

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ З ОРГАНІЗАЦІЇ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ

«Інформаційні технології в наукових дослідженнях»

для аспірантів денної та заочної форм навчання спеціальностей «102 Хімія» та «161 – Хімічні технології та інженерія»

ВСТУП

Метою викладання навчальної дисципліни «Інформаційні технології в наукових дослідженнях» є вдосконалення теоретичних і практичних знань аспірантів спеціальностей «102 Хімія» та «161 Хімічні технології та інженерія» з питань застосування комп'ютерних мереж для пошуку науково-технічної інформації та використання сучасних програмних засобів для обробки, систематизації і аналізу результатів наукових досліджень, а також для проведення математичного моделювання та/або обчислювального експерименту.

Під час опанування дисципліною «Інформаційні технології в наукових дослідженнях» аспірант здійснює пошук та систематизацію науково-технічної літератури за темою дисертаційної роботи з використанням баз даних ScienceDirect та Google Scholar, спеціалізованої програми Mendeley, проводить математичну, статистичну та аналітичну обробку експериментальних даних за допомогою програмних пакетів Origin, Mathcad, Excel та Statgraphics.

Програма навчальної дисципліни.

Модуль 1 – Інформаційні технології в наукових дослідженнях (90 год.).

Змістовий модуль 1 – Автоматизовані системи пошуку та обробки науково-технічної інформації (45 год).

Тема 1.1 – Інформаційне забезпечення наукових досліджень. (Особливості наукового знання та пізнання. Організація наукового дослідження. Суть і види науково-технічної інформації. Методи пошуку і збору наукової інформації).

Тема 1.2 – Автоматизовані системи пошуку та обробки науково-технічної інформації. (Поняття інформаційної технології. Сучасні комп'ютерні технології та Інтернет в наукових дослідженнях. Повнотекстові бази даних ScienceDirect та Google Scholar. Провідні міжнародні бібліографічні платформи Scopus та Web of Science. Безкоштовний менеджер посилань Mendeley).

Змістовий модуль 2 – Організація математичної, статистичної та аналітичної обробки даних в наукових дослідженнях (45 год).

Тема 2.1 – Сучасні комп'ютерні продукти для вирішення завдань хімії та хімічної технології. (Бази даних в наукових дослідженнях. Робота з масивами даних: сортування, групування, підсумкові таблиці, консолідація. Методи математичного моделювання в наукових дослідженнях. Інформаційне забезпечення процесу моделювання).

Тема 2.2 – Статистична обробка даних експериментальних вимірювань в хімії і хімічній технології. (Загальні принципи застосування статистичних

методів в наукових дослідженнях. Методи аналізу стану та динаміки явищ і процесів. Методи факторного аналізу. Використання факторного експерименту для оптимізації ХТП).

Теми лекційних занять.

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1.	Інформаційне забезпечення наукових досліджень. Особливості наукового знання та пізнання. Організація наукового дослідження. Суть і види науково-технічної інформації. Методи пошуку і збору наукової інформації. Аналіз та інтерпретація інформації. Організація роботи з науковою літературою. Специфіка опрацювання джерел наукової інформації.	2
2.	Автоматизовані системи пошуку та обробки науково-технічної інформації. Поняття інформаційної технології як процесу обробки наукових даних (первинної інформації) для отримання інформації нової якості про стан об'єкта, процесу чи явища. Сучасні комп'ютерні технології та Інтернет в наукових дослідженнях. Джерела інформації глобальних комп'ютерних мереж. Повнотекстові бази даних ScienceDirect та Google Scholar.	2
3.	Наукометричні бази даних Scopus та Web of Science. Інформація про ступінь цитування рецензованих наукових робіт. Інструменти аналізу і візуалізації наукової літератури. Безкоштовний менеджер посилань Mendeley. Організація роботи з систематизації наукової літератури та формування особистої бібліотеки за тематикою наукових інтересів.	2
4.	Організація математичної, статистичної та аналітичної обробки даних в наукових дослідженнях. Бази даних в наукових дослідженнях. Структури баз даних. Класифікація сучасних систем управління базами даних. Концепції та принципи організації баз даних. Місце баз даних в інформаційних системах. Вимоги до баз даних і методи їхнього забезпечення. Принципи організації структур збереження даних. Робота з масивами даних: сортування, групування, підсумкові таблиці, консолідація.	2
5.	Сучасні комп'ютерні продукти для вирішення завдань хімії та хімічної технології. Методи математичного моделювання в наукових дослідженнях. Інформаційне забезпечення процесу моделювання. Лінійне програмування в моделях оптимального планування. Методи нелінійного програмування. Методи прогнозування та оптимізації систем.	2
6.	Статистична обробка даних експериментальних вимірювань в хімії і хімічній технології. Загальні принципи застосування статистичних методів в наукових дослідженнях. Методи аналізу стану та динаміки явищ і процесів. Методи факторного аналізу. Методи прогнозування та оптимізації. Використання факторного експерименту для оптимізації ХТП.	2

Окрім лекцій аспіранти самостійно вивчають наступні питання, які не розглядаються на лекціях і не вивчаються при проведенні лабораторних занять:

1. Поняття наукового дослідження. Вимоги до наукового дослідження. Види наукових досліджень.
2. Емпіричні та теоретичні методи наукового дослідження.
3. Основні поняття і визначення математичних методів та методів статистичної обробки наукових даних.
4. Структура наукового дослідження: обґрунтування актуальності і визначення теми дослідження, його мети, завдання.
5. Розробка концептуальних положень і апарату дослідження (гіпотези, методи, етапи, об'єкти, засоби). Вивчення теоретичного і практичного стану проблеми.

Поняття наукового дослідження. Вимоги до наукового дослідження. Види наукових досліджень.

Наука – це сфера дослідницької діяльності, що спрямована на виробництво нових знань про природу, суспільство і процеси мислення. Вона містить у собі всі умови і моменти цього виробництва. А саме: учених з їх знаннями і здібностями, кваліфікацією і досвідом, з поділом і кооперацією наукової праці, наукові установи, експериментальне і лабораторне устаткування, методи науково-дослідної роботи, поняття і категоріальний апарат, систему наукової інформації, а також усю суму знань, які виступають як попередні посилання, або засоби чи результати наукового пізнання. Предметом науки є самі знання, їх генезис, способи отримання і практичного застосування.

Наукове дослідження має етапи: організаційний, дослідний, узагальнення, апробація, реалізація результатів дослідження.

1. Організаційний етап. Організація наукового дослідження передбачає вивчення стану об'єкта дослідження, конкретизація місця наукової теми у науковому дослідженні; визначення об'єкта дослідження. На цьому етапі відбувається попереднє визначення теоретичної бази (теоретичні основи, що є базою для наукового дослідження, розгляд історії, оцінка сучасного стану проблеми, збір і підбір інформації про об'єкт, висування і обґрунтування гіпотез). Організаційно-методична підготовка наукового дослідження передбачає складання: програми наукового дослідження, техніко-економічного обґрунтування (відображення найважливіших показників наукової роботи), плану дослідження теми, методики дослідження (перелік методів і прийомів, які будуть використовуватися в науковому дослідженні, висування гіпотез та їх узагальнення), робочий план (складається відповідно до програми і плану наукового дослідження, вказуються календарні строки, етапи робіт тощо).

2. Дослідний етап включає в себе спостереження, обстеження, вибираються критерії оцінки, здійснюється збирання і групування інформації за допомогою сучасних інформаційних технологій. Власне виконання дослідження передбачає доведення гіпотез, формулювання висновків і

пропозицій, науковий експеримент, коригування попередніх результатів, оприлюднення проміжних результатів – на конференціях, у статтях, доповідях.

3. Етап узагальнення, апробації та реалізації результатів дослідження складається з узагальнення результатів дослідження; апробації; реалізації результатів дослідження. Дослідна і завершальна стадія науково-дослідного процесу є взаємно обумовленим ланцюгом інтелектуальної діяльності у сфері науки. Узагальнення результатів дослідження – літературний виклад результатів дослідження у вигляді звіту про виконану науково-дослідну роботу, дисертації, студентської науково-дослідної роботи та інших форм подання завершеної наукової продукції.

4. Реалізація результатів дослідження здійснюється дослідним впровадженням їх у практику за участю замовника теми. При цьому виявляються недоробки, які потім усуваються дослідником, коригується звіт про НДР, дисертація, оприлюднюються кінцеві результати дослідження. Дослідна і завершальна стадія науково-дослідного процесу є взаємно обумовленим ланцюгом інтелектуальної діяльності у сфері науки.

Отже, процес наукового дослідження достатньо тривалий і складний. Він починається з виникнення ідеї, а завершується доведенням правильності гіпотези і суджень. У науці розрізняють також такі елементи, як принципи, постулати, правила.

Принцип – основне вихідне положення теорії, вчення, науки, світогляду. Якщо в основі теорії, як правило, лежить одна наукова ідея, то принципів, що її виражають, може бути кілька (наприклад, в теорії навчання: принцип наочності, свідомості, активності, систематичності, послідовності та ін.).

Постулат – вихідне положення, твердження, яке при побудові наукової теорії приймається без доведення.

Правило – умова, якої необхідно дотримуватись, виконуючи якусь дію.

Всі елементи науки систематизуються в теорії. Теорія – система знань, що описує і пояснює сукупність явищ певної частки дійсності і зводить відкриті в цій галузі закони до єдиного об'єднувального початку (витоку). Теорія має бути евристичною, конструктивною і простою.

Поняття методології, методу, прийому у науковому дослідженні

Основою розробки кожного наукового дослідження є сукупність пізнавальних засобів, методів, прийомів і певна їх послідовність. Метод у найбільш загальному випадку означає спосіб досягнення мети, певним чином впорядкована діяльність. Науковий метод – це спосіб пізнання явищ дійсності, їх взаємозв'язку і розвитку. Метод як засіб пізнання є способом відтворення в мисленні досліджуваного предмета.

Аналізом та вивченням наукових методів займається методологія науки. З одного боку, методологія розуміється як певна система методів, які застосовуються в процесі пізнання в межах тієї або іншої науки, тобто

методологія розглядається як частина конкретної науки. З іншого боку, методологія виступає як сукупність основних філософських положень, які відображають первинні гносеологічні концепції формування й аналізу наукового знання. У цьому визначенні підкреслюється філософський характер розуміння методології.

Методологія – це концептуальний виклад мети, змісту, методів дослідження, які забезпечують отримання максимально об'єктивної, точної, систематизованої інформації про процеси та явища. У методології наукових досліджень виділяють два рівня пізнання:

- теоретичний – висунення і розвиток наукових гіпотез і теорій, формулювання законів та виведення з них логічних наслідків, зіставлення різних гіпотез і теорій;
- емпіричний – спостереження і дослідження конкретних явищ, експеримент, а також групування, класифікація та опис результатів дослідження.

Сучасна наука володіє потужним арсеналом різноманітних методів, які призначені для розв'язування різних за своїм характером наукових задач. При проведенні конкретного наукового дослідження використовуються ті методи, які можуть дати глибоку й всебічну характеристику досліджуваного явища.

Основні поняття і визначення математичних методів та методів статистичної обробки наукових даних

Як відомо, математичне моделювання як кількісний інструментарій дослідника по суті своїй належить не тільки математиці – воно має самостійне значення і свою історію. Примітно, що один і той же математичний апарат зустрічається в описі різних об'єктів в різних наукових дисциплінах. Тим самим математичне моделювання є міждисциплінарною категорією. Математичні методи, що зарекомендували себе в першу чергу у фізиці й інших природничо-наукових дисциплінах, згодом з розвитком самої математики набули успішного використання і в гуманітарних науках.

Під математичним моделюванням розуміється, зазвичай, вивчення явища за допомогою його математичної моделі. Процес математичного моделювання поділяється на 4 етапи:

1. Формування закону, що пов'язує основні об'єкти моделі, що вимагає знання фактів і явищ, що вивчаються. Ця стадія завершується записом в математичних термінах сформульованих якісних уявлень про зв'язки між об'єктами моделі.

2. Дослідження математичних задач, до виникнення яких призводить математична модель. Основне питання цього етапу – розв'язання прямої задачі, тобто отримання через модель вихідних даних описуваного об'єкта, типові математичні задачі тут розглядаються як самостійний об'єкт.

3. Третій етап пов'язаний з перевіркою узгодження побудованої моделі критерію практики. У випадку, якщо вимагається визначити параметри моделі для забезпечення її узгодження з практикою. Такі задачі називаються зворотними.

4. Останній етап пов'язаний з аналізом моделі і її модернізацією в зв'язку з накопиченням емпіричних даних.

Структура дослідження: обґрунтування актуальності і визначення теми дослідження, його мети, завдання

Обґрунтування наукової проблеми, вибір та формулювання теми дослідження – це початковий етап будь-якого дослідження. При виборі теми основними критеріями мають бути її актуальність, новизна і перспективність. Формулюючи актуальність теми, слід вказати, до якої сфери діяльності або галузі знань вона належить, чим обумовлено її вибір, а також для чого і де в практиці необхідне запропоноване дослідження. Потрібно кількома реченнями висвітлити головне: суть проблеми, з якої випливає актуальність теми.

Проблема в науці – це суперечлива ситуація, котра вимагає свого вирішення. Правильна постановка та ясне формулювання нових проблем іноді має не менш важливе значення, ніж їх вирішення. По суті вибір проблеми якщо не повністю, то здебільшого визначає як стратегію дослідження, так і напрямок наукового пошуку. Не випадково вважається, що сформулювати наукову проблему – означає показати вміння виокремити головне від другорядного, виявити те, що вже відомо і те, що невідомо науці з предмету дослідження.

Далі логічно перейти до формулювання мети дослідження, а також конкретних завдань, які необхідно вирішити відповідно до цієї мети. Це, як правило, робиться у формі перерахування (вивчити, описати, встановити, з'ясувати, запропонувати, розробити тощо). Формулювання цих завдань необхідно робити якомога реальніше, оскільки опис їх вирішення становитиме зміст розділів магістерської роботи; це важливо також і тому, що їхні назви відповідають сформульованим завданням дослідження.

При проведенні наукових досліджень відрізняють поняття «об'єкт» і «предмет» пізнання і дослідження. Об'єктом дослідження прийнято називати те, на що спрямована пізнавальна діяльність дослідника. Це процес або явище, яке породжує проблемну ситуацію і обране для дослідження. Об'єкт відносно автономний і має чіткі межі. Виділяють об'єкти природні, соціальні, ідеалізовані.

Предметом дослідження є досліджувані з певною метою властивості, характерні для наукового пізнання, це визначення певного «ракурсу» дослідження як припущення про найсуттєвіші для вивчення обраної проблеми характеристики об'єкта. Один і той же об'єкт може бути предметом різних досліджень і навіть наукових напрямів.

Об'єкт і предмет дослідження як категорії наукового процесу співвідносяться між собою як загальне і часткове. В об'єкті виокремлюється та його частина, котра є предметом дослідження, який і визначає тему науково-дослідної роботи.

Таким чином, перед початком дослідження необхідно провести попередню роботу з метою формулювання наукової проблеми та визначити шляхи її розв'язання.

Розробка концептуальних положень і апарату дослідження. Вивчення теоретичного і практичного стану проблеми

Отримання нових знань – це складний творчий процес, що характеризується певною логічною послідовністю наукової діяльності дослідника. Основними формами становлення нового знання є науковий факт, наукова проблема, гіпотеза і теорія. Творчий їх розвиток визначає логічну послідовність процесу наукового дослідження, зокрема: виявлення дійсних (реальних) фактів, їх пояснення та узагальнення; постановка і формулювання наукової проблеми; формування й обґрунтування наукової гіпотези; побудова теорії та визначення шляхів її практичної реалізації.

Наукове дослідження має два основні рівні: емпіричний і теоретичний. Збирання фактів, їх первинний опис, узагальнення і систематизація – характерні ознаки емпіричного пізнання. Будь-яке наукове дослідження розпочинається зі збору, систематизації та узагальнення фактів. Розрізняють факти дійсності та наукові факти. Факти дійсності – це події, явища та процеси, які відбувалися або відбуваються в реальній дійсності; вони є різними сторонами, властивостями, відношеннями досліджуваних об'єктів. Наукові факти – це відображені у свідомості дослідника факти дійсності, що перевірені, усвідомлені та зафіксовані мовою науки як емпіричні судження. Отже, наукові факти повинні бути елементами логічної структури конкретної системи наукового знання.

Емпіричний рівень дослідження складається з двох стадій (етапів). На першій стадії відбувається процес отримання фактів. Першоджерелом будь-якого факту є реальна дійсність: події, діяльність людей, соціальних груп, партій, держави в різних сферах суспільного життя, природні явища та процеси. У процесі дослідження часто використовуються вторинні і навіть третинні джерела фактів: свідчення очевидців, документи, мемуари, наукові праці інших дослідників, статистичні дані тощо. Використовуючи різні шляхи та прийоми, дослідник вичленовує і накопичує факти – емпіричну основу наукового дослідження. Друга стадія передбачає первинну обробку, систематизацію та оцінку фактів у їх взаємозв'язку, тобто осмислення і жорсткий опис здобутих фактів у термінах наукової мови, їхню класифікацію та виявлення залежностей між ними. Отже, на цій стадії дослідник здійснює: а) критичну оцінку і перевірку кожного факту; б) опис кожного факту в термінах тієї науки, в якій проводиться дослідження; в) відбір типових фактів, що відображають основні

тенденції розвитку. Далі дослідник класифікує факти за суттєвими ознаками, зводить їх у систему, на основі чого прагне виявити очевидні зв'язки між ними, а також закономірності, якими характеризуються досліджувані явища.

Розробка та експериментальна перевірка моделі, головних ідей, концептуальних положень, що покладені в основу дослідження

Моделювання як метод наукового пізнання виникло в зв'язку з необхідністю вирішення завдань, які з тих чи інших причин не можуть бути вирішені безпосередньо. Вони виникають у випадках, коли об'єкт або недосяжний для дослідника, або він ще не існує і потрібно обрати оптимальний варіант його створення, або дослідження реального об'єкта вимагає багато часу та економічно не вигідне тощо. При моделюванні використовується принцип аналогії, ґрунтуючись на якому в процесі наукового дослідження висуваються гіпотези, тобто передбачення, що будуються на невеликій кількості дослідних даних, спостережень, інтуїтивних припущень, перевірка правильності яких здійснюється шляхом експерименту.

Таким чином, модель виконує функцію проміжної ланки між дослідником та об'єктом пізнання. Метод моделювання передбачає, що об'єкт вивчається не безпосередньо, а шляхом дослідження іншого об'єкта, який в певному відношенні є аналогом першого. Модель – це певний умовний образ об'єкта дослідження, котрий замінює останній і перебуває з ним у такій відповідності, яка дозволяє отримати нове знання. Модель будується для того, щоб відобразити характеристики об'єкта (елементи, взаємозв'язки, структурні та функціональні властивості), суттєві з точки зору мети дослідження. Отже, моделювання пов'язане зі спрощенням, огрубленням прототипу, абстрагуванням від низки його властивостей, ознак, сторін.

Характерною ознакою моделей можна вважати їх спрощеність стосовно оригіналу або реальної життєвої ситуації, яку моделюють. Спрощеність моделей є неминучою, тому що оригінал лише в обмеженій кількості відношень відображується в моделі. Надмірно спрощена модель, проте, може призвести до невідповідності з досліджуваним об'єктом, що унеможливило його вивчення. З іншого боку, врахування в моделі якомога більшої кількості властивостей, ознак, сторін об'єкта призводить до ускладнення процесу дослідження. 56 Отже, моделювання з точки зору наукового дослідження – це метод опосередкованого пізнання за допомогою штучних або природних систем, які зберігають певні особливості об'єкта і таким чином, заміщуючи його, дають змогу отримати нове знання про оригінал.

Процес дослідження реальних систем, що охоплює побудову моделі, дослідження її властивостей і перенесення одержаних відомостей на реальну систему, називають моделюванням. Основна функція моделі – це її використання як засобу пізнання.

Перелік питань для підготовки до заліку

1. Поняття наукового дослідження і його організація.
2. Вимоги до наукового дослідження. Види наукових досліджень.
3. Емпіричні та теоретичні методи наукового дослідження.
4. Основні поняття і визначення математичних методів та методів статистичної обробки наукових даних.
5. Структура наукового дослідження: обґрунтування актуальності і визначення теми дослідження, його мети, завдання.
6. Розробка концептуальних положень і апарату дослідження (гіпотези, методи, етапи, об'єкти, засоби). Вивчення теоретичного і практичного стану проблеми.
7. Суть і види науково-технічної інформації.
8. Аналіз та інтерпретація інформації.
9. Автоматизовані системи пошуку та обробки науково-технічної інформації.
10. Сучасні комп'ютерні технології та Інтернет в наукових дослідженнях.
11. Джерела інформації глобальних комп'ютерних мереж. Повнотекстові бази даних ScienceDirect та Google Scholar.
12. Наукометричні бази даних Scopus та Web of Science. Інформація про ступінь цитування рецензованих наукових робіт. Інструменти аналізу і візуалізації наукової літератури.
13. Безкоштовний менеджер посилань Mendeley. Організація роботи з систематизації наукової літератури та формування особистої бібліотеки за тематикою наукових інтересів.
14. Бази даних в наукових дослідженнях.
15. Робота з масивами даних: сортування, групування, підсумкові таблиці, консолідація.
16. Сучасні комп'ютерні продукти для вирішення завдань хімії та хімічної технології.
17. Методи математичного моделювання в наукових дослідженнях.
18. Статистична обробка даних експериментальних вимірювань в хімії і хімічній технології.
19. Загальні принципи застосування статистичних методів в наукових дослідженнях.
20. Використання факторного експерименту для оптимізації ХТП.
21. Функціональні можливості програмного продукту Origin.
22. Застосування пакету комп'ютерної математики Mathsoft Mathcad у обчисленнях, моделюванні та оптимізації ХТП.
23. Моделювання в середовищі електронних таблиць.
24. Застосування електронних таблиць Excel для вирішення науково-технічних завдань.
25. Статистична обробка даних за допомогою програми Statgraphics.

Рекомендовані джерела інформації дисципліни.

Основна література:

1. Основи інформаційних систем / За ред. В.Ф. Ситника. – К.: КНЕУ, 2001. – 420 с.
2. Колесников А. Internet: для пользователя. – К.: Изд. группа ВНУ, 2000. – 304 с.
3. Кузнецов И.Н. Интернет в учебной и научной работе: Практическое пособие. – М.: Изд.-торг. корп. "Дашков и К", 2002. – 192 с.
4. Симонович С.В., Евсеев Г.А., Мураховский В.И. Internet: Лаборатория мастера: Практическое руководство по эффективным приемам работы в Интернете. – М.: Инфорком-Пресс, 2001. – 720 с.
5. Колесников О.В. Основи наукових досліджень: навч. посіб. – К. : Центр учбової літератури, 2011. – 144 с.
6. Єріна А.М., Захожай В.Б., Єрін Д.Л. Методологія наукових досліджень: Навч. посібник. – К.: ЦНЛ, 2004. – 212 с.
7. Метешкін К.О. Інформаційні системи і технології / К.О. Метешкін, О. Б. Костенко, Т.С. Сенчук. – Х.: ХНАМГ, 2010. – 240 с.
8. Вітлінський В.В. Математичне програмування: Навчально-методичний посібник для самост. вивч. дисц. – 2-е вид., без змін. / В.В. Вітлінський, С.І. Наконечний, Т.О. Терещенко. – К.: КНЕУ, 2006. – 248 с.
9. Ковальчук В.В. Основи наукового дослідження: навч. посібник / В.В. Ковальчук, Л.М. Моїсєєв. – К.: Видавн. дім «Професіонал», 2008. – 240 с.
10. Наконечний С.І. Математичне програмування: Навчальний посібник / С. І. Наконечний, С.С. Савіна – К.: КНЕУ, 2003. – 452 с.
11. Бондарь А.Г., Статюха Г.А. Планирование эксперимента в химической технологии. Основные положения, примеры и задачи – Киев: Вища школа, 1976. – 219 с.
12. Чарыков А.К. Математическая обработка результатов химического анализа. Методы обнаружения и оценки ошибок. – Л.: Химия, 1984. – 168 с.
13. Організація наукових досліджень, написання та захист магістерських дисертацій / За ред. В.В. Пасічника: Навчальний посібник. – Львів: Новий Світ-2000, 2012. – 282 с.
14. Рассоха І. М. Конспект лекцій з навчальної дисципліни «Методологія та організація наукових досліджень». / І.М. Рассоха; Харк. нац. акад. міськ. госп-ва. – Х.: ХНАМГ, 2011. – 76 с.

Допоміжна література:

1. Румшинский Л.З. Математическая обработка результатов эксперимента. Справочное руководство. – М.: Наука, 1971. – 192 с.
2. Спиридонов В.П., Лопаткин А.А. Математическая обработка физико-химических данных. – М.: МГУ, 1970. – 220 с.
3. Дрозденко В.О. Maple в математиці: навч. посіб. / В.О. Дрозденко – Б.: БНАУ, 2019. – 322 с.
4. Ковальчук, В.В. Основи наукових досліджень: Навч. Посібн. // В.В. Ковальчук, Л.М. Моїсєєв и др. – К., ВД «Професіонал», 2004. – 208 с.
5. П'ятницька-Позднякова, І.С. Основи наукових досліджень у вищій школі: Навч. посібн. – К.:ЦНЛ, 2003. – 116 с.
6. Шейко, В.М., Кушнарєнко Н.М. Організація та методика науково-дослідної діяльності: Підручник. – К.: Знання – Пресс, 2002. – 295 с.
7. Гужва В.М. Інформаційні системи і технології на підприємствах. – К.: КНЕУ, 2001. – 400 с.
8. Український інститут науково технічної інформації, сайт: http://www.uinte.kiev.ua/viewpage.php?page_icH7

