



МАЛА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ

Дніпропетровське відділення Малої академії наук України

Відділення «Технічні науки»

к.т.н., доц. Швед Сергій Віталійович

## **Пам'ятка юного наукового шукача**

**Що таке наукова робота школяра?**

**І як вибрати тему наукової роботи,**

**щоб не прогадати?**

### **Анотація**

У методичному посібнику роз'яснюються особливості наукової роботи школяра, в рамках конкурсу-захисту Малої академії наук України.

Коротко, в доступній формі узагальнюється багаторічний досвід автора в науковому керівництві науково-дослідницьких робіт школярів.

Посібник може допомогти юному досліднику у вдалому виборі теми його майбутньої наукової роботи.

Як приклад наукового пошуку школяра, до посібника додається робота – переможниця з відділення «Технічні науки» Всеукраїнського конкурсу МАН 2010 року.

Автор: Швед Сергій Віталійович, кандидат технічних наук, доцент КМІ Криворізького національного університету, голова журі секції «Технічні науки» II (обласного) етапу конкурсу-захисту науково-дослідницьких робіт 2012/2013 н.р.

## ЗМІСТ

<u>Вступ.....</u>	<u>4</u>
<u>1. Що таке наукова робота школяра?.....</u>	<u>5</u>
<u>1.1. Трудова діяльність.....</u>	<u>5</u>
<u>1.2. Науковість.....</u>	<u>6</u>
<u>1.3. Нівелювання роботи під можливості школяра.....</u>	<u>7</u>
<u>2. Як вибрати тему наукової роботи, щоб не прогадати?.....</u>	<u>8</u>
<u>3. Алгоритм роботи.....</u>	<u>10</u>
<u>Додаток.....</u>	<u>14</u>
<u>Побудова регресивних кривих за результатами експериментів.....</u>	<u>14</u>

## Вступ

Будь-який шкільний колектив складається з молодих людей з різними здібностями, нахилами та уподобаннями. Система середньої освіти в основному «заточена» під середнього учня (підтверджуючи другий, прихований сенс своєї назви). Саме тому деякі учні відчують потребу в додаткових заняттях і вправах, а частина успішних і особливо допитливих школярів відчуває гостру необхідність у задоволенні своїх дослідницьких нахилів. Так було і буде до того часу, поки існує масова, уніфікована освіта.

У цих обставинах деякі учні змушені йти шляхом додаткового пізнання природи речей, шляхом спроб і помилок. У кращому випадку їм можуть допомогти батьки або родичі.

У середині 80-х років з'являється можливість заочного (за листуванням) навчання школярів у провідних радянських вищих навчальних закладах. Цьому сприяв журнал «Юний технік». Саме він, у той далекий для нинішніх школярів час, доносив основну інформацію про можливість додаткового навчання в найвіддаленіші куточки країни.

З 1995 року для українських школярів відкриває свої двері Мала академія наук України (МАН України). Саме за її допомоги починається формування нової еліти суспільства. Молоді люди отримують можливість на юридично підкріпленій основі вдосконалювати свої знання і вміння, роблячи під наглядом діючих вчених і конструкторів свої перші кроки у справжній науці.

Школярі, які успішно пройшли горнила конкурсів МАН, є особливо цінними для профільних вищих навчальних закладів країни. Саме тому університети вважають за честь приймати до своїх лав призерів конкурсів МАН. За всі роки існування МАН України призери конкурсів другого (обласного) та третього (Всеукраїнського) етапів, мали переваги та без перешкод вливалися в студентські лави.

Підтвердженням турботи держави та обласних адміністрацій щодо створення сприятливих умов для розвитку юних дослідників є річні стипендії, що

отримують призери конкурсів другого і третього етапів незалежно від місця і успіхів у їхньому подальшому навчанні в школі чи в університеті.

## 1. Що таке наукова робота школяра?

Сама назва цієї специфічної роботи ховає в собі основні взаємопов'язані особливості – їх декілька. Виключення хоча б однієї з цих особливостей унеможлиблює здійснення і всієї роботи в цілому.

По-перше, це **«робота»**, тобто трудова діяльність у встановлених часових межах від початкового моменту до моменту її апробації у конкурсі.

По-друге, робота **«наукова»**, тобто така, яка відповідає принципу науковості.

По-третє, автор цієї роботи – **«школяр»**, тобто вона повинна бути адекватна підвищеному рівню знань школяра.

### 1.1. Трудова діяльність

Трудова діяльність не повинна бути марною. Завжди є бажання знати, для чого вона проводиться, а, отже, вона неодмінно має бути здійснена для досягнення поставленої **мети**, і повинна мати суттєвий **економічний ефект**, або привести до нового наукового положення (останнє малоімовірно для школяра).

Якщо дистанція для досягнення поставленої мети значна, як це здебільшого і відбувається, то доводиться робити суворо регламентовані послідовні **«кроки»** в напрямку до неї. Інакше кажучи, для досягнення поставленої мети доведеться також сформулювати цілу низку **задач** (кроків), **що будуть послідовно вирішуватися**. Розробка комплексу задач, що розв'язуються послідовно, завжди представляє значні труднощі і є індивідуальним **творчим процесом**.

Таким чином, встановлена трудова діяльність не лише забирає час та ресурси автора, але і концентровано реалізує його розумовий і творчий потенціал.

Ця праця, на секції технічних наук, не зможе бути визнаною за наявності хоча б однієї з наступних обставин:

- якщо вона марна через відсутність корисного ефекту або він незначний;

- якщо вона має розмиті і несуттєві цілі;
- якщо поставлені задачі є некоректними або нездійсненними;
- якщо для здійснення роботи потрібно більше часу, ніж це відведено терміном до моменту подання її на конкурс.

## 1.2. Науковість

Встановлена робота має відповідати **принципу науковості**, який визначає використання спеціальних **наукових методів**.

Одним з наукових методів є **аналітичне дослідження** за допомогою створених автором математичних, або фізико-математичних *моделей*. Реалізація цих моделей учнем може бути проведена або математичним аналізом отриманих виразів, або проведенням чисельних експериментів за допомогою комп'ютерної математики – що найбільш ймовірно для нього. В деяких випадках роботу можна доповнити **системним аналізом** – науковим методом пізнання, що являє собою послідовність дій зі встановлення структурних зв'язків між змінними або елементами досліджуваної системи.

Метод математичного моделювання не завжди дає правдиву фізичну картину явища, внаслідок неминучих спрощень в ньому. Тому його застосування передбачає перевірку результатів шляхом спеціально розроблених експериментів.

Другим науковим методом, що може бути застосований, є **експериментальне дослідження**. Таке дослідження проводиться в декілька стадій.

- На першій стадії слід розробити *програму і методику* експериментів, підібрати доступний і відповідний *інструментарій*, а, якщо це потрібно, виготовити коректну (фізично або геометрично подібну) *модель явища* за урахуванням *теорії подібності*.

- На другій стадії, безпосередньо при проведенні експериментів, всі отримані дані документуються у вигляді зведених таблиць в журналі спостережень.

- На третій стадії експериментальних досліджень використовуються математичні методи для аналізу отриманих результатів. При цьому будуються

регресивні криві (**РЕГРЕСІЯ [regression]** – залежність середнього значення будь-якої експериментальної величини від деякої іншої величини), визначається радіус розсіювання значень експериментальних величин (*дисперсія*). Побудова регресивної кривої в межах середніх значень експериментальних точок називається *інтерполяцією*, а за цими межами – *екстраполяцією* досліджуваного процесу (екстраполяція – передбачення поведінки розглянутої системи за межами знайомого в експериментах діапазону зміни змінної величини).

Само по собі зрозуміло, що **авторська** конкурсна наукова робота повинна відповідати вимогам **новизни**. Якщо при перевірці роботи комісія викриє конкурсанта в плагіаті, то робота з конкурсу вилучається, а конкурсант позбавляється права брати участь у наступних конкурсах МАН.

У тих випадках, коли в роботі використовуються праці інших авторів, неодмінно в тексті робляться *посилання на запозичену інформацію* з відомих публікацій. Список публікацій, на які зроблені посилання, повинен міститись наприкінці роботи.

### ***1.3. Нівелювання роботи під можливості школяра***

Подана на конкурс робота виконується школярем, як автором, а науковий керівник коригує і спрямовує його дії. Але це також означає, що математичний апарат, який застосовується в роботі, апріорі відповідає рівню «просунутого» школяра, але ніяк не рівню кандидата чи доктора фізико-математичних наук.

А от комп'ютери, програми до них, інструментарій, необхідний для проведення експериментів, прилади контролю навіть краще запозичувати в науково-дослідному інституті або лабораторії. Можливості самого школяра у виборі інструментальної бази завжди дуже обмежені.

Таким чином, задачі, які ставляться в роботі, мають бути здійсненні самим автором роботи – школярем.

Науковий керівник роботи повинен забезпечити науково-педагогічну та навчальну функції при підготовці роботи його підопічного школяра.

## 2. Як вибрати тему наукової роботи, щоб не прогадати?

Перемога на конкурсі МАН складається з декількох складових. По-перше, це перемога в теоретичній, «олімпіадній» частині конкурсу. По-друге, це перемога роботи в попередньому заочному турі її оцінювання. По-третє, це доповідь, в якій мають проявитися вміння вразити публіку своєю ідеєю, вміння переконати її в своїй правоті, в необхідності і корисності запропонованого науково-технічного рішення. Практика показує, що слабкість конкурсанта в будь-якій окремо взятій частині конкурсу веде до його неминучого віддалення від призових місць. Таким чином, конкурс наукових робіт МАН нагадує спортивне багатоборство.

Отже підготовка майбутнього переможця конкурсу полягає у тісній співпраці як зі своїм шкільним керівником, так і з науковим керівником роботи. Під керівництвом першого доведеться вирішити безліч шкільних завдань, щоб набути стійких навичок – і це школяреві добре знайоме. А під керівництвом іншого – чекає тривала й кропітка робота над усіма етапами створення наукової роботи – і це для школяра, за рідкісним винятком, вперше.

Це може здатися дивним, але переважно майбутній успіх роботи залежить від вибору теми і напряму наукового пошуку за нею. Саме тому до вибору теми слід ставитися дуже серйозно, а, якщо так, то треба приділити цьому стільки часу, скільки знадобиться. Невдалі теми робіт «відсіваються» вже на першому, міському етапі конкурсу. Можна самому відчувати, чи вдало вибрано тему, якщо подумки поставити себе на місце членів журі.

Уявіть собі, що Ви в магазині знайомитесь із новою книгою. Ваші грошові ресурси обмежені, і Ви виберете тільки одну або дві найбільш вподобані на момент покупки. З чого починаєте свій вибір? Ну, само по собі зрозуміло, що з назви. Ми завжди сподіваємося, що саме назва хоча б привідкриє нам завісу таємниці змісту книги. Така ж надія жевріє й у членів журі конкурсу наукових робіт.

І ось, взявши до рук роботу школяра, читаємо назву: «Дослідження магнітного поля». Які питання можуть виникнути при цьому? Напевно, щось близьке до:

- Магнітного поля від якого джерела?



- У роботі відкривається нова фізична сутність і властивості магнітного поля «взагалі»?

- Юнак пропонує нове бачення магнітних взаємодій?

... і т.п.

В роботі автор наводить широко відомі і легко доступні відомості про магнітні поля, наводить класичні закономірності, пов'язані з магнітними явленнями, також наводить крихітний – на пів сторінки – розділ з багатообіцяючою назвою «Теорія поля» (а це величезний і один із найскладніших розділів теоретичної фізики).

Єдина частина роботи, яка є заслугою автора – це його авторські фото силових магнітних ліній від різних джерел магнітного поля. Але і вони не відкривають нічого нового для читача. Таким чином, робота по своїй суті не є науковою працею школяра, а виявляється сумбурним рефератом, не більше.

Типовий випадок школяра проти таких «зачіпок» до людини, що оцінює його роботу:

- Ну і що ж можна придумати нового? Самі спробуйте!

А ось і спробуємо! Тільки разом із автором цієї роботи за сприянням його наукового керівника. Наведу для цього уривки наступних фраз з розділу під назвою «Вступ»:

- ...Звичайна вода, пропущена крізь магнітне поле, завжди змінює свої властивості...

- ...На металургійних заводах у нашій країні використовують електромагнітні насоси, які перекачують рідкий метан...

- ...Магнітні сили підвищують урожайність рослин. Так, помідори, вирощені в штучному магнітному полі, дозрівають швидше і дають більше плодів...

Виходить, що автор, сам не підозрюючи цього, показує можливі напрямки досліджень, пов'язані з дивовижними властивостями магнітного поля.

Одне тільки уточнення діапазону характеристик магнітного поля, що впливають на зростання огірків, помідорів або полуниці – чудове наукове досягнення школяра в його експериментальній роботі!

Відмінною роботою може також бути удосконалення електромагнітного насосу – адже будь-яка конструкція має *певні* недоліки. Справа за малим – потрібно тільки з'ясувати, які саме недоліки притаманні таким насосам... Так, треба перерити для цього гори інформації, але врешті решт це і буде становити частину заслуг автора. Виконання роботи такого роду для школяра (і не тільки!) є складним завданням, але, якщо його науковий керівник не «дрімає», то він зможе спрямувати хід міркувань в потрібний бік.

Ну і нарешті, автор міг би експериментально дослідити зміни властивостей води, пропущеної крізь магнітне поле. Потрібно лише вдало вибрати критерії змін, а також здійснити підбір характеристик магнітного поля. Не слід забувати при цьому про слабке обладнання лабораторії школяра, а це, можливо, змусить його придумати свої прилади, або удосконалити існуючі, пристосувавши їх під себе. (А не переключитися в такому разі на роботу зі створення приладу власної конструкції?...)

І зауважте, що ці теми самі по собі «проклюнулися» з оглядової частини роботи.

Наведений приклад показує, що, вибравши будь-який цікавий для себе напрямок, можна написати справжню наукову працю. Слід тільки підкорятися певним алгоритмам написання роботи.

### **3. Алгоритм роботи**

Якщо робота відповідає ознакам декількох напрямків, наприклад, технологічному і технічному, то для її подання на конкурс Ви маєте право вибрати будь-який з цих двох. І в цьому немає нічого страшного або небезпечного. Буде розумним вибрати той напрямок, за яким спостерігається менша кількість учасників (звичайно ж, із бажання збільшити шанси на перемогу).

По кожному з можливих напрямів робота може бути відповідним чином відкоригована, з метою висвітлити ті чи інші свої яскраві сторони.

Так, наприклад, у випадку, якщо робота більше відповідає напряму "Технологічні процеси та перспективні технології", то її можна підготувати у вигляді класичного лабораторного дослідження. І десь там, дуже обережно, на задньому плані, можна помітити, що автором розроблено і побудовано прилад для проведення тестів. Скромність в цьому випадку буде виправдана тим, що виготовлення приладу не було метою дослідження, а знадобилося для вирішення його задач.

Якщо виконувати роботу за напрямом "Приладобудування", то у главу кута потрібно ставити саме цей, розроблений, виготовлений і випробуваний прилад. Причому, якщо це той об'єкт, над яким автор добре «поламав» голову, майстрував плати і паяв дроти, то таке подання роботи буде набагато вигіднішим...

Якщо ж прилад повністю повторює відомі і вкладені в нього ідеї, його куплено або взято в оренду, то правильніше було б повернутися до технологічних процесів та перспективних технологій.

Розглянемо алгоритм написання роботи, якщо за основу в ній береться придуманий або вдосконалений прилад.

1. В першому розділі роботи міститься її **оглядова частина**. У ній автор має показати, чому саме він збирається створити або удосконалити прилад.

Тут же він показує актуальність вимірів за допомогою такого роду приладів, робить короткий огляд існуючих зразків, вибирає з них кращий (показує чому). Далі він має вказати на недоліки існуючого зразка (наприклад, недостатню точність в якихось конкретних умовах) і намітити шляхи його вдосконалення. З усього цього впливають цілі і задачі роботи, які формулюються наприкінці розділу.

2. У наступній, **основній частині** роботи, автор реалізує намічені цілі та поставлені для їхнього здійснення задачі. При цьому автор переконливо пояснює кожен введений ним змінну – або за допомогою доступних йому розрахунків, або логічними міркуваннями, але все одно, з підкріпленням розрахунками або результатами проміжних експериментів (інакше не буде забезпечено принцип науковості!). Пояснює, чому плату таку-то треба поміняти місцями з платою

такою-то, і т.п. У деяких роботах виробляється так звана фізико-математична модель запропонованого процесу (в даному випадку процесу вимірювання і роботи приладу), на підставі якої можна оптимізувати об'єкт і предмет досліджень.

3. Третя частина роботи показує **практичну реалізацію задуму**. Автор показує за допомогою схем і фотографій свій прилад у дії, розповідає про його особливості, досягнуті результати при його застосуванні, та про області ефективного застосування. Слід також показати, яким саме способом автор йшов до створення діючого зразка приладу – адже на цьому шляху могли виникнути труднощі різного характеру.

4. Лабораторна, або **експериментальна частина** – це наступний розділ роботи. У ньому автор за допомогою свого приладу проводить виміри та лабораторні (або промислові) експерименти з ними пов'язані. При цьому паралельно проводяться виміри базовим приладом (тим, від якого відштовхувався автор при удосконаленні). Таким чином, проводяться **порівняльні** експерименти. Результати цих експериментів у вигляді кривих, отриманих за точками замірів, демонструються наприкінці цього розділу.

5. За результатами порівняльних експериментів робляться **основні висновки**. Вони разом з приладом і є досягнутим у роботі **науково обґрунтованим результатом**.

Тут показано канву роботи лише для однієї секції. В кожній роботі, навіть в межах однієї секції, є свої нюанси. Не бійтеся – вперед! Якщо бажаєте, то головне завдання автора – написати неназбираний, зрозумілий для нього самого, та будь-якої сторонньої людини твір на тему:

- Я придумав, реалізував і випробував прилад;
- він потрібний, зручний і ефективний, що має суттєві відмінності від усіх існуючих таких приладів;
- він дає величезну вигоду при правильному його використанні.

І, само по собі зрозуміло, що твір, раз він авторський (від себе), то він буде неповторним (неодмінно буде мати ознаки новизни). І не думайте, що вже кимось

до Вас пройдений шлях буде повністю досліджено. Прикладом тому може служити випадок, що стався з автором цих рядків, що обложився написаними їм сторінками математичних перетворень в чотиривимірному (технічному) просторі-часі. Якось один із старших товаришів з цього приводу, кинув фразу: «Та навіщо ти зайнявся цією фізико-математичною моделлю – вона вже давно досліджена тими-то і тими-то». Але після того як модель, всупереч всьому, була створена та апробована у вигляді чисельних експериментів, виявилось, що і сама вона в корені відрізняється від відомих моделей, і одним із позитивних результатів її апробації було виявлено існування абсолютно нового, корисного режиму роботи машини. Так сказати – знахідка технічного рішення «на кінчику пера». Все просто пояснити – якщо людина у своєму науковому пошуку йде своїм шляхом, ні на кого не озираючись, то неодмінно її праця буде мати істотні відмінності від інших – адже кожна людина бачить світ по-своєму.

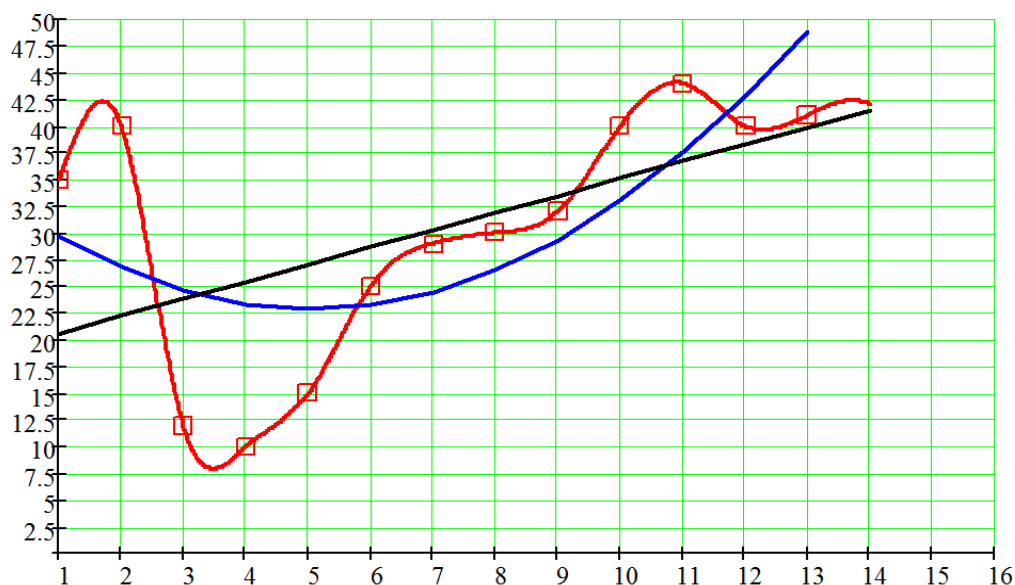
Приклад наукової роботи школяра, який посів перше місце на всеукраїнському конкурсі наведено у доданому файлі («Научка Республіка» у форматі pdf.).

Успіхів Вам, хлопці та дівчата! Успіхів і Вашим керівникам!

## Додаток

### *Побудова регресивних кривих за результатами експериментів*

Нехай в  $n$  експериментах при значеннях змінного параметра 1, 2, ..., 14 (горизонтальна вісь), отримано по  $n$  числових результатів. Середні арифметичні значення цих результатів при кожному значенні змінного параметра обчислені і відкладені на координатній площині у вигляді квадратних символів уздовж вертикальної осі.



Досліджуваний в експериментах процес можна відобразити прямою лінією, розташованою таким чином, що виконується умова: сума відстаней від точок до лінії (по нормалі до неї), яка обчислена для «нижніх» від неї точок, дорівнює такій самій сумі для «верхніх» від неї точок. Але в цьому випадку дисперсія процесу надмірна (розсіювання її значень від положення на прямій).

Досліджуваний процес можна представити у вигляді кривої другого порядку (параболи), що пролягає «в самій густі» точок по вже зазначеному принципу. У цьому випадку дисперсія процесу набагато менша.

Можна знайти таку закономірність, наприклад, за допомогою полінома деякого порядку, при якому дисперсія буде мінімальною. Саме така закономірність має бути визнана такою, що відповідає досліджуваному процесу.