

15. Sisk D. A. Making great kids greater: easing the burden of being gifted / Dorothy Sisk. – Thousand Oaks : Corwin Press, 2009. – 165 p.

**Наталія Лавриченко. Педагогическое осмысление теории позитивной дезинтеграции К. К. Дабровского.**

*В статье раскрыты основные положения теории положительной дезинтеграции авторства известного в мире польского ученого Казимира Дабровский (Kazimierz Dąbrowski, 1902-1980). Выяснено, как эту теорию возможно использовать для наблюдений и диагностики креативности, эмоциональных состояний и творческих потребностей одаренной личности, а также для психолого-педагогического сопровождения одаренных детей.*

*Ключевые слова: одаренной ребенок, школьник, положительная дезинтеграция, иерархия уровней развития.*

**Natalia Lavrichenko. Teaching for Understanding good theory disintegration K. Dabrowski.**

*This article reveals the main points of the positive disintegration theory by a famous Polish scientist Kazimierz Dabrowski (1902–1980). It is discovered how to use this theory in terms of observation and diagnostics of creativity, emotional states and creative needs of a gifted personality, psychological and educational support of talented children as well.*

*Keywords: gifted child, school student, positive disintegration, development levels hierarchy.*

УДК 374.31

Сліпухіна І. А.,  
Чернецький І. С.

**ДОСЛІДНИЦЬКА ДІЯЛЬНІСТЬ УЧНІВ В КОНТЕКСТІ  
ВИКОРИСТАННЯ НАУКОВОГО ТА ІНЖЕНЕРНОГО МЕТОДІВ**

*Стаття присвячена застосуванню наукового та інженерного методів у контексті виконання учнями навчально-дослідницьких робіт і практикумів. Детально розглянуто процес застосування наукового методу при виконанні навчально-дослідницької роботи з гідродинаміки.*

*Ключові слова: науковий метод, інженерний метод, навчальні та наукові дослідження, гідродинаміка, водяний вир.*

Формування адаптованої до сучасного життя особистості учня вимагає використання нових пріоритетів у доборі методів і форм навчання у секторізагальної середньої освіти. У зв'язку з потребою опрацьовувати великі обсяги інформації для сучасного учня формування здатності критично

мислити є першочерговим. Окрім цього, одним із основних завдань сучасної освіти є формування креативного мислення учня. При проектуванні освітнього та навчального середовища особливу увагу доводиться приділити інформаційно-технологічній компоненті, зорієнтувавши її на використання наукового та інженерного методу. Найбільш актуальною зазначена потреба є для освітнього середовища вищих навчальних закладів інженерного профілю, оскільки вона функціонує з метою формування дослідницьких здібностей учнів. Для освітнього середовища важливим є побудова системного навчання, яка має ґрунтуватися на активному використанні зазначених методів у роботі наукових товариств.

Науковий та інженерний методи є основою будь-якого процесу досліджень не залежно від галузі пізнання. Обидва методи відпрацьовувалися протягом значного часу і на сьогодні визнані міжнародною науковою спільнотою, як основні засоби для здійснення наукової та навчально-дослідницької діяльності. Контекстний зміст наукового методу може бутисхематично представлений на рис. 1.

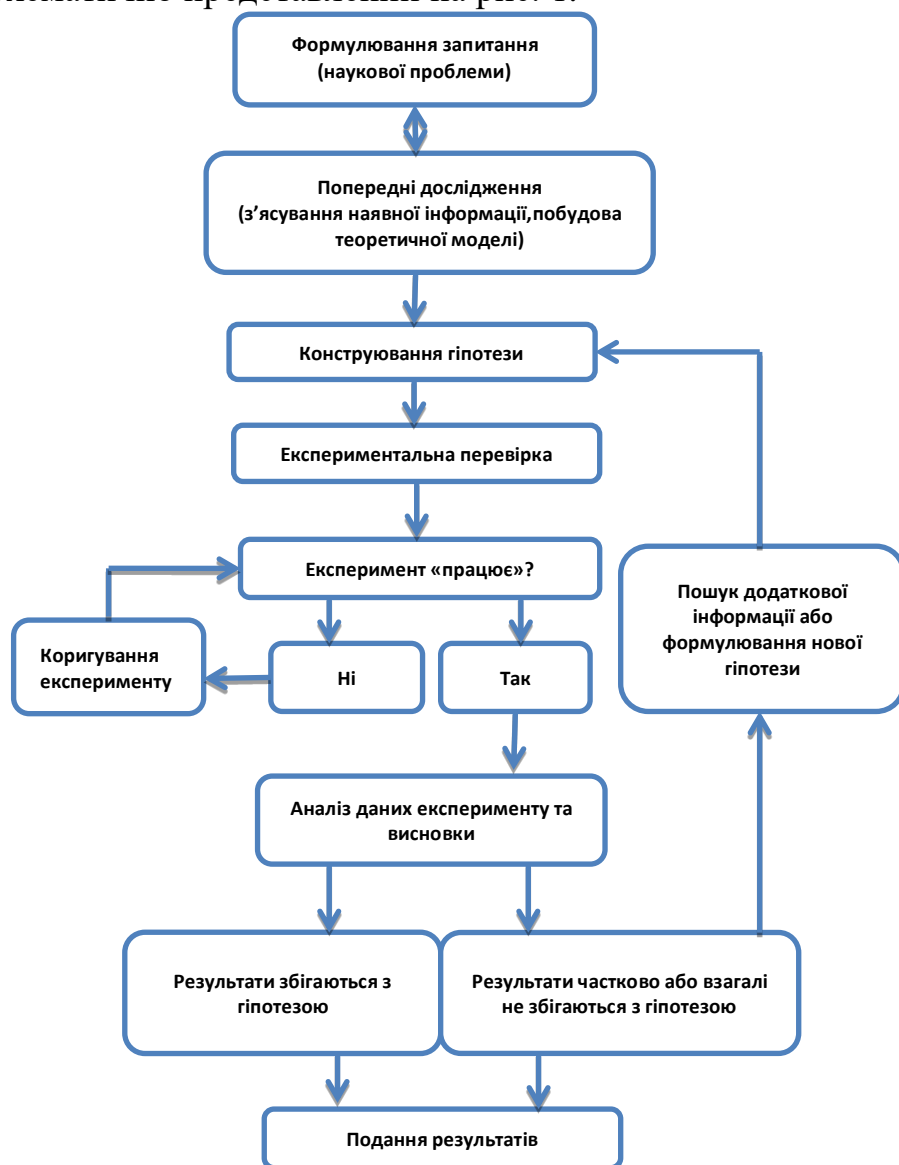


Рис. 1. Етапи наукового методу дослідження

Формування в учнів навичок проведення дослідження відповідно до наукового методу у навчальному процесі слід починати з формулювання наукової проблеми або запитання, яке визначається в контексті більш об'ємної наукової проблеми і відповідає таким критеріям:

1. Актуальність, що визначається кількістю публікацій, у яких вже зверталась увага на подібну проблему або запитання. Показником цього критерію є наявність як мінімум трьох публікацій із зазначеної теми.

2. Можливість достовірної перевірки отриманого результату, що визначається множиною варіативних факторів, присутніх у експериментальній перевірці. Показником такої критерію є забезпечення зміни лише одного фактора при фіксованому значенні інших.

3. Можливість легкої ідентифікації впливових факторів визначається вимірюваннями, фото- або відеофіксацією експериментального дослідження. Показником є наявність визначених засобів з достатньою точністю та діапазоном вимірювань.

Слід зазначити, що у разі невиконання хоча б одного критерію, необхідно змінити запитання. Як приклад формування в учнів навичок використання наукового методу дослідження розглянемо практичну роботу навчально-дослідницького характеру «Дослідження штучного виру на поверхні рідини».

Об'єктом дослідження обрано структури, що утворюються на поверхні рухомих рідин, а предметом – розподіл швидкостей руху елементів рідини. Відповідно до зазначених вище критеріїв актуальність наукової проблеми пов'язана з низкою подібних досліджень, проведених для турбулентних і ламінарних течій рідин, висвітлених на веб-ресурсах [17, 18, 19, 20, 21].

Визначено: основними чинниками, які впливають на процес експериментальної перевірки гіпотези дослідження, є швидкість обертання збудника виру, рід, температура та висота активного шару рідини та ін. З'ясовано: при проведенні дослідження можна забезпечити варіативність одного за збереження стабільності решти факторів. Можливість легкої ідентифікації впливових факторів визначається наявним експериментальним обладнанням: керованою магнітною мішалкою з підігрівом, цифровим термометром, системою відеофіксації процесу (веб-камерою), програмним забезпеченням для проведення аналізу отриманого відеозапису Tracker [21].

Наступним етапом реалізації наукового методу дослідження є попередній пошук уже відомих даних (аналіз друкованих джерел і веб-ресурсів, консультації експертів), що стосуються сформульованої наукової проблеми. Цей етап завершується створенням плану проведення дослідження, виокремленням ключових запитань, що дають змогу більш повно розкрити предмет та об'єкт дослідження, створенням теоретичної моделі досліджуваного процесу. До попереднього пошуку належить визначення тлумачення ключових термінів, присутніх у темі дослідження та назвах впливових факторів. Побудова теоретичної моделі зазначеного процесу зазвичай зумовлює найбільші проблеми (в розглянутому випадку), пов'язані зі створенням фізичної моделі та володінням достатнім математичним апаратом.

Проблеми зумовлені тим, що необхідні знання виходять за рамки стандартних навчальних програм. У цьому випадку досліднику самотійно доводиться опановувати значні обсяги необхідних теоретичних знань. Навчальне дослідження відрізняється від наукового передусім тим, що для навчального дослідження існують теоретичні моделі, які можна віднайти у публікаціях. Для наукового дослідження теоретичну модель доводиться створювати виключно власними силами.

При проведенні попередніх досліджень особлива увага звертається на існування експериментальних методик, пов'язаних з виконанням самого дослідження. До методик належать стандартні лабораторні роботи або експериментальні дослідження, проведені іншими дослідниками з подібної проблеми. Саме експериментальні методики дають змогу уникнути помилок при конструюванні власного експерименту. Кожна експериментальна методика містить перелік використаного обладнання, з якого впевнено можна обрати необхідне для власного експерименту.

У процесі проведення попереднього дослідження формується бібліографія власного дослідження. Цей процес має відповідати вимогам заключного звіту про проведене дослідження.

Попередні дослідження, проведені з теми «Дослідження штучного виру на поверхні рідини», дали змогу з'ясувати сутність термінів і словосполучень, провести попередні дослідження причини виникнення явища і викласти їх у вигляді моделі, описаної нижче.

Турбулентність – це явище виникнення вихорів різних розмірів у течіях, рідинах і газах. Турбулентний плин – явище, яке полягає в тому, що при збільшенні швидкості течії рідини або газу в середовищі мимовільно утворюються численні нелінійні фрактальні хвилі і звичайні, лінійні, різних розмірів без наявності зовнішніх, випадкових, збурювальних сил або при їхній присутності. Внаслідок завихрення характеристики цих течій (швидкість, тиск, температура тощо) нерівномірно змінюються у просторі і часі, тобто зазнають хаотичних флуктуацій. Цим турбулентна течія відрізняється від ламінарної. Для розрахунку подібних течій були створені різні моделі. Хвилі з'являються випадково: їхній розмір і амплітуда змінюються хаотично в деякому інтервалі. Вони виникають найчастіше або на кордоні біля стінки, або при руйнуванні.

Завихрення виникає, коли ламінарна течія втрачає стійкість і її враховують при визначенні опору рухові твердих тіл у рідинах і газах, а також при розрахунках теплообміну між тілами, при обтіканні рідиною або газом. Описують турбулентність статистичними методами.

Критерієм турбулентності є число Рейнольдса:

$$Re = \rho v l / \mu, (1),$$

де  $\rho$  – густина,  $\mu$  – коефіцієнт динамічної в'язкості,  $v$  – характерна швидкість течії рідини (газу),  $l$  – характерний лінійний розмір.

При малих значеннях числа Рейнольдса добуток характерної для течії швидкості плину і характерних розмірів перешкод малий порівняно з

величиною в'язкості, тому течія зберігає впорядковану структуру. За великих значень числа Рейнольдса рух рідини стає турбулентним.

Турбулентна течія має місце, коли число  $Re$  є більшим за критичне значення. Для випадку течії води в круглій трубі  $Re_{кр} = 2200$ . Ламінарна течія спостерігається у дуже в'язких рідинах або за малої швидкості, а також за повільного обтікання дуже в'язкою рідиною тіл малих розмірів. Зі збільшенням швидкості руху рідини (газу) ламінарна течія переходить у турбулентну.

Турбулентність, наприклад, можна створити:

- a) збільшивши число Рейнольдса (збільшити лінійну швидкість або кутову швидкість обертання потоку, розмір обтічного тіла, зменшити перший або другий коефіцієнт молекулярної в'язкості, збільшити щільність середовища);
- b) збільшивши число Релея (нагріти середовище);
- c) збільшивши число Прандтля (зменшити в'язкість);
- d) задавши дуже складний вид зовнішньої сили (наприклад, хаотична сила, удар тощо). Перебіг може не мати фрактальних властивостей;
- e) створивши складні граничні або початкові умови, задавши функцію форми кордонів (їх можна представити випадковою функцією), наприклад, протягом при вибуху посудини з газом, організувати вдув газу в середовище, створити шорстку поверхню та інше.

Теоретична модель зазначеного у дослідженні явища створена і описана у роботі [6].

Для апроксимації залежності тангенціальної складової швидкості  $w_\tau = f(r)$  від відстані до центру вихору використовується більш складний вираз, що поєднує пріосьову й периферійну зони:

$$\bar{w} = \frac{w_\tau}{w_{\tau\max}} = \left[ \frac{2\eta}{1+\eta^2} \right]^n, \quad (2)$$

де  $\bar{w}$  – безрозмірна тангенціальна швидкість;  $w_{\tau\max}$  – максимальна тангенціальна швидкість (на границі зон), м/с;  $\eta = \frac{r}{r_{\max}}$  – безрозмірна радіальна координата;  $n$  – ціле число.

Відповідно до теоретичної моделі побудовано графік розподілу тангенціальної швидкості частин середовища залежності від радіальної координати для різних розмірів джерела завихрення.

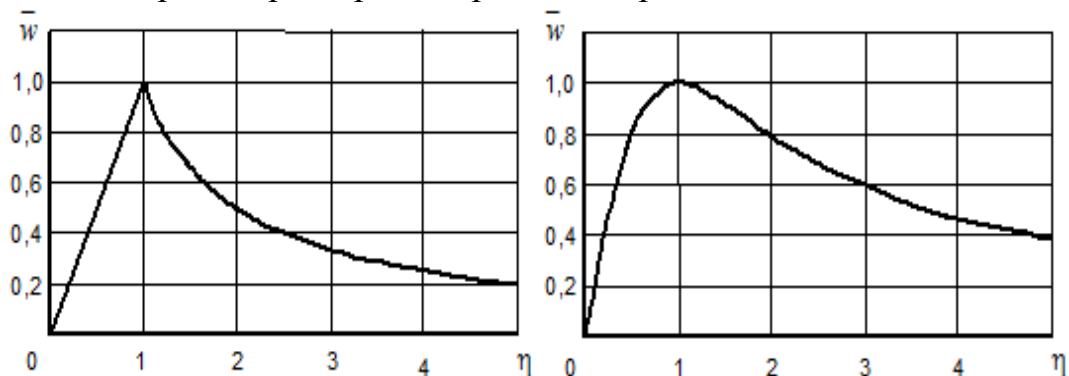


Рис. 2. Теоретичні залежності  $w_\tau = f(\eta)$  (a – для малого за розмірами збудника порівняно з розміром вихору, б – для великого)

Вивчення експериментальних методик дослідження подібних процесів дало ідею використання для візуалізації руху частинок дрібних, зважених у рідині порошин.

Наступним кроком дослідження є конструювання гіпотези дослідження. У гіпотезі дослідження має чітко відобразитися поле сталих і змінних факторів, які будуть використовуватися у експерименті, та логічна залежність між змінними величинами, що буде перевірятися. Подальша експериментальна перевірка має визначити відповідність між гіпотезою та співвідношенням залежних величин при сталості впливових факторів.

У наведеному прикладі дослідження полем впливових факторів є швидкість обертання збудника виру, рід рідини, температура рідини, висота активного шару рідини. Залежними величинами є тангенціальна швидкість елементів рідини та радіус їхньої траєкторії.

Тобто висунута гіпотеза стверджує: за дотримання сталості впливових факторів залежність між тангенціальною швидкістю руху часток рідини і радіусом їхньої траєкторії відповідає теоретичній моделі, що задається виразом (2).

У запропонованій теоретичній моделі відсутні величини, пов'язані з багатьма впливовими факторами. Тому для подальшого дослідження існує можливість варіювати ці фактори, забезпечуючи все ж після їхньої зміни їхню сталість. Це дає додаткові можливості для з'ясування меж застосування запропонованої теоретичної моделі.

Конструювання експерименту спирається на попередні дослідження, наявність матеріальної експериментальної складової та вимірювальні засоби. Конструювання експерименту завжди пов'язано із попередньою експериментальною перевіркою та коригуванням експерименту в межах експериментальної складової і можливостями вимірювальних засобів. У разі коректної постановки експерименту в дослідженні буде прослідковуватися чітка залежність між залежними величинами.

У разі відсутності такої залежності або роботи вимірювальних засобів на межі достовірності отриманих результатів виникає необхідність у коригуванні самого експерименту.

У разі ж отримання чіткої залежності між величинами, яка не відповідає запропонованій гіпотезі, виникає потреба у коригуванні самої гіпотези. Перед проведенням експерименту необхідно створити план самого експерименту та підготувати таблиці для занесення отриманих даних. Дуже важливим є фотозвіт про проведення експерименту або відеозапис його проходження.

У запропонованому дослідженні конструювання експерименту спирається на впливові фактори, визначені в попередніх дослідженнях. Для проведення експерименту обрано циліндричний посуд з великим діаметром основи, кристалізатор, магнітна мішалка з підігрівом, вода як досліджувана рідина та засоби для фіксації руху поверхні рідини – веб-камера, з'єднана з персональним комп'ютером (ПК).

Для забезпечення візуального контролю за рухом окремих часток рідини використовуються крупинки порошку меленої кави. Висота шару рідини, діаметр посудини вимірюється лінійкою. Температура рідини вимірюється цифровим термометром. Дані, отримані під час експерименту, представлено у вигляді відеозапису руху частинок кави, що слідують за рухом водяного вира.

Аналіз отриманих даних здійснюється з максимальним використанням можливостей обчислювальної техніки. Безпосередньо у більшості навчальних досліджень використовуються електронні таблиці (для прикладу Excel). Електронні таблиці дають можливість візуалізувати отримані дані у вигляді графіків або діаграм. Сучасні вимірювальні засоби дають змогу автоматизувати збір даних і представити їх у форматі, зручному для подальшого опрацювання в електронних таблицях. Цифрові вимірювальні комплекси мають вбудовані електронні таблиці та додатки для передачі даних в інші оболонки.

У запропонованому дослідженні для аналізу даних використовується програмне забезпечення Tracker (для роботи з відеозаписами фізичних процесів). Сутність роботи такого програмного забезпечення полягає у послідовному аналізі координат рухомого об'єкта та визначення пов'язаних з ним кінематичних і динамічних величин.

У програмі Tracker проведено маркування виокремлених ділянок рідини (часточок кави) у кожному окремому квадранті (рис. 3), виконано аналіз отриманих табличних даних  $x(t)$ ,  $y(t)$  і побудовано залежність  $v(t)$  для декількох виокремлених частинок. У процесі роботи застосовано опцію «Статистика» для визначення середнього радіуса обертання і середньої швидкості руху кожної з частинок. Отримані дані занесені у таблицю Excel і на основі них побудовано експериментальну залежність  $w_\tau = f(r)$ . При побудові експериментальної залежності з'ясувалося, що отриманий результат частково співпадає із запропонованою теоретичною моделлю. Виникла необхідність варіювання впливових чинників: передусім, швидкості обертання джерела завихрення. Експеримент засвідчив, що зазначені зміни доводять високу ймовірність збігу графічного представлення розподілу з теоретичною моделлю.



Рис. 3. Маркування виокремлених ділянок рідини у програмі Tracker

Формування звіту про експериментальне дослідження має відповідати вимогам, представленим у форматі звіту. Наявність графіків і діаграм у звіті має відображати лише власні результати, отримані під час дослідження. Найціннішим матеріалом у звіті дослідження є наявність прорахованих факторів достовірності отриманого результату, як то похибок обчислень або статистичних коефіцієнтів достовірності.

Повне представлення кроків наукового методу у звіті збільшує його цінність для наступних користувачів та спрощує роботу програм з цитування представленого твору.

Перед презентацією звіту раціональною є перевірка матеріалу на плагіат, що здійснюється мережевими програмними засобами. Перевірка, передусім, дає можливість уникнути нецитованих посилань у змісті матеріалу та ще раз пересвідчитися в актуальності дослідження.

Контекстний зміст інженерного методу може бути представлений схемою рис.4.

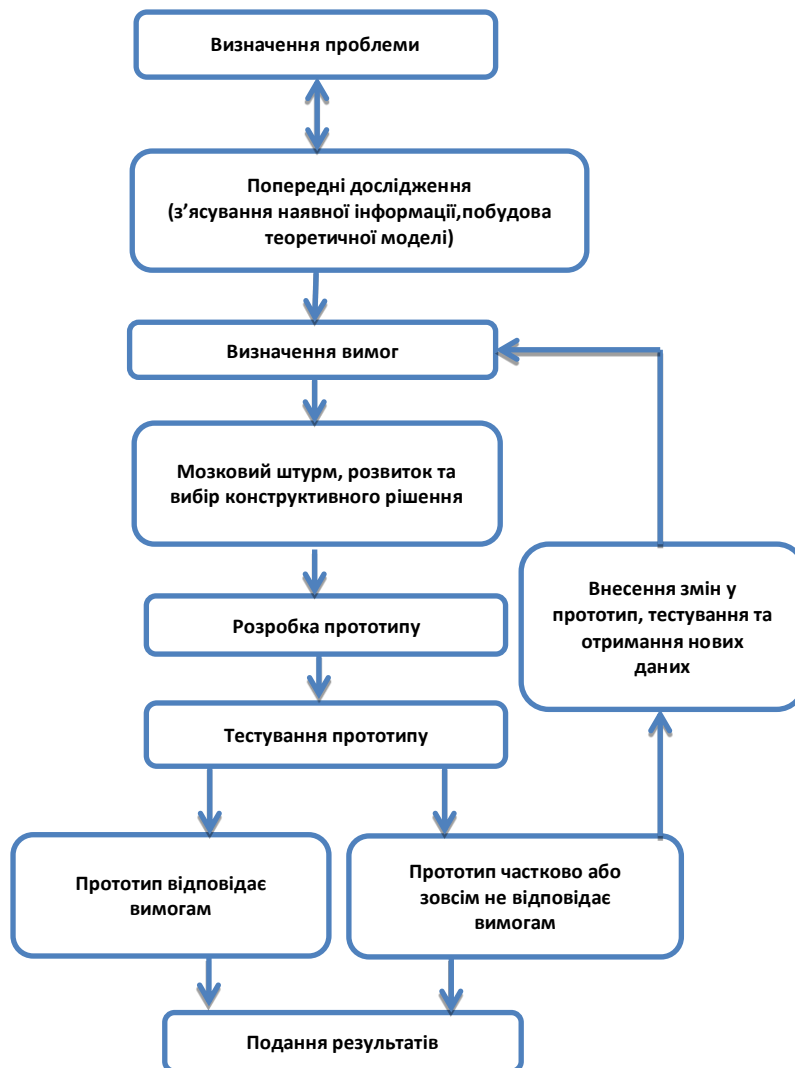


Рис. 4. Етапи інженерного методу дослідження



Деталізований опис кроків наукового методу визначає послідовність дій науковця у разі розв'язання наукової проблеми, в якій немає заздалегідь сформованого змісту. Тобто питання, що має вирішуватися за допомогою цього методу, однозначно не сформульоване, а лише існує напрям пошуку у визначеній предметній галузі.

Для інженерного методу характерним є попереднє визначення з поставленою проблемою, предметною галуззю та вимогами, яким має відповідати результат дослідження.

### Список використаної літератури

1. Чернецький І. С. Фрактальний контекст проектування освітнього середовища позашкільних досліджень учнів з фізики та астрономії / І. С. Чернецький // Професіоналізм педагога в контексті Європейського вибору України : матеріали міжнар. наук.-практ. конф., Ялта, 22–23 вересня 2010 р. – Ялта : РВВ КГУ, 2010. – С. 45–51. – (у 4 кн., 3 кн.).

2. Чернецький І. С. Проектування навчального середовища експериментальних досліджень учнів у контексті функціонування освітнього середовища національного центру «Мала академія наук України» / І. С. Чернецький // Актуальні проблеми природничо-математичної освіти в середній і вищій школі : матеріали Міжнар. наук.-практ. конф., Херсон, 13–14 вересня 2012 р. – Херсон : Видавництво ХДУ, 2012. – С. 234–235.

3. [http://www.sciencebuddies.org/science-fair-projects/project\\_scientific\\_method.shtml#overviewofthescientificmethod](http://www.sciencebuddies.org/science-fair-projects/project_scientific_method.shtml#overviewofthescientificmethod)

4. Бэтчелор Дж. Введение в динамику жидкости. – М. : Мир, 1973. – 760 с.

5. Гольдштик М. А., Леонтьев А. К., Палеев И. И. Аэродинамика вихревой камеры. - Теплоэнергетика, 1961. – № 2. – С. 17-24.

6. Гупта А., Лилли Д., Сайред Н. Закрученные потоки. – М. : Мир, 1987. – 588 с.

7. Дейч М.Е. Техническая газодинамика. - М. : Энергия, 1974. - 592 с.

8. Силенко В.М., Грушко И.М. Основы научных исследований. – Харьков: Высшая школа, 1979.

9. Белый И.В. Основы научных исследований и технического творчества. – Харьков: Высшая школа, 1989.

10. Дикий М.А. Основы научных исследований. – Киев: Высшая школа, 1985.

11. Альтшуллер Г. С. Творчество как точная наука. – М.: Советское радио, 1979.

12. Половинкин А.И. Методы инженерного творчества. – Волгоград: 1984.

13. Крутов В. И., Грушко И. М. Основы научных исследований. – М.: Высшая школа, 1989.

14. Гильде В., Штарке К. Нужны идеи. – М.: Мир, 1978. 6. Чус А. В., Данченко В. Н. Основы технического творчества. – Киев-Донецк: Высшая

школа, 1983.

15. Альтшуллер Г., Верткин И. Как стать гением. – Минск, «Беларусь», 1994.

16. Меерович М. И., Шрагина Л. И. Технология творческого мышления. – Минск Харвест, 2003

17. <http://leksika.com.ua/15400218/ure/turbulentnist>

18. <http://uk.wikipedia.org/wiki/>,

19. <http://znaimo.com.ua/>,

20. [http://fko8251e.ucoz.ru/publ/vodjanye\\_vikhri/vodovoroty/7-1-0-46](http://fko8251e.ucoz.ru/publ/vodjanye_vikhri/vodovoroty/7-1-0-46)

21. <http://www.gravio.biz/vihri-v-zidkostah>.

22. Video Analysis and Modeling Tool [Electronic Resource]. – Mode of access : <http://www.cabrillo.edu/~dbrown/tracker/>

***Ирина Слипухина, Игорь Чернецкий. Исследовательская деятельность учащихся в контекст использования научного и инженерных методов.***

*Статья посвящена применению шагов научного и инженерного методов в контексте выполнения учениками учебно-исследовательских работ и практикумов. Подробно рассмотрен процесс применения научного метода при выполнении учебно-исследовательской работы по гидродинамике.*

***Ключевые слова:*** научный метод, инженерный метод, учебные и научные исследования, гидродинамика, водоворот.

***Irina Slipukhina, Igor Chernetsky. Research pupils in the application of scientific methods and engineering.***

*The article is devoted to application steps scientific and engineering methods in the context of the implementation of teaching and students' research and workshops. The process of applying the scientific method in carrying out teaching and research of hydrodynamics is considered in details.*

***Keywords:*** scientific method, method engineering, training and research, hydrodynamics, water whirlpool.