

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ
МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА

І.І. Капцов, О.В. Ромашко, Л.В. Гапонова, В.В. Гранкіна

**ПРОГРАМА ТА РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
“ОРГАНІЗАЦІЯ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ”**

(для студентів 5 курсу денної форми навчання напряму 0921 «Будівництво»
спеціальності 8.092100 «Теплогазопостачання і вентиляція»)

Програма та робоча програма навчальної дисципліни «Організація наукових досліджень» для студентів денної форми навчання напрямку 0921 «Будівництво» спеціальності 8.092100 - «Теплогазопостачання і вентиляція». / Укл.: І.І. Капцов, О.В. Ромашко, Л.В. Гапонова, В.В. Гранкіна –Харків: ХНАМГ, 2009. – 40 с.

Укладачі: І.І. Капцов,
О.В. Ромашко,
Л.В. Гапонова,
В.В. Гранкіна

Програма побудована за вимогами кредитно-модульної системи організації навчального процесу.

Рецензент: д.т.н., проф. кафедри ЕГТС Ю.М. Мацевітій
Затверджено на засіданні кафедри експлуатації газових і теплових систем
Протокол №9 від 14.09.2008 р.

© І.І. Капцов,
О.В. Ромашко,
Л.В. Гапонова,
В.В. Гранкіна., ХНАМГ, 2009

ЗМІСТ

Вступ	4
1. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ	6
1.1. Мета, предмет та місце дисципліни	6
1.2. Інформаційний обсяг (зміст) дисципліни	6
1.3. Освітньо-кваліфікаційні вимоги	7
1.4. Рекомендована основна навчальна література	7
1.5. Анотації програми навчальної дисципліни	8
2. РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ	9
2.1. Опис предмета навчальної дисципліни	9
2.2. Зміст дисципліни	9
2.3. Структура залікового кредиту навчальної дисципліни	10
2.4. Індивідуальне навчально-дослідне завдання	12
2.5. Завдання для блочно-модульного контролю	35
2.6. Методи та технології навчання	36
2.7. Методи оцінювання знань	36
2.8. Розподіл балів, присвоєних студентам	37
2.9. Методичне та інформаційне забезпечення дисципліни	38
2.10. Рекомендована література	38
2.10.1. Основна	38
2.10.2. Додаткова	39
2.11. Ресурси	39

ВСТУП

Основними вимогами до сучасної економіки України для систем теплогазопостачання і вентиляції є:

- підвищення потенціалу для споживачів, як результат науково-технічного процесу і підвищення технічного рівня всіх видів виробництв, технологій, автоматизованих систем теплогазопостачання і вентиляції;
- підвищення розвитку нових технологій, збільшення частини перетворених видів енергії, енергетичних ресурсів як результат удосконалення технологій процесів споживання тепла шляхом застосування пари і гарячої води замість установок прямого використання палива;
- зниження кількості спожитих енергетичних ресурсів на одиницю національного доходу, що складає основу державної політики енергозбереження;

Для дослідження впливу стратегій розвитку паливно-енергетичних ресурсів на народне господарство виділяють: міжгалузеві, техніко-економічні, виробничо-територіальні, соціально-економічні, споживчі зв'язки щодо комплексного використання природних енергетичних продуктів.

Для оптимізації роботи системи і об'єктів теплогазопостачання і вентиляції необхідно розробляти і використовувати системний підхід на основі математичних моделей. Це дозволить вирішувати основні завдання на стадії запланованих досліджень до наявного інформаційного і програмно-обчислювального забезпечення. Моделювання будь-якої техніко-економічної системи, припускає можливість апроксимації системи як сукупності залежностей обмежень. Найбільш простими і поширеними в інформаційному та обчислювальному відношенні є модель лінійного програмування.

Таким чином для науковця при вирішенні практичних і наукових завдань необхідними є: вивчення методології науково-дослідницької діяльності та методів наукових досліджень в системах теплогазопостачання і вентиляції.

В результаті вивчення дисципліни студенту необхідно:

- розуміти провідне значення науки для технічного прогресу в області ТГПіВ;
- вміти розбиратися в методологічних питаннях наукової діяльності;
- знати форми проведення НДР;
- розуміти особливості завершального етапу досліджень;
- розуміти вивчення шляхів, способів та умов проведення і організації роботи в науковому колективі.

Програма розроблена на основі:

СВО ХНАМГ «Освітньо-кваліфікаційна характеристика підготовки фахівців освітньо-кваліфікаційного рівня магістр за спеціальністю 8.092100 «Теплогазопостачання і вентиляція», 2008 р.

СВО ХНАМГ «Освітньо-професійна програма підготовки фахівців освітньо-кваліфікаційного рівня магістр за спеціальністю 8.092100 «Теплогазопостачання і вентиляція», 2008 р.

СВО ХНАМГ Навчальний план напряму підготовки 0921 «Будівництво» Освітньо-кваліфікаційного рівня 8.092100 магістр, спеціальність «Теплогазопостачання і вентиляція», 2008 р.

Програму затверджено на засіданні кафедри експлуатації газових і теплових систем протокол №9 від 14.09.2008 р. та Вченою радою факультету Інженерної екології міст протокол № 1 від 5.09.2008 р.

1. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

1.1. Мета, предмет та місце дисципліни

1.1.1. Мета та завдання вивчення дисципліни – ознайомлення і вивчення методів наукових досліджень, сучасних форм і способів роботи з науково-технічною інформацією, а також плануванням і організацією наукової діяльності.

1.1.2. Предмет вивчення у дисципліні - теорія і практика наукових досліджень.

1.1.3. Місце дисципліни в структурно-логічній схемі підготовки фахівця

Перелік дисциплін, на які безпосередньо спирається вивчення даної дисципліни	Перелік дисциплін, вивчення яких безпосередньо спирається на дану дисципліну
Вища математика. Фізика. Хімія. Метрологія і стандартизація. Інформаційні комп'ютерні технології. Планування і обробка результатів експерименту. Геоінформаційні системи. Теоретичні основи теплофікації.	Дослідницька практика. Отриманні знання студенти використовують при виконанні атестаційної магістерської роботи.

1.2. Інформаційний обсяг (зміст) дисципліни

Модуль 1. Організація наукових досліджень

ЗМ 1. ВИБІР ТЕМИ, ФОРМУЛЮВАННЯ МЕТИ Й МЕТОДОЛОГІЇ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ.

Тема 1. Формулювання мети й завдань наукових досліджень

Тема 2. Методологічні питання наукової діяльності.

ЗМ 2. ОРГАНІЗАЦІЙНІ ФОРМИ ПРОВЕДЕННЯ НАУКОВО-ДОСЛІДНОЇ РОБОТИ

Тема 3. Форми проведення експериментів.

Тема 4. Аналіз теоретико-експериментальних досліджень.

Тема 5. Способи проведення і організації роботи в науковому колективі.

1.3. Освітньо-кваліфікаційні вимоги

Вміння (за рівнями сформованості) та знання	Сфери діяльності (виробнича, соціально-виробнича, соціально-побутова)	Функції діяльності у виробничій сфері (проектувальна, організаційна, управлінська, виконавська, технічна та інш.)
розуміти провідне значення науки для технічного прогресу в області ТГПіВ.	Виробнича	Організаційна
вміти розбиратися в методологічних питаннях наукової діяльності, знати форми проведення НДР.	Виробнича	Організаційна
розуміти особливості завершального етапу досліджень, розуміти вивчення шляхів, способів та умов проведення і організації роботи в науковому колективі.	Виробнича	Організаційна

1.4. Рекомендована основна навчальна література

1. Білушак Г.І., Чабанюк Я. М. Теорія ймовірностей і математична статистика. Практикум. – Львів, 2001. – 418 с.
2. В.П. Боровиков, И.П. Боровиков. Статистический анализ и обработка данных в среде Windows. – М.: «Филинь», 1997. – 608 с.
3. Арбузова Т.Б., Кичигин В.И., Чумаченко Н.Г. Как сделать и оформить научную работу или диссертацию (Справочное руководство): Учебное пособие для вузов по дисциплинам: «Основы научных исследований», «Методология научных исследований» / Под общ. ред. чл.-корр. РААСН, д.т.н., проф. Т.Б.Арбузовой; Рекомендовано МОиПО РФ и АСВ в качестве учебн. пособия для вузов. – М.: Изд-во АСВ, 1995. – 271 с.
4. И.М. Грушко, В.М. Сиденко. Основы научных исследований. – Харьков: «Вища школа», 1983. – 224 с.

1.5. Анотації програми навчальної дисципліни

Анотація програми навчальної дисципліни

Організація наукових досліджень

Мета – ознайомлення і вивчення методів наукових досліджень, сучасних форм і способів роботи з науково-технічною інформацією, а також планування і організацією науковою діяльністю.

Предмет - теорія і практика наукових досліджень.

. Зміст

Модуль 1. **Організація наукових досліджень.**

ЗМ 1. Вибір теми, формулювання мети й методології наукових досліджень.

ЗМ 2. Організаційні форми проведення науково-дослідної роботи.

Аннотация программы учебной дисциплины

Цель – Ознакомление и изучение методов научных исследований, современных форм и способов работы с научно-технической информацией, а также планирование и организация научной деятельности.

Предмет – теория и практика научных исследований.

Содержание.

ЗМ 1. Выбор темы, формулирование цели и методологии научных исследований.

ЗМ 2. Организационные формы проведения научно-исследовательской работы.

Annotation of the program of educational discipline

Purpose is Acquaintance and study of methods of scientific researches modern forms and methods robots with scientific and technical information, and also planning and organization of scientific activity.

An object is a theory and practice of scientific researches.

Table of contents.

ЗМ 1. Choice of theme, formulation of purpose and methodology of scientific researches.

ЗМ 2. Organizational forms of conducting of research work.

2. РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

2.1. Опис предмета навчальної дисципліни

Опис предмета навчальної дисципліни «Організація наукових досліджень» наведена в табл. 2.1.

Таблиця 2.1. – Опис предмета навчальної дисципліни

Призначення: підготовка спеціалістів	Напря́м, спеціальність, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни
Кількість кредитів ECTS – 1,5 Модулів – 1 Змістових модулів – 2 Загальна кількість годин • аудиторних –14 • самостійної роботи –40 Кількість годин: усього – 54 год.	Напря́м -0921 «Будівництво» Спеціальності: 8.092100 «Теплогазопостачання і вентиляції» Освітньо-кваліфікаційний рівень - магістр Термін навчання – 5років	Нормативна Рік підготовки: 5-й Семестр: 10-й Лекції: кількість годин – 14 год. Самостійна робота – 40 год. Форма підсумкового контролю – залік

2.2. Зміст дисципліни

ЗМ 1. ВИБІР ТЕМИ, ФОРМУЛЮВАННЯ МЕТИ Й МЕТОДОЛОГІЇ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ.

Тема 1. Формулювання мети й завдань наукових досліджень

1. 1.1. Методи вибору й оцінки тем наукових досліджень

1.1.2. Науково-технічна інформація

1.1.3. Пророблення й аналіз інформації й формулювання завдань наукового дослідження

Тема 2. Методологічні питання наукової діяльності.

1.2.1 Методологія теоретичних досліджень

1.2.2. Моделі досліджень

1.2.3. Аналітичні методи досліджень

1.2.4. Аналітичні методи досліджень із використанням експериментів

1.2.5 Ймовірно-статистичні методи досліджень

1.2.6 Методи системного аналізу

ЗМ 2. ОРГАНІЗАЦІЙНІ ФОРМИ ПРОВЕДЕННЯ НАУКОВО-ДОСЛІДНОЇ РОБОТИ

Тема 3. Форми проведення експериментів.

2.3.1. Методи оцінки вимірів.

2.3.2. Засоби вимірів.

2.3.3. Проведення експерименту.

2.3.4. Методи графічного зображення результатів вимірів.

2.3.5. Методи підбору емпіричних формул.

2.3.6. Кореляційний аналіз.

2.3.7. Перевірка адекватності теоретичних залежностей експериментом.

2.3.8. Основні принципи оптимального планування експерименту.

Тема 4. Аналіз теоретико-експериментальних досліджень.

2.4.1. Аналіз теоретико-експериментальних досліджень і формулювання висновків і пропозицій.

2.4.2. Складання звітів про науково-дослідну роботу.

2.4.3. Підготовка наукових матеріалів до опублікування.

2.4.4. Впровадження закінчених науково-дослідних робіт у виробництво.

2.4.5 Система показників економічної ефективності.

Тема 5. Способи проведення і організації роботи в науковому колективі.

2.5.1. Організація наукової праці.

2.5.2. Керування науковими дослідженнями.

2.3. Структура залікового кредиту навчальної дисципліни

Тематичний план дисципліни «Організація наукових досліджень» складається з двох змістових модулів, кожний з яких об'єднує у собі відносно окремий самостійний блок дисципліни, який логічно пов'язує кілька навчальних елементів дисципліни за змістом та взаємозв'язками.

Навчальний процес здійснюється у таких формах: лекційні заняття та самостійна робота студента. Структура залікового кредиту дисципліни наведена у табл. 2.2.

Таблиця 2.2.– Розподіл часу за модулями і змістовими модулями та форми навчальної роботи студента

Модулі (семестри) та змістові	Всього,	Форми навчальної роботи			
		Лекц.	Сем., Пр.	Лаб.	СРС
Модуль 1.	1,5/54	14	-	-	40
ЗМ 1	0,75/27	7	-	-	20
ЗМ 2	0,75/27	7	-	-	20

Таблиця 2.3.– Структура залікового кредиту навчальної дисципліни

Тема	Кількість годин		
	Всього годин	В тому числі	
		Лекції	Самостійна та індивідуальна робота
1	2	3	4
Модуль 1. Організація наукових досліджень.	54	14	40
ЗМ 1. ВИБІР ТЕМИ, ФОРМУЛЮВАННЯ МЕТИ Й МЕТОДОЛОГІЇ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ.		7	20
Тема 1. Формулювання мети й завдань наукових досліджень			
1. 1.1. Методи вибору й оцінки тем наукових досліджень		0,5	2
1.1.2. Науково-технічна інформація		0,5	6
1.1.3. Пророблення й аналіз інформації й формулювання завдань наукового дослідження		1	2
Тема 2. Методологічні питання наукової діяльності.			
1.2.1 Методологія теоретичних досліджень		1	2
1.2.2. Моделі досліджень		1	1
1.2.3. Аналітичні методи досліджень		1	1
1.2.4. Аналітичні методи досліджень із використанням експериментів		1	2
1.2.5 Ймовірно-статистичні методи досліджень		0,5	2
1.2.6 Методи системного аналізу		0,5	2
ЗМ 2. ОРГАНІЗАЦІЙНІ ФОРМИ ПРОВЕДЕННЯ НАУКОВО-ДОСЛІДНОЇ РОБОТИ		7	20
Тема 3. Форми проведення експериментів.			
2.3.1. Методи оцінки вимірів		0,5	2
2.3.2. Засоби вимірів		0,5	1
2.3.3. Проведення експерименту		0,5	1
2.3.4. Методи графічного зображення результатів вимірів		0,5	1

Продовження табл. 2.3.

1	2	3	4
2.3.5. Методи підбору емпіричних формул		0,5	2
2.3.6. Кореляційний аналіз		0,5	2
2.3.7. Перевірка адекватності теоретичних залежностей експериментом		0,5	2
2.3.8. Основні принципи оптимального планування експерименту		0,5	2
Тема 4. Аналіз теоретико-експериментальних досліджень			
2.4.1. Аналіз теоретико-експериментальних досліджень і формулювання висновків і пропозицій		0,5	1
2.4.2. Складання звітів про науково-дослідну роботу		0,5	1
2.4.3. Підготовка наукових матеріалів до опублікування		0,5	1
2.4.4. Впровадження закінчених науково-дослідних робіт у виробництво		0,5	1
2.4.5 Система показників економічної ефективності		0,5	1
Тема 5.Способи проведення організації роботи в науковому колективі.			
2.5.1. Організація наукової праці		0,25	1
2.5.2. Керування науковими дослідженнями		0,25	1

2.4. Індивідуальне навчально-дослідне завдання

В умовах кредитно – модульної системи самостійна робота є основним засобом засвоєння студентами навчального матеріалу в час, вільний від обов’язкових видів навчальної діяльності.

При вивченні курсу «Організація наукових досліджень» на самостійну роботу відведено 70% академічного кредиту, і цей час має бути використаний для самостійного поглибленого вивчення окремих тем курсу за вільним вибором студента.

Викладач визначає обсяг самостійної роботи, узгоджує її з іншими видами навчальної діяльності студента, розробляє методичні засоби проведення поточного та підсумкового контролю, аналізує результати самостійної навчальної роботи кожного студента.

Формою звіту про виконання студентом самостійної роботи є індивідуальна навчально–дослідна робота (ІНДЗ), яка виконується відповідно

до вимог КМСОНП.

В рамках самостійної роботи студенти поглиблюють отримані знання з усіх тем курсу «Організація наукових досліджень», опрацьовують теоретичні джерела, використовуючи навчальні посібники і підручники, монографії та періодичну літературу. Виконуючи індивідуальні завдання, студенти набувають досвіду практичних навичок.

Індивідуальні семестрові завдання для самостійної роботи студентів.

Завдання №1. Основні поняття планування та методологія експерименту.

Планування експерименту з ціллю опису дослідного об'єкту

Ціль роботи: Вивчити основні поняття у області планування експерименту. Освоїти методику складання плану-програми експерименту.

Теоретичні пояснення

Планування експерименту в широкому сенсі цього слова – основа життєдіяльності людини. На першій стадії внаслідок розумової діяльності виникають *ідеї, задуми*, будуються *гіпотези*, зважуються різні *варіанти* втілення задуманого (рис. 1.1).



Рис. 1.1 – Схема “чорної скрині”

На другій стадії здійснюється *експериментальна перевірка*, втілення ідей в деякий продукт. Експериментальна перевірка може здійснюватися як на кінцевому продукті, так і на його зменшеній або збільшеній фізичній моделі.

Експериментальній перевірці передуює власне планування експерименту, яке включає наступні пункти:

1. обґрунтування, розуміння факту необхідності експерименту.
2. вибір факторів і рівнів
3. вибір змінної відгуку для оптимізації
4. вибір плану (числа реплік, способу рандомізації)
5. власне експеримент

I, нарешті, на третій стадії відбувається осмислення, оцінка виробленого продукту, а з погляду планування експерименту відбувається

6. аналіз даних експерименту

7. формулювання висновків і рекомендацій.

Таким чином, в широкому сенсі планування експерименту – один з найстародавніших і фундаментальніших видів наукової діяльності.

Основна **мета планування** експерименту – це пошук найкращого, оптимального в деякому розумінні рішення.

Формалізація мети планування виражається у вигляді деякої функції, яку називають **цільовою функцією**.

Побудова цільової функції найбільш відповідальний і найбільш важкий момент всього процесу планування. Коли вона побудована, то діє строгий математичний **алгоритм пошуку екстремуму**.

При побудові ж самої функції потрібна широка науково-технічна обізнаність в даній області. Так, наприклад, при проектуванні якої-небудь споруди для складання цільової функції необхідно брати до уваги технічні, технологічні, техніко-економічні, екологічні, естетичні і багато інших аспекти, зв'язані з використанням споруди.

Експеримент – (від латинського *experimentum* – проба, дослід).

У словнику Іноземних Слів дається таке визначення: експеримент – *науково* поставлений дослід, спостереження досліджуваного явища в *умовах*, що точно враховуються, дозволяють стежити за ходом явища і *відтворювати* його кожного разу при повторенні цих умов.

У Енциклопедичному Словнику експеримент визначається як предметна діяльність в науці. Згідно цьому визначенню, наприклад, написання наукової статті або проглядання наукового журналу – вже експеримент.

Друге визначення ширше. Перше – більш підходить до істоти дисципліни “Планування експерименту”.

Саме властивість відтворення — **відтворюваності** експерименту лежить в основі алгоритму планування.

Техніка планування: на кожному кроці ставиться невелика серія дослідів,

в кожному з яких варіюються за певними правилами всі фактори. Математична обробка результатів експерименту дозволяє виробити умови проведення такої серії дослідів, направлених до досягнення оптимуму.

Експеримент може бути *фізичним і модельним*.

Фізичний експеримент – це реальний експеримент на устаткуванні з речовинними матеріалами. Це найбільш трудомісткий, енергоємний і дорогий вид діяльності. Планування експерименту зароджувалося і розвивалося застосовно саме до таких областей діяльності як металургія, хімічна промисловість, харчова промисловість, транспорт.

Модельний експеримент може бути трьох типів:

- він може бути фізичним. В цьому випадку модель може відрізнитися від об'єкту масштабом і, можливо, природою;

- модель може бути абстрактною психологічною, неформалізованою на рівні логічного мислення. Це найвитонченіша модель;

- модель може бути формалізованою математичною.

В основному планування експерименту застосовується в областях, де без фізичного моделювання не обійтися: у хімічній, харчовій промисловості, металургії і т.п.

Для фахівця у області водопідготовки планування експерименту може служити основою для моделювання процесів, систем, технологічних апаратів, природних і техногенних явищ і ситуацій і т.д. Моделювання супроводжує природоохоронні спеціальності постійно. Це і підбір дози необхідного реагенту в лабораторних умовах для реальних виробничих установок або технологічних ліній, і перевірка режиму роботи пілотної установки на модельних розчинах води, і вибір оптимальних систем водовідведення в умовах невизначеності, і прогностичні розрахунки стану навколишнього середовища. Для цього необхідна наявність *математичного опису об'єкту* проектування, або математичної моделі, покладеної в основу комп'ютерної моделі на відповідній мові програмування.

Така модель повинна відображати функціональну взаємодію елементів і їх сполучень, просторові зв'язки і розташування.

Застосування планування експерименту, поза сумнівом, організує і оптимізує діяльність експериментатора.

Окрім основної задачі – отримання оптимального рішення, планування експерименту дозволяє розв'язати такі задачі:

- пошук оптимальних умов;
- побудова інтерполяційних формул;
- вибір суттєвих факторів;
- оцінка і уточнення констант теоретичних моделей;
- вибір допустимої гіпотези про механізм явища і ін.

Експеримент, який ставиться для вирішення задач оптимізації, називається *екстремальним*, оскільки пов'язаний з пошуком екстремуму деякої функції.

Розробка плану-програми експерименту

План-програма включає найменування теми дослідження, робочу гіпотезу, методику експерименту, перелік необхідних матеріалів, приладів, установок, список виконавців експерименту, календарний план робіт і кошторис на виконання експерименту. У ряді випадків включають роботи по конструюванню і виготовленню приладів, апаратів, пристосувань, методичне їх обстеження, а також програми дослідних робіт на заводах, будівництві і т.п.

Основу плану-програми складає методика експерименту. Методика є систему прийомів або способів для послідовного найбільш ефективного експериментального дослідження, і включає: мету і задачі експерименту; вибір варіюючих факторів; обґрунтування засобів і потрібної кількості вимірювань; опис проведення експерименту, обґрунтування способів обробки і аналізу результатів експерименту.

Визначення мети і задачі експерименту – один з найбільш важливих етапів. На основі аналізу інформації, гіпотези і теоретичних розробок обґрунтовують мету і задачі експерименту. Вся наукова інформація дозволяє в тому або іншому ступені судити про очікувані закономірності процесу, що вивчається, а, отже, і визначити задачі експерименту. Чітко, конкретно обґрунтовані задачі – це великий вклад в їх рішення. Кількість задач не повинна бути дуже великою (3-4 задачі), у великому дослідженні їх може бути 8-10.

Вибір варіюючих факторів – це встановлення основних і другорядних характеристик, що впливають на досліджуваний процес. Спочатку аналізують

розрахункові (теоретичні) схеми процесу. На основі цього класифікують всі фактори і складають з них ряд, що убуває по важливості, для даного експерименту. Правильний вибір основних і другорядних факторів грає важливу роль в ефективності експерименту, оскільки експеримент зводиться до знаходження залежностей між цими факторами. В окремих випадках важко відразу виявити роль основних і другорядних факторів. При цьому необхідно виконати невеликий за об'ємом попередній пошуковий дослід.

Обґрунтування засобів вимірювань – це вибір необхідних для спостережень і вимірювань приладів, устаткування, машин, апаратів і ін. Експериментатор повинен бути добре ознайомлений з вимірювальною апаратурою, що випускається в країні. Щорічно видаються каталоги на засоби вимірювання, по яких можна замовити ті, що випускаються вітчизняним приладобудуванням ті або інші засоби вимірювань. В першу чергу використовують стандартні машини і прилади, що серійно випускаються, робота на яких регламентується інструкціями, ГОСТами і іншими офіційними документами.

Дуже відповідальною частиною є встановлення точності вимірювань і погрешностей. Методи вимірювань повинні базуватися на законах спеціальної науки – метрології, що вивчає засоби і методи вимірювань.

Можливі три випадки проведення експерименту.

1. Теоретично одержана аналітична залежність, яка однозначно визначає досліджуваний процес. Наприклад $y = 3e^{-2x}$. В цьому випадку об'єм експерименту для підтвердження даної залежності мінімальний, оскільки функція однозначно визначається експериментальними даними.

2. Теоретичним шляхом встановлений тільки характер залежності. Наприклад $y = ae^{-bx}$. В цьому випадку задано сімейство кривих. Експериментальним шляхом необхідно визначити a і b . При цьому об'єм експерименту зростає.

3. Теоретично не вдалося одержати яких-небудь залежностей. Розроблені тільки припущення про якісні закономірності процесу. У багатьох випадках доцільний пошуковий експеримент. Об'єм експериментальних робіт зростає. Тут доречний метод математичного планування експерименту.

Завдання №2: Загальні відомості про помилки вимірювань

Ціль: Освоїти операції з наближеними числами. Вивчити способи визначення помилок вимірювання і міри точності.

Теоретичні пояснення:

Погрішність – кількісна характеристика неоднозначності результату вимірювання. Її оцінюють виходячи зі всієї інформації, накопиченої при підготовці і виконанні вимірювань. Цю інформацію обробляють для сумісного визначення остаточного результату вимірювання і його погрішності. Остаточний результат не можна розцінювати як "дійсне значення" вимірюваної фізичної величини, оскільки в цьому немає сенсу із-за наявності погрішності.

Погрішність може бути виражена в одиницях вимірюваної величини x . У такому разі вона позначається Δx і носить назву **абсолютної погрішності**. Проте абсолютна погрішність не відображає якості вимірювань: наприклад, абсолютна погрішність 1 мм при вимірюванні розмірів приміщення свідчить про високу якість вимірювання, та ж погрішність абсолютно неприйнятна при вимірюванні діаметру тонкого дроту.

Критерієм якості вимірювання є відношення абсолютної погрішності до остаточного результату вимірювання

$$\delta x = \frac{\Delta x}{x}.$$

Це відношення безрозмірне. Величину δx називають **відносною погрішністю** і використовують як в абсолютному, так і в відсотковому вираженні. Високій точності вимірювання відповідає мале значення відносної погрішності.

Основні типи погрішностей:

- **Промахи або грубі погрішності** – виникають унаслідок несправності вимірювальних приладів або помилок в експерименті, зроблених через неувагу.

- **Приладова погрішність** – систематична погрішність, присутня в результатах вимірювань, виконаних за допомогою будь-якого вимірювального приладу. Приладова погрішність, як правило, невідома і не може бути врахована. Її можна оцінити тільки шляхом порівняння показань приладу з показаннями іншого, точнішого. Іноді результати спеціально проведеного

порівняння приводять в паспорті приладу, проте частіше вказують максимально можливу погрішність для приладів даного типу.

- **Модельна погрішність.** У основу будь-якого експериментального дослідження, зв'язаного з вимірюваннями, закладена модель. Модель містить фізичний опис досліджуваного об'єкту або процесу, який дозволяє скласти його математичний опис, а саме, набір функціональних співвідношень, що включають фізичні величини. Невірно побудована модель, в якій не знайшли відображення якісь важливі процеси або фактори, що впливають на результат вимірювань, також приводить до невідповідностей. Як наслідок, вимірювані в експерименті величини, що обчислюються за отриманими з моделі робочими формулами, містять погрішності, які носять назву модельних погрішностей. До розряду модельних може бути віднесена погрішність зважування на важельних вагах. Згідно закону Архімеда вага тіла і гирь зменшується через дію виштовхуючої сили повітря. Нагадаємо, що вага 1 м³ повітря рівна приблизно 10Н. Для того, щоб правильно знайти масу зважуваного тіла, знову ж таки, потрібно ввести поправки на втрату ваги гирями і самим тілом.

- **Випадкові погрішності** – при повторних вимірюваннях погрішності цього типу показують свою випадкову природу. Виникають вони внаслідок безлічі причин, спільна дія яких на кожне окреме вимірювання неможливо врахувати або наперед встановити. Такими причинами можуть виявитися, наприклад, незначні коливання температури різних деталей і вузлів установки, скачки напруги, вібрації, турбулентні рухи повітря, тертя в механізмах, помилки прочитування показань приладів і т.п. Єдино можливий спосіб об'єктивного обліку випадкових погрішностей полягає у визначенні їх статистичних закономірностей, що виявляються в результатах багатократних вимірювань. Розраховані статистичні оцінки вносять в остаточний результат вимірювання.

Однією з грубих помилок, які допускають студенти, є знаходження погрішності вимірювання як

$$\Delta x = x_{\text{експеримент}} - x_{\text{таблиця}}$$

де $x_{\text{експеримент}}$ – набутого в процесі експерименту середнього значення величини; $x_{\text{таблиця}}$ – значення, узяті з довідника або розраховані виходячи з теоретичних уявлень.

Метою експерименту є саме перевірка існуючих теорій і уточнення

табличних значень.

З іншого боку, при виконанні учбових лабораторних робіт корисно порівняти отримані результати з довідковими табличними величинами і, у разі значної їх розбіжності, проаналізувати, які експериментальні фактори і модельні погрішності могли привести до цього.

Приклад 1.2. До округлення: 5,825; 5,784; 5,500; 6,500.

Після округлення: 5,8; 5,8; 6,0; 6,0.

6. Округляти слід тільки кінцевий результат при ланцюжкових розрахунках на мікрокалькуляторах.

Складання і віднімання. Вважається, що розряд сумнівної цифри суми співпадає із старшим розрядом сумнівних цифр доданків, тому сума округляється до цього розряду. (Для більшої упевненості в доданках залиште один зайвий розряд).

Приклад 1.3. Дані числа: $1,13777 \cdot 10^4$; $2,7077 \cdot 10^2$; $-1,1677 \cdot 10^3$. Останні цифри сумнівні. Потрібно визначити суму.

Рішення: $(113,7 + 2,7 - 11,6) \cdot 10^2 = 104,8 \cdot 10^2 = 1,048 \cdot 10^4$.

Тут 8 – сумнівна цифра.

7. При множенні і діленні початкові дані доцільно округляти до кількості значущих цифр, що містяться в числі з найменшою їх кількістю.

Приклад 1.4.

1. Помножити числа 8831 і 0,024, останні цифри сумнівні:

$$8,831 \cdot 10^3 \cdot 2,4 \cdot 10^{-2} = 2,1 \cdot 10^2.$$

Оскільки при множенні невірної цифри на вірну виходить невірна, а при множенні сумнівної на вірну вже сумнівна, то доцільно провести округлення до цієї цифри.

2. Розділити 67 на 0,375. Останні цифри цих чисел сумнівні:

$$\frac{6,7 \cdot 10^1}{3,75 \cdot 10^{-1}} = 1,787 \cdot 10^2 \approx (1,8 \cdot 10^2).$$

В цьому випадку старшою сумівною цифрою результату ділення є перша цифра після коми. Тому правильніше буде запис, що стоїть в дужках.

Звичайно, якщо перемножуються або діляться два числа, кожне з яких характеризується n значущими або точними цифрами, то слід враховувати максимум $(n - 1)$ значущих цифр в кінцевому результаті.

Приклад 1.5. Розрахуйте площу прямокутника із сторонами 28,23 і 12,59 см.

Рішення: Відповідь $28,23 \cdot 12,59 = 355,42 \text{ см}^2$ невірний, оскільки дійсне значення може знаходитися між $28,225 \cdot 12,585 = 355,21 \text{ см}^2$ і $28,235 \cdot 12,595 = 355,62 \text{ см}^2$.

Таким чином, шукана площа рівна $355,4 \pm 0,2 \text{ см}^2$.

При використанні наближених чисел ведуть два паралельні розрахунки: один – з граничними значеннями, що приводять до мінімуму, а інший – до максимуму.

Приклад 1.6. Дано два значення: 50 ± 3 і 30 ± 2 . Визначити величину відносної помилки складання, різниці, множення і ділення.

1. *Складання.* Дійсне значення лежить між $47 + 28 = 75$ і $53 + 32 = 85$. Відносна помилка суми рівна $(85 - 75) / (85 + 75) = 10 / 160 = 0,0625$ (6,25%).

2. *Віднімання.* Дійсне значення лежить між $47 - 32 = 15$ і $53 - 28 = 25$ ("перехресне" віднімання, тобто максимальне значення одного числа віднімається з мінімального значення іншого і мінімальне значення одного числа - з максимального значення іншого).

Відносна помилка різниці рівна

$$(25 - 15) / (25 + 15) = 10 / 40 = 0,25 (\pm 25\%).$$

3. *Множення.* Дійсне значення лежить в межах від $47 \cdot 28 = 1316$ до $53 \cdot 32 = 1696$. Відносна помилка добутку рівна

$$\frac{1316 - 50 \cdot 30}{50 \cdot 30} = \frac{1316 - 1500}{1500} = \frac{-184}{1500} = -0,123 (-12,3\%);$$
$$\frac{1696 - 50 \cdot 30}{50 \cdot 30} = \frac{196}{1500} = 0,131 (13,1\%).$$

4. *Ділення.* Дійсне значення лежить між $47 / 32 = 1,469$ і $53 / 28 = 1,893$ ("перехресне" ділення). Відносна помилка частого

$$\frac{1,469 - 50/30}{50/30} = \frac{1,469 - 1,667}{1,667} = -0,119 (-11,9\%);$$
$$\frac{1,893 - 50/30}{50/30} = 0,136 (13,6\%).$$

Таким чином, зі всіх арифметичних операцій найбільшу помилку дає віднімання, а мінімальну – складання.

Приклад 1.7. Знайти наближену відносну помилку добутку: $(40 \pm 10\%) \cdot (30 \pm 5\%)$.

Рішення: Згідно формули (1), з [3, табл. 5.2] отримуємо $(1200 \pm 10\% \pm 5\%)$, або шукана величина буде рівна $1200 \pm 15\%$.

Приклад 1.8. Знайти приблизну відносну помилку частого:

$$[(500 + 20) \cdot (200 + 15)] / (400 - 20).$$

Рішення: Цьому приватному відповідає $(500 + 4\%) \cdot (200 + 7,5\%) / (400 - 5\%)$.

Згідно формулам (1) і (6) з [3, табл. 5.2] приблизна відносна помилка рівна $4 + 7,5 + 5 = 16,5\%$.

Таким чином, остаточний результат

$$(500 \cdot 200 / 400) \pm 16,5\% = 250 \pm 16,5\% \text{ або } A \ 250 \pm 41,$$

тобто в межах 209 і 291.

Приклад 1.9. Довжина, ширина і висота цеглини рівні x_1, x_2, x_3 см з відносними помилками 0,01. Знайти максимальну абсолютну помилку об'єму.

Рішення. Згідно формулі (2) з [3, табл. 5.2] максимальна помилка в об'ємі рівна $0,01 + 0,01 + 0,01 = 0,03$ (3%). Тоді максимальна абсолютна помилка рівна $0,03 \cdot x_1 \cdot x_2 \cdot x_3$ см³.

Приклад 1.10. Фізико-хімічний аналіз складу, наприклад води, супроводжується систематичними і випадковими помилками. Гаріровою встановлено, що систематична помилка дорівнює 5%. Випадкові помилки підкоряються нормальному закону з середнім квадратичним відхиленням $\sigma = 15\%$.

Знайти:

а) імовірність визначення складу води з помилкою, що не перевищує по абсолютній величині 30%;

б) імовірність того, що визначуваний фізико-хімічний склад води не перевершить істинного.

Рішення: Щільність імовірності випадкової помилки має вид

$$p(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left[-\frac{(\bar{x} - x_i)}{2 \cdot \sigma^2}\right] = \frac{1}{15\sqrt{2\pi}} \exp\left[-\frac{(\bar{x} - 2)}{450}\right].$$

Згідно формулі (5.3.33) з [3] маємо

$$\begin{aligned} P(|x_i| < 30) &= P(-30 < x_i < 30) = \left[\Phi\left(\frac{30+5}{15}\right) - \Phi\left(\frac{-30+5}{15}\right) \right] = \\ &= [\Phi(2,33) - \Phi(-1,67)]. \end{aligned}$$

Оскільки $\Phi(-1) = -\Phi(1)$, то $P(|x_i| < 30) = [\Phi(2,33) + \Phi(1,67)]$. З Додатку А знаходимо $\Phi(2,33) = 0,4901$; $\Phi(1,67) = 0,4525$.

Тоді $P(|x_i| < 30) = 0,4901 + 0,4525 = 0,9426$.

Імовірність того, що визначуваний фізико-хімічний склад води не перевершить істинного

$$P(-\infty < x_i < 0) = [\Phi(0,5) + \Phi(\infty)].$$

Оскільки, з додатку А знаходимо $\Phi(0,5) = 0,1915$, звідки $P(-\infty < x_i < 0) = 0,5 + 0,1915 = 0,6915$.

Висновок: Імовірність виконання умови (а) цього завдання рівна $\approx 94,3\%$, а умови (б) - $\approx 69,2\%$.

Методи виключення грубих помилок

Груба помилка може привести до появи як значення, що різко виділяється, так і значення, візуально не відмітного від основної маси спостережень. Ці помилки звичайно особливо добре помітні при розташуванні результатів розрахунків або експериментів у порядку убутання значень або при побудові графіків ("відскок крапок").

Статистичні методи виявлення грубих помилок слід застосовувати лише тоді, коли додаткова інформація про якість вимірювань *або неповна, або ненадійна*.

У будь-якому випадку до виключення "підозрілих" значень з вибірки потрібно підходити з особливою обережністю.

Метод виключення при відомій σ . Нехай ми маємо вибірку x_1, x_2, \dots, x_n , в якій є підозріле значення x^* . Алгоритм перевірки може бути наступним:

1. Підрахуємо середнє арифметичне значення \bar{x}_0 по формулі

$$\bar{x}_0 = \sum_{i=1}^n x_i / n \quad (1.1)$$

і середню квадратичну погрішність σ з виразу

$$\sigma^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (\bar{x} - x_i)^2, \quad \sigma = \sqrt{\sigma^2} \quad (1.2)$$

виключивши з цих розрахунків значення x^* .

2. Знайдемо відношення

$$t = |x^* - \bar{x}| / (\sigma \sqrt{(n+1)/n}). \quad (1.3)$$

3. Визначимо по таблицях вірогідність $1 - 2\Phi(t)$ (додатки А і В).

4. Якщо виконується умова

$$1 - 2\Phi(t) < q, \quad (1.4)$$

то вважається, що значення x^* підлягає вибраковуванню. Тут q – прийнятий в розрахунках рівень значущості, а n – об'єм вибірки. У інженерних розрахунках звичайно приймається рівень значущості: 0,1; 1,0; 5,0 %.

Вважають, що значення x^* містить грубу помилку з надійністю виведення $P = 1 - q$. Значення $t = t(P)$, для якого $1 - 2\Phi(t) = q$ і, значить, $2\Phi(t) = P$, називається *критичним значенням* відношення (1.1.3) при надійності P .

Приклад 1.11. Якщо $q = 0,01$ (1% рівень), то $P = 99$ %, критичне значення $t = t(P) = 2,576$ (див. додаток В). Якщо відношення (1.1.3) буде більше 2,576, то значення x^* , що "вискакує", можна бракувати з надійністю висновку 0,99 (99%).

Приклад 1.12. У вибірці з 1000 результатів незалежних вимірювань з середньою квадратичною помилкою $\sigma = 14,2$ виявлене одне значення x^* , що "вискакує" = 120,2. Середнє з інших 1000 – 1 = 999 результатів $\bar{x} = 84,5$. Чи можна вважати, що значення, що "вискакує", містить грубу помилку і його потрібно виключити з подальших розглядів.

Рішення: З відношення (1.3) маємо

$$t = |84,5 - 120,2| / (14,2 \sqrt{1001/1000}) \approx 2,50.$$

За додатком В для $t = 2,5$ оцінюємо вірогідність $1 - 2\Phi(t) = 0,01242 < 0,013$. Отже, з надійністю виведення $P > 0,987$ (98,7%) можна рахувати, що значення $x^* = 120,2$ слід виключити. Якщо ж Вас задовольняє тільки велика надійність (наприклад, $P = 99\%$), то виключати x^* з подальшого розгляду не можна.

Виключення помилок при невідомій σ . Якщо величина σ невідома наперед, то вона спочатку оцінюється приблизно за наслідками вимірювань [3, п. 5.4.10]. У подібному випадку замість σ використовують *емпіричний стандарт*

$$S = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}. \quad (1.5)$$

Перевірку починають з визначення відношення

$$t(x^*) = |x^* - \bar{x}| / S. \quad (1.6)$$

Далі можливі варіанти:

1. Якщо

$$t(x^*) < 2 / (3\sqrt{q}) = K, \quad (1.7)$$

де q – заданий рівень значущості, те сумнівне значення x^* залишають у вибірці.

2. Відношення (1.6) порівнюють з критичним значенням $tn(P)$ з додатку С. Якщо при даному числі n прийнятних значень відношення (1.1.6) опиниться між двома критичними значеннями при надійності P_1 і P_2 ($P_2 > P_1$), то з надійністю висновку більше за P_1 можна вважати, що значення, що "вискакує", містить грубу помилку.

3. Згідно методиці "вибраковування" по критерію Смірнова-Граббса, якщо невідомі a та σ , то можна скористатися величиною:

$$\bar{T}^* = |x^* - \bar{x}| / S^*, \quad (1.8)$$

де

$$S^* = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}. \quad (1.9)$$

Потім по наперед заданому рівню значущості q в Додатку D знаходимо критичне значення C_q , що відповідає числу спостережень n . Якщо $\bar{T}^* > C_q$, то сумнівне значення x^* значущо відхиляється від середнього x і може бути виключено як помилкове.

4. Д. Химмельблау рекомендує спостереження x^* відкидати, якщо виконується нерівність:

$$|x^* - \bar{x}| / S^* > C, \quad (1.10)$$

де C – константа, яка знаходиться через t -критерій Ст'юдента (додаток Е) по виразу:

$$\left[\frac{n \cdot C^2 (k + k_0 - 1)}{k [k + k_0 - (n \cdot C^2) / k]} \right]^{1/2} \approx t_{q=0,05}^{k+k_0-1}, \quad (1.11)$$

де $k = n - 1$ – число мір свободи оцінки дисперсії S^2 ; k_0 – будь-яке число додаткових мір свободи (звичайно $k_0 = 0$).

Оцінка може проводитися багато разів. Середнє квадратичне відхилення S розраховується кожного разу по вибірці, що залишилась.

Приклад 1.13. Є дані вибірових спостережень за тривалістю повного осадження забруднень в судинах Лисенко. Тривалість окремих дослідів склала, хвил.:

10, 11, 11, 12, 12, 13, 13, 13, 14, 20.

Сумнівним здається останній результат $x_{10} = 20$. Чи є підстави його виключити? Перевіримо.

Варіант 1.

$$\bar{x} = \frac{10 + 11 \cdot 2 + 12 \cdot 2 + 13 \cdot 3 + 14}{9} = 12,1;$$

$$S = \sqrt{\frac{1}{9-1} \sum_{i=1}^n (x_i - 12,1)^2} \approx 1,27;$$

$$t = (20 - 12,1)^2 / 1,27 = 6,22.$$

Приймаємо рівень значущості $q = 0,05$. Тоді по формулі (1.7) маємо

$$K = 2 / (3\sqrt{q}) = 2 / (3\sqrt{0,05}) = 2,98.$$

Умова (1.7) не виконується. Значить, за цим способом значення $x^* = 20$ не залишається у вибірці.

Варіант 2. За додатком С критичне значення $t_n(P)$ для $n = 10$ навіть при $P = 0,999$ рівняється 5,01, тобто $t = 6,22 > t_n(0,999) = 5,01$, та ми маємо право виключити значення $x^* = 20$ з виборки. З Додатку С слідує, що це значення можна було б не виключати тільки при $n = 7$ та $P = 0,999$, де $t_7(0,999) = 6,37$.

Варіант 3. При тих же умовах вибравка за критерієм Смірнова-Граббса показує:

- середня величина, що розрахована за формулою

$$\bar{x} = \frac{1}{10} \sum_{i=1}^{10} x_i = 12,9;$$

- оцінка середньоквадратичного відхилення S^* за формулою (1.9)

рівняється 2,62;

• за формулою (1.8) $T^* = (20,0 - 12,9) / 2,62 = 2,71$;

• за додатком D навіть при рівні значущості $q = 0,025$ та $n = 10$

$C_{0,025} = 2,414 < T^* = 2,71$.

Таким чином, гіпотеза про однорідність вишукуваного ряду відхиляється та останнє значення $x^* = 20$ можна вважати нетипічним.

Для остаточної обробки цього ряду розрахуємо нові значення середньої величини

$$\bar{x} = \frac{1}{9} \sum_{i=1}^9 x_i = 12,1$$

та оцінку середньоквадратичного відхилення S , але вже за формулою:

$$S = \sqrt{\frac{1}{9-1} \sum_{i=1}^9 (x_i - \bar{x})^2} \approx 1,27.$$

Варіант 4. З розрахунку за варіантом 1 маємо, що $\bar{x} = 12,1$, а оцінка дисперсії за дев'ятьма значеннями, що залишилися, буде рівна $S = 1,27$.

Для рівня значущості $q = 0,05$, $n = 9$, $k = 9 - 1 = 8$ за Додатком E маємо $t = 2,31$. Тоді за формулою (1.1.11) маємо:

$$\left[\frac{9 \cdot C^2 (8+0-1)}{8[8+0-(9 \cdot C^2)/8]} \right]^{1/2} \approx 2,31^{(8+0-1)}.$$

Методом проб та помилок отримуємо $C \approx 2,849$.

Рішення рівняння (1.11) методом підстановки трудомістко. Відповідні алгебраїчні перетворення приводять (1.11) до виду

$$C = \left\{ \frac{(k^2 + k \cdot k_0) \cdot t_q^{2(k+k_0-1)}}{n[k + k_0 - 1 + t_q^{2(k+k_0-1)}]} \right\}^{1/2}$$

або при $k_0 = 0$

$$C = \left\{ \frac{k^2 \cdot t_q^{2(k-1)}}{n[k - 1 + t_q^{2(k-1)}]} \right\}^{1/2}. \quad (1.12)$$

Для наших умов за формулою (1.12) $C \approx 2,846$. Тоді, згідно оцінки (1.10), $\frac{20,0-12,1}{1,27} = 4,89 > C = 2,846$, тому спостереження $x_{10} = 20$ можна виключити з подальших розрахунків.

Завдання №3. Програмні системи обробки даних. Аналіз теоретико-експериментальних досліджень та формулювання висновків і пропозицій.

Складання звітів з науково-дослідної роботи

Ціль: Розглянути які існують програмні системи обробки даних. Освоїти аналіз теоретико-експериментальних досліджень та правила складання звітів з науково-дослідної роботи.

Теоретичні пояснення:

Програмні системи обробки даних

Серед математичного програмного забезпечення обробки інформації слід виділити широко поширені програмні продукти MS Excel, Statistica, Mathematica, MatLab і ін. Дамо коротку характеристику цих пакетів, що мають важливе значення при проведенні математичного моделювання і обробці вимірювальної інформації, одержаної під час фізичних експериментів.

Програма Microsoft Excel є програмним засобом для роботи з таблицями даних, що дозволяє упорядковувати, аналізувати і графічно представляти різні види даних. Клас програм, використовуваних для цієї мети, називається електронними таблицями або табличними процесорами.

Застосування електронних таблиць спрощує роботу з даними і дозволяє одержати результати без проведення розрахунків вручну або спеціального програмування. У науково-технічних завданнях електронні таблиці можна використовувати ефективно, наприклад, для:

- проведення однотипних розрахунків над великими наборами даних;
- автоматизації підсумкових обчислень;
- рішення задач шляхом підбору значень параметрів, табуляції формул;
- обробки результатів експериментів;
- проведення пошуку оптимальних значень параметрів;
- підготовки табличних документів;
- побудови діаграм і графіків за наявними даними.

Програма статистичної обробки даних Statistica розрахована на середовище Windows, хоча є версії для середовища DOS. Основними завданнями пакету є первинний аналіз даних, регресійний аналіз, дискримінантний і кластерний аналіз. Особливості програм полягають в розвитку графічних засобів представлення

інформації, а також засобів роботи з графіками – масштабування, вибір кольору зображення, об'єднання різних графіків, додавання тексту, рисунків. Звичайною практикою стало застосування в цьому пакеті вбудованих мов програмування. Вбудована мова програмування BASIC має обчислювальні процедури, що настроюються, з подальшою їх оптимізацією для підвищення продуктивності програми. За допомогою цих мов можна розширювати можливості системи, задаючи різні напрями обробки даних. В результаті досягається гнучкість системи, що дозволяє настроювати її на рішення складних задач.

Ще одним могутнім математичним інструментарієм є пакет MatLab (Matrix Laboratory). Пакет призначений для математичного моделювання і забезпечує проведення досліджень в багатьох областях науково-технічних додатків. Структура пакету дозволяє ефективно поєднувати різні підходи до створення математичних моделей, включаючи аналітичний і імітаційний. У основі імітаційного моделювання покладений статистичний експеримент (метод Монте-Карло). У пакет вбудована мова об'єктно-орієнтованого програмування. Близько 30 інструментальних додатків пакету дозволяють забезпечувати рішення диференціальних і алгебри рівнянь, інтегральне обчислення, символічні обчислення і ін. Окрім стандартного набору математичних функцій пакет містить також і нетрадиційні алгоритми – засоби цифрової обробки зображень, пошуку рішень на основі нечіткої логіки, апарат побудови і аналізу нейронних мереж. MatLab може працювати з операційними системами Windows, UNIX, MacOS.

Черговим лідером на ринку математичних пакетів є MathCad. Цей програмний продукт також як і Mathematica є інтерпретуючою системою. Пакет орієнтований на рішення різноманітних задач аналізу і інтерпретації інформації. Серед цих завдань слід виділити рішення окремих рівнянь алгебри (лінійних і нелінійних) і їх систем, звичайних диференціальних рівнянь і їх систем, диференціальних рівнянь в приватних похідних, статистичну обробку даних (інтерполяцію, екстраполяцію, апроксимацію і ін.), роботу з векторами і матрицями, пошук екстремуму функціональних залежностей. У систему інтегровані засоби символічної математики, що забезпечує чисельне і аналітичне рішення різних задач.

Програма доповнена об'ємним довідковим матеріалом. Керівництво включає не тільки рекомендації про порядок роботи з програмною системою, але і інформацію по основах математики, фізико-математичних формулах і константах.

В даний час ринок програмних систем у області фізико-математичних додатків продовжує рости. Нові програмні пакети розробляються на основі комп'ютерних технологій, що інтенсивно розвиваються, з використанням досягнень сучасних методів досліджень. В результаті створюються програмні засоби, здатні вирішувати складні задачі науково-технічних додатків.

При вивченні даного курсу для обробки статистичних даних ми використовуватимемо програму MS Excel.

Аналіз теоретико-експериментальних досліджень та формулювання висновків і пропозицій.

Складання звітів з науково-дослідної роботи

Основою спільного аналізу теоретичних і експериментальних досліджень є зіставлення висунутої робочої гіпотези з дослідними даними спостережень.

Теоретичні і експериментальні дані порівнюють методом зіставлення відповідних графіків. Критеріями зіставлення можуть бути мінімальні, середні і максимальні відхилення експериментальних результатів від даних, встановлених розрахунком на основі теоретичних залежностей. Можливо також обчислення середньоквадратичного відхилення і дисперсії. Проте найбільш достовірними слід вважати критерії адекватності відповідності теоретичних залежностей експериментальним.

В результаті теоретико-експериментального аналізу можуть виникнути три випадки.

1. Встановлено повний або достатньо добрий збіг робочої гіпотези, теоретичних передумов з результатами досліджу.

При цьому додатково групують одержаний матеріал досліджень так, щоб з нього витікали основні положення розробленої раніше робочої гіпотези, внаслідок чого остання перетворюється на доведене теоретичне положення, в теорію.

2. Експериментальні дані лише частково підтверджують положення робочої

гіпотези і в тій або іншій її частині суперечать їй. В цьому випадку робочу гіпотезу змінюють і переробляють так, щоб вона якнайповніше відповідала результатам експерименту. Найчастіше проводять додаткові експерименти коректувань з метою підтвердити зміни робочої гіпотези, після чого вона також перетворюється на теорію.

3. Робоча гіпотеза не підтверджується експериментом. Тоді її критично аналізують і повністю переглядають. Потім проводять нові експериментальні дослідження з урахуванням нової робочої гіпотези. Негативні результати наукової роботи, як правило, не є негодящими, вони у багатьох випадках допомагають виробити правильні уявлення про об'єкти, явища і процеси.

Після виконаного аналізу ухвалюють остаточне рішення, яке формулюють як висновок, виводи або пропозиції. Ця частина роботи вимагає високої кваліфікації, оскільки необхідно стисло, чітко, науково виділити те нове та істотне, що є результатом дослідження, дати йому вичерпну оцінку і визначити шляхи подальших досліджень. Звичайно по одній темі не рекомендується складати багато висновків (не більше 5-10). Якщо ж крім основних висновків, що відповідають поставленій меті дослідження, можна зробити ще і інші, то їх формулюють окремо, щоб не затемнити конкретної відповіді на основне завдання теми.

Всі висновки доцільно розділити на дві групи: наукові і виробничі. У наукових висновках необхідно показати, який внесок внесений в науку в результаті виконаних досліджень (нові пропозиції, принципова відмінність тих, що існують, спростування деяких відомих положень і ін.). В ув'язненні потрібно розробити план впровадження закінчених НДР у виробництво і розрахувати очікуваний економічний ефект. При виконанні науково-дослідної роботи піклуються про захист державного пріоритету (першість в рішенні певної наукової або технічної задачі) на винахід або відкриття.

Вимоги до оформлення наукового звіту

Науковий звіт про проведені дослідження є не менш важливим, чим лабораторний журнал – по ньому інші дослідники зможуть ознайомитися у вашими результатами. Ціль звіту – викласти мету, хід і результати експерименту у вигляді, в якому їх найзручніше зрозуміти і перевірити іншим людям.

Важливою властивістю наукового (і будь-якого) звіту є довіра до нього з боку читачів. Це значить, що в звіті обов'язково слід привести ті експериментальні або статистичні дані, на яких ґрунтуються ваші висновки – при бажанні дослідник може повторити розрахунки і перевірити їх достовірність і адекватність одержаних вами результатам. Природно, що вони повинні бути повністю перевірені ще раз перед представленням звіту на суд наукової громадськості (або викладача).

У звіті немає необхідності розповідати всю історію отримання результатів, а також наводити дані експериментів, які відповідають тупиковим гілкам досліджень, або не важливі для результатів, що анонсуються. Проте всі актуальні дані повинні бути приведені, незалежно від того, свідчать вони за або проти представленої теорії. Давайте бути чесними.

При оформленні звіту варто виділяти ті експериментальні дані, результати і ідеї, які одержані іншими дослідниками і лабораторіями. Займатися плагіатом, тобто привласнювати собі авторство, небезпечно – у разі викриття дослідник може вважати свою наукову кар'єру завершеною, а студент – не чекати гарної оцінки (і, можливо, йому доведеться переробляти звіт).

У звіті повинні бути чітко виділені розділи:

- **Назва звіту** – як правило, приводиться на титульній сторінці.
- **Дані про групу дослідників**, що виконали експеримент, і лабораторія (підприємство), в якому він проводився.
- **Мета досліджень** – стисло формулюються основні завдання або необхідність досягнення певних результатів.
- **Експериментальні дані** – по аналогії з лабораторним журналом, необхідно вказувати використовувані матеріали, умови проведення (температура, тиск, напруженість магнітного поля, частота обертання і т.д.), тривалість і інші параметри експерименту, важливі для його відтворення.
- **Теоретичні викладення**, що дозволяють читачам зрозуміти ті модельні функціональні залежності, в рамках яких відбувається інтерпретація експериментальних даних.
- **Обробка експериментальних даних** – представлення даних в

графічному (нагляднішому для розуміння вигляді), оцінка параметрів функціональних залежностей, їх погрішностей, статистична перевірка гіпотез про адекватність використовуваних моделей. При використанні програмних пакетів вказуйте їх назву, версію і значення чисельних параметрів, використовуваних при обробці даних.

- **Результати дослідження** – приводяться висновки про підтвердження або спростування даних гіпотез. Слід використовувати дієслова «досліджені», «перевірені», «виміряні» і т.п.

- **Список літератури** – бібліографічні посилання на ті книги і статті, з яких були використані експериментальні дані, результати або ідеї.

Для запису результатів великої кількості однотипних вимірювань зручно використовувати таблиці. З їх допомогою вдається уникнути непотрібного багаторазового запису позначення вимірюваної величини, одиниць вимірювання, використовуваних масштабних коефіцієнтів і т.п. У таблиці, крім експериментальних даних, можуть бути зведені проміжні результати обробки цих даних. У заголовок таблиці заносяться розмірності величин, характерні міри. Таблиці кресляться за допомогою лінійки і олівця (якщо звіт рукописний). У таблиці вказується порядковий номер кожного вимірювання.

Нагляднішими, ніж таблиці, є графіки залежностей досліджуваних фізичних величин. Графіки дають візуальне уявлення про зв'язок між величинами, що у край важливо при інтерпретації одержаних даних, оскільки графічна інформація легко сприймається, викликає більше довіри, володіє значною місткістю. На основі графіка легше зробити висновок про відповідність теоретичних представлень даним експерименту.

При побудові графіка слід враховувати наступні характеристики:

- **Осі** – графіки, за рідким винятком, будують в прямокутній системі координат, де по горизонтальній осі (осі абсцис) відкладають аргумент, незалежну величину, а по вертикальній осі (осі ординат) – функцію, залежну величину.

- **Масштаб по осях** – чисельне значення фізичної величини, відповідне одиничному відрізку. Осі необов'язково повинні містити початок координат –

звичайно враховують мінімальне і максимальне значення. При необхідності вибирають логарифмічний або подвійний логарифмічний масштаб.

- **Підписи осей** – назва величини, що відкладається, масштабний коефіцієнт.

- **Шкала** – підписи до осей у вигляді числового масштабу, з урахуванням масштабного коефіцієнта. Звичайно вибираються якісь «круглі» числа, з мінімумом знаків після коми.

- **Масштабна сітка** – для зручності визначення величин конкретних точок роблять тонкі вертикальні і горизонтальні лінії, які є продовженнями відміток шкали.

- **Експериментальні точки** – повинні бути чітко видно. Якщо на одному графіку показані декілька залежностей, їх треба виділити точками різного вигляду (кружечки, ромби, квадратики і т.д.).

- **Проведення кривих** – експериментальні точки з'єднують плавною кривою, щоб вони в середньому були однаково розташовані по обидві сторони від проведеної кривої. Якщо відомий математичний опис спостережуваної залежності, то теоретична крива проводиться так само. Правильно побудована крива повинна заповнювати все поле графіка, що буде свідченням правильного вибору масштабів по кожній з осей. Якщо ж значна частина поля виявляється незаповненою, то необхідно заново вибрати масштаби і перебудувати залежність.

- **Погрішності вимірювань** – навколо проставленої експериментальної точки будують два відрізки, паралельні осям абсцис і ординат. У вибраному масштабі довжина кожного відрізка повинна дорівнювати подвоєній погрішності величини, що відкладається по паралельній осі. Центр відрізка повинен приходиться на експериментальну точку.

- **Назва** – під графіком повинно бути приведено його назву, що пояснює, до чого відноситься зображена залежність.

Всі сторінки, таблиці, формули, схеми і графіки повинні бути **пронумеровані** (у порядку використання). На початку звіту звичайно приводять зміст звіту. Якщо таблиці або графіки мають значний розмір і заважають зв'язаному сприйняттю

тексту, їх варто винести в *Додатки* і дати на них посилання в тексті.

2.5. Запитання для самоконтролю:

Запитання до блочно-модульного контролю ЗМ.1.2.

1. Що таке середні значення?
2. Методи обчислення середніх.
3. Теоретичні середні (моменти розподілення).
4. Оцінки довірчих границь для істинного значення вимірюваної величини.
5. Порівняння дисперсій.
6. Порівняння середніх.
7. Перевірка гіпотези про рівність середніх.
8. Перевірка гіпотези нормальності закону розподілення випадкової величини.
9. Визначення теоретичного закону розподілення.
10. Що таке кореляція?
11. Що таке регресія?
12. Типи кореляції.
13. Суть кореляційного та регресійного аналізу.
14. Лінійна кореляція.
15. Оцінювання коефіцієнту кореляції.
16. Лінійний регресійний аналіз.
17. Оцінювання прямої регресії.
18. Що таке критерій Ст'юдента?
19. Що таке критерій Фішера?
20. Метод найменших квадратів.
21. Для чого потрібно графічне зображення результатів експерименту?
22. Вибір системи координат.
23. Що таке планування експерименту?
24. Сформулюйте етапи планування.
25. Основна ціль планування.
26. Що таке експеримент?
27. Що означає фізичний і модельний експеримент?
28. Визначення об'єкту вишукування.
29. Техніка планування експерименту.
30. Які задачі вирішує планування експерименту?
31. Що таке математична модель?

32. Що таке параметр оптимізації?
33. Вимоги до параметру оптимізації.
34. Що включає план-програма експерименту?
35. З чого складається методика експерименту?
36. Три випадки проведення експерименту.

Запитання до блочно-модульного контролю ЗМ 1.2.

1. Що таке погрішність вимірювання?
2. Чим абсолютна погрішність відрізняється від відносної?
3. Що таке приладова (систематична) погрішність?
4. Що таке модельна погрішність?
5. Що таке випадкова погрішність і які причини приводять до її появи?
6. Операції з наближеними числами.
7. Помилки вимірювання і міри точності.
8. Методи виключення грубих помилок.
9. Які програмні продукти для обробки даних експериментів Ви знаєте?
10. Використання програмного пакету Microsoft Office для обробки даних.
11. Що є основою для аналізу теоретико-експериментальних досліджень?
12. Принципи формулювання висновків і пропозицій.
13. Вимоги до складання наукових звітів.
14. Вимоги до оформлення звітів з науково-дослідної роботи.

2.6. Методи та технології навчання

При викладанні навчальної дисципліни “Організація наукових досліджень” використовуються такі методи активного навчання:

- вирішення ситуаційних задач (кейсів);
- робота в малих групах.

При використанні практичних занять та самостійної розрахункової роботи використовуються засоби комп’ютерної техніки.

Метод навчання: інформаційно-ілюстративний.

Поточний контроль з змістових модулів - виконання і захист індивідуального завдання та відповідь на запитання для самоконтролю.

2.7. Методи оцінювання знань

Для визначення рівня засвоєння студентами навчального матеріалу використовуються такі методи оцінювання знань:

- поточний контроль після вивчення кожного змістовного модуля;
- оцінка за індивідуальну самостійну роботу;
- підсумковий контроль.

Для діагностики знань використовується модульно-рейтингова система за 100-бальною шкалою оцінювання.

2.8. Розподіл балів, присвоєних студентам

Таблиця 2.4 – Види та засоби контролю

Види та засоби контролю	Розподіл балів, %
Поточний контроль зі змістових модулів	
ЗМ 1.1 , в тому числі	50
- захист 1 частини ІНДЗ	25
- контроль якості самостійної підготовки.	25
ЗМ 1.2 – в тому числі	50
- захист 1 частини ІНДЗ	25
- контроль якості самостійної підготовки.	25
Підсумковий контроль-залік	
за результатами поточного контролю або підсумковий контроль	
Всього за модулем 1	100%

Оцінювання студентів виконується наступним чином (табл.2.5, 2.6).

Таблиця 2.5. – Оцінка студентів

За шкалою ECTS	За національною системою	За шкалою навчального закладу
A	Відмінно	90-100
BC	Добре	75-89
DE	Задовільно	60-74
FX	Незадовільно з можливістю повторного складання	35-59
F	Незадовільно з обов'язковим повторним курсом	1-34

Таблиця 2.6.– Визначення оцінки

№	Визначення оцінки	Відсоток засвоєння матеріалу	Оцінка у балах, виходячи зі 100	Оцінка за національною системою	Оцінка за шкалою ECTS
1	Відмінно – належне виконання з незначною кількістю неprinципових помилок	90-100	90-100	5	A
2	Дуже добре – вище за середній рівень з деякими помилками	80-89	80-89	4	B
3	Добре – у цілому правильна робота з декількома помилками	70-79	70-79		C
4	Задовільно – непогано, але певна кількість помилок, недоліків	65-69	65-69	3	D
5	Достатньо – виконання задовольняє мінімальні критерії	60-64	60-64		E
6	Незадовільно – необхідно доробити, перездати	31-59	31-59	2	FX
7	Незадовільно – обов'язковим є повторний курс	1-30	1-30		F

2.9. Методичне та інформаційне забезпечення дисципліни.

Методичне забезпечення навчальної дисципліни “Організація наукових досліджень” включає:

- опорний конспект лекцій на паперовому носію;
- опорний конспект лекцій на електронному носію;
- друкований та роздатковий матеріал;
- ресурси Інтернет;
- освітньо-професійна програма підготовки магістра.

2.10. Рекомендована література

2.10.1. Основна

1. Білушак Г.І., Чабанюк Я. М. Теорія ймовірностей і математична статистика. Практикум. – Львів, 2001. – 418 с.
2. В.П. Боровиков, И.П. Боровиков. Статистический анализ и обработка данных в среде Windows. – М.: «Филинь», 1997. – 608 с.
3. Арбузова Т.Б., Кичигин В.И., Чумаченко Н.Г. Как сделать и оформить научную работу или диссертацию (Справочное руководство): Учебное пособие для вузов по дисциплинам: «Основы научных исследований», «Методология научных исследований» / Под общ. ред. чл.-корр. РААСН, д.т.н., проф. Т.Б.Арбузовой; Рекомендовано МОиПО РФ и АСВ в качестве учебн. пособия для вузов. – М.: Изд-во АСВ, 1995. – 271 с.
4. И.М. Грушко, В.М. Сиденко. Основы научных исследований. – Харьков: «Вища школа», 1983. – 224 с.
5. Кичигин В.И. Моделирование процессов очистки воды: Учебное пособие. - М.: Изд-во АСВ, 2003. - 230 с.
6. Shumway, R. H. Applied statistical time series analysis. – Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall, 1988. – 179 p.
7. Ryan, T. P. Modern Regression Methods. - New York: Wiley, 1997. – 327 p .
8. Гліненко Л.К., Сухонос О.Г. Основи моделювання технічних систем: Навчальний посібник. – Львів: Вид-во «Бескид Біт», 2003. – 176 с.
9. Копейкин С.В., Курочкин Е.П. Планирование и методы обработки результатов эксперимента: Утв. в кач-ве учебн. пособия. – Куйбышев:

Куйбышевский гос. ун-т, 1984. – 88 с.

10. Основы моделирования сложных систем: Учебн. пособие для втузов / Под общ. ред. Н.В.Кузьмина. – К.: Вища школа, 1981. – 360 с.

11. Баженов Ю.М., Вознесенский В.А.

12. Бардаков В.А. Економіка водопостачання та водовідведення: Навч. Посібник для студентів інженерно-технічних спеціальностей вищих навчальних закладів III IV рівнів акредитації. – Харків: ХНАМГ, 2005. – 331 с.

13. Грушко И.М., Сиденко В.М. Основы научных исследований. Харьков: Вища школа, 1979. – 200 с.

2.10.2. Додаткова

1. Гліненко Л.К., Сухонос О.Г. Основы моделирования технических систем: Навчальний посібник. – Львів: Вид-во «Бескид Біт», 2003. – 176 с.

2. Копейкин С.В., Курочкин Е.П. Планирование и методы обработки результатов эксперимента: Утв. в кач-ве учебн. пособия. – Куйбышев: Куйбышевский гос. ун-т, 1984. – 88 с.

3. Основы моделирования сложных систем: Учебн. пособие для втузов / Под общ. ред. Н.В.Кузьмина. – К.: Вища школа, 1981. – 360 с.

4. Бардаков В.А. Економіка водопостачання та водовідведення: Навч. Посібник для студентів інженерно-технічних спеціальностей вищих навчальних закладів III IV рівнів акредитації. – Харків: ХНАМГ, 2005. – 331 с.

5. Грушко И.М., Сиденко В.М. Основы научных исследований. Харьков: Вища школа, 1979. – 200 с.

2.11. Ресурси

1. www.mon.gov.ua

2. www.ksame.kharkov.ua.

Бібліотеки:

- ХНАМГ – 61002, м.Харків, вул. Революції,12, тел.:707-30-13.
- обласна наукова – 61002, м.Харків, пров. Короленко,12, тел.:

НАВЧАЛЬНЕ ВИДАННЯ

Програма та робоча програма навчальної дисципліни «Організація наукових досліджень» для студентів 5 курсу денної форми навчання напряму 0921- «Будівництво», спец. 8.092100 «Теплогазопостачання і вентиляція».

Укладач: Капцов Іван Іванович;

Ромашко Олександр Васильович;

Гапонова Людмила Вікторівна;

Гранкіна Вікторія Вікторівна.

План 2009, поз. 166 Р

Підп. до друку 14.10.2007	Формат 60x84 1 /16	Папір офісний
Друк на ризографі.	Умовн.-друк. арк.1,7.	Обл.-вид. арк.2,0
Замовл № 5342	Тираж 10 прим.	

61002, Харків, ХНАМГ, вул. Революції, 12

Сектор оперативної поліграфії ЦНІТ ХНАМГ

61002, Харків, вул. Революції, 12