

**проведенні попереднього дослідження.**

*В статье изложены основные элементы проведения научного исследования и особенности проведения предварительного исследования учащихся, которые выполняют научную работу. Предложено использовать комплексный подход для визуализации и систематизации знаний, полученных учащимися в процессе проведения научной работы.*

**Ключевые слова:** *онтология, онтологический журнал, научный метод, наука, геоинформационные системы, ГИС, комплексный подход, ученик, МАН.*

**Igor Chernetskii, Artyom Atamas, Evgen Shapovalov, Viktor Shapovalov, Evgen Pashenko. The use of information tools for structuring and visualization of scientific knowledge during the preliminary investigation.**

**Abstract:** *The article considers the basic elements of scientific research and the features of previous research of pupils performing scientific work. An integrated approach used to visualize and systematize the knowledge acquired by pupils during the process of scientific work.*

**Keywords:** *Ontology, ontological magazine, the scientific method, science, geographic information systems, GIS, integrated approach, student, MAN.*

УДК 005.94 + 004.9 +519.7

Чернецький І. С., Атамась А. І.,  
Шаповалов Є. Б., Шаповалов В. Б.,  
Булгаков І. В.

**ВИКОРИСТАННЯ ОНТОЛОГІЙ ПІДБОРУ ПРИ ПРОВЕДЕННІ  
НАУКОВИХ РОБІТ**

*У статті розглянуто сучасні підходи до реалізації наукового методу. Охарактеризовано його основні етапи та особливості. Представлено сучасні підходи щодо створення та використання науково-організаційних онтологій. Подано особливості побудови онтологій. Описано онтологію вибору. Розглянуто особливості роботи та створення онтології підбору лабораторного обладнання для проведення наукових досліджень.*

**Ключові слова:** *онтологія, онтолого-керований, науковий метод, наука, лабораторне обладнання, підбір, онтологія вибору.*

**Постановка проблеми.** Проведення наукового дослідження є одним із важелів суспільного руху. Наукове дослідження – процес пізнання світу, що ґрунтується на використанні загально відомих та унікальних методів дослідження. Пошук таких методів дослідження є важливим етапом у виконанні наукової роботи, від якого залежить точність і вартість

дослідження, похибка вимірювання та власне вимірюваний показник, який дає можливість створити уявлення про об'єкт дослідження. Науковий метод дослідження представлено у вигляді алгоритму на рисунку 1.

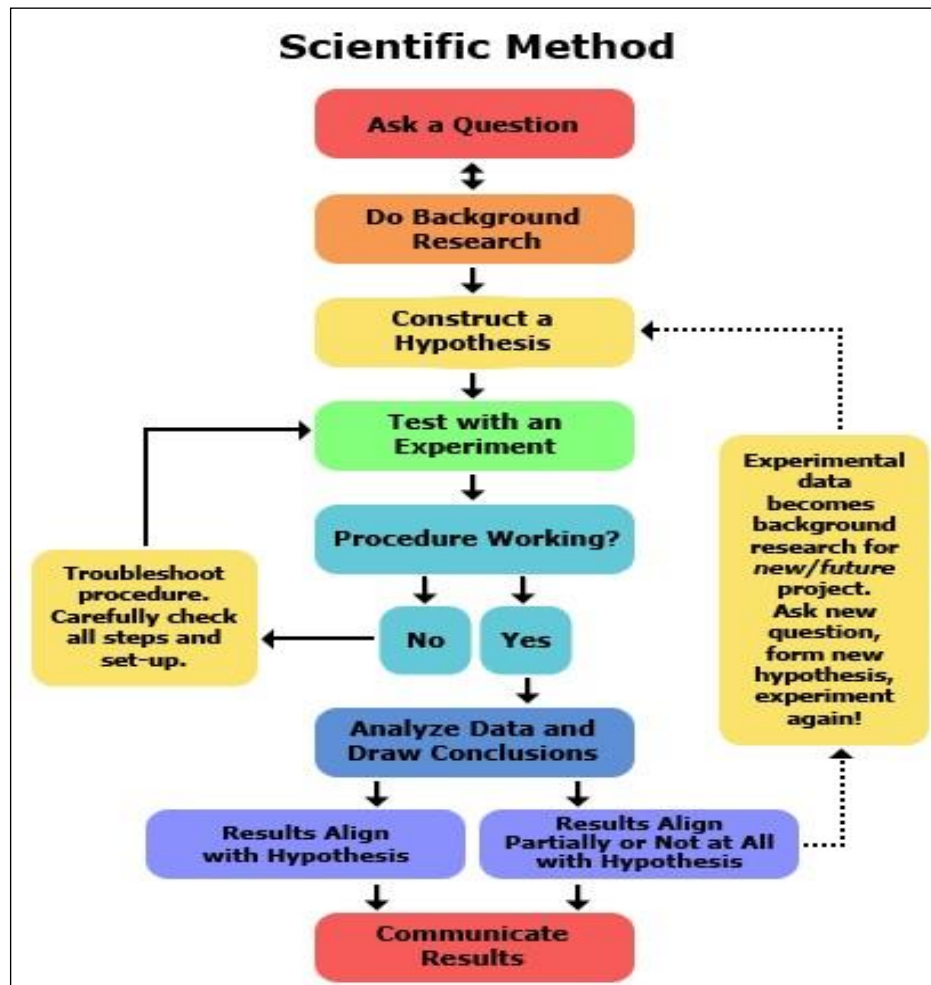


Рис. 1. Науковий метод дослідження [4]

Дослідник, що проводить наукове дослідження, зацікавлюється певним питанням (Ask a Question) і проводить за цим напрямом теоретико-літературне дослідження (Background Research). Зважаючи на отриману інформацію, дослідник здатен створити гіпотезу (Construct a Hypothesis) про досліджуваний об'єкт. Наступним етапом є розроблення установки для дослідження та експериментальна перевірка гіпотези (Test with an Experiment). Досить часто досліджувана установка не може забезпечити підтвердження чи спростування гіпотези, тоді ж дослідник має повернутись до етапу підготовки лабораторної установки та провести зміни в ній. У разі отримання результатів, на основі яких можна зробити певні висновки про гіпотезу, результати аналізують. Результати, що підтверджують гіпотезу або спростовують її, оформлюють (Communicate Results). Якщо гіпотеза була спростована, дослідник вибудовує нову гіпотезу на основі отриманих даних (повертається до кроку Construct a Hypothesis).

Саме в процесі побудови експериментальної установки та на етапі побудови гіпотези дослідник має повністю оперувати всіма необхідними показниками та приладами, призначеними для вимірювання.

Серед завдань теорії прийняття рішень актуальними є вибір (ранжування) альтернатив [9]. Математично такі задачі описуються набором альтернатив  $x \in X = \{A_1, \dots, A_n\}$ , для кожної з яких задаються значення певних показників (критеріїв). Розв'язком такої задачі вважається альтернатива, яка має найкращі (за сукупністю) значення критеріїв, що на практиці, як правило, відрізняється різною важливістю (ваговими коефіцієнтами). Причому множини зазначених альтернатив безпосередньо створюються з множин таксономій, сформованих на основі елементів множин висловлювань за тематикою проблеми прийняття відповідного рішення.

У загальному випадку критерієм можна вважати деяку функцію ( $f_j(x)$ ,  $j \in J = \{1 \dots m\}$ ), визначену на множині альтернатив. Значення цієї функції належать або до наперед визначеної множини (наприклад, бальна шкала, лінгвістична шкала), або обраховуються відповідно до певних математичних правил (наприклад, метод аналізу ієрархій). Нехай  $Q_j$  – множина впорядкованих не за зростанням значень  $j$ -го критерію:

$$Q_j = \{f_j(A_{i_1}), f_j(A_{i_2}), \dots, f_j(A_{i_n})\}, f_j(A_{i_1}) \geq f_j(A_{i_2}) \dots f_j(A_{i_n}) \quad (4),$$

де  $i_1, i_2, \dots, i_n \in \{1, 2, \dots, m\}$ . Найкращим вважається результат, що відповідає максимальному значенню функції  $f_j(x)$ ,  $j \in J$ . Далі будемо вважати, що для кожної множини існує певне взаємно-однозначне відображення у числовий інтервал  $[q_{\min}; q_{\max}] \subset \mathbb{R}$  – множина дійсних чисел. Необхідність такого відображення виникає для коректного застосування математичних методів розв'язку задачі вибору. Слід зауважити: інтервал  $[q_{\min}; q_{\max}]$  фактично є тією числовою шкалою, в межах якої будуть відображені всі значення критеріїв  $f_j(x)$ ,  $j \in J = \{1 \dots m\}$ . У більшості випадків прийнято при розгляді задач з багатьма критеріями вводити вектор  $W = (\omega_1, \dots, \omega_m)$ , кожна компонента  $\omega_j$  якого характеризує важливість  $j$ -го критерію, причому  $\sum_{j=1}^m \omega_j = 1$ ,  $\omega_j > 0$ .

Задача ранжування альтернатив  $x \in X = \{A_1, \dots, A_n\}$  за сукупністю показників  $f_j(x)$ ,  $j \in J$  полягає у визначенні певного порядку на основі обчислення значень деякого узагальненого показника  $G(x)$  для кожного елемента множини  $X$  і формально може бути представлена так: визначити порядок

$A_{i_1} \geq A_{i_2} \geq \dots \geq A_{i_n}$ ,  $i_1, i_2, \dots, i_n \in \{1, 2, \dots, n\}$ , у якому місце альтернативи залежить від значення показника  $G$ , тобто  $G(A_{i_1}) \geq G(A_{i_2}) \geq \dots \geq G(A_{i_n})$ , самі значення  $G(A_i)$  обчислюються за певним правилом (алгоритмом), яке визначається математичним методом, що використовується в кожному конкретному випадку і залежать також від вагових коефіцієнтів критеріїв:

$$G(x) = G(f(x)W) = G(f_1(x), \dots, f_m(x)\omega_1, \dots, \omega_m), x \in X = \{A_1, \dots, A_n\}$$

Найкращою вважається альтернатива  $A_{i_1}$ , яка у порядку (5) займає перше місце, відповідно найгіршою – альтернатива  $A_{i_n}$ . Далі будемо говорити, що альтернатива  $A_{j_k}$ ,  $k=1, n$  у порядку (5) розташована на  $k$ -му місці. У теорії прийняття рішень для розв'язування задачі (4)–(6) найбільш відомими та

поширеними є метод ідеальної точки, лінійно-адитивна згортка, ступенево-адитивна згортка та деякі інші [3]. Інформаційне забезпечення наукової роботи підвищує потенціал і якість виконання наукових і лабораторних робіт.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Останнім часом організація наукових досліджень набуває все більшого значення, проведення яких є невід’ємною частиною наукового розвитку світу. Свій внесок у науковий розвиток приносять різні верстви населення, зокрема школярі. Учні в процесі наукової діяльності здатні як підвищувати індивідуальний рівень дослідника, так і робити вагомі відкриття у науці.

Науково-організаційна онтологія – це потенційно корисний напрям. Розроблення онтологій у галузі науки дасть можливість вирішити завдання добору теми для наукових робіт, обладнання, методик дослідження, оформлення результатів тощо.

Один із перших кроків у науково-організаційних онтологіях реалізовано на сайті Science Buddies [4]. В основу онтології покладено характеристику наукових робіт за семантичними ознаками.

Крім того, виконано прив’язку до психологічного стану дослідника та його інтересів. Загальний вигляд психологічної анкети переставлено на рисунках 2 і 3. Психологічна анкета складається з двох кроків. Перший крок – загальна оцінка, другий – власне психологічний тест.

Перший крок характеризує основний рівень і напрям роботи, враховує бажаний термін виконання роботи і вік дослідника (рис. 2).

To get the maximum benefit from the Topic Selection Wizard, please answer this one short page of questions about you and your project.

When is your science project due?	Choose time ▾
Grade Level in School:	Choose grade ▾
Did your teacher assign you a specific area for your project (for example, biology or earth science)?	Please choose one ▾

Continue

Рис. 2. Психологічна анкета. Перший крок [4] Другий крок має суцільно психологічне спрямування. Його мета визначити інтерес дослідника для того, щоб максимально зацікавити школяра дослідницькою роботою (рис. 3).

1. Do you enjoy gardening and working with plants?	<input type="radio"/> Yes <input type="radio"/> Sometimes <input type="radio"/> No
2. Do you enjoy thinking about solutions to the world's problems?	<input type="radio"/> Yes <input type="radio"/> Sometimes <input type="radio"/> No
3. Do you enjoy watching or participating in sports?	<input type="radio"/> Yes <input type="radio"/> Sometimes <input type="radio"/> No
4. Do you enjoy studying the forces of nature such as the weather and earthquakes?	<input type="radio"/> Yes <input type="radio"/> Sometimes <input type="radio"/> No
5. Do you enjoy learning about memory and knowledge?	<input type="radio"/> Yes <input type="radio"/> Sometimes <input type="radio"/> No
25. Do you enjoy creating something new and different more than copying something that another person has already made? (Like drawings, music, LEGO®, photos, . . . )	<input type="radio"/> Yes <input type="radio"/> Sometimes <input type="radio"/> No
28. Do you enjoy taking extra time to make something look just right or even beautiful?	<input type="radio"/> Yes <input type="radio"/> Sometimes <input type="radio"/> No

Make Recommendations

Рис. 3. Психологічна анкета. Другий крок [4]

Результатом аналізу є добір тематик, які відповідають інтересу, класу та

віку дослідника (рис. 4.). На сайті також представлено розширену версію добору наукових робіт, яка проводиться без психологічного тесту. В такому разі досліднику самому пропонується обрати галузь дослідження, термін проведення роботи, вартість, складність і доступність матеріалів [4].

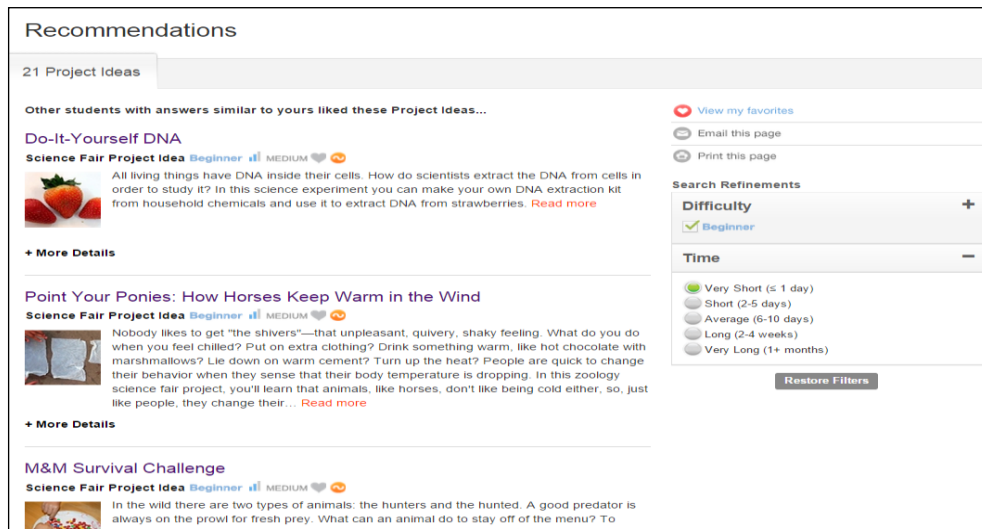


Рис 4. Перелік рекомендованих проектів [4]

**Мета статті:** розглянути класифікатори систем аналізу в галузі наукової діяльності; розв'язати проблему добору лабораторного обладнання в процесі підготовки до виконання дослідницьких робіт.

**Виклад основного матеріалу.** Досить часто дослідник стикається з проблемою вибору обладнання для дослідження. Вона виникає тоді, коли існує вибір з кількох приладів, здатних виміряти однаковий показник. Якщо немає обладнання для виконання роботи, учню необхідно здійснити пошук в інших наукових закладах і дослідницьких лабораторіях.

Створення інформаційно-аналітичної бази наукових приладів є актуальним сучасним напрямом наукової інтеграції. Інтеграційний підхід зменшує затрати часу на добір обладнання та дає змогу обрати необхідний для дослідження прилад з більшою точністю, ніж це зазвичай може виконати людина. Крім того, потенціал інформаційних систем досить широкий в галузі інвентаризації обладнання наукових закладів і дослідницьких лабораторій. Реалізація такого потенціалу можлива при використанні онтологій із завданням вибору.

Онтологічний інтерфейс забезпечує для користувачів відображення властивостей об'єктів і їхніх складових як при зборі даних, так і при розробленні лінгвістичних ресурсів, які мають забезпечити здобуття знань про об'єкт. Комп'ютерну онтологію деякої предметної дисципліни можна розглядати як загальнозначущу, відкриту базу знань, представлену загальноприйнятною (формальною) мовою специфікації знань. В онтолого-класифікаційній схемі засобів і методів штучного інтелекту онтологічний підхід трактується як різновид системного підходу, заснованого на знаннях. Онтологічний підхід забезпечує ефективно проектування компонентів будь-

якого орієнтованої на знання інформаційної системи [8–10]. На відміну від звичайного, суб'єктивного підходу, при проведенні контент-аналізу різноманітних документів системно-онтологічний підхід припускає строгу (наскільки це можливо на сучасному етапі розвитку науки) структурування термінів і понять предметної дисципліни [9, 10].

Категоріальний рівень представлений онтологією верхнього рівня домену предметних дисциплін. Проектування онтології верхнього рівня має бути у загальному алгоритмі розроблення баз знань з кожної предметної області [2].

Функція «задача вибору» в онтології – це формування не порожнього завдання безлічі концептів онтології на основі спеціально відібраних властивостей (їх безліч), які використовуються як певні критерії для формулювання істинних тверджень про стан її розв'язання [1].

Кожне лабораторне обладнання як об'єкт інформаційного опрацювання характеризується семантичними властивостями. Для добору обладнання необхідно, щоб система чітко їх виокремлювала та класифікувала.

Запропоновано використовувати систему «Ontology» для аналітичних цілей. Для підбору необхідного для дослідження лабораторного обладнання визначено такі семантичні характеристики: «Вимірюваний показник», «Діапазон вимірювання», «Одиниця вимірювання», «Точність вимірювання». Онтологію добору лабораторного обладнання зображено на рисунку 5.

Функціональним у доборі обладнання є семантична ознака виокремлення «Вимірюваного показника». Актуальність зумовлена тим, що дослідник отримує можливість підібрати декілька приладів з різною назвою, але вимірюють ті самі показники. Наприклад, фотоколориметр і спектрофотометр вимірюють оптичну густину.

The screenshot shows a web application titled 'ONTOLOGY' with a search bar and a filter panel on the left. The main area is titled 'Підбір лабораторного обладнання' and contains a table with the following data:

№	НАЗВА	ВИМІРЮВАНИЙ ПОКАЗНИК	ТОЧНІСТЬ ВИМІРЮВАННЯ	ДАПАЗОН ВИМІРЮВАННЯ	ОДИНИЦЯ ВИМІРУ	ТИП ВИМІРЮВАННЯ	РЕЙТИНГ
1	Секундомір електронний цифровий 43752-У	час	10-5	0-10000	Секунда (с)		0,000
2	Вимірювальний комплекс Совга 3. Базови модуль	час	10-6	0-10000	Секунда (с)		0,000
3	Вимірювальний комплекс Совга 4. Модуль Mobile-Link	час	10-3	0-10000	Секунда (с)		0,000
	Модуль Wireless-Link						

Рис 5. Онтологія підбору лабораторного обладнання

Поставлене завдання може не мати класичного вирішення і потребує

використання приладу у специфічних цілях. Так, під час наукової експедиції масу каменю оцінювали за допомогою датчика сили. Тому доцільно виокремлювати для характеристики лабораторного обладнання семантичну ознаку «Вимірюваний показник».

Вторинними за необхідністю є такі показники як «Діапазон вимірювання» та «Точність вимірювання». У досліджуваному процесі важливими є характеристика діапазону вимірювання у зв'язку з тим, що дослідник очікує отримати певне значення показника. Наприклад, довжина лінійки становить 20 см, а очікувана відстань, яку дослідник бажає виміряти, – 5 м.

Подібна ситуація спостерігається і з точністю вимірювання. Так, науковими прийнято вважати дані з похибкою менше 5%, але інколи бувають випадки, коли дослідник може використовувати результати і з більшою похибкою.

Запропонована онтологія здатна вирішувати питання добору обладнання у різних сферах дослідження. Дослідниками було створено веб-орієнтовану онтологічну базу обладнання в галузі хімії, фізики та біології.

**Висновки.** У процесі роботи проаналізовано актуальність використання онтологій добору під час підготовки до наукового дослідження; запропоновано використовувати для добору обладнання систему «Ontology». Подальші дослідження будуть спрямовані на розширення системи класифікації лабораторного обладнання.

### Список використаної літератури

1. Стрижак А. Е. Инвариантные задачи онтологических систем / А. Е. Стрижак. // International Journal "Information Technologies & Knowledge". – 2014. – С. 356–360.
2. Стрижак О. Є. Методика створення онтологічного інтерфейсу у середовищі WEB-порталу / О. Є. Стрижак, М. А. Попова, К. В. Ляшук. // *Радіоелектронні і комп'ютерні системи*. – 2014. – №2. – С. 78–84.
3. Стрижак О. Є. Онтологія задачі вибору та її застосування при аналізі лімнологічних систем / О. Є. Стрижак, В. В. Горборуков, О. В. Франчук, М. А. Попова // *Екологічна безпека та природокористування*. - 2014. - Вип. 15. - С. 172-183
4. Science Buddies [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://www.sciencebuddies.org>.

*Игорь Чернецкий, Артём Атамась, Евгений Шаповалов, Виктор Шаповалов, Илья Булгаков. Использование онтологий подбора при проведении научных работ.*

В статье рассмотрены современные подходы к реализации научного метода. Охарактеризованы его основные этапы и особенности проведения. Рассмотрены современные подходы к созданию и использованию научно-организационных онтологий. Рассмотрены особенности построения

онтологий. Детально рассмотрена онтология выбора. Изложено описание работы и создания онтологии подбора лабораторного оборудования для проведения научных исследований.

**Ключевые слова:** онтология, онтолого-управляемый, научный метод, наука, лабораторное оборудование, подбор, онтология выбора.

***Igor Chernetskii, Artyom Atamas, Evgen Shapovalov, Viktor Shapovalov, Illia Bulgakov. Using of selection ontologies during scientific works.***

The article considers modern approaches of the implementation of the scientific method. Its main stages and features are characterized. Modern approaches of creation and using of scientific and organizational ontology's are described. Aspects of construction ontology's are reviewed. Ontology of choice is considered in details. The article describes ontology creation and selection of laboratory equipment for research.

**Keywords:** Ontology, ontology-controlled, scientific method, science, laboratory equipment, recruitment, selection ontology.