізь) і означає вихід за межі.

Згідно з Б. Ніколеску, трансдисциплінарність ґрунтується на трьох методологічних положеннях [20]: 1) кожна дисципліна вивчає конкретний фрагмент реальності, тоді як трансдисциплінарність дає змогу показати динаміку будь-якого

Таблиця 3

## Узагальнені складники поняття «STEM-освіта»

Узагальнені складники	Експерт (експертна група)						
	О. Мартинюк	О. Патрикеева, І. Василяшко, О. Лозова	С. Куцепал	Каліфорнійська математична рада	Т. Торлаксон	Т. Мур, К. Сміт	Джо А. Васкес, К. Снайдер, М. Комер
Принцип інтеграції			+	+	+	+	+
Педагогічна технологія		+					
Орієнтованість на практичні завдання	+		+		+	+	+
Орієнтованість на проблемне навчання		+			+	+	
Окремі дисципліни, послідовність курсів, окремий курс				+	+	+	

процесу (явища) на декількох рівнях реальності одночасно; 2) трансдисциплінарність здатна об'єднати дисциплінарні протилежності в цілісну картину досліджуваного процесу (явища); 3) трансдисциплінарність характеризується синергією між дисциплінами.

У закладах загальної середньої освіти України зміст і послідовність вивчення навчального матеріалу регламентуються Державним стандартом базової і повної загальної середньої освіти та освітніми програмами. У межах експерименту в окремих школах України для учнів 10–11 класів було запроваджено інтегрований курс «Природничі науки», який поєднав фізику, астрономію, біологію, екологію, географію,

хімію й викладається на вибір за однією із чотирьох програм, розроблених авторськими колективами: 1) І. Дьоміна, В. Задояний, С. Костик; 2) Д. Шабанов, О. Козленко; 3) під керівництвом Т. Засекіної; 4) під керівництвом В. Ільченко. Їх перевагою є спрямованість на проектну діяльність. З огляду на умови та наявну матеріальну базу кабінетів викладач (вчитель) може замінювати пропонувані дослідницькі й інформаційні проекти рівноцінними, пропонувати іншу тематику робіт. Недоліком є те, що програми розроблені винятково для закладів загальної середньої освіти із суспільно-гуманітарним, спортивним, художньо-естетичним спрямуванням. Ця специфіка передбачає скорочення годин у понад двічі (280 годин)

Таблиця 4

## Характеристика інтегративних підходів

Підхід	Стисла характеристика
Дисциплінарний	Закони, правила і поняття вивчаються окремо за кожною дисципліною з акцентом на приклади «з реального життя»
Мультидисциплінарний	Закони, правила та поняття вивчаються окремо за кожною дисципліною, але в рамках загальної теми, що дає змогу розкрити об'єкт (явище) одночасно з різних сторін
Міждисциплінарний	Закони, правила й поняття вивчаються у взаємозв'язку, в одній із дисциплін знаходять відображення інші
Трансдисциплінарний	Закони, правила і поняття, характерні для кожної зі STEM-дисциплін, інтегруються в єдиний курс

порівняно з програмами окремих дисциплін рівня стандарту (фізика — 210 годин, астрономія — 35 годин, біологія й екологія — 140 годин, географія — 87 годин, хімія — 122 години). Згідно з класифікацією Джо А. Васкес, К. Снейдера і М. Комерас, програми відображають переважно мультидисциплінарний підхід. Зазначимо, що для закладів загальної середньої освіти з природничо-математичним профілем відсутні програми STEM-курсів, рекомендовані Міністерством освіти і науки України.

Тож реалізувати повноцінні трансдисциплінарні курси в закладах загальної середньої освіти України можна факультативно або в гуртках, проте такий підхід має обмеження в кількості годин курсу, що, найімовірніше, також не дасть учням необхідного досвіду навчання, який належно впливав би на мотивацію до STEM-кар'єри.

**Висновки.** Аналіз наукової літератури засвідчив, що поняття STEM в освіті нині не можна вважати усталеним, а його різні термінологічні інтерпретації охоплюють чотири інтегративні підходи: дисциплінарний, мультидисциплінарний, міждисциплінарний, трансдисциплінарний.

Узагальнення визначень, запропонованих різними експертами, дає змогу в межах нашого дослідження розуміти STEM-освіту як спільну діяльність, взаємодію і співпрацю викладачів, учнів та стейкхолдерів, спрямовану на подолання фрагментарності знань шляхом усунення меж між ними, інтеграції змістовних компонентів, що передбачає формування ключових компетентностей, необхідних для подальшого працевлаштування та життєдіяльності в умовах становлення й розвитку нових галузей знань на стику дисциплінарних сфер.

Для того щоб виявити, який з інтегративних підходів є найбільш оптимальним з точки зору результатів навчання, необхідне проведення додаткових досліджень. З огляду на світові тенденції конвергентного розвитку науки й технологій маємо всі підстави вважати перспективним саме трансдисциплінарний підхід. STEM-курс, побудований на його основі, — це не адитивне зіставлення декількох дисциплін, а їх синтез — взаємопроникнення з результатом нової якості. Слід зазначити, що STEM не є завершеною освітньою концепцією, адже здійснюються спроби модифікувати синтез природничих наук, технологій, інженерії, математики

шляхом додавання мистецтва (STEAM, від англ. Art), музики (STEMM, від англ. Music), робототехніки (STREM, від англ. Robotics), навичок мислення, втілених у читанні та письмі (STREAM, від англ. Reading and wRiting), або їх комбінацій. Найбільше поширення отримав варіант STEAM, де під «мистецтвом» слід розуміти навчання дизайну, основ моделювання та художньо-технічного проектування.

Нині ми перебуваємо на початковій стадії розвитку трансдисциплінарних освітніх програм, тому маємо доволі поверхове розуміння про те, як організувати таке навчання масово в закладах загальної середньої освіти. Це потребує, по-перше, глибокої систематизації структурно-логічних зв'язків між різними дисциплінами (темами), визначення компонентів, що підлягають злиттю. По-друге, комплексу рішень і системної взаємодії суб'єктів освітнього процесу. По-третє, професійної готовності викладачів (учителів), які спеціалізуються на викладанні однієї-двох дисциплін, взяти відповідальність за STEM-навчання, наставництво й підтримку учнівських трансдисциплінарних проєктів. По-четверте, необхідно створити умови для реального доступу учнів до сучасного обладнання і STEM-лабораторій.

#### Список використаних джерел

1. Форсайт та побудова стратегії соціально-економічного розвитку України на середньостроковому (до 2020 року) і довгостроковому (до 2030 року) часових горизонтах / наук. керівник проєкту акад. НАН України М. З. Згуровський; НТУУ «КПІ імені Ігоря Сікорського». Київ : Політехніка, 2016. 184 с.
2. Dugger W. E. Evolution of STEM in the United States. *Technology Education Research : The 6th Biennial International Conference (Gold Coast, Queensland, 2010, March)*. Australia, 2010. P. 1–8.
3. Peters-Burton E. E. Inclusive STEM high school design: 10 critical components. *Theory Into Practice*. 2014. № 53 (1). P. 64–71.
4. Converging Technologies for Improving Human Performance: Nanotechnology, Biotechnology, Information Technology and Cognitive Science / M. C. Roco, W. S. Bainbridge (eds.). Dordrecht : Springer, 2003. 468 p.
5. Science, Technology, Engineering, and Math, including Computer Science. *U. S. Department of Education*. URL: [www.ed.gov/stem](http://www.ed.gov/stem).
6. PISA 2018 Results (Volume I). What Students Know and Can Do. Paris : PISA, OECD Publishing, 2019. 354 p.  
DOI: <https://doi.org/10.1787/694c168b-id>

7. Мартинюк О. О. STEM-технології як засіб формування інформаційно-цифрової компетентності вчителів та учнів : зб. наук. пр. Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. 2018. № 24. С. 18–22.
8. Патрикеева О., Василаско І., Лозова О., Горбенко С. Упровадження STEM-освіти у загальноосвітніх та позашкільних навчальних закладах: методичний аспект. *Рідна школа*. 2017. № 9–10. С. 90–95. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/rsh\\_2017\\_9–10\\_1818](http://nbuv.gov.ua/UJRN/rsh_2017_9–10_1818).
9. Куцупал С. STEM/STEAM/STREAM-освіта — новий тренд в українському освітянському дискурсі. *Education Landscapes*. 2018. № 1. С. 11–14.
10. STEM Resources. *California Mathematics Council*. URL: <https://www.cmc-math.org/stem>.
11. Torlakson T. Innovate: a blueprint for science, technology, engineering, and mathematics in California Public Education. Sacramento : California Department of Education, 2014. 52 p. URL: <https://www.cde.ca.gov/pd/ca/sc/documents/innovate.pdf>.
12. Moore T. J. Advancing the state of the art of STEM integration. *Journal of STEM Education*. 2014. № 15 (1). P. 5–10.
13. Vasquez J., Comer M., Sneider C. STEM Lesson Essentials, Grades 3–8: Integrating Science, Technology, Engineering, and Mathematics. US : Heinemann, 2013. 192 p.
14. ARISE 2 (Advancing Research in Science and Engineering): Unleashing America's Research and Innovation Enterprise / V. Narayanamurti, K. R. Yamamoto and etc. Cambridge, Massachusetts : American Academy of Arts & Sciences, 2013. 72 p. URL: <https://www.amacad.org/sites/default/files/academy/multimedia/pdfs/publications/-researchpapersmonographs/arise2.pdf>.
15. Transdisciplinarity. Stimulating synergies, integrating knowledge. Royaumont Abbey, Val-d'Oise, France : Division of Philosophy and Ethics UNESCO, 1998. 80 p. URL: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000114694>.
16. Lawrence R. J. Housing and health: From interdisciplinary principles to transdisciplinary research and practice. *Futures*. 2004. No 36 (4). P. 487–502. <https://doi.org/10.1016/j.futures.2003.10.001>
17. Lawrence R. Beyond disciplinary confinement to imaginative transdisciplinarity. *Tackling wicked problems through transdisciplinary imagination / edited by J. Harris, V. A. Brown, J. Russell*. London : Routledge, 2010. P. 16–30.
18. Lawrence R. Deciphering Interdisciplinary and Transdisciplinary Contributions. *Transdisciplinary Journal of Engineering & Science*. 2010. № 1 (1). P. 125–130.
19. Piaget J. L'Épistémologie des Relations Interdisciplinaires. *Internationales Jahrbuch für interdisziplinäre Forschung*. 1974. Vol. 1. P. 154–171. URL: [http://www.fondationjeanpiaget.ch/fjp/site/textes/VE/jp72\\_epist\\_relat\\_interdis.pdf](http://www.fondationjeanpiaget.ch/fjp/site/textes/VE/jp72_epist_relat_interdis.pdf).
20. Nicolescu B. The Relationship between Complex Thinking and Transdisciplinarity. *Symposium on Complex Systems Modeling and Complexity Thinking*. Paris : Centre Edgar Morin, 2009. URL: [https://ciret-transdisciplinarity.org/ARTICLES/Nicolescu\\_fichiers/MSH15062009.pdf](https://ciret-transdisciplinarity.org/ARTICLES/Nicolescu_fichiers/MSH15062009.pdf).

#### References

1. *Foresight and development of the strategy of social and economic development of Ukraine in the middle-term (until 2020) and long-term (until 2030) time horizons* (2016). In M. Z. Zghurovskiy (Ed.). Kyiv : National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute" [in Ukrainian].
2. Dugger, W. E. (2010, March). Evolution of STEM in the U. S. *6th Biennial International Conference on Technology Education Research*, 1–8. DOI: 10.1.1.476.5804 [in English].
3. Peters-Burton, E. E., Lynch, S. J., Behrend, T. S., & Means, B. B. (2014). Inclusive STEM High School Design: 10 Critical Components. *Theory Into Practice*, 53 (1), 64–71. DOI: 10.1080/0040 5841.2014.862125 [in English].
4. Roco, M. C., & Bainbridge, W. S. (2003). *Converging Technologies for Improving Human Performance: Nanotechnology, Biotechnology, Information Technology and Cognitive Science*. Springer. DOI: 10.1007/978–94–017–0359–8 [in English].
5. *Science, Technology, Engineering, and Math, including Computer Science | U. S. Department of Education*. (n. d.). U. S. Department of Education. Retrieved from : <https://www.ed.gov/stem> [in English].
6. OECD. (2020). *PISA 2018 Results (Volume I) What Students Know and Can Do* (Vol. 1). OECD. DOI: 10.1787/5f07c754-en [in English].
7. Martyniuk, O. O. STEM-technologies as a form of formation of informational and digital competency of teachers and students : Zb. nauk. pr. Kamianets-Podilskoho natsionalnoho universytetu imeni Ivana Ohienka, 24, 18–22. DOI: 10.32626/2307–4507.2018–24.18–22 [in Ukrainian].
8. Patrykieva, O., Vasylashko, I., Lozova, O., Horbenko, S. STEM-education implementation in general and out-of-school educational institutions: a methodical aspect. *Ridna shkola*, 9–10, 90–95. Retrieved from : [http://nbuv.gov.ua/UJRN/rsh\\_2017\\_9–10\\_1818](http://nbuv.gov.ua/UJRN/rsh_2017_9–10_1818) [in Ukrainian].

9. Kutsepal, S. (2018). STEM/STEAM/STREAM-education is a new trend in the Ukrainian educational discourse. *Education Landscapes*, 1, 11–14. DOI: 10.29202/el/2018/1/2. [in Ukrainian].
10. *STEM resources*. California Mathematics Council. Retrieved from : <https://www.cmc-math.org/stem> [in English].
11. Torlakson, T. (2014). *Innovate: a blueprint for science, technology, engineering, and mathematics in California Public Education*. California Department of Education. Retrieved from : <https://www.cde.ca.gov/pd/ca/sc/documents/innovate.pdf> [in English].
12. Moore, T. J. (2014). Advancing the state of the art of STEM integration. *Journal of STEM Education*, 15 (1), 5–10. Retrieved from : <https://www.scribbr.com/apacitation-generator/new/article-journal> [in English].
13. Vasquez, J. A., Comer, M., & Sneider, C. (2013). *STEM Lesson Essentials, Grades 3–8: Integrating Science, Technology, Engineering, and Mathematics* (1st ed.). Heinemann [in English].
14. American Academy of Arts & Sciences. (2013). *ARISE 2 (Advancing Research in Science and Engineering): Unleashing America's Research and Innovation Enterprise*. Retrieved from : <https://www.amacad.org/sites/default/files/academy/multimedia/pdfs/publications/researchpapersmonographs/arise2.pdf> [in English].
15. UNESCO. (1998). *Transdisciplinarity. Stimulating synergies, integrating knowledge*. Division of Philosophy and Ethics UNESCO. Retrieved from : <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000114694> [in English].
16. Lawrence, R. J. (2004). Housing and health: from interdisciplinary principles to transdisciplinary research and practice. *Futures*, 36 (4), 487–502. DOI: 10.1016/j.futures.2003.10.001 [in English].
17. Lawrence, R. J. (2010). Beyond disciplinary confinement to imaginative transdisciplinarity. In J. Harris, V. A. Brown, & J. Russell (Eds.), *Tackling wicked problems through transdisciplinary imagination* (pp. 16–30). Routledge. DOI: 10.4324/9781849776530 [in English].
18. Lawrence, R. J. (2010). Deciphering Interdisciplinary and Transdisciplinary Contributions. *Transdisciplinary Journal of Engineering & Science*, 1 (1), 125–130. DOI: 10.22545/2010/0003 [in English].
19. Piaget, J. (1974). L'Épistémologie des Relations Interdisciplinaires. *Internationales Jahrbuch Für Interdisziplinäre Forschung*, 1, 154–171. Retrieved from : [http://www.fondationjeanpiaget.ch/fjp/site/textes/VE/jp72\\_epist\\_rel\\_at\\_interdis.pdf](http://www.fondationjeanpiaget.ch/fjp/site/textes/VE/jp72_epist_rel_at_interdis.pdf) [in French].
20. Nicolescu, B. (2009). *The Relationship between Complex Thinking and Transdisciplinarity*. Symposium on Complex Systems Modeling and Complexity Thinking, Paris, France. Retrieved from : [https://ciret-transdisciplinarity.org/ARTICLES/Nicolescu\\_fichiers/MSH15062009.pdf](https://ciret-transdisciplinarity.org/ARTICLES/Nicolescu_fichiers/MSH15062009.pdf) [in English].

O. S. Voronkin

#### THEORETICAL BASIS OF INTEGRATIVE APPROACHES STUDYING OF STEM EDUCATION PROGRAMS IMPLEMENTATION IN SECONDARY EDUCATIONAL INSTITUTIONS OF UKRAINE

**Abstract.** The article examines integrative approaches of educational STEM programs implementation in secondary educational institutions. The concept of “STEM education” is not stable. The views of experts on its content are revealed through such generalized components as pedagogical technology (pedagogical process), focus on practical tasks and problem-based learning. At the same time, integrative approaches find application in the disciplines, the sequence of courses, and in a separate course. Generalization of the definitions of the concept “STEM education”, proposed by various experts, made it possible to understand it as a joint activity, interaction and cooperation of teachers, students and stakeholders, aimed at overcoming the fragmentation of knowledge by eliminating boundaries between them, integrating content components. It provides the formation of key competencies necessary for further employment and life activity in the conditions of the formation and development of new branches of knowledge. The article describes the general features of the learning organization in accordance with disciplinary, multidisciplinary, interdisciplinary and transdisciplinary approaches. In the context of transdisciplinarity, the prospects for the development of educational programs in secondary educational institutions of Ukraine is considered. It is possible to single out a number of problems accompanying the process of STEM courses developing and implementing. There are the problem of systematizing the structural and logical links between disciplines to be merged, the problem of professional readiness of teachers specializing in teaching one or two disciplines to take responsibility for mentoring and supporting student's transdisciplinary projects and modernization of educational laboratories and making of modern STEM centres at secondary educational institution.

**Keywords:** secondary educational institutions of Ukraine, STEM education, transdisciplinary approach.

А. С. Воронкин

### ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ИНТЕГРАТИВНЫХ ПОДХОДОВ В РЕАЛИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ STEM-ПРОГРАММ В СРЕДНИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЯХ УКРАИНЫ

**Аннотация.** В статье исследуются интегративные подходы касательно реализации образовательных STEM-программ в средних учебных заведениях. Продемонстрировано, что понятие «STEM-образование» не является устоявшимся. Взгляды экспертов на его содержание раскрываются через такие обобщенные составляющие, как педагогическая технология (педагогический процесс), ориентированность на практические задания и проблемное обучение. При этом интегративные подходы находят применение как в отдельных дисциплинах, последовательности курсов, так и отдельно на курсе. Обобщение определенных понятий «STEM-образование», предлагаемых различными экспертами, позволило в рамках данного исследования понимать его как совместную деятельность, взаимодействие и сотрудничество преподавателей, учащихся и стейкхолдеров, направленные на преодоление фрагментарности знаний путем устранения границ между ними, интеграции содержательных компонентов, что предусматривает формирование ключевых компетентностей, необходимых для дальнейшего трудоустройства и жизнедеятельности в условиях становления и развития новых отраслей знаний, зарождающихся на стыке дисциплинарных сфер. В статье характеризуются общие черты организации обучения в соответствии с дисциплинарным, мультидисциплинарным, междисциплинарным и трансдисциплинарным подходами. В контексте трансдисциплинарности рассматриваются перспективы развития образовательных программ в средних учебных заведениях Украины. Это позволило выделить ряд проблем, сопровождающих процесс разработки и внедрения STEM-курсов, среди которых: проблема систематизации структурно-логических связей между дисциплинами, подлежащих слиянию; проблема профессиональной готовности педагогов, специализирующихся на преподавании одной-двух дисциплин, взять ответственность за наставничество и поддержку учебных трансдисциплинарных проектов; финансовая проблема модернизации образовательных лабораторий и создания современных STEM-центров при каждом среднем учебном заведении.

**Ключевые слова:** средние учебные заведения Украины, STEM-образование, трансдисциплинарный подход.

#### ІНФОРМАЦІЯ ПРО АВТОРА

**Воронкін Олексій Сергійович** — канд. пед. наук, викладач-методист, викладач циклової комісії загальноосвітніх та соціально-гуманітарних дисциплін Обласного комунального закладу «Северодонецький коледж культури і мистецтв імені Сергія Прокоф'єва», член Американського фізичного товариства, м. Северодонецьк, Україна, alex.voronkin@gmail.com; ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0003-4088-7147>

#### INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

**Voronkin O. S.** — PhD in Pedagogy, Guidance teacher, teacher of the cyclic commission for the general educational, social and human sciences of Regional communal institution “Serhii Prokofiev Sievierodonetsk College of culture and arts”, member of the American Physical Society, Sievierodonetsk, Ukraine, alex.voronkin@gmail.com; ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0003-4088-7147>

#### ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

**Воронкин А. С.** — канд. пед. наук, преподаватель-методист, преподаватель цикловой комиссии общеобразовательных и социально-гуманитарных дисциплин Областного коммунального учреждения «Северодонецкий колледж культуры и искусств имени Сергея Прокофьева», член Американского физического общества, г. Северодонецк, Украина, alex.voronkin@gmail.com;

ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0003-4088-7147>

Стаття надійшла до редакції / Received 23.04.2020

D. B. Svyrydenko,  
Yu. M. Aleksandrova

## SCIENCE EDUCATION: SEARCHING OF THE EFFECTIVE PUBLICATION PRACTICES

**Abstract.** *The article attempts to propose the agenda of problems related to the requirements of the Ukrainian legislation in the research field regarding publications in journals indexed by the Scopus and Web of Science scientific databases to foreign readers of the journal. The provisions of the article have been pre-tested within the framework of the 12<sup>th</sup> international scientific conference on “Gifted children — intellectual potential of the state” (2019) and have been expanded to take into account the trends of 2020. As a result of the analysis, a number of approaches that could update the publishing strategies of Ukrainian researchers in the field of scientific education were identified. In particular, without claiming the completeness of the recommendations, a number of key recommendations have been formed that can guide potential authors. These include the following principles: authors need to develop a level of English in order to qualitatively develop a source base, to learn to work with English texts from the perspective of the future reader and from the position of the author; writing articles in international journals that are part of scientometric databases requires a distance from the tradition of writing articles in academic journals of Ukraine; for domestic researchers of science education, there is ample opportunity for publications both in specialized journals as well as in journals with related topics (development of giftedness; information technologies in education, etc.); researchers should develop international contacts with experienced authors in the field of science education and initiate joint research and publications as a result; mastering search tools of scientometric databases is a necessary requirement for preparatory steps that precede the preparation of the text; researchers should get used to long and painstaking work with reviewers, which precedes the acceptance of the article to print; authors should avoid predatory models when presenting research results through developed awareness of international standards of publication ethics and academic integrity.*

**Keywords:** *science education, scientometrics, Scopus, Web of Science, research methodology, publication ethics.*

There have been undergoing modernization steps during the last few years in Ukrainian education and science aimed at introducing world experience in publishing the results of their scientific research. In particular, for the European Higher Education Area (EHEA — European Higher Education Area) and the European Research Area (ERA — European Research Area), it is a well-established practice to publish research results in journals indexed by the world’s leading scientometric bases such as Scopus and Web of Science are. The regu-

latory framework in various aspects of the state regulation of science has been changed, including:

- in the field of assignment of academic ranks to scientific and scientific-pedagogical staff (availability of such kind of publications for obtaining the title of associate professor, professor, etc.) [8];
- the legislation in the field of awarding of academic degrees is updated (the requirement for the availability of publications from applicants for the degree of Doctor of Philosophy and Doctor of Sciences) and the principles of activity of specialized scientific councils (availability of



publications from members of one-time and permanent specialized scientific councils) [9];

- new employee contracts have high publication requirements;
- updated certification procedure for research institutions places high demands on employees to have publications in journals, indexed by Scopus and Web of Science databases [7].

These steps have created many complications for the vast majority of scholars and educators who have no experience of publishing in high-ranked international journals. This fact has initiated a large-scale discussion in the academic environment. The discussion main ideas contain the criticism of these approaches in national education and research legacy. Against the background of this criticism, several myths about publications in high-ranked journals are actively spreading, such as the following mythologemes: “we cannot be published for free”, “educational journals are weakly presented in scientometric databases”, etc. In each research area, this trend has received corresponding specific projections, including in the field of science education research. There has been an extensive academic debate for several years about the impact of this trend on science education research.

Provisions of the current article are part of the mentioned discussion. Some of them have been preliminary presented within the framework of the 12<sup>th</sup> International Scientific-Practical Conference “Gifted Children — Intellectual Potential of the State” (2019) and published in the Ukrainian-language version in the conference materials [10]. This article is an attempt to broaden the previously presented ideas in the light of 2020 trends. These trends take into account both the dynamic changes in the Ukrainian regulatory framework in the field of science as well as the statements of several interesting analytical articles on the impact of scientometric instruments on the quality of research [1; 3; 4].

It is clear, that the innovations proposed for Ukraine on the current legal basis have already received the status of inevitable reality and are unlikely to be substantially weakened. So, we have to come to terms with the new rules of the publication “race” and join it from the position of an active and successful “player”. It is a positive fact in the current situation, that in the current global competitive environment in the field of research, success in publishing activities following international

standards will provide greater opportunities for Ukrainian authors to receive a wide range of grants, participate in international programs and so on.

However, Ukraine has only recently joined the world of public competition, and some countries have already reached another level of academic debate. For example, the academic environment of China in the early 2020s began the transition from evaluating the activities of individual scientists and institutions only based on the information of international scientometric databases: now experts are subjectively evaluating the results of several years’ activity and determining the level of influence of a scientist’s contribution to the world research environment [5; 6].

In a somewhat complicated, but internationally recognized way, Ukraine will take evolutionary steps in improving the quality and modernization of its research as well as developing of the level international cooperation. With regard to science education, which is one of the key trends in the development of educational systems today, these steps enable authors to focus on an extremely dynamic research field, to come up with innovative ideas that we believe are able to compete with the ideas of foreign authors.

In our article, we are aware of the inability to fully address the problems facing Ukrainian authors, however, we will try to outline the key ones, and offer practically-focused solutions to overcome them. Based on this logic, we have identified a number of key problematic narratives, that constrain the active publication activity of Ukrainian authors in journals included in the scientometric databases Scopus and Web of Science. These include the following: *language issue; the lack of journals for education (science education) researchers in Scopus and Web of Science; problems with co-authorship; source base of the study; research methodology; features of peer-review procedure*. Let’s look at each of them separately, trying to outline ways to overcome them.

When analyzing the linguistic aspects of publishing in reputable international journals, it should be borne in mind that the articles should be submitted in good academic English, given that the foreign editorial board will refuse to review articles with a low level of English. For example, translating an article or its professional post-author reading should be confided to professionals in your research area. The terminology translation is a very

responsible step that cannot be performed by a non-specialist linguist. Particular attention should be paid to the translation of the abstract (correct affiliation writing, the tradition of writing degrees and academic titles, keywords, etc.) — it is from the acquaintance with them that the editorial board will make a first impression about your article. In case of a positive editorial decision, this data will be uploaded into the scientometric base and will be the subject for a search of potential article readers. The highest language requirements are set by English-speaking countries, so when you are unsure of the perfection of English-language text, avoid the high requirements of native speakers and look for alternative journals in other countries when possible.

The *problem of the lack of journals for education (science education) researchers in Scopus and Web of Science* is rather a mythologeme, widespread by critics of scientometric approaches in Ukrainian realities, than a real problem. It should be borne in mind, that scientometric databases contain a sufficient number of journals in any field of knowledge, but it is of great importance to be able to search the systems, navigate the structure of knowledge in the bases — to possess the tools of scientometrics and ICT in general. For example, query ‘pedagogics’, ‘pedagogy’ would be less effective than ‘education’. In addition, educational journals may not contain the words ‘education’ and be called “Journal of Psychotherapy for College Students”, “American Biology Teacher”, which actualizes the need to use search tools not so much mechanically as creatively. As of today, the Scopus database indexes 649 journals, that contain the word ‘education’ in the journal title. Web of Science has 1,233 journals, that contain the word ‘education’ in the title, however, both lists partially overlap. Outside these numbers, there are many educational journals that do not contain the word ‘education’. However, the vast majority of journals are highly specialized having ones’ own niche (“Studies in Science Education”, “Journal of Environmental Education”, etc.).

It should also be understood, that it will be difficult to ‘surprise’ the editorial board with a general description of the problems, since articles aimed at solving the narrow practical problem of modern education are appreciated. For Ukrainian researchers in the field of science education, the following reputable publications may be of interest: “International Journal of Science Education”, “Journal of Science Teacher

Education”, “Science Education”, “Studies in Science Education”, etc. The following journals may be useful for Ukrainian researchers of giftedness issues: “Gifted Child Quarterly”, “Journal For Gifted Education”, “Talent Development and Excellence”, etc. As an example, researchers of information and computer support for science education have the opportunity to present their work in such journals as “Information Technologies and Learning Tools”, “International Journal of Education and Information Technologies” and more others.

A number of issues related to *co-authorship in publications* are noteworthy. Given the value of the article for Ukrainian authors, it is logical to desire to publish paper with the maximum number of contributors when submitting a manuscript. At the same time, for social and humanitarian articles, the number of co-authors usually does not exceed three persons and should appear justified: as an example, part of the authors was engaged in an experimental part or a social survey, the other ones made a theoretical generalization. At the same time, journals unofficially appreciate the presence of authors with high citation rates in scientometric databases, so the same research, but with different co-authors, may (unofficially) be of different interest for editing: it is advisable to search for co-authorship of colleagues with experience and scientometric indicators, which give some chance of successful completion of the review process. Also, editorial boards highly value the international teams of authors, which formally testifies to the international relevance of the problem under study and its analysis from the point of view of different scientific schools.

The *source base of the study* should preferably consist of modern sources included in a specific scientometric database with high citation rates: search tools in databases have the ability to organize the sources search by number of citations, dates, etc. There is a convenient option “hot publications” on a given topic. The list of sources should include articles from the journal where the article is submitted — this is a demonstration of interest in publishing it. It is necessary to abandon as much as possible or completely from Ukrainian-language sources with further transliteration of names such as “Formuvannya kompetentnostey...”, which do not allow the English-speaking reviewer to evaluate its content. International terms should be used and ones should be well-known in the international workplace. It is

appropriate to analyze a number of similar articles already included in the database to determine the list of the relevant sources for your research.

When choosing a *research methodology*, it should be borne in mind that there are large differences in traditions of academic writing between Ukrainian and foreign journals. There may be a “gap” between the research methodologies — Ukrainian and Western ones. When submitting an article, you should be sure that your methodology is clear for understanding and internationally recognized. The simplicity of presentation and reasoning, avoiding the author’s emotional evaluations and more are appreciated. Theoretical provisions and novelty of social and humanitarian articles usually require empirical evidence (social surveys, in-depth interviews, pedagogical experiments, etc.), so the vast majority of journals await a ‘research-based article’, that summarizes the results of extensive research.

It is also a disadvantage of manuscripts to exaggerate the role of Ukrainian educational problems in a global context, and to overestimate the Ukrainian authorities of science who are unknown to Australian reviewers, for example. It is also worthwhile to familiarize yourself with the current fronts of research (the tool of scientometric databases) in your research field, and to consider them in order not to submit a manuscript, that surged in popularity several years ago.

The *peer-review process* in journals indexed by scientometric databases is a lengthy process (2–12–18 or more months) being a time-consuming, hard work. Sometimes the reviewing process takes 50% of the effort and time to write an article. High-ranked journals are practiced as the most objective model double-blind peer-review. The official payment for the publication (if any) is made only after a long period of agreement with the reviewers of the text: the responsible journals have high competition and queue, they cannot, for example, “publish at the nearest issue in a month”. Predatory, risky journals ask the money forward. It is also important to keep in mind, that articles are reviewed for plagiarism when reviewing, so the author should be responsible for submitting the material and making sure, that the text or part of it has never been previously published. Committee on Publication Ethics is an organization, that promotes high standards of publication activity. It is an authority for editorial boards discovering the issues, related

to the day-to-day work of editorial boards when reviewing submissions: the recommendations of this Committee may serve as a guide to ethical issues related to publishing activities [2].

So, we have reason to move to formulate a series of conclusions that can serve as a guide for authors who plan to submit manuscripts to the journals indexed by Scopus and Web of Science. We underline again, that the full range of recommendations cannot be formulated in the scope of one article. We offer the key ones only. So, the authors should:

- develop the level of English, in order to qualitatively develop the source base, preparing the article. They have to learn to work with English texts, firstly, from the position of the reader, and secondly, from the position of the future author;
- understand, that writing articles in international journals that are part of scientometric databases, requires a change of tradition of articles they use for Ukrainian journals. Trying to write an article for a specific journal (that is a niche for specific research), authors should read several of one’s issues, continue existing in journal discussion using internationally recognized methodology and well-recognized list of sources, etc.;
- understand the structure of the knowledge fields and rules of systematization of journals: for researchers in the field of science education, there are many opportunities to publish the results in niche journals in science education, as well as in journals with a relevant issue (giftedness; information and computer technologies, etc.);
- develop international contacts, including contacts with experienced authors in your area for research and publication cooperation;
- Scopus and Web of Science are complex, however, effective tools that are useful for manuscript preparation: it is not possible, as an example, to “write for Scopus” without mastering its tools, without reading of the most cited articles in your field of research, etc.;
- get used to the long and painstaking work with reviewers, which precedes the final acceptance of the article for publishing. The mechanism of payment on the early stages of publication review is risky and does not meet the fundamental principles of international publication ethics, in particular the ethics of editorial responsibility for the text printed in the journal as well as the Committee on Publication Ethics instructions.

References

- Andersen, J., & Stine Lomborg (2020). Self-tracking and metric codification in digital infrastructures for scholarly communication. *The Information Society*, 36:1, 43–52. DOI: 10.1080/01972243.2019.1685039
- Committee on Publication Ethics. Retrieved from : <https://publicationethics.org/>
- Gralka, S., Wohlrabe, K., & Bornmann, L. (2019). How to measure research efficiency in higher education? Research grants vs. publication output. *Journal of Higher Education Policy and Management*, 41:3, 322–341. DOI: 10.1080/1360080X.2019.1588492
- Schweitzer, S., & Brendel, J. (2020). A burden of knowledge creation in academic research: evidence from publication data. *Industry and Innovation*. DOI: 10.1080/13662716.2020.1716693
- Some Measures to Eliminate the Bad Orientation of “Papers Only” in Science and Technology Evaluation (Trial). Retrieved from : [http://www.most.gov.cn/mostinfo/xinxifenlei/fgzc/gfxwj/gfxwj2020/202002/t20200223\\_151781.htm](http://www.most.gov.cn/mostinfo/xinxifenlei/fgzc/gfxwj/gfxwj2020/202002/t20200223_151781.htm)
- Some Suggestions on Standardizing the Use of SCI Paper Indexes in Higher Educational Institutes and Establishing Correct Evaluation Orientation. Retrieved from : [http://www.moe.gov.cn/srcsite/A16/moe\\_784/202002/t20200223\\_423334.html](http://www.moe.gov.cn/srcsite/A16/moe_784/202002/t20200223_423334.html)
- Some questions on the state attestation of research institutions (order of MES of Ukraine No.1008 from September, 17 2018). Retrieved from : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1504-18> [in Ukrainian].
- The procedure of assignment of scientific titles to scientific and scientific-pedagogical workers (order of MES of Ukraine No.13 from January, 14 2016). Retrieved from : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0183-16> [in Ukrainian].
- Draft Order of awarding the scientific degrees of Doctor of Sciences and Doctor of Philosophy by specialized academic councils of higher education institutions (scientific institutions). Retrieved from : [https://naqa.gov.ua/wp-content/uploads/2020/02/проект\\_Порядок-присудження-наукових-ступенів.pdf](https://naqa.gov.ua/wp-content/uploads/2020/02/проект_Порядок-присудження-наукових-ступенів.pdf) [in Ukrainian].
- Svyrydenko, D. B. (2019). Research in Science Education : The Challenges of Scientometrics. Proceedings from 12th International Scientific and Practical Conference “Gifted children – the intellectual potential of the state”. (pp. 304–307). Kyiv : Institute of Gifted Child of NAES of Ukraine [in Ukrainian].
- communication. The Information Society. 2020. Vol. 36. Issue 1. P. 43–52. DOI: <https://doi.org/10.1080/01972243.2019.1685039>
- Committee on Publication Ethics. URL: <https://publicationethics.org/> (дата звернення: 29.03.2020)
- Gralka S., Wohlrabe K., Bornmann L. How to measure research efficiency in higher education? Research grants vs. publication output. *Journal of Higher Education Policy and Management*. 2019. Vol. 41. Issue 3. P. 322–341. DOI: <https://doi.org/10.1080/1360080X.2019.1588492>
- Schweitzer S., Brendel J. A burden of knowledge creation in academic research: evidence from publication data. *Industry and Innovation*. 2020. DOI: <https://doi.org/10.1080/13662716.2020.1716693>
- Some Measures to Eliminate the Bad Orientation of “Papers Only” in Science and Technology Evaluation (Trial). URL: [http://www.most.gov.cn/mostinfo/xinxifenlei/fgzc/gfxwj/gfxwj2020/202002/t20200223\\_151781.htm](http://www.most.gov.cn/mostinfo/xinxifenlei/fgzc/gfxwj/gfxwj2020/202002/t20200223_151781.htm) (дата звернення: 29.03.2020)
- Some Suggestions on Standardizing the Use of SCI Paper Indexes in Higher Educational Institutes and Establishing Correct Evaluation Orientation URL: [http://www.moe.gov.cn/srcsite/A16/moe\\_784/202002/t20200223\\_423334.html](http://www.moe.gov.cn/srcsite/A16/moe_784/202002/t20200223_423334.html) (дата звернення: 29.03.2020)
- Деякі питання державної атестації наукових установ : наказ Міністерства освіти і науки України від 17.09.2018 р. № 1008. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1504-18> (дата звернення: 29.03.2020)
- Порядок присвоєння вчених звань науковим і науково-педагогічним працівникам : наказ Міністерства освіти і науки України від 14.01.2016 р. № 13. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0183-16> (дата звернення: 29.03.2020)
- Проект Порядку присудження наукових ступенів доктора наук і доктора філософії спеціалізованими вченими радами закладів вищої освіти (наукових установ). URL: [https://naqa.gov.ua/wp-content/uploads/2020/02/проект\\_Порядок-присудження-наукових-ступенів.pdf](https://naqa.gov.ua/wp-content/uploads/2020/02/проект_Порядок-присудження-наукових-ступенів.pdf) (дата звернення: 29.03.2020)
- Свириденко Д. Б. Дослідження у науковій освіті: виклики наукометрії. *Обдаровані діти — інтелектуальний потенціал держави : матеріали XII Міжнар. наук.-практ. конф. (м. Чорноморськ, Одеська область, 1–8 липня 2019 р.)*. Київ : Інститут обдарованої дитини НАПН України, 2019. С. 304–307.

Список використаних джерел

- Andersen J., Lomborg S. Self-tracking and metric codification in digital infrastructures for scholarly

Д. Б. Свириденко,  
Ю. М. Александрова

#### НАУКОВА ОСВІТА: ПОШУК ЕФЕКТИВНИХ ПУБЛІКАЦІЙНИХ ПРАКТИК

**Анотація.** У статті здійснено авторську спробу запропонувати закордонним читачам журналу порядок денний проблем, пов'язаних із вимогами українського законодавства в галузі науки щодо публікацій у журналах, які індексуються наукометричними базами Scopus і Web of Science. Положення статті пройшли попередню апробацію в межах XII Міжнародної науково-практичної конференції «Обдаровані діти — інтелектуальний потенціал держави» (2019) і були розширені з урахуванням тенденцій 2020 р. У результаті аналізу вдалося виокремити низку підходів, які можуть оновити публікаційні стратегії українських дослідників у галузі наукової освіти. Зокрема, без претензій на повноту було сформовано низку ключових рекомендацій, які можуть виступити дороговказом потенційним авторам. До них віднесено такі принципи: автори мають розвивати рівень англійської, аби якісно опрацювати джерельну базу, навчитися працювати з англомовними текстами з позицій майбутнього читача і з позицій автора; написання статей до міжнародних журналів, що входять до наукометричних баз, потребує відходу від традиції написання статей до фахових журналів України; для вітчизняних дослідників наукової освіти існують широкі можливості для публікацій як у спеціалізованих виданнях, так і в журналах із суміжною тематикою (розвиток обдарованості; інформаційні технології в освіті тощо); дослідникам варто розвивати міжнародні контакти з досвідченими авторами в галузі наукової освіти й ініціювати спільні дослідження та публікації у їх результаті; опанування пошуковими інструментами наукометричних баз є необхідною вимогою для проведення підготовчих кроків, що передують підготовці тексту; дослідники мають звикати до довгої та кропіткої роботи з рецензентами, яка передує прийняттю статті до друку; автори мають уникати хижацьких моделей при поданні результатів досліджень через підвищення обізнаності в міжнародних стандартах публікаційної етики й академічної доброчесності.

**Ключові слова:** наукова освіта, наукометрія, Scopus, Web of Science, методологія наукових досліджень, публікаційна етика.

Д. Б. Свириденко,  
Ю. Н. Александрова

#### НАУЧНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ: ПОИСК ЭФФЕКТИВНЫХ ПУБЛИКАЦИОННЫХ ПРАКТИК

**Анотація.** В статье осуществлена авторская попытка предложить зарубежным читателям журнала повестку дня проблем, связанных с требованиями украинского законодательства в научной сфере касательно публикаций в журналах, индексируемых наукометрическими базами Scopus и Web of Science. Положения статьи прошли предварительную апробацию на XII Международной научно-практической конференции «Одаренные дети — интеллектуальный потенциал государства» (2019) и были расширены с учетом тенденций 2020 г. В результате анализа удалось выделить ряд подходов, которые могут обновить публикационные стратегии украинских исследователей в области научного образования. В частности, без претензий на полноту, был сформирован ряд ключевых рекомендаций, которые могут выступить путеводителем для потенциальных авторов. К ним отнесены следующие принципы: авторы должны развивать уровень английского, чтобы качественно обрабатывать базу источников, научиться работать с англоязычными текстами с позиций будущего читателя и с позиций автора; написание статей в международные журналы, входящие в наукометрические базы, требует отхода от традиции написания статей в научные журналы Украины; для отечественных исследователей научного образования существуют широкие возможности для публикаций как в специализированных изданиях, так и в журналах смежной тематики (развитие одаренности, информационные технологии в образовании и т. д.); исследователям следует развивать международные контакты с опытными авторами в области научного образования и инициировать совместные исследования и публикации в их результате; овладение поисковыми инструментами наукометрических баз является необходимым требованием для проведения подготовительных шагов, предшествующих подготовке текста; исследователи должны привыкать к долгой и кропотливой работе с рецензентами, которая предшествует принятию статьи в печать; авторы должны избегать хищнических моделей при обнародовании результатов исследований путем повышения осведомленности с международными стандартами публикационной этики и академической добропорядочности.

**Ключевые слова:** научное образование, наукометрия, Scopus, Web of Science, методология научных исследований, публикационная этика.

**INFORMATION ABOUT THE AUTHORS**

**Svyrydenko D. B.** — D. Sc. in Philosophy, Associate Professor, Leading Research Scientist, NC “Junior academy of sciences of Ukraine”, Kyiv, Ukraine, denis\_sviridenko@ukr.net; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-6126-1747>

**Aleksandrova Yu. M.** — graduate student, National Pedagogical Dragomanov University, Kyiv, Ukraine, julia\_aleksandr@ukr.net; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-8135-3259>

**ІНФОРМАЦІЯ ПРО АВТОРІВ**

**Свириденко Денис Борисович** — д-р філос. наук, доцент, провідний науковий співробітник, НЦ «Мала академія наук України», м. Київ, Україна, denis\_sviridenko@ukr.net; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-6126-1747>

**Александрова Юлія Миколаївна** — аспірантка, Національний педагогічний університет імені М. П. Драгоманова, м. Київ, Україна, julia\_aleksandr@ukr.net; ORCID ID: 0000-0002-8135-3259

**ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ**

**Свириденко Д. Б.** — д-р филос. наук, доцент, ведущий научный сотрудник, НЦ «Малая академия наук Украины», г. Киев, Украина, denis\_sviridenko@ukr.net; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-6126-1747>

**Александрова Ю. Н.** — аспирант, Национальный педагогический университет имени М. П. Драгоманова, г. Киев, Украина, julia\_aleksandr@ukr.net; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-8135-3259>

Стаття надійшла до редакції / Received 31.03.2020

Архів випусків збірника 2012–2019 рр. [http://man.gov.ua/ua/resource\\_center/publishing/edition-355](http://man.gov.ua/ua/resource_center/publishing/edition-355)

Сайт збірника <http://snman.science/index.php/sn/about>

Адреса для листування:

вул. Дегтярівська, 38–44, м. Київ, 04119

Ел. адреса: [man.zapysky@gmail.com](mailto:man.zapysky@gmail.com), тел. (044) 489-55-99

Літературне редагування — **Ірина Братащук, Олена Дьордійчук**

Дизайн і верстка — **Лариса Северенчук**

Дизайн обкладинки — **Богдан Лісовський**

Підписано до друку 14.09.2020 р. Формат 60×84 1/8.

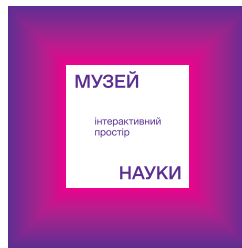
Ум. друк. арк. 13,02. Наклад 300 прим. Зам. № 0108.

Видавництво: Національний центр «Мала академія наук України»

Кловський узвіз, буд. 8, м. Київ, 01021

Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи до Державного реєстру видавців  
серія ДК № 6999 від 04.12.2019 р.

СПЛАНУЙ СВІЙ ВІЗИТ, КУПИВШИ  
КВИТОК НА САЙТІ  
[SCIENCEMUSEUM.COM.UA](http://SCIENCEMUSEUM.COM.UA).



# МУЗЕЙ НАУКИ ВІТАЄ ТЕБЕ!

Ми не довідник і не філія «Google», не даємо відповідей на запитання. В першому державному Музеї науки Малої академії наук України ти зможеш сам зрозуміти, збудувати, випробувати, відчути, поекспериментувати.

Тут є 7 тематичних експозицій: «Дивна матерія», «Оптика», «Акустика», «Людина», «Великі винаходи», «Астрономія», «Українські вчені». Усі вони складаються з інтерактивних експонатів із Канади, Польщі, США та України.

## ЕКСПОЗИЦІЯ «ДИВНА МАТЕРІЯ»

Виставка присвячена матеріалознавству, роботі з найкрихітнішими частинками речовини – молекулами й атомами. Їх дослідження дасть змогу зрозуміти, як удосконалити властивості матеріалів чи навіть створити абсолютно нові. Тут ти спробуєш розбити загартоване скло кулею для боулінгу, а також повернути до початкової форми деформований предмет. Подивися на зразок одного з найбільших у світі кристалів і дізнайся, як створити мікрочип із піску.

## ЕКСПОЗИЦІЯ «АКУСТИКА»

Простір, що розкаже тобі більше про звук – його фізичну природу, властивості, а також про можливості, які відкриває знання про світ звуків. Тут можна буквально побачити свій

голос, частоту звуку, почути його через акустичні дзеркала.

## ЕКСПОЗИЦІЯ «ОПТИКА»

Виставка «Оптика» знайомить з оптичними приладами й можливостями, які вони надають. Тут ти відкриєш для себе світ кольору та пізнаєш, із чого складається світло.

Експериментуючи, дізнайся, як працює змішування кольорів і як виникає веселка, що таке поляризація світла та багато іншого.

## ЕКСПОЗИЦІЯ «ВЕЛИКІ ВИНАХОДИ»

Азбука Морзе, міст Леонардо і гвинт Архімеда... Що спільного між цими експонатами? У цій частині музею відвідувач дізнається про надзвичайно важливі винаходи, без яких людство не змогло б створити сучасну цивілізацію.

## ЕКСПОЗИЦІЯ «ЛЮДИНА»

Простір, який розкаже тобі більше про принципи роботи людського організму.

Тут ти зможеш: подивитися крізь окуляри, що перевертають зір; виміряти швидкість реакції на світло і звук; пограти із зоровими ілюзіями; роздивитися анатомічну будову черевної порожнини людини; спробувати відчути час та багато іншого.

На тебе чекають дві неймовірні години досліджень, експериментів та яскравих вражень. У просторі Музею науки є інтерпретатори, які допоможуть проаналізувати й зрозуміти побачене явище. Сміливо запитуй у них про все на світі. **Вони допоможуть саме тобі знайти відповіді на тисячі запитань!**

**У МУЗЕЇ НАУКИ МОЖНА ЗАМОВИТИ  
ЗАНЯТТЯ, АДАПТОВАНІ ДО РІЗНОГО ВІКУ.**

Хочеш з наукової точки зору подивитися на всім відомі історії про Алісу в Задзеркаллі та Гаррі Поттера? Чи пройти квест **#наукавсюди** і з компасом та картою шукати відгадки серед експонатів?

## ОБИРАЙ ЗІ СПИСКУ ТЕМ:

- Аліса в Задзеркаллі (1–4 клас)
- Гаррі Поттер та Музей науки (3–6 клас)
- Від ложки до GPS (4–7 клас)
- Швидше, вище, сильніше!  
(для дорослих та родин)
- Квест #наукавсюди
- Заняття з англійської мови  
за методикою CLIL (8–14 років)

**Для бронювання візиту пишть  
на електронну пошту музею  
[info.museum@man.gov.ua](mailto:info.museum@man.gov.ua).**

ЩО ВПЛИВАЄ  
НА КОЛІР ОЧЕЙ?

ЯКІ ВІЗЕРУНКИ  
МАЛЮЄ ЗВУК?

СКІЛЬКИ УДАРІВ КУЛЕЮ  
ДЛЯ БОУЛІНГУ ВИТРИМАЄ  
ЗАГАРТОВАНЕ СКЛО?

ЧИ Є В ТІЛІ ЛЮДИНИ  
ПІННІ СТРУКТУРИ?

ЯК ЗБУДУВАТИ  
МІСТ БЕЗ ГВІЗДКІВ?

