

Міністерство освіти і науки України  
Національний університет водного господарства  
та природокористування  
Навчально-науковий інститут енергетики, автоматики та  
водного господарства  
Кафедра водної інженерії та водних технологій

**02/01-06М**

## **МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

до виконання практичних завдань  
з дисципліни «Сучасні аспекти наукової  
спеціальності: Методологія проведення наукових досліджень в  
гідротехніці» для здобувачів вищої освіти третього (Доктор  
філософії (PhD)) рівня за освітньо-професійною програмою  
«Гідротехнічне будівництво, водна інженерія та водні  
технології» спеціальності 194 «Гідротехнічне будівництво,  
водна інженерія та водні технології»  
денної та заочної форм навчання

Рекомендовано  
науково-методичною радою з  
якості ННІ ЕАВГ  
Протокол № 9 від 21.04.2026 р.

Рівне – 2026

Методичні вказівки до виконання практичних завдань з дисципліни «Сучасні аспекти наукової спеціальності: Методологія проведення наукових досліджень в гідротехніці» для здобувачів вищої освіти третього (Доктор філософії (PhD)) рівня за освітньо-професійною програмою «Гідротехнічне будівництво, водна інженерія та водні технології» спеціальності 194 «Гідротехнічне будівництво, водна інженерія та водні технології» денної та заочної форм навчання [Електронне видання] / Рокочинський А. М., Волк П. П. – Рівне : НУВГП, 2026. – 125 с.

Укладачі: Рокочинський А. М., д.т.н., професор, професор кафедри водної інженерії та водних технологій; Волк П. П., д.т.н., професор, професор кафедри водної інженерії та водних технологій.

Відповідальний за випуск: Турченко В. О., д.т.н., професор, завідувач кафедри водної інженерії та водних технологій.

Керівник (гарант) освітньої програми:

Волк П. П.

Попередня версія методичних вказівок 01-01-21

© А. М. Рокочинський,  
П. П. Волк, 2026  
© НУВГП, 2026

## ЗМІСТ

<b>Вступ</b> .....	5
<b>1. Загальні відомості про науку</b> .....	7
1.1. Поняття про науку та основні етапи її розвитку.....	7
1.2. Структура та класифікація наук.....	15
1.3. Наукознавство.....	21
1.4. Система підготовки наукових кадрів в Україні.....	23
<b>2. Вибір і обґрунтування тематики наукових досліджень</b> .....	28
2.1. Класифікація та види наукових досліджень.....	28
2.2. Вибір і оцінювання тематики наукових досліджень..	30
<b>3. Методологія наукових досліджень</b> .....	32
3.1. Поняття про методологію наукових досліджень.....	32
3.2. Методи наукових досліджень.....	36
<b>4. Основи науково-технічної інформації</b> .....	44
4.1. Державна система науково-технічної інформації.....	44
4.2. Джерела інформації у наукових дослідженнях.....	50
4.3. Пошук наукової інформації та робота з джерелами..	53
<b>5. Основні стадії та етапи наукових досліджень</b> .....	56
5.1. Класифікація стадій та етапів наукових досліджень...	56
5.2. Технічне завдання і технічна пропозиція.....	59
5.3. Проведення досліджень, засоби досліджень і вимірювань. Види та визначення основних похибок.....	63
<b>6. Обробка і оформлення результатів наукових досліджень</b> .....	69
6.1. Статистична обробка результатів наукових досліджень.....	69
6.2. Документація наукових досліджень.....	78
6.3. Оформлення і прийом науково-дослідних робіт.....	80
<b>7. Впровадження та ефективність наукових досліджень</b> .....	82
7.1. Впровадження завершених науково-дослідних робіт.	82
7.2. Критерії ефективності наукових досліджень.....	84
7.3. Розрахунок економічної ефективності наукових досліджень.....	88
<b>8. Виконання наукових досліджень за освітньо-професійною програмою «Гідротехнічне будівництво, водна інженерія та водні технології» спеціальності 194 «Гідротехнічне будівництво, водна інженерія та водні технології»</b>	93

8.1. Загальні положення.....	93
8.2. Спеціальні методи досліджень.....	99
<b>Методичні рекомендації до виконання індивідуальних наукових завдань.....</b>	<b>106</b>
<b>Завдання №1.</b> Дослідження зв'язку поливних норм і поглинаючої здатності ґрунтів при дощуванні.....	106
<b>Завдання №2.</b> Дослідження коефіцієнта фільтрації за відновленням рівня води в свердловині.....	111
<b>Завдання №3.</b> Планування багатофакторних польових дослідів.....	113
<b>Завдання №4.</b> Кореляційний та регресійний аналіз.....	114
<b>Завдання №5.</b> Дисперсійний аналіз.....	118
<b>Завдання №6.</b> Оцінювання продуктивності меліорованих угідь.....	121
<b>Література.....</b>	<b>124</b>

## Вступ

На сучасному рівні розвитку суспільства кількісні, екстенсивні фактори його прогресу зміщуються на другий план, поступаючись місцем якісному удосконаленню виробництва, споживання, сособу життя.

Науково-технічний прогрес на окремих стадіях та відрізках проходить ряд етапів від зародження наукових ідей до багаторазового поширення наслідків масового використання продуктів або процесів, в яких ці ідеї знаходять матеріальне втілення. Процес розробки нових наукових ідей, технічних рішень зумовлений дією багатьох різних факторів, від чого залежать конкретні результати та тривалість досліджень.

Наукові знання, методичні підходи до їх отримання, самі вчені стають товаром, який в умовах отримання негайного прибутку поки що користуються недостатнім попитом суспільства і держави. Відомо, що економіка будь-якої держави з одного боку залежить від науково-технічного прогресу, а з іншого – здійснює вплив на інтенсивність наукових досліджень та науково-технічних розробок. В Україні наукова діяльність регламентується Законом України "Про наукову та науково-технічну діяльність", який є основою цілеспрямованої політики в забезпеченні використання досягнень вітчизняної та світової науки і техніки для задоволення соціальних, економічних, культурних та інших потреб.

Вона передбачає:

- розвиток різних форм наукової співпраці (в тому числі міжнародної), розв'язання складних наукових проблем, упродовження результатів наукових досліджень і розробок;
- участь аспірантів у науково-дослідних роботах, що проводяться у вищому навчальному закладі;
- планування, проведення і виконання науково-педагогічними працівниками наукових досліджень у межах робочого часу;
- організацію наукових, науково-практичних, науково-методичних семінарів, конференцій, олімпіад, конкурсів, науко-

во-дослідних, інших робіт учасників навчально-виховного процесу.

Дисципліна “Методологія проведення наукових досліджень в гідротехніці” спрямована на розробку наукових підходів з усунення негативного впливу людини на стан земельних і водних ресурсів.

Метою виконання практичних завдань з названого курсу є закріплення здобувачів вищої освіти третього (Доктор філософії (PhD)) рівня вищої освіти, які навчаються за освітньо-професійною програмою «Гідротехнічне будівництво, водна інженерія та водні технології» спеціальності 194 «Гідротехнічне будівництво, водна інженерія та водні технології» теоретичних знань і набуття практичних навичок з питань проведення польових досліджень, накопичення даних, їхньої камеральної обробки та впровадження у виробництво. Крім загальних питань та методик до виконання робіт, методичні вказівки містять довідкові і нормативні дані та дані польових досліджень і вишукувань необхідних для виконання завдань.

## 1. Загальні відомості про науку

### 1.1. Поняття про науку та основні етапи її розвитку

*Наука* – сфера людської діяльності, функцією якої є вироблення і теоретична систематизація об'єктивних знань про дійсність.

Це особлива форма діяльності. Вона суттєво відрізняється від діяльності у виробничій і гуманітарній сферах.

Поняття «наука» містить як діяльність з отримання нового знання, так і результат цієї діяльності - сукупність отриманих знань.

Наука створена для безпосереднього виявлення сутності усіх явищ природи, суспільства і мислення. Поряд з цим, прогрес суспільства обумовлений ступенем розвитку науки.

Поняття науки ґрунтується на її змісті та функціях у суспільстві. Як система знань вона охоплює не тільки фактичні дані про предмети навколишнього середовища, людської думки та дії, а також і певні форми та способи усвідомлення їх.

Наука є не тільки системою наукових знань, які пояснюють навколишній світ, але й засобом його вимірювання та перетворення. Вона здійснює вплив на пізнання природи людиною шляхом систематизованої логічної взаємодії інтелекту з накопиченими знаннями про природу і суспільство.

Історично наука пройшла довгий і складний шлях розвитку від первинних, елементарних знань про природу до пізнання складних закономірностей природи, суспільного розвитку та людського мислення. Перші елементи науки з'явилися ще у стародавньому світі і носили суто практичний характер.

Ще на початку свого розвитку людство покращувало умови життя за рахунок пізнання і часткового перетворювання оточуючого середовища. З часом досвід накопичувався, певним чином узагальнювався і передавався наступним поколінням.

Впровадження результатів сучасної наукової діяльності у виробництво виражається в зростанні продуктивності праці, створенні нових машин, обладнання, матеріалів, підвищенні надійності і довговічності продукції, зниженні її собівартості.

Наукова діяльність відбувається завдяки:

- створенню знань внаслідок спеціально організованих наукових досліджень;
- передачі знань шляхом взаємодії вчених та осіб, зайнятих науково-дослідною роботою;
- відтворенню знань, що полягає у підготовці наукових кадрів, формуванні наукових шкіл.

**Метою науки** є опис, пояснення, прогноз явищ і процесів дійсності на основі наукових законів.

**Головна функція науки** полягає у пізнанні об'єктивного світу.

**Предметом науки** є пов'язані між собою форми матерії.

**Об'єкти науки** це природа і форми матерії, людське суспільство в його розвитку, окрема людина та її діяльність.

**Суб'єкти науки** – людська спільнота з достатньою підготовкою і необхідним рівнем знань.

Суть науки розкривається в її функціях, а саме:

- **пізнавальній** – задоволення потреб у пізнанні законів природи і суспільства;
- **культурно-виховній** – розвиток культури, виховання та формування особистості;
- **практично-дієвої** – удосконалення виробництва і системи суспільних відносин.

Крім того, наука має ряд характерних особливостей:

– **стрімкий розвиток**,

За останні 40 років отримано відомостей біля 80% від загального об'єму знань, накопиченого людством за всю його історію. Стрімкий розвиток науки полягає в систематичному створенні нових її видів, напрямів, проблем. Кожен напрям породжує нові проблеми. Розгалуження науки в багатьох випадках супроводжується злиттям окремих її гілок. Народжуються споріднені науки на стику 2-х, 3-х і більше (математична кібернетика, фізико-хімічна механіка, біогеохімія тощо).

– **рентабельність**.

Наука є самою ефективною галуззю, яка може забезпечувати завдяки впровадженню закінчених розробок великий економічний ефект (незважаючи на значні капіталовкладення).

Критерієм істинності науки є практика господарської діяльності, зміни у природі, суспільстві. Уникнути хибних течій у науці допомагає також вивчення історії розвитку науки як еволюційним, так і революційним шляхом.

**Революція у науці** – розрив послідовності розвитку науки, стрибок у історичному русі знань. Наукова революція (НР) призводить до перегляду певних фундаментальних понять і сприяє відкриттю нових систем знань.

Для виникнення науки необхідні певні соціальні умови: досить високий рівень розвитку виробництва і суспільних відносин, а також наявність багатих культурних традицій. Ці умови стали складатися вже у VI ст. до н. е. в Стародавній Греції, де виникли перші теоретичні системи, що пояснювали дійсність через природні начала (Фалес, Демокрит та ін.). Давньогрецька наука дала перші описи закономірностей природи, суспільства і мислення, які, з точки зору сучасної науки, хоча і були недосконали, але зіграли видатну роль в історії людства, заклавши основи доказового способу викладу матеріалу. До цього періоду відноситься створення перших теоретичних систем в геометрії (Евклід), механіки (Архімед), астрономії (Птоломей).

В епоху середньовіччя великий внесок у розвиток науки внесли вчені Арабського Сходу і Середньої Азії (Ібн Син, Ібн Рушд, Біруні та ін.). В цей період розвинулись засади алхімії і астрології. Перша заклала основи дослідного вивчення природних речовин, підготувавши ґрунт для виникнення хімії, а друга стимулювала систематичні спостереження за небесними тілами, сприяючи розвитку астрономії.

Наука стала інтенсивно розвиватися у XVI-XVII ст. під впливом капіталізму. З'являється експеримент, в результаті чого значно посилилася її пізнавальна сила. Це була перша наукова революція (Г. Галілей, І. Кеплер, Р. Декарт, І. Ньютон).

Успіхи механіки, систематизованої до кінця XVII ст., призвели до формування механічної картини світу (Л. Ейлер, М.М. Ломоносов та ін.). Виникають філософські вчення про людську природу, суспільство і державу, що виступали як розділи загального вчення про єдиний світовий механізм. На цій основі до початку XIX ст. був накопичений, теоретично осмис-

лений і систематизований значний науковий матеріал, що вимагав нового і глибшого вивчення. Відкриття закону збереження і перетворення енергії (Ю. Р. Майєр, Д. Джоуль, Г. Гельмгольц) надало загальну базу розвитку хімії і фізики; клітинна теорія (Т. Шванн, М. Шлейден) показала однакову структуру всіх живих організмів; періодична система елементів Д. І. Менделєєва довела наявність внутрішнього зв'язку між видами речовини. До середини ХІХ ст. складаються соціально-економічні, філософські та загальнонаукові передумови для створення наукової теорії про розвиток суспільства.

Великі відкриття у фізиці (електрон, радіоактивність), зміна основ наукового мислення призвели на початку ХХ ст. до кризи класичної науки. Криза завершилася новою НР.

Науку ХХ ст. характеризує міцний взаємозв'язок з технікою, з усіма сферами суспільного життя, посилення її соціальної ролі. До середини ХХ ст. одне з перших місць в природознавстві посіла біологія (розшифровка молекулярної структури ДНК, відкриття генетичного коду). Високими темпами розвивалися галузі науки, пов'язані зі створенням нових джерел енергії і матеріалів, космічними дослідженнями тощо. В цей час відомими вченими були М. В. Ломоносов, Л. Ейлер, Н. І. Лобачевський, С. В. Ковалевська, М. В. Остроградський, Д. І. Менделєєв, І. М. Сеченов, І. П. Павлов, В. І. Вернадський, М. Є. Жуковський, К. Е. Ціолковський, І. І. Мечников, К. А. Тімірязєв, В. В. Докучаєв, О. С. Попов та багато інших.

В цілому ХХ ст. - це епоха прориву в ядро атома і у відкритий космос, синтез органічних речовин, пізнання механізмів поведінки живих систем, інтеграція знань і комплексне рішення науково-практичних завдань.

За минуле сторіччя відбувся неймовірний підйом наукової думки людства, що набула зовсім новий напрямок розвитку - глобальна комп'ютеризація, Іbternet.

Разом з тим, наука породила і певні протиріччя.

Сьогодні можна виділити наступні видатні моменти науки і техніки ХХ ст.:

### ***1. Найвидатніші вчені ХХ ст.:***

1. Іван Павлов (теорія умовних і безумовних рефлексів);

2. Марія Кюрі (роботи з радіоактивності);
3. Микола Семенов (теорія розгалужених хімічних реакцій);
4. Отто Ган (розподіл ядра урану);
5. Альберт Ейнштейн (теорії відносності);
6. Нільс Бор (теорія будови атомів);
7. Макс Планк (квантова теорія);
8. Вольфганг Паулі (принцип заборони);
9. Вернер Гейзенберг (квантова механіка);
10. Поль Дирак (атомна теорія);
11. Енріко Фермі (атомна теорія);
12. Едвард Теллер (ядерні реакції);
13. Стефен Хокінг (теорія випромінювання "чорних дір");
14. Бенуа Мандельброт (фрактальна геометрія);
15. Френсіс Лемонт, Джеймс Уотсон (спіраль ДНК);
16. Норберт Вінер (кібернетика);
17. Ілля Пригожин (нерівновага у термодинаміці);
18. Денніс Габор (голографія);
19. Олександр Фрідман (модель всесвіту, що розширюється);
20. Клод Шеннон (ентропійна теорія інформації);
21. Вільям Шоклі, Джон Бардін, Уолтер Браттейн (транзисторний ефект);
22. Олександр Флемінг (відкриття пеніциліну);
23. Анрі Пуанкаре (математичне формулювання принципів спеціальної теорії відносності);
24. Тім Бернерс-Лі (концепція Всесвітньої Павутини - World Wide Web);
25. Кристіан Барнард (пересадка серця людини);
26. Петро Капіца (фізика низьких температур);
27. Томас Морган (генетика);
28. Андрій Цукрів (роботи в області термоядерного синтезу);
29. Фриц Габер (синтез аміаку);
30. Глен Сиборг (синтез трансуранових елементів).

**2. Відкриття і наукові концепції (теорії), які найбільшою мірою вплинули на розвиток цивілізації в XX ст.:**

1. Спеціальна теорія відносності;
2. Загальна теорія відносності;
3. Квантова механіка;
4. Транзисторний ефект;
5. Теорія електричної взаємодії;
6. Ноосферна концепція;
7. Розгалужені ланцюгові реакції;
8. Лазерний ефект;
9. Подвійна спіраль ДНК;
10. Ядерний магнітний резонанс;
11. Теорія імунітету;
12. Відкриття функції хромосом як носіїв спадковості;
13. Експериментальне підтвердження явища квантової телепортації;
14. Концепція "Великого Вибуху";
15. Кваркова теорія будівлі речовин;
16. Високотемпературна надпровідність;
17. Концепція стійкого розвитку;
18. Концепція "ядерної зими";
19. Відкриття ембріональних стовбурних клітин;
20. Концепція дрейфу материків;
21. Синтез трансуранових елементів;
22. Призупинення процесу старіння клітин;
23. Відкриття груп крові;
24. Планетарна модель атома;
25. Випромінювання світла електроном, що рухається у воді;
26. Дифракція рентгенівських променів у кристалах;

**3. Найбільш значимі технології і винаходи:**

1. Генна інженерія;
2. Інтернет;
3. Клонування;
4. Атомна енергетика;
5. Лазери;

6. Комп'ютерні віртуальні реальності;
7. Кремнієві мікрочипи;
8. Волоконно-оптичний зв'язок;
9. Факс;
10. Мобільний телефонний зв'язок;
11. Нанотехнології (вивчаються закономірності фізичних і хімічних систем протяжністю порядку декількох нанометрів або часток нанометра);
12. Томографія;
13. Синтез фуллеренів;
14. Телебачення;
15. Запис інформації на CD і DVD-дисках;
16. Радіолокація;
17. Термоядерний синтез;
18. Молекулярні мікрочипи для розшифровки геномів;
19. Реактивна авіація;
20. Синтез пластмас;
21. Кулькова авторучка;
22. Застібка "блискавка";
23. Ксерокс;
24. Акваланг;
25. Перфторан;
26. Технологія "чистих кімнат";
27. Пузиркова камера;
28. Прискорювачі елементарних часток;
29. Роторні автоматизовані лінії.

В Україні, на середину 1990-х рр. науковий комплекс держави включав понад 1300 одиниць. У ньому працювало 1,5 тис. академіків і членів-кореспондентів НАН України, понад 9 тис. докторів наук і понад 78 тис. кандидатів наук. Половину наукового потенціалу України було зосереджено у вищих навчальних закладах. За науковим потенціалом Україна посідала, за класифікацією ЮНЕСКО, 7-е місце в світі. Найбільший обсяг досліджень і розробок у 1990-і рр., як і раніше, виконували наукові організації машинобудівної галузі та Національної академії наук України. Значним був також науковий доробок науково-

дослідних установ промисловості й системи освіти. Фундаментальні дослідження становили понад 25 % загального обсягу науково-дослідних робіт (НДР).

Гострі соціально-економічні проблеми перехідного періоду негативно вплинули на стабільність роботи більшості наукових установ. Уже на початку 1990-х рр. окреслилася стійка тенденція до скорочення чисельності спеціалістів. Відбувалося це значною мірою за рахунок провідних учених і здібної молоді. За перші 7 років незалежності на роботу за кордон виїхало понад 6 тис. учених. Основними причинами відтоку науковців було погіршення умов праці, стрімке зниження заробітної плати та престижу наукової діяльності, посилення попиту на висококваліфікованих спеціалістів в інших галузях господарства і комерційних структурах.

На середину 1990-х років Україна перебувала в групі країн, де показник наукоємності ВВП не перевищував 0,8%. За таких обставин наука не давала належної практичної віддачі, що особливо небезпечно в умовах нової хвилі науково-технічного прогресу, на основі досягнень в галузі мікроелектроніки, інформатики, біотехнології, освоєння космічного простору.

Для вирішення актуальних завдань розвитку науково-дослідної діяльності в Україні утворена Державна комісія з питань реорганізації науки. При Президентові України почала діяти Рада з питань науки та науково-технічної політики. Для стимулювання наукового пошуку створено Державний фонд фундаментальних досліджень. У лютому 1996р. відбулася Всеукраїнська нарада, що визначила концептуальні підходи до розвитку науки. Вживалися заходи з формування нової наукової політики на державному, галузевому, регіональному рівнях.

Перебудова роботи національної науки відповідно до нових суспільних вимог ще не закінчена, вона проходить болісно і складно. Наука, на відміну від виробничих галузей господарства, має вкрай низькі стартові можливості для входження в ринок. Вони обумовлені довгим періодом між виникненням ідеї та її реалізацією, високим ступенем ризику інвестицій у довготермінові науково-технічні проекти.

З часом відбулася структурна перебудова в науці.

У 1999 р. Міністерство у справах науки та технологій об'єднане з Міністерством освіти в єдине Міністерство освіти і науки. Засновані Академія наук вищої школи, Українська академія аграрних наук, Академія медичних наук, Академія мистецтв, Академія правових наук, низка інших галузевих академій. Виникло кілька дослідних інститутів та громадських об'єднань науковців, наукових товариств.

Наприкінці 1990-х років на державному рівні здійснено низку важливих заходів, спрямованих на зміну державної науково-технічної політики. Зокрема, офіційно було проголошено перехід України на інноваційну модель розвитку економіки. Верховною Радою схвалена нова Концепція наукового та інноваційного розвитку України. На сьогоднішньому етапі затверджено зміни до нового закону України про науку та науково-технічну діяльність.

## 1.2. Структура та класифікація наук

Основою формування науки як системи знань виступають *принципи* – певні ключові, вихідні положення, перший ступінь систематизації знань.

На відміну від законів принципи об'єктивно в природі не існують, а визначаються науковцями. Так, загальним принципом усіх досліджень є принцип діалектики - розглядати усі явища й процеси у взаємозв'язку як у просторі, так і у часі.

Різновидом принципів є *постулати* – твердження, які приймаються в межах певної наукової теорії за істину, хоч і не можуть бути доведені засобами цієї теорії.

*Аксіома* – положення, яке приймається без логічних доказів через свою безпосередню переконливість, наочність, безсумнівність.

*Наукові закони* – твердження (з використанням принципів, понять і категорій), які відображають необхідні, суттєві, стійкі і повторювані об'єктивні явища та зв'язки у природі, суспільстві і мисленні.

Наукові закони носять об'єктивний характер.

Структура науки виглядає наступним чином (рис. 1.1).

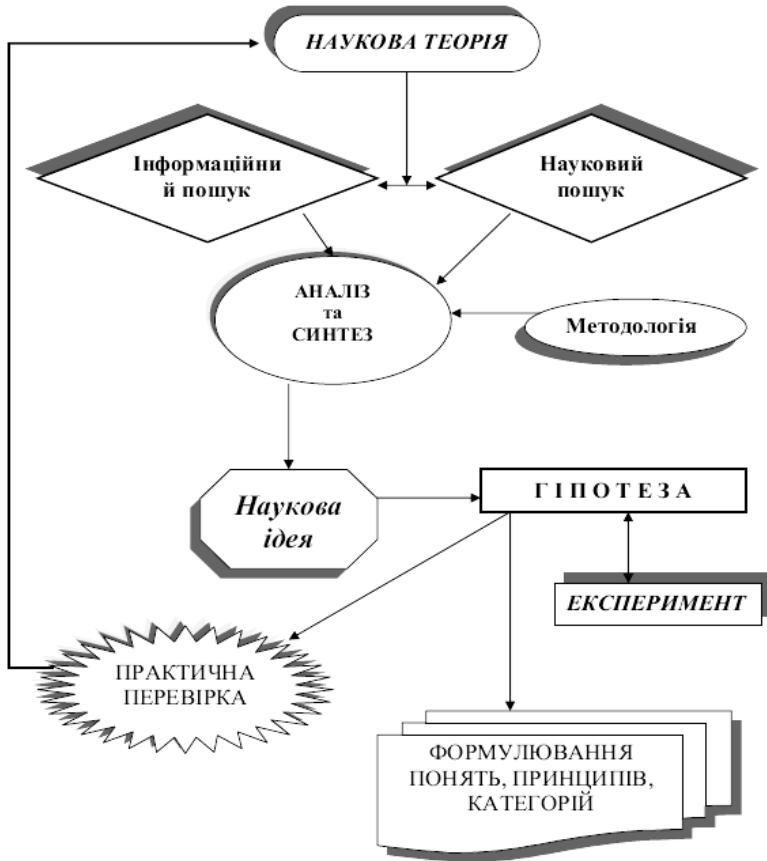


Рис. 1.1. Структура науки.

Первинним поняттям при формуванні наукових знань є *наукова ідея* - форма відображення у мисленні нового розуміння об'єктивної реальності. Тому наукові ідеї є стрибком думки за межі вже раніше пізнаного. Ідея є основою творчого процесу, продуктом людської думки, формою відображення дійсності. Вона базується на наявних знаннях, виявляє раніше не помічені закономірності. Ідеї народжуються з практики, спостереження навколишнього світу і потреб.

Матеріалізованим вираженням наукової ідеї є гіпотеза.

**Гіпотеза** - наукове обґрунтоване припущення, висунуте для пояснення будь-яких явищ, процесів або причин, які зумовлюють даний наслідок.

Гіпотеза як структурний елемент процесу пізнання є спробою на основі узагальнення вже наявних знань вийти за його межі, тобто сформулювати нові наукові положення, достовірність яких потрібно довести.

Гіпотези, як і ідеї, мають імовірнісний характер і проходять у своєму розвитку 3 стадії:

- накопичення фактичного матеріалу і висунення на його основі припущень;

- формулювання та обґрунтування;

- перевірка отриманих результатів на практиці.

Якщо отриманий практичний результат відповідає припущенням, то гіпотеза перетворюється на наукову теорію, тобто стає достовірним знанням. У практиці може формулюватись декілька гіпотез з одного і того самого невідомого явища, оскільки будь-яке явище багатогранне і пов'язане з іншими. Наявність різних гіпотез забезпечує той різнобічний аналіз, без якого неможливе точне наукове узагальнення.

Процедури, за допомогою яких встановлюється істинність будь-якого твердження, називають **доказами**. Докази використовують як у науці, так і в практичній діяльності. Доказами гіпотез у досліджуваних об'єктах можуть бути цитати, запозичені в інших авторів, оприлюднені аксіоми, сформовані теорії (наприклад: таблиця Менделєєва - у хімії, закон Бойля-Маріотта - у фізиці тощо). У доказах застосовують два способи встановлення істини: **безпосередній** і **опосередкований**.

При безпосередньому способі істина встановлюється в процесі практичних дій - це може бути спостереження, демонстрація, вимірювання, розрахунок, облік тощо.

При опосередкованому способі, доказ є логічною процедурою встановлення істинності будь-якого твердження за допомогою інших тверджень, істинність яких уже доведена.

**Теза** – систематизований виклад основних положень, думок, спостережень, в ній відсутні деталі, пояснення, ілюстрації тощо.

**Аргумент** – підстава, доказ, які використовуються для обґрунтування, підтвердження чогось.

**Демонстрація** (ілюстрація) – форма зв'язку між аргументами та тезою (макети, таблиці, схеми).

Внутрішній суттєвий стійкий взаємозв'язок явищ в природі і суспільстві, що зумовлює їх закономірний розвиток, визначає **закон** - категорія, що відображає істотні, загальні, стійкі повторювані об'єктивні внутрішні зв'язки в природі, суспільстві і мисленні.

Закон здійснюється через сукупність одиничних, випадкових, мінливих, неповторюваних відношень та функціонування речей. Винайдений через здогадку, він потребує логічного доведення і лише в такому разі він визнається наукою.

Для доведення закону в науці використовується **судження** - форма мислення, яка шляхом порівняння кількох понять дає змогу стверджувати або заперечувати наявність в об'єктах дослідження певних властивостей, якостей.

**Умовивід** – розумова операція, в процесі якої з певної кількості заданих суджень виводиться інше судження, яке певним чином пов'язане з вихідним.

Одним із результатів наукової діяльності є формування теорій. Під **теорією** розуміється вчення про узагальнений практичний досвід. Вона будується на результатах, отриманих на емпіричному рівні досліджень.

**Наукова теорія** - система основних ідей, положень, законів у тій чи іншій галузі знань.

Основні поняття науки представлено на рис. 1.2.

**Класифікація наук** – це розкриття їх взаємозв'язку на основі певних принципів і вираження цих зв'язків у вигляді логічно обґрунтованого розташування або ряду.

За характером своєї спрямованості і відношенням до практики науки поділяються на **фундаментальні** і **прикладні**.

**Фундаментальні науки** спрямовані на пізнання основ і об'єктивних законів розвитку природи, суспільства та мислення.

До фундаментальних наук належать математика, окремі розділи фізики, хімії, філософія, економічна теорія тощо.

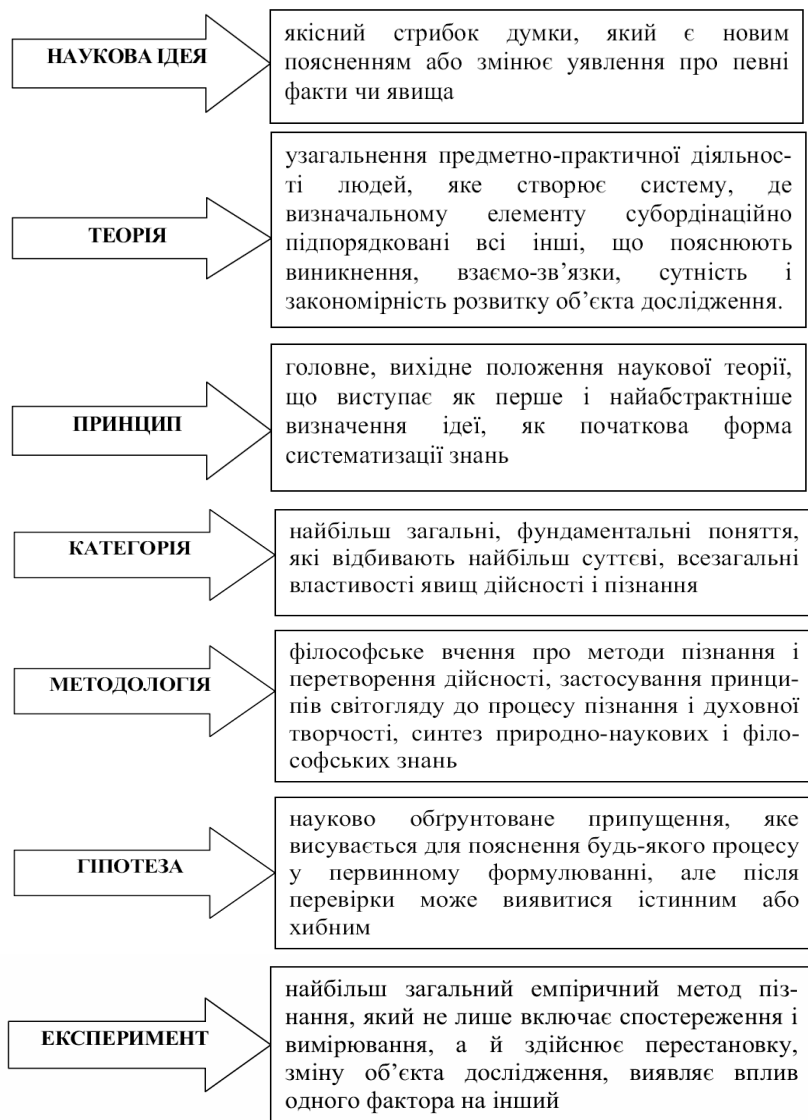


Рис.1.2. Основні поняття науки.

**Прикладні науки** розвиваються на базі фундаментальних і спрямовані на розробку та розвиток шляхів і методів застосування та впровадження у практику результатів фундаментальних досліджень.

Показником ефективності дослідження в області прикладних наук виступає не стільки отримання істинного знання, скільки безпосереднє практичне значення.

До прикладних наук належать всі технічні науки, більша частина медичних, економічних наук тощо.

В Україні є **класифікація наук за галузями знань**:

01. Фізико-математичні науки,
02. Хімічні науки,
03. Біологічні науки,
04. Геологічні науки,
05. Технічні науки,
06. Сільськогосподарські науки,
07. Історичні науки,
08. Економічні науки,
09. Філософські науки,
10. Філологічні науки,
11. Географічні науки,
12. Юридичні науки,
13. Педагогічні науки,
14. Медичні науки,
15. Фармацевтичні науки,
16. Ветеринарні науки,
17. Мистецтвознавство,
18. Архітектура,
19. Психологічні науки,
20. Військові науки,
21. Національна безпека,
22. Соціологічні науки,
23. Політичні науки,
24. Фізичне виховання та спорт,
25. Державне управління.

### 1.3. Наукознавство

**Наукознавство** – вчення про загальні закономірності розвитку і функціонування науки як системи знань.

**Завдання наукознавства** (науки про науку) полягає в розробці, описі та впровадженні методів, які сприяють отриманню найкращих наукових та технічних результатів у найкоротші терміни і з найменшими витратами.

Окремі аспекти розвитку науки з давніх часів вивчалися філософією. Вивчення науки посилилося з середини XIX ст. (Т. Гекелі, Г. Гельмгольц, К. А. Тімірязев, В. І. Вернадський та ін.). Одну з перших спроб розкрити соціальні, психологічні та інші фактори, що впливають на розвиток науки, зробив швейцарський природодослідник А. Декандоль в роботі «Історія науки і учених за два століття» (1873). Необхідність у комплексному вивченні науки особливо стала відчуватися у 1-й половині XX ст. у зв'язку з науково-технічною революцією.

Оформлення наукознавства в самостійну галузь відноситься до 60-х років минулого століття, коли виникають сучасні уявлення про його предмет та завдання, створюються великі наукові колективи. До цього часу при вивченні місця науки в суспільстві застосовуються методи історії, соціології, політичної економії. Проблеми наукової творчості вивчаються за допомогою соціально-психологічних методів. При дослідженні змісту та результатів наукової діяльності розглядаються логічна будова і обґрунтування наукових теорій, умови і способи переходу від одних теоретичних уявлень до інших у процесі історичного розвитку науки.

Сформувалася область статистичного дослідження структури і динаміки інформаційних масивів науки і потоків наукової інформації (наукометрія). Вивчення цих проблем об'єднує фахівців з теорії організації, психологів, соціологів, математиків, економістів, а дисципліни входять в систему наукознавства.

**Метою наукознавства** є розробка теоретичних основ наукової політики і державного регулювання науки з використанням методів прогнозу і системного аналізу, теорії організації, цільового програмування та планування.

Наукознавство складається з розділів (табл. 1.1).

Таблиця 1.1

Розділи наукознавства та їх характеристика

№ з/п	Розділ	Зміст розділів
1	2	3
1	Загальна теорія науки	Розробка концепцій теорії науки, основних напрямів її розвитку, методології
2	Історія науки	Дослідження генезису динамічного процесу накопичення наукових знань, встановлення закономірностей розвитку науки
3	Соціологія науки	Аналіз взаємодії науки і суспільства у різних соціально-економічних формаціях, дослідження соціальних функцій науки і відносин людей у процесі наукових досліджень
4	Економіка науки	Вивчення економічних особливостей розвитку і використання науки, критеріїв економічної ефективності наукових досліджень
5	Політика і наука	Визначення напрямів розвитку науки з урахуванням об'єктивних умов, потреб економіки і загальної політики держави
6	Теорія прогнозу, планування і управління дослідженнями	Розробка стратегії науки на майбутнє, планування її матеріального забезпечення й організація управління науковими дослідженнями
7	Методологія науки	Дослідження систем у науці, складання моделей науки
8	Наукова організація праці, психологія, етика й естетика наукової діяльності	Розробка систем наукової організації праці учених, дослідження психологічних, етичних і естетичних факторів наукової діяльності (інтереси, емоції, інтуїція, уявлення, індивідуальні особливості вченого)

Продовження табл. 1.1

9	Наука і право	Дослідження і нормативне забезпечення взаємовідносин наукових колективів між собою та працюючих у них людей, розробка системи міжнародних і державних законів про науку
10	Мова науки	Розробка міжнародних і національних систем понять і термінології, стильових особливостей викладення результатів наукових досліджень
11	Класифікація наук	Розробка міжнародної і національної системи наук

## 1.4. Система підготовки наукових кадрів в Україні

### 1.4.1. Організація науки в Україні

Організацією наукової діяльності займається *Міністерство освіти і науки України*, яке визначає разом з науковими установами напрям розвитку наукових досліджень та використання їх у народному господарстві. Міністерство подає плани розвитку науки уряду та Верховній Раді України на затвердження та забезпечення фінансування із державного бюджету або з інших джерел.

Вищим науковим центром держави є *Національна академія наук України (НАНУ)*. Вона очолює і координує разом з Міністерством освіти і науки фундаментальні дослідження у різних галузях науки. НАНУ є державною науковою установою, яка об'єднує всі напрями національної науки та підтримує міжнародні зв'язки з науковими центрами інших країн.

Керівництво НАНУ України очолює Президент, який обирається загальними зборами вчених. Вони ж обирають віцепрезидентів, вченого секретаря, президію і ревізійну комісію.

НАНУ складається з відділень відповідних галузей науки (суспільні, технічні тощо). Крім галузевих є територіальні відділення, а також територіальні філії. Відділення НАНУ об'єднують *науково-дослідні інститути (НДІ)*.

Крім НАНУ в Україні є *державні галузеві академії* – Українська академія аграрних наук (УААН); Українська академія будівництва і архітектури тощо. В Україні функціонують *недержавні спеціалізовані академії*, які об'єднують учених на громадських засадах за профілем їх наукової діяльності (УЕАН, МАНЕБ, Академія інженерних наук, Українська технологічна академія). Окремі з цих академій мають статус міжнародних.

В Україні діє значна кількість галузевих НДІ, підпорядкованих міністерствам і відомствам. Такі НДІ виконують дослідження переважно прикладного характеру, в яких має потребу галузь, до якої вони відносяться. Відповідно до напрямку НДІ визначається його структура: створюються відділи, лабораторії, сектори, які очолюють провідні вчені у цій галузі знань.

**Вищі навчальні заклади (ВНЗ)** (університети, інститути, академії) мають спеціальні підрозділи, які виконують науково-дослідні роботи (НДР) за рахунок держбюджетних і госпрозрахункових коштів. Задіяні в процесі досліджень професорсько-викладацький склад навчального закладу із залученням студентів, а також при потребі вчені. Тематика досліджень у цих установах формується профілем вузу, його підрозділів та кафедр на договірних засадах з підприємствами, організаціями або у формі державного замовлення.

#### **1.4.2. Характеристика наукових кадрів**

Система підготовки наукових кадрів в Україні базується на прийнятому Законі *"Про вищу освіту"* від 01.07.2014 № 1556-VII який встановлює основні правові, організаційні, фінансові засади функціонування системи вищої освіти.

**Наукові кадри** готують вищі навчальні заклади і науково-дослідні установи. Згідно з Законом України "Про вищу освіту" особами, які навчаються у вищих навчальних закладах, є:

- здобувачі вищої освіти;
- інші особи, які навчаються у ВНЗ.

**Здобувачами вищої освіти є:**

- **студент** - особа, зарахована до ВНЗ для здобуття вищої освіти ступеня молодшого бакалавра, бакалавра чи магістра;

- **курсант** - особа, яка в установленому порядку зарахована до вищого військового навчального закладу, військового інституту і навчається з метою здобуття вищої освіти за певним ступенем;

- **аспірант** - особа, зарахована до ВНЗ або НДІ з метою здобуття ступеня доктора філософії;

- **ад'юнкт** - особа, зарахована до вищого військового навчального закладу з метою здобуття ступеня доктора філософії;

- **докторант** - особа, зарахована або прикріплена до ВНЗ або НДІ з метою здобуття ступеня доктора наук.

Підготовка фахівців з вищою освітою здійснюється за відповідними освітньо-професійними, освітньо-науковими, науковими програмами на таких рівнях вищої освіти:

- **початковий рівень (короткий цикл) вищої освіти;**

- **перший (бакалаврський) рівень;**

- **другий (магістерський) рівень;**

- **третій (освітньо-науковий) рівень;**

- **науковий рівень.**

**Початковий рівень** (короткий цикл) вищої освіти передбачає здобуття особою загальнокультурної та професійно орієнтованої підготовки, спеціальних умінь і знань, а також певного досвіду їх практичного застосування з метою виконання типових завдань, що передбачені для первинних посад у відповідній галузі професійної діяльності.

**Перший (бакалаврський) рівень** вищої освіти передбачає здобуття особою теоретичних знань та практичних умінь і навичок, достатніх для успішного виконання професійних обов'язків за обраною спеціальністю.

**Другий (магістерський) рівень** вищої освіти передбачає здобуття особою поглиблених теоретичних та/або практичних знань, умінь, навичок за обраною спеціальністю (чи спеціалізацією), загальних засад методології наукової та/або професійної діяльності, інших компетентностей, достатніх для ефективного виконання завдань інноваційного характеру відповідного рівня професійної діяльності.

**Третій (освітньо-науковий) рівень** вищої освіти передбачає здобуття особою теоретичних знань, умінь, навичок та

інших компетентностей, достатніх для продукування нових ідей, розв'язання комплексних проблем у галузі професійної та/або дослідницько-інноваційної діяльності, оволодіння методологією наукової та педагогічної діяльності, а також проведення власного наукового дослідження, результати якого мають наукову новизну, теоретичне та практичне значення.

**Науковий рівень вищої освіти** передбачає набуття компетентностей з розробки і впровадження методології та методики дослідницької роботи, створення нових знань та/або прогресивних технологій, розв'язання важливої наукової або прикладної проблеми, яка має національне або світове значення.

Здобуття вищої освіти на кожному рівні вищої освіти передбачає успішне виконання особою відповідної освітньої (освітньо-професійної чи освітньо-наукової) або наукової програми, що є підставою для присудження відповідного наукового ступеня вищої освіти:

- **молодший бакалавр;**
- **бакалавр;**
- **магістр;**
- **доктор філософії (кандидат наук);**
- **доктор наук.**

**Молодший бакалавр** - освітньо-професійний ступінь, що здобувається на початковому рівні (короткому циклі) вищої освіти і присуджується вищим навчальним закладом у результаті успішного виконання здобувачем вищої освіти освітньої-професійної програми, обсягом 90-120 кредитів ЄКТС.

Особа має право здобувати ступінь молодшого бакалавра за умови наявності в неї повної загальної середньої освіти.

**Бакалавр** - освітній ступінь, що здобувається на першому рівні вищої освіти та присуджується вищим навчальним закладом у результаті успішного виконання здобувачем вищої освіти освітньо-професійної програми, обсягом 180-240 кредитів ЄКТС. Обсяг освітньо-професійної програми для здобуття ступеня бакалавра на основі ступеня молодшого бакалавра визначається вищим навчальним закладом.

Особа має право здобувати ступінь бакалавра за умови наявності в неї повної загальної середньої освіти.

**Магістр** - освітній ступінь, що здобувається на другому рівні вищої освіти та присуджується вищим навчальним закладом у результаті успішного виконання здобувачем вищої освіти відповідної освітньої програми. Ступінь магістра здобувається за освітньо-професійною або за освітньо-науковою програмою обсягом 90-120 кредитів ЄКТС. Обсяг освітньо-наукової програми - 120 кредитів ЄКТС. Освітньо-наукова програма магістра обов'язково містить дослідницьку компоненту обсягом не менше 30% від її змісту.

Особа має право здобувати ступінь магістра за умови наявності ступеня бакалавра.

**Доктор філософії** (світовий аналог вітчизняного *кандидата наук*) - освітній і водночас перший науковий ступінь, що здобувається на третьому рівні вищої освіти на основі ступеня магістра. Ступінь доктора філософії присуджується спеціалізованою вченою радою ВНЗ або наукової установи в результаті успішного виконання здобувачем вищої освіти відповідної освітньо-наукової програми та публічного захисту дисертації у спеціалізованій вченій раді.

Особа має право здобувати ступінь доктора філософії під час навчання в аспірантурі (ад'юнктурі). Особи, які професійно здійснюють наукову, науково-технічну або науково-педагогічну діяльність за основним місцем роботи, мають право здобувати ступінь доктора філософії поза аспірантурою, зокрема під час перебування у творчій відпустці, за умови успішного виконання відповідної освітньо-наукової програми та публічного захисту дисертації у спеціалізованій вченій раді.

Нормативний термін підготовки доктора філософії в аспірантурі (ад'юнктурі) становить 4 роки.

**Доктор наук** - найвищий науковий ступінь, що здобувається особою на науковому рівні вищої освіти на основі ступеня доктора філософії і передбачає набуття найвищих компетентностей у галузі розроблення і впровадження методології дослідницької роботи, проведення оригінальних досліджень, отримання наукових результатів, які забезпечують розв'язання важливої теоретичної або прикладної проблеми, мають загальнонаціональне або світове значення та опубліковані в наукових виданнях.

Ступінь доктора наук присуджується спеціалізованою вченою радою ВНЗ або наукової установи за результатами публічного захисту наукових досягнень у вигляді докторської дисертації. Нормативний термін підготовки доктора наук в докторантурі становить 2 роки.

В Україні встановлена наступна система присвоєння вчених звань – *молодший науковий співробітник (м.н.с.), асистент, старший науковий співробітник (ст.н.с.), доцент, професор*. У ВНЗ атестуються 3-ма вченими званнями – *асистент, доцент, професор*. Початківець починає з посади асистента. Доцент, як правило, повинен мати науковий ступінь доктора філософії (кандидата наук), а професор – доктора наук. Співробітники НДІ одержують звання м.н.с. та ст.н.с.

Крім того, у ВНЗ є наступні посади: асистент, викладач, старший викладач, доцент, професор, завідувач кафедри. У НДІ розрізняють наступні посади: м.н.с., ст.н.с., провідний спеціаліст (співробітник), головний науковий співробітник, завідувач науковим відділом, лабораторією.

Вчені звання доцента, професора, старшого наукового співробітника присвоюються вченими радами ВНЗ або НДІ і затверджуються в установленому порядку.

Видатні вчені в НАН України обираються членами-кореспондентами, дійсними членами НАН – академіками. Науковим працівникам і працівникам вищої школи за значні заслуги у науці і педагогіці присвоюються почесні звання "Заслужений діяч науки і техніки України", "Заслужений працівник освіти".

## **2. Вибір і обґрунтування тематики наукових досліджень**

### **2.1. Класифікація та види наукових досліджень**

*Наукове дослідження* - процес виробництва нових наукових даних. Його мета - відкрити зміни об'єктів пізнання залежно від певних умов, місця і часу їх функціонування для подальшого використання в практичній діяльності.

Наукові дослідження класифікують за наступними ознаками:

- за методом (способом) дослідження;
- за сферою застосування результатів;
- за складом досліджуваних властивостей об'єктів;
- за стадією дослідження;
- за місцем виконання дослідження;
- за видом досліджуваного об'єкта.

Дослідження, що не пов'язані з безпосереднім впливом на об'єкт або його модель (макет), відносять до **теоретичних**. Вони засновані на використанні математичних та логічних методів і засобів пізнання. Результатом теоретичного дослідження може бути встановлення нових залежностей, закономірностей, властивостей тощо. Дослідження теоретичного характеру, пов'язані з одночасною перевіркою виявлених залежностей і властивостей на натурних зразках об'єкта або його моделях, відносять до **теоретико-експериментальних**. До **експериментальних** відносяться дослідження, що виконують на натурних зразках об'єкта або його моделях з метою виявлення нових закономірностей і властивостей або перевірки теоретичних положень.

Сучасні дослідження, як правило, комплексні і передбачають вивчення різнорідних груп властивостей певного об'єкта. До **диференційованих** відносять дослідження однієї з властивостей або групи однорідних властивостей об'єкта.

Якщо в досліджуваній галузі науки і техніки відсутні фундаментальні дослідження, то проводяться **пошукові**, мета яких - пошук оптимальних напрямів вирішення виниклої проблеми. Пошукові дослідження є першою стадією вирішення великої науково-технічної проблеми.

**Розробка** - ланка матеріалізації результатів попередніх наукових досліджень, завдяки чому наука стає безпосередньою продуктивною силою. **Науково-дослідна розробка** в порівнянні з пошуковим дослідженням більш конкретизована та спрямована на створення певного виду виробів і технологічних процесів, які є результатом пошукових досліджень.

**Дослідно-промислова розробка** передбачає доведення результатів науково-дослідної розробки до умов промислового освоєння з видачею проектної та робочої документації.

Наукові дослідні роботи (НДР) здійснюються як в

штучних (лабораторних), так і в природних (виробничих) умовах. Місце дослідження істотно впливає на організацію науково-дослідних робіт, оскільки зумовлює характер методів і засобів дослідження, а також вибір об'єкта дослідження.

**За ступенем важливості** НДР класифікуються:

- найважливіші (виконуються за державним планом);
- роботи (виконуються за завданням міністерств і відомств);
- дослідження (виконуються за планом науково-дослідних організацій).

**Залежно від джерел фінансування** НДР поділять на:

- держбюджетні, фінансовані з коштів державного бюджету;
- госпдоговірні, фінансовані відповідно з укладеними договорами між організаціями-замовниками та організаціями, які виконують наукові дослідження.

**За тривалістю** НДР поділяють на:

- довготермінові (здійснюються впродовж декількох років);
- короткотермінові (здійснюються впродовж 1 року).

Дослідження у водному господарстві і гідромеліорації пов'язані, в першу чергу, з вивченням складних і специфічних природних систем «грунт-рослина-атмосфера», «вода-грунт». Наукові дослідження відносяться переважно до експериментальних, носять в основному прикладний характер, виконуються комплексно і здійснюються, як правило, у виробничих (польових) умовах.

## **2.2. Вибір і оцінювання тематики наукових досліджень**

**Вибір тематики** наукового дослідження є одним з відповідальних етапів. Тематика, яку обирають для дослідження, повинна бути пов'язана з основними напрямками розвитку галузі та науковими дослідженнями, які проводяться у галузі.

Під **науковим напрямком** розуміють сферу інтересів наукового колективу, який упродовж відповідного часу здійснює розв'язок тієї чи іншої проблеми. Науковий напрямок поділяється на окремі **наукові проблеми**, вирішенням яких займаються декілька наукових колективів упродовж декількох років.

Кожна наукова проблема складається з ряду тем.

**Тема** - наукове завдання, яке охоплює певну галузь наукового дослідження. Вона базується на численних наукових питаннях. Під **науковими питаннями** розуміють дрібніші наукові завдання, які належать до конкретної галузі наукового дослідження. Дослідження з окремих тем можуть бути індивідуальними або проводитись групою наукових працівників упродовж одного або декількох років.

У кожній темі виділяються наукові питання, які вирішуються одним або кількома дослідниками.

Вибір тієї чи іншої теми для індивідуального або колективного дослідження здійснюється за затвердженою тематикою на підставі наступних критеріїв:

- актуальність теми;
- новизна теми;
- перспективність;
- відповідність профілю навчання (для студентів);
- тематична спрямованість організації.

Під **актуальністю теми** розуміють її народногосподарську цінність, тобто необхідність і невідкладність її вирішення для потреб розвитку народного господарства.

Важливою вимогою до вибору тематики дослідження є її **перспективність**: дослідник має усвідомлювати тенденції розвитку явищ і процесів, які підлягають дослідженню. Вимоги перспективності обумовлюють вибір об'єкту дослідження, відповідних методів дослідження, а також характеристики умов, для яких буде здійснюватися впровадження результатів досліджень.

З метою оцінки перспективності тем застосовують два методи: **математичний** і **експертних оцінок**. В прикладних темах показник перспективності  $K_n$ , основою якого є економічні показники ефективності, визначається за виразом:

$$K_{II} = \frac{E}{Z_0} \cdot (1 - P) \quad (2.1)$$

де:  $E$  - загальний очікуваний економічний ефект (грн.);  $P$  - вірогідність ризику, (встановлюється на основі прогнозу);  $Z_0$  - загальні витрати на наукове дослідження (грн.).

Чим вищий показник  $K_n$ , тим перспективніша тема.

При застосуванні методу експертних оцінок використовують бальну шкалу оцінювання теми за певними критеріями перспективності групою експертів. Тема, яка набере найбільше балів, вважається перспективною.

Якщо дослідження здійснюються студентами, то обрана студентом тема мусить відповідати профілю навчання та арсеналу методів, які він, після закінчення вузу, буде мати змогу кваліфіковано використовувати в практичній діяльності. Але це не означає, що в процесі дослідження тема не може виходити за межі основної спеціальної дисципліни. Відповідність обраної тематики за профілем навчання студента диктується найчастіше необхідністю використання результатів досліджень при написанні курсових і дипломних робіт, звіту про практику, при виступах на семінарах, конференціях тощо.

При виборі тематики дослідження необхідно також ураховувати можливості її розробки безпосередньо у навчальному закладі. Насамперед мається на увазі той час, який студент зможе виділити на розробку тієї чи іншої теми з урахуванням усього навчального процесу. Окрім цього, повинні бути враховані всі можливості розробки теми з точки зору витрат матеріальних і фінансових ресурсів. Досвід свідчить, що велику роль при виборі теми студентом відіграє ступінь її відповідності тематичній спрямованості науково-дослідної роботи відповідної кафедри.

### **3. Методологія наукових досліджень**

#### **3.1. Поняття про методологію наукових досліджень**

Перш ніж приступити до реалізації наукового дослідження на будь-якому рівні необхідно ознайомитися з методологією, методами та методикою наукової роботи.

В широкому смислі під *методологією* (з грецької *methods* – спосіб, *метод* і *logos* - наука, знання) розуміють вчення про правила мислення при створенні теорії науки.

Питання методології досить складне, оскільки це поняття тлумачиться по-різному. Багато зарубіжних наукових шкіл не розмежовують методологію і методи досліджень. У вітчизняній

науковій традиції методологію розглядають як учення про науковий метод пізнання або як систему наукових принципів, на основі яких базується дослідження і здійснюється вибір сукупності пізнавальних засобів, методів, прийомів дослідження. Найчастіше методологію тлумачать як теорію методів дослідження, створення концепцій, як систему знань про теорію науки або систему методів дослідження.

Методологія здійснює наступні функції:

- визначає способи здобуття наукових знань, які відображають процеси та явища;
- спрямовує, передбачає особливий шлях, на якому досягається певна науково-дослідницька мета;
- забезпечує всебічність отримання інформації щодо процесу чи явища, що вивчається;
- допомагає введенню нової інформації до фонду теорії науки;
- забезпечує уточнення і систематизацію термінів і понять у науці;
- створює систему наукової інформації, яка базується на об'єктивних фактах, і логіко-аналітичний інструмент наукового пізнання.

Перераховані функції методології дають змогу уточнити її поняття і сформулювати визначення.

Отже, **методологія** – це концептуальний виклад мети, змісту, методів дослідження, які забезпечують отримання об'єктивної, точної, систематизованої інформації про процеси і явища.

Методологія має 4-рівневу структуру. Розрізняють фундаментальні загальнонаукові принципи, що становлять власне методологію, конкретно наукові принципи, що знаходяться в основі теорії тієї чи іншої дисципліни або наукової галузі, і систему конкретних методів і технік з метою вирішення спеціальних дослідницьких завдань.

Значення методології полягає у тому, що вона дає змогу систематизувати весь об'єм наукового знання і створити умови для розробки подальших, ефективних напрямів досліджень. Головним завданням методології наукового пізнання є синтез на-

копичених наукових знань, що надає змогу забезпечити використання досягнень розвитку науки у практичних цілях.

Методологія вивчає методи, засоби та прийоми, за допомогою яких будуються різні системи знань.

**Метод** – спосіб дослідження явищ і процесів дійсності, що визначає підхід до їх наукового пізнання та встановлення істини.

Під **методикою** розуміють сукупність правил, положень і дій стосовно реалізації методу.

**Об'єктами дослідження** виступають навколишній матеріальний світ та форми його відображення.

**Методологічний апарат** містить:

- принципи організації та проведення наукового дослідження;

- методи наукового дослідження та способи визначення його стратегії;

- науковий апарат, що в свою чергу складається з понятійної основи наукового дослідження (актуальність, наукову новизну, цінність, теоретичну та практичну значущість, проблематику, об'єкт, предмет, гіпотезу, мету та завдання).

**Основними принципами** методології пізнання є:

- принцип єдності теорії та практики;

- принцип об'єктивності;

- принцип конкретності;

- принцип розвитку;

- принцип закономірності.

Розрізняють наступні рівні методологічного аналізу:

- динамічний рівень (глумачення результатів науки, аналіз форм та методів наукового мислення);

- статичний рівень (принципи, підходи, форми дослідження, що носять загальнонауковий характер);

- аналітико-синтетичний рівень (конкретно-наукова методологія як сукупність методів та принципів дослідження, що застосовуються в тій чи іншій галузі науки);

- предметний рівень (сукупність методів та принципів дослідження, що використовуються в тій чи іншій галузі наук).

Від правильного вибору методу залежить успішність дослідження, а методика його реалізації повинна відповідати конкретним завданням дослідження та чітко відображати специфіку явищ, що вивчаються, а не механічно запозичувати методи з інших наук.

Розглянемо основні поняття, що характеризують методологію наукових досліджень.

**Пізнання** – це процес руху людської думки від незнання до знань. Його основою є відображення об'єктивної реальності в свідомості людини під час практичної діяльності. Потреби практики виступають передумовою розвитку пізнання, його метою.

Пізнання розрізняють **чуттєве** та **раціональне**.

**Чуттєве пізнання** забезпечує безпосередній зв'язок людини з оточуючою дійсністю. Його елементами є:

- **відчуття** – це відображення мозком людини властивостей предметів або явищ об'єктивного світу;

- **сприйняття** - це відображення мозком людини предметів або явищ в цілому, які діють на органи чуття в даний момент часу;

- **зображення** – вторинний образ предмета або явища, котрі в даний момент часу не діють на органи чуття людини, але обов'язково діяли в минулому. Тобто це образи які відновлюються за збереженими в пам'яті минулих впливів предметів або явищ;

- **уявлення** – це поєднання та перетворення різних зображень в цілісну картину нових образів.

**Раціональне пізнання** доповнює і випереджає чуттєве, сприяє усвідомленню сутності процесів, викриває закономірності розвитку. Його формою є абстрактне мислення.

Пізнання спрямоване на досягнення істинних знань, які вірно відображують дійсність.

**Наукове знання** є результатом пізнання і поділяється на:

**Абсолютне знання** – повне, вичерпне відтворення узагальнених уявлень про об'єкт, що забезпечує абсолютний збіг образу з об'єктом.

**Відносне знання** – знання, яке є в основному вірним відображенням дійсності, але з не повним збігом образу і об'єкту.

**Мислення** – опосередковане та узагальнене відображення в мозку людини істотних властивостей, закономірних зв'язків між об'єктами або явищами.

Опосередкований характер мислення полягає в тому, що людина пізнає дійсність не тільки в результаті свого власного досвіду, але і в процесі спілкування. Основним інструментом мислення є це логічні міркування, формами яких є: **поняття, судження, умовивід**.

**Поняття** – думка, яка відображає істотні та необхідні ознаки предмета або явища.

**Об'єкт пізнання** це те, на що спрямована пізнавальна діяльність дослідника.

**Предметом пізнання** – досліджувані з певною метою властивості, ставлення до об'єкта.

### 3.2. Методи наукових досліджень

**Предметом вивчення** методології наукових досліджень є поняття і методи самої науки, їх сфера застосування, обґрунтованості наукових результатів, осмислення досягнень науки.

Методи досліджень поділяють на загальнонаукові (дійсні для всіх наук) та конкретно-наукові (емпіричні) (рис. 3.1).



Рис. 3.1. Загальна класифікація методів досліджень.

**Загальнонаукові** методи дослідження об'єднують методи, які використовуються в окремих галузях науки і тільки на окремих етапах дослідження. До їх належать: аналіз і синтез, індукція і дедукція, аналогія і моделювання, абстрагування і конкретизація. (рис. 3.2).



Рис. 3.2. Класифікація загальнонаукових методів досліджень.

**Аналіз** - метод дослідження, який включає в себе вивчення предмета за допомогою мисленого або практичного розчленування його на складові елементи (частини об'єкта, його ознаки, властивості). Кожен з елементів аналізується окремо у межах єдиного цілого.

**Синтез** (від грец. *synthesis* - поєднання) - метод вивчення об'єкта у його цілісності, у єдиному і взаємному зв'язку його частин. Синтез тісно пов'язаний з аналізом, оскільки дає змогу поєднати частини предмета, розчленованого у процесі аналізу, встановити їх зв'язок і пізнати предмет як єдине ціле.

**Індукція** (від лат. *induction* - наведення) - метод дослідження, при якому загальний висновок про ознаки множини елементів виводиться на основі вивчення множини окремих ознак.

**Дедуція** (від лат. *deduction* - виведення) - метод логічного висновку від загального до окремого. Спочатку досліджують стан об'єкта в цілому, а потім його складових елементів.

**Аналогія** - метод наукового дослідження, завдяки якому досягається пізнання одних предметів і явищ на основі їх подібності з іншими. Він ґрунтується на подібності деяких сторін різних предметів і явищ, наприклад, продуктивність праці у об'єднанні можна досліджувати не по кожному підприємству, а лише по взятому за аналог, де випускається однорідна з іншими підприємствами продукція та однакові умови для виробничої діяльності. При цьому добуті результати поширюються на всі аналогічні підприємства.

**Моделювання** - метод наукового пізнання, що ґрунтується на заміні предмета або явища, які вивчаються, на їх аналог, модель, що характеризується властивостями оригіналу.

Моделювання являє собою певний процес, що складається з наступних етапів:

- побудова абстрактної моделі на основі аналізу наявної інформації й вихідної гіпотези;
- побудова моделі в конкретному (числовому) вигляді після проведення спостережень і експериментів.

Побудова абстрактної моделі включає:

- розбивку комплексного завдання на більше прості;
- пошук аналогій;
- введення символів;
- запис цільової функції й обмежень.

Комплексне завдання (проблему) доцільно розбивати на більше прості, тобто спочатку будувати окремі локальні моделі, а потім поєднувати їх у загальну - глобальну модель. Пошук аналога, тобто відомість математичного опису досліджуваного предмета, явища, процесу до відомого типу моделей, є одним, з істотних моментів моделювання.

Математична модель являє собою формалізований запис, тобто запис у вигляді символів. Абстрактне моделювання закінчується звичайно записом у математичному виді цільової функції й обмежень, тобто цільова функція й обмеження одержують вираження через обрані змінні.

Побудова конкретної моделі включає:

- визначення залежностей між вхідними й вихідними параметрами об'єкта, явища, процесу;
- аналіз впливу окремих параметрів і виразно основних змінних;
- знаходження обмежень у конкретному виді;
- удосконалення й аналіз розробленої моделі.

В наукових дослідженнях виділяються наступні види моделювання:

- *математичне моделювання*, коли опис моделі та його оригіналу здійснюється тотожними рівняннями і досліджуються за допомогою ЕОМ;

- *фізичне моделювання*, в основі якого покладена теорія подібності і аналіз розмірностей та *натурне моделювання* при якому вивчаються масштабно змінні об'єкти, що дає змогу досліджувати процеси, що відбуваються в природних умовах.

Необхідною умовою фізичного моделювання є геометрична і фізична подібність моделі і природи: у подібні моменти часу і в подібних точках простору значення змінних величин, які характеризують явища для природи, повинні бути пропорційні значенням тих же величин для моделі.

Успіх моделювання і його цінність із погляду практичних додатків у значніше мірі визначається встановленням чітких залежностей між вхідними й вихідними параметрами, що відображають основні закономірності досліджуваного предмета, явища, процесу. Якщо знайдені залежності не відображають реальних взаємозв'язків, то всі подальші результати, отримані на основі моделі; позбавлені реального змісту й будуть помилковими. Математичне моделювання здобуває особливу цінність, коли виникає необхідність вивчити особливо складні процеси.

В гідротехніці та гідромеліорації широкого розповсюдження набула математична аналогія між фільтрацією в пористому середовищі і рухом електричного струму в моделях, виготовлених з електропровідних матеріалів (метод ЕГДА). Основи теорії і практики методу ЕГДА розроблені академіком М. М. Павловським. Простота моделюючих пристроїв, легкість виготовлення моделей, доступність і достатня точність зумови-

ли його широке поширення при вирішенні фільтраційних завдань, особливо при проектуванні гідротехнічних споруд.

Сьогодні метод математичного моделювання займає провідне місце серед інших методів дослідження, особливо у зв'язку з появою ЕОМ.

**Абстрагування** (від лат. *abstrahere* - відволікати) - метод відволікання, який дає змогу переходити від конкретних питань до загальних понять і законів розвитку. Він застосовується в дослідженнях для перспективного планування або прогнозування, коли на основі результатів за минулий період прогнозується розвиток галузі, регіону або системи на майбутній період.

**Конкретизація** (від лат. *concretus* - густий, твердий) - метод дослідження предметів у всій їх різнобічності, у якісній багатосторонності реального існування на відміну від абстрактного вивчення предметів. При цьому досліджується стан предметів у зв'язку з певними умовами їх існування та історичного розвитку. Так, перспективи розвитку галузі визначають на підставі конкретних розрахунків застосування нової техніки і технології, збалансованості трудових і матеріальних ресурсів тощо.

**Системний аналіз** – метод дослідження, що передбачає вивчення об'єкта дослідження як сукупності елементів, що утворюють систему. Це здійснюється шляхом оцінки поведінки об'єкта як системи з усіма факторами, які здійснюють вплив на його функціонування. Цей метод широко застосовується у наукових дослідженнях при комплексному вивченні діяльності виробничих підприємств.

Системний аналіз базується на ряді прикладних математичних дисциплін і методів, що широко застосовуються у сучасній науці управління: теорія масового обслуговування, теорія управління, теорія множин, методи лінійного, нелінійного і динамічного програмування та інші.

Найбільш повно і глибоко виконати системний аналіз можливо методами **кібернетики**, яка являє собою науку про складні динамічні системи, здатних сприймати, зберігати і вести переробку інформації з метою оптимізації та управління. Використання ЕОМ значно прискорює математичні перетворення і обчислення, проте не звільняє дослідника від необхідності воло-

діти математичним апаратом і творчо мислити. Найбільший ефект досягається в тому випадку, коли дослідник добре знає можливості ЕОМ, а математик-обчислювач чітко уявляє фізичні особливості досліджуваної задачі.

На основі загальнонаукових методів дослідження явищ, які відбуваються у природі і суспільстві, у кожній науці сформувалися *емпіричні методи*, що ґрунтуються на досвіді розвитку конкретної науки та застосуванні її у практичній діяльності.

*Емпіричні методи* застосовуються у дослідженнях разом з загальнонауковими як специфічні методи конкретно-наукового пізнання прикладного характеру. Це переважно методи чутливості, відчуття, сприймання і уявлення.

Емпіричні методи виконуються шляхом поєднання *теоретичних методів* досліджень та *методичних прийомів*.

*Теоретичні методи* – використання наявних теорій, а також створення нових теорій, притаманних певній науці. До них належать: формалізація, гіпотетичний і аксіоматичний методи, створення теорії (рис. 3.3).

*Методичні прийоми* формуються на основі загальнонаукових методів і відображають особливості тієї науки, завдяки якій вони створені (рис. 3.4).

*Експеримент*, як одна з форм практики, виконує функцію критерію істинності наукового пізнання в цілому. Основною метою експерименту є перевірка теоретичних положень, а також більш глибоке вивчення теми наукового дослідження. Розрізняють експерименти *природні* і *штучні*.

Експериментальні дослідження поділяються на *лабораторні* та *виробничі*.

*Лабораторні дослідження* проводяться із застосуванням приладів, моделюючих установок, стендів, спеціального обладнання і дають змогу вивчити вплив одних характеристик при зміні інших. Однак лабораторні експерименти не завжди моделюють реальне явище (процес), тому часто необхідний виробничий експеримент.

*Виробничі експерименти* здійснюються в реальних умовах з урахуванням впливу різних факторів виробничого середовища. До них відносяться і польові експедиції, широко відомі в

меліоративних дослідженнях. Такого виду дослідження можуть бути замінені дослідами на спеціальних полігонах, при цьому не порушується технологічний виробничий цикл і підвищується ефективність обладнання, машин і приладів.



Рис. 3.3. Класифікація та характеристика теоретичних методів досліджень.

Обсяг експериментальних досліджень різний. В одних випадках для підтвердження робочої гіпотези достатньо лабораторного досліду, в інших необхідна серія експериментів: пошуківих, лабораторних та виробничих.

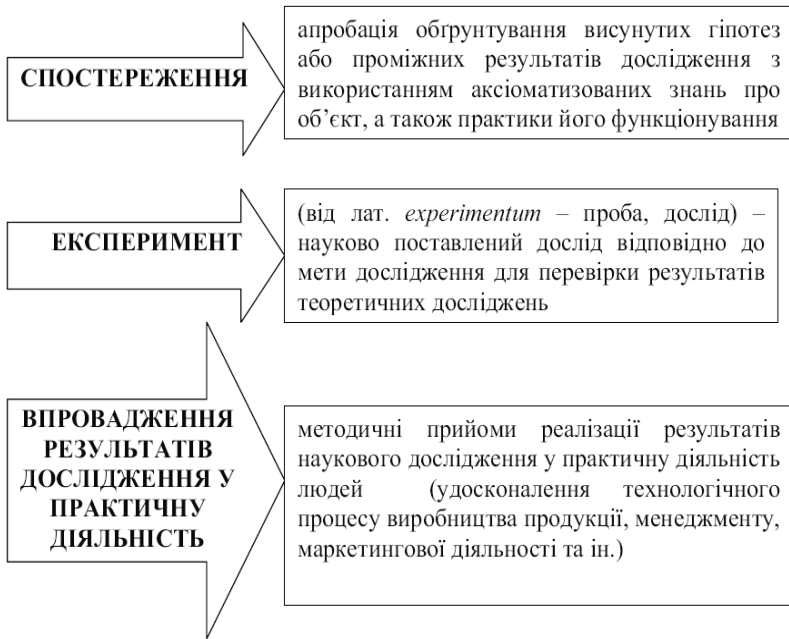


Рис. 3.4. Класифікація та характеристика методичних прийомів.

Структура експерименту містить наступні основні етапи:

- розробка програми експерименту;
- вибір засобів експерименту;
- реалізація експерименту;
- обробка і аналіз експериментальних даних.

Лабораторні та виробничі експериментальні дослідження передбачають застосування спостереження, порівняння та вимірювання.

**Спостереження** – це систематичне цілеспрямоване сприйняття окремих сторін об'єкта або об'єкта в цілому, при якому дослідник не втручається в його поведінку, а лише фіксує його властивості, характеристики тощо.

**Порівняння** – це встановлення схожості і відмінності об'єктів безпосередньо чи опосередковано (через проміжні об'єкти). Порівняння проводиться за наявності певної спільності об'єктів і по найбільш важливим істотним ознаками.

**Вимірювання** – операція, за допомогою якої визначається відношення однієї (вимірюваної) величини до іншої однорідної, прийнятої за одиницю.

Методи досліджень класифікують і за способом їх організації:

- **комплексні методи** дослідження – розкривають структурно-функціональні зв'язки складного цілісного об'єкта;

- **метод експертних оцінок** – отримання прогностичної інформації на основі виявлення та обробки думок групи експертів;

- **метод комісії** полягає в тому, що на базі сукупності особистих думок експертів обираються найбільш об'єктивні та обгрунтовані;

- **метод мозкового штурму** – творча генерація нових ідей групою експертів, їх аналіз, оцінка групою аналітиків та вибір найбільш раціональних;

- **метод евристичного прогнозу** відрізняється від інших методів чітким теоретичним обгрунтуванням, в'ясненням компетентності експертів або алгоритмом обробки отриманої інформації;

- **метод узагальнення** незалежних характеристик, їх аналіз та синтез, у ході яких відкидається все несуттєве;

- **методи якісної обробки даних** – різні прийоми класифікації, диференціації на основі заданих критеріїв;

- **методи кількісної обробки даних** виражають у числових характеристиках різні сторони явищ та зв'язок між ними.

## **4. Основи науково-технічної інформації**

### **4.1. Державна система науково-технічної інформації**

#### **4.1.1. Поняття та сутність науково-технічної інформації**

Зростання ролі науки в суспільному житті і, зокрема, в процесі виробництва, має суспільно-економічну основу. Наука безпосередньо впливає на скорочення часу від появи ідеї до її практичної реалізації залежно від інформаційної діяльності.

Під інформацією розуміються відомості, що передаються усно, письмово або іншим шляхом, у тому числі за допомогою технічних засобів.

**Науково-технічна інформація (НТІ)** – це документовані або публічно оголошені відомості про вітчизняні та зарубіжні досягнення науки, техніки і виробництва, одержані в ході науково-дослідної, дослідно-конструкторської, проектно-технологічної, виробничої та громадської діяльності.

**Наукова інформація** – це результат науково-дослідницької діяльності. Вона здобувається у процесі пізнання навколишнього світу і відображає його закономірності.

**Технічна інформація** є результатом творчої переробки наукової інформації, продуктом діяльності технологів, конструкторів, що впроваджують досягнення науки у виробництво. Вона узагальнює різні правила, методи та норми для виконання конкретних виробничих завдань (інформація, яка міститься в промислових каталогах, технічних інструкціях, правилах експлуатації машин).

**Науково-інформаційна діяльність** – сукупність дій, спрямованих на задоволення потреб громадян, юридичних осіб і держави у НТІ, що полягає і її зборі, обробці, фіксації, зберіганні, пошуку і поширенні.

НТІ є обов'язковим елементом кожного наукового або технічного дослідження. Виконання науково-дослідних робіт (НДР), створення винаходів, промислових зразків, розроблення товарних знаків, розв'язання наукових проблем неможливе без попереднього узагальнення і аналізу накопиченого досвіду в будь-якій галузі, тобто без необхідної інформації.

Процес вирішення будь-якої науково-технічної проблеми включає в себе цикл *"наука-техніка-виробництво-збут"*. Ефективний розвиток складових цього циклу можливий лише за умови впровадження наукових досягнень інтелектуальної власності у техніку і технологію, а потім у виробництво винаходів, промислових зразків. Цю комунікаційну функцію і виконує НТІ.

НТІ відповідно до чинного законодавства є об'єктом права власності.

Підставою виникнення права власності на НТІ є створення її своїми силами і за свій рахунок; виконання договору про створення НТІ; виконання будь-якого договору, що містить умови переходу права власності на інформацію до іншої особи.

Право власності на НТІ, створену кількома громадянами або юридичними особами, визначається договором, укладеним між розробниками цієї інформації.

#### **4.1.2. Структура та завдання НТІ**

Національна система НТІ складається з:

- спеціалізованих державних підприємств, установ, організацій, державних органів НТІ, наукових і науково-технічних бібліотек, об'єднаних загальносистемними зв'язками та обов'язками;

- підприємств будь-яких організаційно-правових форм, заснованих на приватній чи колективній власності.

Діяльність складових частин національної системи НТІ здійснюється на основі договірно-обумовленого поділу праці в її зборі, накопиченні, переробці, зберіганні, поширенні та використанні.

Основними завданнями національної системи НТІ є:

- формування на основі вітчизняних і зарубіжних джерел довідково-інформаційних фондів, включаючи бази і банки даних, та інформаційне забезпечення юридичних та фізичних осіб;

- одержання, обробка, зберігання, поширення і використання інформації, одержаної в процесі науково-дослідної, дослідно-конструкторської, проектно-технологічної, виробничої та громадської діяльності юридичних та фізичних осіб;

- організація надходження до України, обробка, зберігання і поширення зарубіжної НТІ на основі вивчення світового інформаційного ринку;

- підготовка аналітичних матеріалів, необхідних для прийняття державними органами, органами місцевого і регіонального самоврядування рішень з питань науково-технічного, економічного і соціального розвитку країни;

- аналітична обробка першоджерел, реферування джерел науково-технічної та економічної інформації, створення на цій основі і поширення інформаційної продукції та послуг;
- розробка і впровадження сучасних технологій в науково-інформаційну діяльність;
- сприяння широкому використанню досягнень науки і техніки, передового виробничого досвіду;
- створення загальнодоступної мережі бібліотек, інформаційних центрів громадського користування, як бази для освіти, виробництва та наукових досліджень.

### **4.1.3. Державна політика в сфера НТІ**

З метою створення та розвитку національної системи НТІ держава повинна забезпечити:

- створення державних мереж первинного збору, обробки та зберігання усіх видів НТІ;
- проведення заходів для поширення і підвищення якісного рівня інформаційної продукції та послуг; фінансову, в тому числі валютну, підтримку надходження НТІ до державних органів і служб НТІ, наукових і науково-технічних бібліотек, створення їх мереж і відповідного технічного забезпечення;
- підготовку кадрів у сфері інформатики і науково-інформаційної діяльності через систему навчальних закладів вищої та середньої освіти, підвищення рівня інформаційної підготовки спеціалістів народного господарства;
- вільну конкуренцію між органами НТІ, іншими підприємствами та організаціями усіх форм власності, які здійснюють науково-інформаційну діяльність;
- захист суб'єктів відносин в галузі НТІ від прояву несумлінної конкуренції та монополізму в будь-яких сферах науково-інформаційної діяльності.

Регіональні державні центри науково-технічної і економічної інформації (ЦНТЕІ) були і поки що залишаються важливою ланкою у системі управління науково-інноваційною діяльністю в Україні та є елементами регіональних інноваційних систем (РІС), які поступово формуються у нашій державі.

Практично всі центри беруть участь у реалізації регіональних науково-технічних та соціально-економічних програм та освоюють нові напрямки інформаційно-аналітичної діяльності.

Законодавчо функціонування ЦНТЕІ закріплено в Законах України “Про науково-технічну інформацію” та “Про державне регулювання діяльності у сфері трансферу технологій”. Окрім цього склалося так, що де-факто ЦНТЕІ в регіонах виконують окремі завдання, які прописані Державному департаменту інтелектуальної власності, Державному агентству України з інвестицій та інновацій, Національному інформаційному центру зі співробітництва з ЄС у сфері науки і технологій тощо.

Якщо провести порівняння з міжнародною практикою, то ЦНТЕІ здійснюють також окремі функції, які притаманні бізнес-інкубаторам, інноваційним центрам, технопаркам, інформаційно-аналітичним центрам тощо.

З початку 90-х років минулого століття виникла потреба трансформувати та адаптувати діяльність центрів науково-технічної і економічної інформації до вимог конкурентного інформаційного середовища в умовах гострої обмеженості бюджетних коштів, а також відсутності достатніх інвестицій для цих цілей.

Основними функціональними складовими ЦНТЕІ є:

- блок охорони і комерціалізації інтелектуальної власності та інформаційно-аналітичного забезпечення інноваційної діяльності,
- блок ділової інформації і моніторингу соціально-економічних процесів у регіоні,
- блок освітньо-консультативної діяльності, міжнародних проєктів, віртуальних конференцій і дистанційного навчання,
- блок видавничо-поліграфічної, рекламно-виставкової діяльності та підтримки підприємницької ініціативи.

Важливою компетенцією ЦНТЕІ, як елемента регіональної інноваційної інфраструктури, є здатність забезпечувати взаємозв'язки між усіма учасниками інноваційного процесу – наукою, промисловістю, бізнесом, громадськими організаціями, інвесторами.

Тому ЦНТЕІ можуть відігравати роль координатора діяльності інноваційних осередків, які створююся в регіоні на базі академічних інститутів, вищих навчальних закладів (ВНЗ) і допомагати цим осередкам знайти оптимальний шлях до бізнесу та інвесторів. З досвіду функціонування деяких регіональних державних ЦНТЕІ, в нових соціально-економічних умовах, на них можуть бути покладені, за умов забезпечення базовим фінансуванням, наступні основні функції:

- інформаційно-аналітичне забезпечення реалізації державної інноваційної політики та моніторингу стану інноваційного розвитку економіки в регіонах;
- інформаційно-консультаційна підтримка міжнародного співробітництва українських вчених у науково-дослідній сфері;
- охорона, оцінка та комерціалізація об'єктів права інтелектуальної власності, просування винаходів та нових технологій, співробітництво з європейською мережею центрів трансферу технологій (IRC – центрів);
- інформаційно-організаційна підтримка створення малих інноваційних підприємств (інноваційний бізнес-інкубатор) та формування регіональних інноваційно-промислових та мистецько-культурних кластерів;
- створення регіональних філіалів Державної патентної бібліотеки;
- медіа-виставкова підтримка пріоритетних напрямків науково-інноваційної діяльності в регіоні;
- надання освітньо-просвітницьких послуг у сфері інноваційного менеджменту;
- формування баз даних ділової та науково-технічної інформації, проведення контент-аналізу регіональної преси та літератури і підготовка оглядів (загальних, тематичних, цільових).

Держава підтримує міжнародне співробітництво у сфері НТІ, створює для цього правові і економічні умови та сприяє здійсненню суб'єктами науково-інформаційної діяльності вільних і рівноправних відносин з міжнародними організаціями і ус-

тановами, якщо це не суперечить чинному законодавству України.

Держава сприяє формуванню, зберіганню і ефективному використанню державних ресурсів НТІ шляхом: створення реєстраційно-облікового механізму, який забезпечує збирання, обробку і поширення відомостей про виконані за рахунок коштів державного бюджету наукові дослідження і розробки, дисертації та інші види науково-технічних робіт, про нові види продукції, бази і банки даних; проведення пільгової податкової та фінансово-кредитної політики щодо послуг з надання науково-технічної інформації споживачеві та передачі інформації про науково-технічні досягнення державним органам і службам науково-технічної інформації; виділення коштів і матеріально-технічних засобів для роботи над створенням і розвитком державних ресурсів науково-технічної інформації та їх використанням, а також для міжгалузевого обміну інформацією про науково-технічні досягнення; створення механізму зберігання інформаційних ресурсів, баз і банків даних, сформованих в державних організаціях та органах управління, їх відповідної передачі іншим установам в разі ліквідації або реорганізації; впровадження економічних механізмів створення і підтримки підприємств, заснованих на приватній чи колективній власності, які здійснюють інформаційну діяльність, та їх інтеграції в національну систему науково-технічної інформації.

#### **4.2. Джерела інформації у наукових дослідженнях**

Наукове дослідження, як правило, розпочинається з аналізу інформаційних матеріалів з обраної теми. Інформацію поділяють на дві групи.

**Первинна інформація** - вихідна інформація, яка є результатом безпосередніх соціологічних експериментальних досліджень, вивчення практичного досвіду (фактичні дані, зібрані дослідником, їх аналіз і перевірка).

**Вторинна інформація** - результат аналітичної обробки та публікації інформації з теми дослідження (опубліковані документи, огляд інформації з теми), а саме:

- інформаційні видання (сигнальна інформація, реферативні журнали, експрес-інформація, огляди);
- довідкова література (енциклопедії, словники);
- каталоги і картотеки;
- бібліографічні видання.

Виклад матеріалу наукового дослідження залежить від типу публікацій, розмаїття яких обумовлене різними цілями упорядкування та фіксації змісту наукової інформації, необхідної для забезпечення обміну авторськими думками та їх широкого розповсюдження й використання. Кожне з джерел має певний зміст, специфіку викладу, відповідний стиль, структуру й логіку побудови матеріалу та обсяг. Серед них головними є:

**Монографія** - це наукове книжкове видання, повного дослідження однієї проблеми або теми, що належить одному чи декільком авторам. Монографія є найбільш повним та вичерпним висвітленням результатів наукової роботи, ґрунтовним багаторічним дослідженням, що завершується одержанням фундаментальних наукових досягнень, які будуть використані у наступних дослідженнях.

**Автореферат дисертації** - наукове видання у вигляді брошури авторського реферату проведеного дослідження, яке подається на здобуття наукового ступеня. В Україні наявність автореферату дисертації на здобуття вченого ступеня кандидата чи доктора наук є обов'язковою умовою захисту дисертації. Автореферат є коротким викладом дисертаційної роботи, повторює її зміст. Перед захистом дисертації розсилається науковим установам, вищим навчальним закладам, виробничим структурам, провідним вченим та спеціалістам галузі з метою ознайомити їх з результатами наукового дослідження та отримання відгуку на нього. Обсяг автореферату обмежений в середньому одним друкованим аркушем. Автореферати обов'язково розсилаються у всі провідні бібліотеки країни.

**Препринт** - наукове видання з матеріалами попереднього характеру, які публікуються до виходу у світ видання, в якому вони мають бути вміщені.

**Тези доповіді** - стислий виклад основних думок, публікація яких передбачає ознайомлення учасників конференцій,

семінарів, симпозіумів та інших наукових форумів з результатами проведеного дослідження. Їх зміст у більш повному обсязі повідомляється автором — доповідачем в усній формі.

Тези публікуються невеликим тиражем у збірниках, присвячених темі конференції, і мають завданням подати коротку і якомога вичерпну інформацію щодо результатів дослідження.

**Матеріали конференцій** - неперіодичний збірник підсумків конференцій, доповідей, рекомендацій та рішень.

**Доповідь** - письмовий виклад розгорнутої усної форми виступу, що відповідає тексту тез. Доповіді не публікуються, а повідомляються учасникам наукового зібрання з метою залучення до дискусій і обговорення викладеного матеріалу.

**Збірник наукових праць** - збірник матеріалів досліджень, виконаних у наукових установах, навчальних закладах чи товариствах. Основним видом оперативної інформації про нові дослідження з конкретної тематики, які публікуються у збірниках, є **наукова стаття**, мета якої полягає в поданні інформації про проведену наукову роботу, одержані результати та визначенні напрямку для подальшої розробки теми, актуальних проблем, що потребують свого розв'язання.

Наукова стаття повинна містити обов'язкові структурні елементи, у тому числі:

- анотацію;
- вступ;
- огляд літератури;
- формулювання наукової гіпотези;
- емпіричний аналіз результатів досліджень;
- висновки;
- перелік використаної літератури.

**Підручник** - навчальне видання з систематизованим викладом дисципліни (її розділу, частини), що відповідає навчальній програмі та офіційно затверджене Міністерством освіти і науки України.

**Навчальний посібник** - навчальне видання, що доповнює або частково (повністю) замінює підручник та офіційно затверджене Міністерством освіти і науки України. Окремі уні-

верситети (як правило національні) мають право затверджувати навчальні посібники рішеннями вченої ради.

**Методичні рекомендації** (методичні вказівки) - навчальне або виробничо-практичне видання роз'яснень з певної теми, розділу або питання навчальної дисципліни, роду практичної діяльності, з методикою виконання окремих завдань, певного виду робіт, а також заходів. Методичні вказівки можуть бути як для студентів, так і викладачів.

**Інформаційний листок** - реферативне неперіодичне видання відомостей щодо передового виробничого досвіду або науково-технічного досягнення.

**Анотація** - стисла характеристика змісту наукової статті, праці, іншого наукового видання, в якій викладено найголовніші висновки праці, визначено її цільове призначення та наукову вартість. У кожному науковому та навчальному виданні на звороті титульного аркуша завжди подається анотація.

**Науковий звіт** - підсумок науково-дослідної роботи з обраної проблематики, в якому викладено основну ідею, задум та окреслено шляхи її реалізації.

### **4.3. Пошук наукової інформації та робота з джерелами**

Документальні джерела містять основний обсяг, що використовується у науковій діяльності, та поділяється на первинні та вторинні.

У первинних документах, як правило, знаходиться наукова інформація, а у вторинних – результати аналітичної та логічної обробки.

Оцінка документальних джерел містить такі критерії аналізу, як повнота та достовірність поданої інформації, наявність теоретичних узагальнень та критичних перевірок.

У довідково-бібліографічному відділі бібліотек є система каталогів та картотек, де зібрані всі джерела, що дозволяють відповісти на питання, пов'язані з відбором необхідної літератури.

**Каталоги** – це система накопичення та збереження даних про літературу, що наявна в бібліотеці.

**Картотека** – перелік усіх матеріалів, виявлених з певної тематики.

Розрізняють три види каталогів:

- **абетковий;**
- **систематичний;**
- **предметний.**

**Абетковий каталог** дає змогу встановити, які твори того чи іншого автора наявні в бібліотеці.

У **систематичному каталозі** картки згруповані в логічному порядку відповідно до галузей знань, за допомогою яких можна з'ясувати, які саме твори наявні у бібліотеці, та підібрати необхідну літературу. Послідовність розташування карток систематичного каталогу завжди відповідає певній бібліографічній класифікації.

**Предметні каталоги** містять картки з назвами творів з конкретних проблем і питань одного змісту

Сьогодні відомі дві універсальні системи класифікації джерел інформації:

- **універсальна десятикова класифікація (УДК);**
- **бібліотечно-бібліографічна класифікація (ББК).**

В основу УДК покладено принцип розподілу, у відповідності до якого вся сукупність знань та напрямів наукової діяльності умовно розподілена на десять відділів, кожен з яких поділяється на десять підрозділів, які також мають розподіл на десять додаткових розділів, отримуючи власний цифровий індекс. Ця система є основою бібліографічних та реферативних видань для організації систематичних каталогів науково-технічних бібліотек.

УДК є міжнародною системою класифікації друкованих творів і документальних матеріалів. Вона є універсальною та надає можливість відображення новітніх досягнень науки і техніки без будь-яких суттєвих змін у її структурі.

УДК використовується для організації як вузькоспеціалізованих довідково-інформаційних фондів, так і багатогалузевих, та охоплює всі області людських знань. Її розділи органічно пов'язані між собою, і зміни одного розділу вимагають змін в інших розділах.

В основі структури УДК – принцип десяткових дробів. Для позначення відділів застосовуються арабські цифри, зрозумілі у всіх країнах, що робить УДК загальнодоступною міжнародною системою. Десятковий принцип структури дозволяє безмежно розширювати її шляхом додавання нових цифрових позначень до існуючих, не змінюючи систему в цілому.

Індекси УДК побудовані так, що кожна наступна цифра, що приєднується до індексу, не змінює попереднє значення, а лише уточнює, визнаючи більш конкретне поняття.

Таблиці УДК поділяються на основні та допоміжні.

Крім того, до УДК належать алфавітно-предметний покажчик, методичні вказівки до багатьох розділів, а також знаки, за допомогою яких здійснюється побудова індексу.

Основна таблиця містить у собі поняття, специфічні для певних галузей науки, техніки, мистецтва тощо. До допоміжних таблиць віднесене повторювані поняття, загальні для всіх або багатьох розділів (загальні визначники), або ті, що застосовуються лише в одному розділі (спеціальні визначники).

Відповідно до десяткової системи всю сукупність знань розділено на десять основних класів:

0. Загальний відділ.
1. Філософія. Психологія.
2. Релігія. Геологія.
3. Суспільні науки. Статистика. Політика. Економіка тощо.
4. (Вільний).
5. Математика та природничі науки.
6. Прикладні науки. Медицина. Техніка.
7. Мистецтво. Декоративно-прикладне мистецтво. Ігри. Спорт.
8. Мова. Мовознавство. Художня література. Літературознавство.
9. Географія. Біографія. Історія.

Кожен з цих класів поділяється на 10 розділів, кожен з яких у свою чергу поділяється на 10 підрозділів. Для полегшення читання і для кращої наочності після кожного третього знака ставиться крапка.

Багато років УДК застосовувалась як найбільш досконала класифікація знань. Але згодом виникнення нових понять у науковій і практичній діяльності людей зумовили впровадження бібліотечно-бібліографічної класифікації (ББК), яка має іншу систему класифікації й індексації людських знань. Основна частина її буквено-цифрових індексів побудована за десятковим принципом. Основні поділи ББК розподілені у 21 відділах, кожний з яких має свій індекс із великих букв українського алфавіту, наприклад:

Індекси знань	Найменування індексів знань
А	Загальний
Б	Природничі науки
В	Фізико-математичні науки
Г	Хімічні науки
Д і т.д.	Науки про землю і т.д.
Всього: 21	

Ці інформаційно-пошукові мови застосовуються при організації бібліотечних фондів.

## **5. Основні стадії та етапи наукових досліджень**

### **5.1. Класифікація стадій та етапів наукових досліджень**

Науково-дослідний процес – це сукупність організаційних, методичних і технічних прийомів, здійснюваних за допомогою певних процедур. Складається він з таких стадій: організаційної; дослідної; узагальнення, апробації і реалізації результатів дослідження.

На *організаційній стадії* вивчається стан об'єкта дослідження і виконується організаційно-методична підготовка дослідження. Для даної стадії розрізняють наступні етапи:

**1. Вивчення стану об'єкта дослідження** передбачає конкретизацію теми і попереднє визначення теоретичних посилок її дослідження. При конкретизації теми визначається її місце у науковій проблемі, встановлюється зв'язок між суміжними темами, які раніше виконувалися іншими дослідниками або пла-

нуються до розробки, визначаються і обґрунтовуються об'єкти дослідження.

**2. Попереднє визначення теоретичних посилок** включає в себе вивчення стану об'єкта, наукової і теоретичної новизни гіпотез, що висуваються для дослідження.

**3. Визначення теоретичних основ розробки теми досліджень** передбачає встановлення повноти висвітлення її у раніше виконаних дослідженнях, обґрунтування наукової новизни і необхідності подальшого вивчення, виходячи із потреби у цих знаннях. При цьому відбувається збір матеріалу, проведення його первинної обробки, узагальнення, теоретично пояснюється мета досліджень, виконуються практичні висновки.

**4. Визначення теоретичних посилок теми** дає змогу встановити її зв'язок з тенденціями розвитку досліджуваного об'єкта і загальними закономірностями напрямку науки.

**5. Вивчення історії питання і сучасного стану проблеми** дає змогу уникнути дублювання дослідження, помилок інших дослідників, а також використати їх знання та досвід. Історія питання викладається слідом за теоретичними основами.

**6. Збирання, відбирання та вивчення інформації** здійснюється, як правило, за літературними джерелами, які відображають стан теми дослідження, звітами науково-дослідних, проєктних і технологічних організацій, а також за показниками діяльності підприємств, які містяться у звітності, нормативно-плановій, договірній і іншій документації.

**7. Висунення та обґрунтування гіпотез** завершує вивчення теоретичних передумов до досліджуваної теми. На цьому етапі аналізується сучасний стан проблеми, окреслюється коло питань, що залишилися недослідженими, але мають певне значення для розвитку даної науки. При цьому висуваються і обґрунтовуються гіпотези, які будуть відправним пунктом при визначенні перспектив подальшого вивчення проблеми і встановлення параметрів дослідження. Висунення гіпотез ґрунтується на науковому прогнозі тенденцій розвитку досліджуваних явищ.

**8. Організаційно-методична підготовка** передбачає розробку програми дослідження, техніко-економічного обґрунту-

вання, складання плану дослідження теми, методики дослідження і робочого плану.

У програмі зазначається дослідник-виконавець (відділ, лабораторія, кафедра), замовник теми, завдання, зміст і методи дослідження, очікуваний результат.

**9. Техніко-економічне обґрунтування (ТЕО)** науково-дослідної роботи містить найменування теми й проблеми, до якої вона включена, дані про замовника, наукового керівника, підстави для виконання і класифікацію НДР (теоретичну, пошукову, прикладну, конструкторську розробку), кошторисну вартість і терміни виконання, місце і час можливого впровадження.

ТЕО відображає найважливіші показники НДР, які дають змогу на стадії підготовки дослідження визначити значущість теми і її кінцеву мету, науково-технічну і практичну цінність, розрахунковий економічний ефект від можливого впровадження результатів дослідження.

**10. План дослідження теми** складається з вступу, розділів, підрозділів, пунктів, які мають змістовий заголовок і висновки. При складанні плану дослідження необхідно дотримуватися вимог і правил оформлення державного стандарту "Звіт про науково-дослідну роботу", включаючи виділення етапів виконання робіт за темою. У плані зазначаються підприємства, на базі яких будуть впроваджені дослідження, передбачаються засоби збору інформації.

**11. Методика дослідження** характеризує методи і прийоми, які передбачається застосувати при виконанні робіт з конкретної теми, гіпотези дослідження та їх доведення.

**12. Робочий план** складається відповідно до програми та плану дослідження теми, де відображають календарні терміни початку і закінчення робіт за етапами, вартість робіт і питомий відсоток їх у повній сумі витрат. Крім того, у плані вказують виконавців по кожному етапу робіт.

**Дослідна стадія** являє собою безпосереднє виконання наукового дослідження за розробленою програмою. На цій стадії здійснюють:

### **1. Проведення теоретичних досліджень.**

**2. Розробку експериментальних зразків і макетів досліджуваного об'єкта.**

**3. Проведення експериментальних досліджень.**

**4. Корегування технічної документації за результатами технічних і експериментальних досліджень.**

**На стадії узагальнення, апробації і реалізації результатів дослідження** виконується літературний виклад висновків і пропозицій наслідків виконаної роботи, апробація їх у колективі наукової організації, рецензування та експертиза, дослідне впровадження, коригування, доопрацювання та реалізація кінцевих результатів. Стадія містить наступні етапи:

**1. Узагальнення результатів дослідження** – здійснюється літературний виклад результатів дослідження у вигляді звіту про виконану науково-дослідну роботу, дисертації, студентської науково-дослідної роботи та інших форм подання завершеної наукової продукції. При цьому визначають призначення продукту інтелектуальної праці та напрями її використання.

**2. Апробація** включає в себе колективне обговорення виконаного дослідження на науково-технічних радах, його рецензування і експертизу, оприлюднення кінцевих результатів у спеціальних журналах, реферативних збірниках, а також у виступах дослідників з доповідями і повідомленнями на науково-практичних конференціях, симпозіумах, семінарах.

**3. Реалізація результатів дослідження** здійснюється дослідним впровадженням їх у практику за участю замовника теми. При цьому виявляються недоробки, коригується звіт про НДР, оприлюднюються кінцеві результати дослідження. Реалізація результатів дослідження завершується складанням акта впровадження за участю представників дослідника і замовника, а також здійсненням авторського нагляду за виробничим впровадженням результатів досліджень.

## **5.2. Технічне завдання і технічна пропозиція**

При виконанні будь-яких НДРС зберігається визначена, загальна для них послідовність стадій і етапів. Стадія – найбільш велика самостійна частина НДРС, що є окремим об'єктом

планування, фінансування і контролю. Етап – складова частина стадії (табл. 5.1). У конкретних НДР окремі етапи чи стадії можуть бути відсутні.

**Технічне завдання** є вихідним документом для виконання НДР, і визначає техніко-економічне обґрунтування (ТЕО) і передбачувану ефективність науково-дослідної роботи, характеристику об'єкта дослідження, рекомендовані методи, умови, стадії і етапи дослідження, терміни його проведення і передбачувані результати.

Таблиця 5.1.

Типовий перелік стадій і етапів наукових досліджень

Стадії	Етапи
Розробка технічного завдання для проведення НДР.	Аналіз вихідних даних інформації. Розробка технічного завдання. Узгодження і затвердження технічного завдання.
Розробка технічної пропозиції.	Підбір і аналіз джерел науково-технічної інформації, розробка технічного продовження за результатами аналізу технічного завдання і джерел науково-технічної інформації. Узгодження і затвердження технічної пропозиції.
Проведення теоретичних і експериментальних досліджень.	Розробка вихідної методичної документації для проведення дослідження. Проведення теоретичних досліджень. Розробка експериментальних зразків досліджуваного об'єкта. Проектування і виготовлення експериментальних зразків, макетів і засобів дослідження. Проведення експериментальних досліджень. Коректування технічної документації за результатами теоретичних і експериментальних досліджень.
Оформлення результатів НДР.	Розробка звітної науково-технічної документації. Розгляд звітної науково-технічної документації на НТС чи його секціях і її затвердження.
Прийом НДР.	Розгляд і прийом НДР. Передача документації зацікавленим організаціям і підприємствам для використання і впровадження.

Як правило, технічне завдання складається на основі аналізу наступних результативних джерел інформації:

- науково-технічна література в досліджуваній або суміжних галузях науки, техніки і виробництва;
- журнали, каталоги, огляди, проспекти, патентні описи;
- стандарти, технічна документація, звіти про випробування, експлуатації;
- звіти за раніше виконаними дослідженнями, перспективні плани розвитку галузей тощо.

Технічне завдання рекомендується оформлювати у вигляді документа, що містить наступні розділи:

- загальні положення;
- мету і призначення розробки;
- джерела розробки;
- техніко-економічні показники;
- стадії розробки;
- порядок приймання.

У розділі «**Загальні положення**» зазначаються:

- повне найменування і умовне позначення (шифр) завдання;
- підстава для розробки (постанова, наказ, план) із зазначенням номера та дати підписання вихідних документів;
- перелік організацій та підприємств, зацікавлених в роботі завдання;
- виконавці.

У розділі «**Мета і призначення розробки**» наводяться актуальність, перспективність і цільові призначення, сфера використання результатів дослідження.

У розділі «**Джерела розробки**» здійснюється опис джерел інформації, зразків, макетів, необхідних для проведення досліджень.

У розділі «**Техніко-економічні показники**» вказують: характеристики об'єкта дослідження, які підлягають вивченню; передбачувана техніко-економічна ефективність впровадження результатів; вимоги до методів, засобів і умов проведення робіт.

У розділі «**Стадії розробки**» перераховуються необхідні стадії, етапи та терміни проведення НДР.

У розділі «*Порядок приймання*» зазначаються порядок та умови приймання робіт на кожній стадії і етапах, подається перелік представлених документів для розгляду і затвердження.

Технічне завдання розробляє організація-виконавець науково-дослідних робіт із залученням співвиконавців. Далі воно узгоджується з організацією-замовником, за договором з якою виконується дослідження. Потім його затверджує організація-виконавець або міністерство, якому вона підпорядковується.

У деяких випадках технічне завдання може бути розчленоване на кілька документів, проте вони повинні охоплювати всі перераховані розділи і пройти всі вказані етапи погодження та затвердження.

У практиці роботи наукових установ широке поширення отримала розробка *технічної пропозиції*, яка є пошуковою стадією НДР. Технічна пропозиція передуює проведенню безпосередніх НДР і надає змогу виконати їх якісно, у встановлені терміни за найменших витрат засобів і часу. З безлічі можливих варіантів вирішення однієї і тієї ж технічної задачі розробка технічної пропозиції дає змогу виявити найбільш оптимальний. Весь комплекс робіт виконується в наступній послідовності:

1. Підбираються і вивчаються вітчизняні і зарубіжні джерела інформації за розроблюваною темою.

2. Виявляються і аналізуються всі можливі напрямлення рішення науково-технічної проблеми і обґрунтування найбільш доцільного з них.

3. Виконуються розрахунки і розробляються рекомендації по методам і засобам дослідження стосовно до обраного напрямку проведення науково-дослідної роботи.

Технічна пропозиція розробляється в тому випадку, коли перераховані роботи не виконані на стадії розробки технічного завдання. Результати розробки технічної пропозиції можуть представлятися у вигляді пояснювальної записки, огляду, розрахунку, звіту.

### 5.3. Проведення досліджень, засоби досліджень і вимірювань. Види та визначення основних похибок

На *першому етапі* дослідження, при виборі теми, має передувати ознайомлення з відповідними вітчизняними і зарубіжними літературними джерелами своєї та суміжної спеціальності.

На *другому етапі*, згідно з обраною темою, відбираються відповідні літературні джерела (книги, брошури, статті), офіційні документи, відомчі матеріали з теми та опрацьовує їх.

*Третій етап* - уточнення проблеми (теми) і складання змісту НДР, при складанні якого, перш за все, необхідно обґрунтувати тему, визначити її актуальність, новизну, поставити мету, розробити завдання тощо.

*Мета дослідження* - це те, що потрібно досягти в кінцевому результаті дослідження. Формулювання мети зазвичай починається словами: розробити методику (модель, критерії, вимоги, основи, тощо), *обґрунтувати..., виявити..., розкрити особливості..., виявити можливості використання...* тощо.

*Четвертий етап* - формулювання гіпотези, наукового передбачення, припущення, висунутого для пояснення будь-яких явищ, процесів, причин, які зумовили даний наслідок.

Гіпотеза є компасом, який визначає напрям діяльності дослідження. Вдало сформульована гіпотеза передбачає визначеність результату дослідження і спрямовує дослідження на доведення реальності існування передбачуваного припущення.

*П'ятий етап* - сформульована мета і гіпотеза дослідження логічно визначають завдання, які потрібно вирішувати в процесі роботи. Найчастіше всього вони звучать так: *вивчити; виявити; розробити* тощо. Бажано, щоб відповіддю на поставлені завдання був зміст відповідних розділів роботи.

*Шостим етапом* є визначення методології дослідження. У НДР застосовують переважно методи *спостереження, аналіз і узагальнення власного практичного досвіду* і досвіду інших працівників, виконується науковий експеримент, аналіз результатів роботи підприємств, установ, різноманітні спеціаль-

ні дослідницькі методи, а також методи математичної статистики, моделювання, тощо.

**Сьомий етап** - робота з систематизації накопиченого матеріалу відповідно до плану роботи, проведення аналізу наукових праць, практичного досвіду, узагальнення тощо.

**Восьмий етап.** На цьому етапі зібрані при експериментальному дослідженні матеріали обробляють статистично.

**Дев'ятий етап** - складання розширеного плану НДР, відповідно до змісту напрацьованого матеріалу.

**Десятий етап** - літературне оформлення результатів дослідження. Всі матеріали дослідження систематизують і готують до узагальнення та літературного оформлення, формулюються загальні висновки до НДР. При оформленні роботи слід керуватись вимогами ВАК.

**Впровадження результатів дослідження в практику** - це початок застосування результатів дослідження у реальних практичних умовах в освіті, на виробництві тощо.

### **5.3.1. Засоби наукових досліджень**

Вибір загальних і спеціальних методів досліджень залежить від характеру об'єкта, засобів, які при цьому використовуються. Системний підхід до вивчення предметів, процесів і явищ вимагає необхідність комплексного використання різних методів і засобів наукового дослідження.

**Засоби дослідження** – це сукупність матеріальних систем, які використовує дослідник для виділення і вивчення об'єктів в процесі наукового дослідження і узагальнення отриманих результатів.

Сучасні засоби досліджень заміщають дослідника в таких його основних функціях:

- а) як відчувачого (мікроскоп, телескоп);
- б) як мислячого (обчислювальна машина);
- в) як діючого (промінь лазера, ракета);

Засоби дослідження можуть замінити і об'єкт дослідження, якщо використовують пристрої, моделюючи його поведінку. Розрізняють наступні засоби досліджень:

- матеріальні (прилади, пристрої, ЕОМ);
- математичні (теорії, методи обчислень);
- мовні та логічні (штучні мови, логічні правила побудови визначень, висновків, доведень).

Можливі варіанти схем процесів дослідження з використанням різних засобів. При виборі засобів необхідно враховувати їх вплив на якість дослідження і точність отриманих результатів.

**Матеріальні засоби** досліджень включають різноманітні конструкції – від елементарних вимірювальних пристроїв до ЕОМ – і дозволяють вивчати навіть такі об'єкти, які недоступні органам сприйняття людини, усуваючи необ'єктивність дослідження. Однак для цієї категорії засобів характерною є обмеженість складу досліджуваних задач та можливостей внесення збурення в поведінку досліджуваного об'єкту.

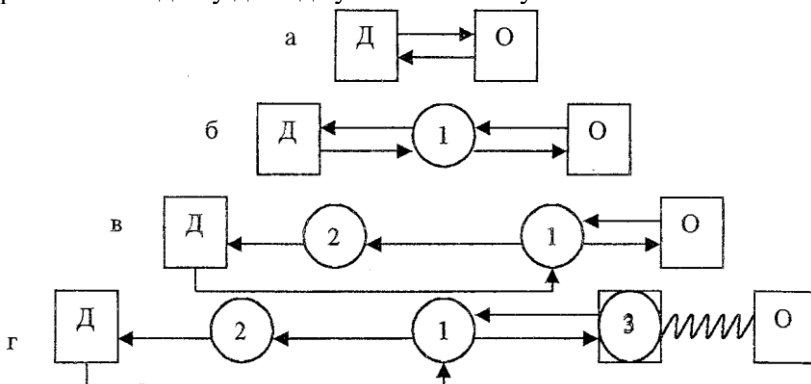


Рис. 5.1. Схема процесу дослідження

*а – безпосереднє дослідження; б,в,г – опосередковане дослідження; Д – дослідник; О – об'єкт дослідження; 1,2,3 – засоби дослідження (1 – вимірювальний пристрій; 2 – пристрій для обробки, аналізу та узагальнення результатів; 3 – модель об'єкта).*

Матеріальні засоби досліджень доречно використовувати при систематизації розрізаних емпіричних даних для виявлення і формулювання залежності між ними, побудові гіпотез і математичних моделей. При цьому широко використовуються

статистичні та імовірнісні методи, особливо в процесах, для яких характерні випадкові фактори.

**Мовні і логічні** засоби використовуються для фіксації результатів дослідження і способів їх отримання, створення понять, символів і їх систем, виразу знань в емпіричних науках.

Від правильного використання засобів дослідження в значній мірі залежить достовірність отриманих результатів, тому особливу увагу необхідно приділити раціональним і оптимальним умовам та режимам роботи цих засобів.

### 5.3.2. Засоби вимірювань

**Засоби вимірювань** – технічні пристрої для проведення експериментальної частини досліджень, які мають унормовані метрологічні показники. До засобів вимірювання відносяться вимірювальні прилади, а також складені з них вимірювальні пристрої та системи.

У зв'язку з великою кількістю показників, що вимірюються, принципи дії засобів вимірювання досить різноманітні. Існують засоби вимірювання, в основу дії яких покладено механічні, електричні, електронні, магнітні, оптичні, термічні, хімічні та інші явища, а також їх сполучення. Широко використовуються вимірювальні перетворювачі. Для прискорення проведення вимірювань використовуються напівавтоматичні та автоматичні засоби вимірювання, а також вимірювально-інформаційні системи, які оснащені комплексом вимірювальних пристроїв, забезпечуючи одночасне отримання інформації про стан будь-якого об'єкта.

Вимірювальні засоби поділяються на еталонні та технічні. Еталонні засоби призначені для перевірки технічних і не використовуються для робочих вимірювань.

**Вимірювальним приладом** називається засіб вимірювання, призначений для отримання певної інформації про об'єкт, що вивчається, у зручній для дослідника формі.

В *аналогових приборах* безпосередній відлік значення вимірюваної величини здійснюється за шкалою, а *цифрових* – за цифровим відліковим пристроєм, а *реєструючі* мають пристрій

для фіксації, найчастіше всього на папері. Реєструючі прилади поділяються на самопишучі, які дозволяють отримати запис у вигляді діаграми, і друкуючі, що забезпечують запис у цифровій формі. До різновидів вимірювальних приладів відносять також інтегруючі прилади, в яких досліджувана величина піддається інтегруванню за часом або іншими незалежними змінними.

**Вимірювально-інформаційна система (ВІС)** – це комплекс вимірювальних пристроїв, які забезпечують одночасне отримання людиною-оператором або ЕОМ необхідної інформації про стан будь-якого об'єкта. Окремі вимірювальні пристрої, сприймаючи лише один параметр складного процесу, не дають достовірної інформації про нього. Особливістю ВІС є одночасне вимірювання декількох параметрів об'єкта і передача інформації в єдиний центр в зручному для наступної обробки вигляді.

Структурна схема будь-якої ВІС може бути представлена схемою, наведеною на рис. 5.2. Датчики сприймають різні параметри об'єкта дослідження, уніфіковані перетворювачі уніфікують і передають каналами зв'язку сигнали датчиків в єдиний пункт збору інформації. За такою структурною схемою будуються практично всі ВІС, включно системи передачі інформації з супутників та автоматизованих міжпланетних станцій.

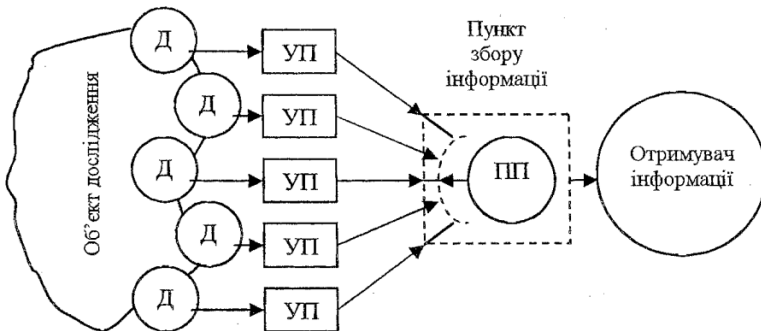


Рис. 5.2. Структурна схема вимірювально-інформаційної систем: Д – датчик; УП – уніфікований перетворювач; ПП – програмний пристрій.

У ВІС практично завжди здійснюється деяка попередня обробка отриманої інформації, наприклад, для управління електростанцією, доменною піччю, літаком та іншими об'єктами.

Засоби вимірювання є важливою ланкою в організації експериментальних досліджень. Вони повинні відповідати темі, меті і завданням НДР, забезпечувати високий рівень якості робіт, продуктивності праці, мати високу економічну ефективність при мінімальних витратах людських, фінансових та матеріальних ресурсів, відповідати вимогам економіки, техніки безпеки та пожежної профілактики.

### 5.3.3. Види та визначення основних похибок

Точність виміру залежить від похибок які виникають у процесі його проведення.

- **Абсолютна похибка виміру** - різниця між значенням величини, отриманим при вимірі, і її дійсним значенням, що виражається в одиницях вимірюваної величини.

- **Відносна похибка виміру** - відношення абсолютної похибки, виміру до дійсного значення вимірюваної величини.

- **Систематична похибка виміру** - складова похибки виміру, що залишається постійною або змінюється за певним законом при повторних вимірах однієї й тої ж величини.

- **Випадкова похибка** - складова похибки виміру, що змінюється при повторних вимірах однієї й тої ж величини випадковим чином.

- **Груба похибка виміру** - похибка, значення якої істотно вище очікуваної.

Залежно від причини виникнення розрізняють наступні види похибок:

- **Інструментальна похибка** - складова похибка виміру, що залежить від похибок засобів вимірів. Ця похибка залежить від якості виготовлення вимірювальних приладів.

- **Похибка методу виміру** - складова похибки виміру, викликана недосконалістю методу вимірів.

- **Похибка наладки** - складова похибки виміру, що виникає внаслідок недосконалого процесу настроювання приладу.

- **Похибка відліку** - складова погрішності виміру, викликана недостатньо точним зчитуванням показань засобів ви-

мірів. Погрішність виникає через видиму зміну відносних положень оцінок шкали внаслідок переміщення ока спостерігача - погрішність паралакса.

- **Похибка повірки** - складова похибки вимірів, що є наслідком недосконалої повірки засобів вимірів.

#### **Класифікація похибок:**

- **Абсолютна похибка** —  $\Delta X$  є оцінкою абсолютної похибки виміру. Величина цієї погрішності залежить від способу її обчислення, що, у свою чергу, визначається розподілом випадкової величини  $X_{meas}$ . При цьому рівність:

$$\Delta X = | X_{true} - X_{meas} | \quad (5.1)$$

де  $X_{true}$  - дійсне значення, а  $X_{meas}$  - обмірюване значення, повинне виконуватися з деякою ймовірністю близької до 1. Абсолютна похибка вимірюється в тих же одиницях, що й сама величина.

- **Відносна похибка** - відношення абсолютної похибки до того значення, що приймається за дійсне:

$$\delta_x = \frac{\Delta x}{X} \quad (5.2)$$

Відносна похибка є безрозмірною величиною, або вимірюється у відсотках.

## **6. Обробка і оформлення результатів наукових досліджень**

### **6.1. Статистична обробка результатів наукових досліджень**

Постійне вдосконалення методів експерименту і засобів вимірювання в меліорації, ґрунтознавстві, біології та сільському господарстві призвели до того, що ці галузі вийшли з розряду описових наук і все більше наближаються до точних наук. Однак у зв'язку із значною мінливістю природних характеристик в цих галузях знань навіть найпростіші експерименти неможливі без використання математичних методів обробки дослідних даних.

Найбільш широко для цієї мети використовується математична статистика. Однак при всій необхідності використання математичного апарату статистику не можна розглядати як основний елемент дослідної роботи, оскільки вона не розкриває суті і причин явищ, а характеризує лише кількісну сторону процесів. Ніякі методи обробки матеріалів не допоможуть, якщо дослід закладено невірно. Тому перед експериментом необхідно чітко сформулювати мету і задачі досліджень, мати чітке уявлення про характер і взаємодію чинників, що визначають ті чи інші процеси.

В дослідженнях, що стосуються водогосподарської галузі для обробки експериментальних даних найбільш широко застосовуються такі методи математичної статистики, як дисперсійний, кореляційний і регресійний аналіз.

***Кореляційний і регресійний аналіз.*** У багатьох дослідженнях важливо з'ясувати залежність між двома або декількома ознаками та установити їх взаємний зв'язок. Для цієї мети використовуються статистичні методи, які носять назву кореляції та регресії.

Одним з основних розділів математичної статистики є теорія кореляцій. Вона вивчає взаємозв'язок між досліджуваними величинами.

Найбільш простим видом зв'язку між величинами є функціональна залежність, коли кожному значенню однієї величини відповідає одне цілком визначене значення іншої величини.

Функціональні зв'язки між змінними величинами вивчаються в спеціальному розділі математики - математичному аналізі. Вони характерні для кількісних співвідношень в галузі фізики, механіки, астрономії. У природі найчастіше спостерігаються не функціональні зв'язки, коли змінна величина у змінюється в залежності від іншої змінної  $x$ , але на зміну  $y$  впливає також безліч інших додаткових чинників, врахувати які дослідник часто не в змозі, і тоді кожному значенню  $x$  відповідає декілька значень  $y$ . Такі зв'язки (залежності) називаються статистичними, або кореляційними. Часто в літературі зустрічається і таке визначення кореляційних зв'язків: зв'язок між змінними величинами  $x$  і  $y$  називається кореляційним, якщо різним значенням

однієї з них ( $x$ ) відповідають певні групові середні іншої ( $y_x$ ) або навпаки.

У таких випадках найчастіше одна величина розглядається як незалежна змінна і називається аргументом ( $x$ ), а інша є залежною змінною і називається функцією ( $y$ ). Наприклад, якщо ми шукаємо зв'язок врожаю сільськогосподарських культур з опадами, то незалежною змінною (аргументом) будуть опади, а врожай буде залежною змінною (функцією), а не навпаки.

Таким чином, основне завдання теорії кореляції полягає у виявленні на основі великої кількості спостережень того, як змінюється в середньому функція в зв'язку зі зміною одного або кількох головних її аргументів. Ця зміна передбачає умову сталості ряду інших неврахованих факторів, хоча вони змінюються і перекручений їх вплив на зміну функції очевидний.

Загальний вид рівняння кореляційного зв'язку  $y = f(x)$ . Це рівняння називається рівнянням  $y$  по  $x$ , де  $x$  - аргумент, а  $y$  - функція.

Можна також рівняння знаходити у відношенні  $x$ , тоді  $x = f(y)$  називається рівнянням регресії  $x$  по  $y$ . За цими зв'язками знаходять наближені формули, що виражають залежність між значеннями  $X_i$  і середніми значеннями  $Y_i$  або навпаки. Такі формули називаються емпіричними.

З форм кореляційних зв'язків, які зустрічаються найбільш поширені лінійні кореляційні зв'язки. Однак часто спостерігаються і нелінійні зв'язки між елементами. Не завжди задача вибору форми зв'язку буває легкою. При графічному зображенні статичного зв'язку часто точки розміщуються так, що можна провести ряд ліній різних типів. Тому при виборі типу ліній зв'язку необхідно враховувати характерні особливості ліній зв'язку, які витікають безпосередньо з самої фізичної дійсності досліджуваного явища.

Для вибору форми статистичного зв'язку потрібно добре знати найпростіші лінії і їх рівняння. Зазвичай в рівняннях змінні величини, між якими шукається зв'язок, позначаються останніми літерами латинського алфавіту:  $x$ ,  $y$ ,  $z$  і  $v$ , а постійні коефіцієнти при цих змінних - першими літерами  $a$ ,  $b$ ,  $c$ ,  $d$  і т. д.

Якщо із збільшенням однієї ознаки зростає значення іншої, то кореляцію називають прямою, або позитивною, а якщо із збільшенням однієї ознаки значення іншої зменшується - зворотного, або негативною. Якщо поле точок не має вираженої форми, тобто точки більш-менш рівномірно розкидані по графіку, то кореляція відсутня і між досліджуваними ознаками немає зв'язку. Все сказане вище відноситься до простої кореляції, коли досліджується зв'язок між двома ознаками. Проте можливі випадки, коли на величину однієї результативної ознаки впливають кілька факторіальних. Така кореляція називається множинною.

Після встановлення форми зв'язку і її типу приступають до визначення її тісноти. В якості числового показника тісноти зв'язку простою лінійкою кореляції використовують коефіцієнт кореляції, який обчислюється за рівнянням

$$r = \frac{\sum (x - \bar{x}) \cdot (y - \bar{y})}{\sqrt{\sum (x - \bar{x})^2 \cdot \sum (y - \bar{y})^2}}, \quad (6.1)$$

де  $(x - \bar{x})$  і  $(y - \bar{y})$  - відхилення значень  $x$  і  $y$  від середніх в співставних парах.

Значення коефіцієнта кореляції може перебувати в межах від +1 при прямій функціональності зв'язку до -1 при зворотній функціональності зв'язку. Тісноту зв'язку оцінюють виходячи з того, наскільки абсолютна величина коефіцієнта кореляції відрізняється від 0 і наближається до 1. Що стосується знака, то він показує характер залежності (табл. 6.1).

Таблиця 6.1.

Можливі значення коефіцієнта кореляції

Степінь кореляції	Для прямої кореляції	Для зворотної кореляції
Слабка	від 0 до +0,33	від 0 до -0,33
Середня	від +0,33 до +0,66	від -0,33 до -0,66
Сильна	від +0,66 до +0,99	від -0,66 до -0,99
Повна	+1,0	-1,0

Стандартну помилку коефіцієнта кореляції визначають:

$$S_r = \sqrt{\frac{1-r^2}{n-2}}, \quad (6.2)$$

Значення коефіцієнта кореляції зазвичай записується разом з його помилкою  $U$  вигляді  $r \pm S_r$ .

Критерій суттєвості коефіцієнта кореляції  $t_r$  обчислюють за виразом

$$t_r = \frac{r}{S_r} = \frac{r\sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r^2}}, \quad (6.3)$$

Зіставлення фактичного і теоретичного (табличного) значень  $t$  при числі ступенів вільності  $n - 2$  дає можливість оцінити суттєвість  $r$  при тому чи іншому рівні значущості.

Якщо  $t_{\text{факт}} > t_{\text{теор}}$ , то кореляційний зв'язок суттєвий, а якщо  $t_{\text{факт}} < t_{\text{теор}}$  - не суттєвий.

Поряд з коефіцієнтом кореляції для характеристики зв'язку між двома ознаками використовується *коефіцієнт детермінації*  $d_{yx}$ , чисельно рівний квадрату коефіцієнта кореляції:

$$d_{yx} = r^2, \quad (6.4)$$

Коефіцієнт детермінації показує частку тих змін, які у досліджуваній залежності обумовлені факторіальними ознаками і дає більш чітке уявлення про ступінь спряженості ознак. Так, якщо коефіцієнт кореляції дорівнює 0,20 - 0,30, то коефіцієнт детермінації  $d_{yx} = 0,04 - 0,09$ , тобто тільки 4-9% всіх змін однієї ознаки пов'язано із змінами іншої, при  $r = 0,5 - 0,6$  число взаємопов'язаних змін зростає до 25-36%, і тільки при  $r = 0,95$  близько 97% змін результативної ознаки пов'язано із змінами факторіальної.

Для оцінки *криволінійної форми зв'язку* між ознаками використовується кореляційне відношення, яке завжди має позитивний знак і змінюється від нуля (зв'язок відсутній) до одиниці (зв'язок функціональний).

Простіше за все величину кореляційного відношення вираховувати в тому випадку, коли результати досвіду попередньо піддавалися дисперсійному аналізу:

$$\eta_{yx} = \sqrt{S_V / S_Y}, \quad (6.5)$$

де  $\eta_{yx}$  - кореляційне відношення;  $S_V$  - сума квадратів відхилень для варіантів;  $S_Y$  - загальна сума квадратів.

При малому числі спостережень ( $n < 30$ ) кореляційне відношення обчислюють за рівнянням

$$\eta_{yx} = \sqrt{\frac{\sum(Y - \bar{y})^2 - \sum(Y - \bar{y}_x)^2}{\sum(Y - \bar{y})^2}}, \quad (6.6)$$

де  $\sum(Y - \bar{y})^2$  - сума квадратів відхилень індивідуальних значень  $Y$  від загальної середньої арифметичної  $\bar{y}$ ;  $\sum(Y - \bar{y}_x)^2$  - сума квадратів відхилень варіантів від середніх  $\bar{y}_x$ , які відповідають визначеним значенням незалежної змінної  $X$ .

При великому числі спостережень ( $n > 30$ ) обробка даних проводиться в спеціальній кореляційній таблиці, а величину кореляційного відношення обчислюють як

$$\eta_{yx} = \sqrt{\frac{\sum f \cdot (\bar{y}_x - \bar{y})^2}{\sum f \cdot (Y - \bar{y})^2}}, \quad (6.7)$$

де  $\sum f \cdot (\bar{y}_x - \bar{y})^2$  - сума квадратів відхилень групових і середніх  $\bar{y}_x$  від загальної середньої  $\bar{y}$ ;  $\sum f \cdot (Y - \bar{y})^2$  - сума квадратів різниць між кожним значенням і загальною середньою  $\bar{y}$ , що характеризує загальне варіювання ознаки  $y$ .

Помилку  $S_\eta$  і критерій суттєвості кореляційного відношення  $t_\eta$  вираховують за відповідними виразами

$$S_{\eta} = \sqrt{\frac{1 - \eta^2}{n - 2}}, \quad (6.8)$$

$$t_{\eta} = \frac{\eta}{s_{\eta}}, \quad (6.9)$$

Фактичне значення порівнюють з теоретичним, прийнятим для обраного рівня значущості при кількості ступенів вільності  $n - 2$  за таблицями. Якщо  $t_{\eta} > t_{0,5}$ , то кореляційне відношення є істотним.

Квадрат кореляційного відношення прийнято називати **індексом детермінації**:

$$\eta_{yx}^2 = \frac{\sum f \cdot (\bar{y}_x - \bar{y})^2}{\sum f \cdot (\bar{Y} - \bar{y})^2}, \quad (6.10)$$

Він показує ту частку варіювання ознаки  $y$ , яка обумовлена змінами ознаки  $X$ .

Обчисливши коефіцієнт кореляції і встановивши його істотність, можна переконатися в наявності зв'язку, оцінити її тісноту і спрямованість, тобто отримати загальне уявлення про спряженість досліджуваних ознак. Однак цього мало. Часто виникає необхідність судити про те, як кількісно змінюється результативна ознака при зміні факторіальної ознаки на деяку величину. Ці завдання вирішуються методами *регресійного аналізу*. Мета його - відшукання рівняння лінії, яка найбільш точно виражає залежність однієї ознаки від іншої. За формою регресія може бути прямолінійною і криволінійною, а за характером - простою, коли зміна результуючої ознаки відбувається під дією одної факторіальної ознаки, і множинною, коли зміна обумовлена декількома факторіальними ознаками.

Регресійний аналіз надає змогу передбачати можливі зміни однієї ознаки на основі відомих змін іншої шляхом розрахунку емпіричних формул, які характеризують наявний між ними зв'язок.

При лінійній регресії залежність між ознаками виражається *коефіцієнтом регресії*, що показує, в якому напрямку і на яку величину змінюється одна ознака при зміні іншої на одиницю виміру. Обчислюються коефіцієнти регресії за рівняннями:

$$b_{yx} = r \cdot \frac{S_y}{S_x} \quad b_{xy} = r \cdot \frac{S_x}{S_y}, \quad (6.11)$$

де  $r$  - коефіцієнт кореляції;  $S_x$  та  $S_y$  - середні квадратичні відхилення  $X$  і  $Y$  в досліджуваних рядах.

Коефіцієнти регресії мають знак коефіцієнта кореляції. Добуток коефіцієнтів регресії дорівнює квадрату коефіцієнта кореляції

$$b_{yx} \cdot b_{xy} = r^2, \quad (6.12)$$

Часто зв'язок між досліджуваними ознаками буває криволінійним; він може мати самі різні форми і описуватися відповідними рівняннями. У цьому випадку головне завдання регресійного аналізу заключене в тому, щоб за характером розподілу точок на графіку підібрати аналітичну залежність, яка найбільш правильно описує закономірність зміни ознак. Після того, як аналітична залежність підібрана, необхідно математичними перетвореннями привести її до рівняння прямої лінії, тобто перетворити вихідні дані і обчислити значення параметрів, які входять в аналітичну залежність. Приведення криволінійної залежності до рівняння прямої лінії дозволяє скористатися прийомами регресійного аналізу, викладеними раніше.

**Дисперсійний аналіз.** За визнанням спеціалістів, здійснювати обробку даних польових експериментів доцільно методом дисперсійного аналізу (аналіз розсіяння).

Основне завдання дисперсійного аналізу - визначення ступеня впливу різних факторів на мінливість досліджуваної ознаки, наприклад, врожаю в польовому досліді. Мінливість ділянкових врожаїв в досліді обумовлена: дією досліджуваних факторів (варіантів), наприклад поливу, добрив, обробки ґрунту, родючістю ґрунту, повторень, помилкою експерименту.

Отже, загальне варіювання (мінливість) досліджуваного фактору  $S_y$  можна поділити на три основні частини: варіювання варіантів  $S_y$  варіювання повторень  $S_p$  і випадкове варіювання  $S_z$ :

$$S_y = S_v + S_p + S_z, \quad (6.13)$$

Особливістю дисперсійного аналізу є наступні положення:

1. Замість середніх для окремих варіантів досліду обчислюється одна загальна середня арифметична для всього досліду в цілому.

2. Замість індивідуальних помилок середніх кожного варіанту досліду обчислюють одну усереднену помилку загальної середньої, яку використовують для оцінки відмінності між варіантами.

3. Середню помилку досліду знаходять шляхом розкладання загальної дисперсії (варіювання) всіх даних досвіду на складові частини, що характеризують варіювання, пов'язане з досліджуваними в досвіді факторами, і варіювання випадкове, обумовлене різноманітним випадковим впливом зовнішніх, часто невідомих досліднику умов на мінливість досліджуваних ознак і властивостей.

Визначення випадкового варіювання часто є основним завданням дисперсійного аналізу. Воно дає можливість визначити помилку досвіду і найменшу суттєву різницю (НСР), тобто ту мінімальну різницю між середніми, яка в даному експерименті визнається істотною:

$$НСР = t \cdot S_d, \quad (6.14)$$

де  $t$  - критерій Стьюдента для прийнятого рівня значимості і числа ступенів свободи залишкової дисперсії (визначається за спеціальними таблицями);  $S_d$  - помилка різниці середніх, яка, в свою чергу, обчислюється як

$$S_d = \sqrt{\frac{2 \cdot S_z^2}{n}} = 1,41 \cdot S_x, \quad (6.15)$$

де  $n$  - число повторень в порівнюваних варіантах;  $S_z^2$  - дисперсія помилки);  $S_x$  - узагальнена помилка середньої.

Вибір рівня значимості, тобто вірогідності ризику зробити на основі експериментальних даних помилкове заключення, визначається практичними міркуваннями, відповідністю висновків і можливостей. У практиці меліоративних досліджень вважається цілком прийнятним у висновках спиратися на 5%-й рівень значимості, коли ризик зробити помилковий висновок складає 5%, або 5 випадків з 100. Для найбільш відповідальних досліджень приймають 1%-й рівень значимості

$$\begin{aligned}HIP_{0,5} &= t_{0,5} \cdot S_d, \\ HIP_{0,1} &= t_{0,1} \cdot S_d.\end{aligned}\tag{6.16}$$

При розподілі варіантів на три групи по величині  $HIP_{0,5}$  керуються наступними положеннями:

I група - відхилення середніх врожаїв від контролю з позитивним знаком більше  $HCP_{0,5}$  (істотне підвищення врожаю);

II група - відхилення не виходить за межі  $\pm HCP$  (різниця несуттєва);

III група - відхилення з негативним знаком більше за абсолютною величиною  $HCP$  (істотне зниження врожаю).

## 6.2. Документація наукових досліджень

Експериментальна робота вимагає суворості і об'єктивної документації. Вона повинна бути повною за змістом, об'єктивною, точною, своєчасною, по можливості лаконічною і однотипною. Первинним документом по кожному досвіду служить *щоденник спостережень*, в якому в хронологічному порядку, за відповідними формами ведуться первинні записи безпосередньо в лабораторії або на полі, під час виконання або одразу ж після закінчення робіт і спостережень. Допоміжним первинним документом є *робочий зошит*, в який заносять всі необхідні перерахунки масових спостережень, аналізів та обліків. Записи в щоденнику спостережень слід робити простим олівцем, а всі поправки і виправлення обов'язково обговорювати.

Більшість науково-дослідних установ для утвердження і стандартизації обліку та звітності за польовими дослідженнями користуються єдиними формами документації. Основним зведеним

документом при цьому є *журнал польового досвіду*, що включає основні відомості про програму, схему досвіду, методику дослідження, відповідні умови проведення дослідів, записи всіх видів агротехнічних і меліоративних робіт, оброблені результати спостережень та інші відомості, необхідні для подальших узагальнень, висновків і практичних пропозицій. При обробці матеріалу у формі тексту доцільно викладати дані, що містять порівняно невеликий обсяг інформації. Основний матеріал оформляють у вигляді таблиць і графіків.

Таблиці з експериментальними даними повинні бути прості і компактні. Розрізняють три основні види таблиць: допоміжні, результативні та аналітичні. Перші два види оформляють для накопичення, групувань, розробки та аналізу дослідного матеріалу. Результативні таблиці складаються на основі допоміжних. Вони повинні якомога повніше відображати досліджуване явище. Результативні таблиці служать джерелом подальшого аналізу матеріалу, складання аналітичних таблиць, графіків і діаграм. Аналітичні таблиці включають тільки дані, необхідні для подальшого аналізу. За формою вони повинні бути компактними, простими і зрозумілими. Такі таблиці зазвичай зустрічаються в наукових працях, монографіях, підручниках і посібниках.

Будь-яка таблиця повинна мати заголовок, який стисло і точно визначає її зміст. Необхідний описовий матеріал можна поміщати під таблицею в примітці. У заголовку таблиці вказується місце і час, до яких відносяться наведені дані. Всі графи в таблиці мають бути заповнені цифрами або умовними позначеннями. Якщо окремі дані відсутні, то ставиться тире (-), а не нуль (0), який означає рівність нулю відповідних числових даних. Відновлені і сумнівні дані беруться в дужки. Скороченнями або символами можна користуватися тільки тоді, коли їх зміст абсолютно ясний. Числа в таблицях повинні бути розташовані так, щоб коми, які відокремлюють десяткові знаки, були розташовані в кожній графі на одній вертикалі.

Графічне зображення даних дозволяє більш наочно висловити результати експериментальної роботи. Воно полегшує порівняння величин, фіксує увагу, дозволяє легко знайти необ-

хідні дані. Особливо велике значення мають графіки тоді, коли є багато даних, які важко уявити в таблицях. Графіки доцільні в тих випадках, коли необхідно виявити максимуми, мінімуми, точки перегину, найбільші і найменші швидкості зміни величин та інші властивості, які можуть залишитися непоміченими або можуть бути виявлені лише в результаті ретельного вивчення табличних даних. Але це не означає, що всі дані потрібно виражати графічно. Таблицям зазвичай віддають більшу перевагу ніж графікам, якщо можливі різні способи упорядкування даних.

Залежно від призначення графіки поділяють на ілюстративні і кількісні. Ілюстративні графіки дають якісну картину процесу, а кількісні служать кількісним інструментом в різних дослідженнях. Часто одні і ті ж графіки служать ілюстрованій і кількісній цілям з переважанням будь-якої з них.

Заголовок графіка повинен визначати його зміст. Для пояснення змісту графіка використовуються примітки, а також розшифровка (ключ) умовних позначень. Вибір типу ілюстрованого графіка залежить від характеру даних, але часто це справа смаку. Графіки кількісного типу зазвичай зображують у вигляді залежності між двома змінними і будують їх найчастіше в прямокутній системі координат.

### **6.3. Оформлення і прийом науково-дослідних робіт**

Основним документом, згідно ДСТУ 3008-95 "Документація. Звіти у сфері науки і техніки" на стадії оформлення результатів досліджень є звіт про науково-дослідних роботи, що відображає зміст виконаних робіт і підсумкові дані. При складанні і оформленні звіту, особливу увагу слід звертати на достатню повноту, об'єктивність і обґрунтованість включених в нього матеріалів, логічність його побудови і чіткість викладу, доступність для швидкого сприйняття і однозначного розуміння фахівцями.

Звіт про науково-дослідну роботу складається з послідовно розташованих: титульного аркуша, списку виконавців, реферату, зміст, основної частини, висновків і пропозицій, списку літератури і використаних матеріалів, додатків.

На титульному аркуші вказується найменування відомства, відділу (кафедри), погодження та затвердження НДР, повна назва теми дослідження, її шифр, номер державної реєстрації, керівник і відповідальний виконавець роботи.

Список виконавців складається в алфавітному порядку із зазначенням займаної посади, наукового ступеня і звання, а також розділу звіту, виконаного самостійно або в співавторстві.

У розділі «Реферат» наводиться короткий зміст і сутність виконаної роботи, методи дослідження, конкретні відомості, що розкривають основну частину проведених досліджень. Вказується обсяг звіту, кількість таблиць і ілюстрацій.

У «Змісті» перераховуються найменування прийнятих для даного звіту розділів (глав) і параграфів із зазначенням сторінок, на яких вони знаходяться. При наявності додатків дається їх перелік.

У розділі «Основна частина» (результати досліджень) наводиться аналітичний огляд джерел інформації з теми дослідження, техніко-економічне обґрунтування доцільності проведення роботи, програма і методика досліджень, описуються проміжні і завершені результати, в тому числі негативні. Методика досліджень викладається дослівно. Якщо прийнята типова методика, то її не описують, а роблять посилання на офіційний документ. При викладі результатів дослідження описується їх сутність, оцінюється точність і достовірність. Отримані математичні залежності рекомендується ілюструвати прикладами. Не слід без необхідності включати до звіту відомості, отримані не при виконанні даної роботи, а запозичені з інших джерел.

У розділі «Висновки і пропозиції» наводяться основні висновки і рекомендації, дається оцінка техніко-економічної ефективності, отриманої при використанні результатів роботи. Вказується, чим завершена робота.

У «Списку літератури та використаних матеріалів» наводиться перелік джерел інформації, використаних в процесі підготовки і проведення дослідження та обробки отриманих результатів.

В звітну науково-технічну документацію, яка оформляється за результатами проведених досліджень, можуть також

входити: інформаційна карта на НДР; патентний формуляр на розроблені вироби, матеріали, технологічні процеси, методи та засоби досліджень і т. п.; авторські заявки на передбачувані відкриття і зображення; протоколи випробувань та інші документи.

Звітну документацію розглядають на науково-технічному раді організації-виконавця, щоб оцінити: теоретичну і практичну цінність результатів дослідження і можливість їх пред'явлення для приймання.

Приймання закінчених науково-дослідних робіт здійснюється міністерством або відомством, який утвердив план робіт, спільно з організацією-замовником. У процесі приймання перевіряється відповідність досліджень вимогам технічного завдання і науково-технічний рівень виконаної наукової роботи. За результатами приймання комісією складається «Акт приймання науково-дослідної роботи», в якому вказують склад приймальної комісії; найменування роботи та організації-виконавця; перелік розглянутих матеріалів; результати приймання роботи і оцінку її науково-технічного рівня; рекомендації щодо використання результатів НДР.

Затверджений «Акт приймання» є документом, що свідчить про закінчення науково-дослідної роботи. Звітну науково-технічну документацію направляють відповідним міністерствам, відомствам, організаціям, підприємствам, органам науково-технічної інформації.

## **7. Впровадження та ефективність наукових досліджень**

### **7.1. Впровадження завершених науково-дослідних робіт**

Впровадження - це передача виробництву наукової продукції у вигляді звіту, інструкції, рекомендації, технічних умов, технічного проекту або в іншій формі, зручній для реалізації і забезпечує техніко-економічний ефект. Впровадження закінчених наукових досліджень у виробництво є завершальним етапом

НДР і зазвичай складається з двох етапів - дослідно-виробничого і серійного впровадження.

Перший етап впровадження вимагає великих фінансових витрат, значної трудомісткості у виготовленні дослідних зразків, пов'язаний з тривалими виробничими випробуваннями, часто вимагає переробок і доведень.

Прикладні теоретичні дослідження вважаються завершеними, якщо відповідно до договору по ним розроблені тимчасові рекомендації, інструкції, вказівки, пропозиції та інші керівні матеріали. Пропозиції про закінчених НДР розглядаються на науково-технічних радах, а в разі особливо цінних пропозицій - на колегіях міністерств, і спрямовуються на виробництво для обов'язкового застосування. Після дослідно-виробничого випробування нові матеріали, конструкції, технології або технологічні прийоми впроваджують у серійне виробництво як елементи нової техніки. На другому етапі науково-дослідні організації, як правило, не беруть участі у впровадженні.

Після впровадження наукового дослідження у виробництво складають пояснювальну записку, до якої додають акти впровадження і експлуатаційних випробувань, розрахунків економічної ефективності, довідки про річний обсяг впровадження, протокол дольової участі організацій у розробці та впровадженні.

Велика кількість НДР виконується за короткостроковими договорами з будівельними, проектними та іншими організаціями і спрямовані на вирішення актуальних для даної організації питань. У цих випадках закінчені НДР впроваджують власним способом. Виконавці представляють замовнику конкретну, придатну для впровадження технічну документацію (робочі креслення, вказівки, інструкції, рекомендації тощо), яку розглядають на технічних радах організацій і після утвердження її головним інженером направляють для впровадження на виробництво. Розрізняють два способи впровадження.

Найбільш поширеним є *роздільний спосіб*, при якому наукові дослідження виконує організація, що склала пропозиції для впровадження. Дослідно-виробниче впровадження

здійснює замовник, після чого можливе серійне впровадження. Всі етапи системи «розробка - впровадження» виконуються роздільно, послідовно і самостійно.

Більш прогресивним є *комплексний спосіб* впровадження, при якому наукові організації об'єднуються з проектними та будівельними. Всім комплексом робіт керує один центр, створюються спеціальні відділи з впровадження. Якість науково-виробничої продукції зростає, а терміни впровадження скорочуються. В останні роки створюються науково-виробничі об'єднання та комплекси, які за мінімальних витратах ресурсів в короткі терміни забезпечують розробку і впровадження при високій якості науково-технічної продукції.

## 7.2. Критерії ефективності наукових досліджень

Ефект від впровадження НДР це результат, що знаходить висвітлення в скороченні праці на виробництво продукції в галузі.

Ефект наукових досліджень може мати різну природу: економічний ефект (ріст національного доходу, скорочення грошових витрат на виробництво продукції, зниження витрат на наукові дослідження тощо); соціально-економічний ефект (підвищення продуктивності праці, поліпшення санітарно-гігієнічних, організаційних умов праці, захист середовища). Якісну сторону наукового дослідження характеризує результат, змістовність якого перевіряється *новизною*.

Даний критерій є мірилом якості наукового дослідження. Поряд з такими показниками як актуальність, обґрунтованість, внутрішня несуперечність.

Новизна результату дослідження обумовлюється тільки ступенем невивченості досліджуваної проблеми або питання.

Деякі дослідження крім положень новизни теоретичної і практичної значимості, представляють формулювання додаткових розділів: «концепція дослідження», «провідна ідея», «особиста участь автора в розробці теми дослідження», «результати отримані особисто здобувачем».

Підсумки досліджень у співставленні з відомими науковими знаннями можуть виконувати різні функції:

- конкретизацію;
- доповнення;
- перетворення.

У процесі конкретизації уточнюються відомі дані, деталізуються положення, що стосуються окремих сторін роботи в різних умовах.

На рівні доповнення розширюються відомі підходи, вносяться ті або інші акценти, що заповнюють наші пізнання в тій або іншій області без зміни їхньої суті.

На рівні перетворення отриманий результат характеризується принципово новими положеннями стосовно існуючих раніше знань.

Наукове розуміння проблеми може бути *закритого й відкритого* типу.

У першому випадку є дійсно вірна відповідь, а у другому - їх декілька і не завжди всі з них вірні.

Фактичну річну економію праці, виражену в грошовому еквіваленті, називають річним економічним ефектом. Річний економічний ефект залежно від: стадії завершення роботи може бути ***попереднім, очікуваним, фактичним, потенційним.***

***Попередній*** (або плановий) економічний ефект розраховується на стадії техніко-економічного обґрунтування доцільності постановки дослідження за укрупненими показниками на очікуваний об'єкт впровадження на стадії завершення наукових досліджень за результатами НДР і нормативно-довідковим показникам на планований обсяг впровадження. Якщо обсяг впровадження гарантується замовником, то очікуваний ефект називають гарантованим.

***Фактичний*** економічний ефект розраховується після впровадження розробки за фактичними показниками звітного року й діючих норм підприємства або організації, що здійснили впровадження.

***Потенційний*** економічний ефект є сумою, розрахована за укрупненими показниками на можливий обсяг впровадження.

Слугує як інформація й обґрунтування доцільності широкого впровадження розробок.

У випадку продажу матеріалів НДР і ліцензій закордонним країнам і фірмам може бути отриманий річний економічний ефект від реалізації матеріалів НДР за кордон. Цей ефект виражається в грошовому вираженні доходу, отриманого державою впродовж року.

Фундаментальні дослідження починають давати корисний ефект лише через значний період після початку робіт. Їхні результати застосовують у різних галузях народного господарства.

Фундаментальні теоретичні дослідження важко оцінити кількісними показниками ефективності й тому часто використовують лише якісні показники: можливість широкого застосування результатів досліджень у різних галузях народного господарства країни; новизна явищ, що дає великий поштовх для принципового розвитку найбільш актуальних досліджень, істотний внесок в обороноздатність країни: пріоритет вітчизняної науки й широке міжнародне визнання робіт; фундаментальні монографії по темі й цитування вченими різних країн.

Про ефективність будь-яких досліджень можна судити лише після їхнього завершення й впровадження, тобто тоді, коли вони починають давати віддачу для народного господарства. Великого значення набуває фактор часу. Тому тривалість розробки прикладних тем по можливості повинна бути коротше. Кращим є такий варіант, коли тривалість їхньої розробки не перевищує трьох років.

Ефективність дослідження колективу (відділу, кафедри, лабораторії, НДІ, конструкторського бюро, вузу) і одного працівника оцінюють по-різному.

Ефективність роботи одного науковця оцінюють числом публікацій, новизною розробок, частотою цитат робіт тощо. Кількість публікацій (статей; монографій, підручників, навчальних посібників тощо) не завжди об'єктивно відображають ефективність науковця. Бувають випадки, коли при меншій кількості друкованих праць віддача значно більше, ніж від великої кількості дрібних друкованих праць. Виробку науковця оцінюють

вартістю НДР, виконаних за рік. Новизна НДР науковця оцінюється кількістю одержуваних їм авторських посвідчень і патентів. Кількість цитувань робіт ученого оцінюється числом посилок інших авторів на його друковані праці.

Ефективність роботи науково-дослідної групи або організації оцінюється: показником економічної ефективності; показником продуктивності праці; кількістю впроваджених тим; кількістю авторських свідоцтв і патентів; кількістю проданих ліцензій або валютним виторгом. Оцінка показника економічної ефективності дослідницької групи здійснюється через відношення фактично отриманої економії від реалізації розробок до середньорічних витрат по НДР, розрахованим за даними поточного року й трьох попереднього років.

Показник продуктивності праці оцінюється через відношення кошторисної вартості НДР рік (тис. грн.) до середнього числа працівників основного й підсобного персоналу.

Підвищення ефективності наукових досліджень у колективі може бути досягнуто наступними способами:

- покращенням планування й організації НДР;
- раціональним використанням устаткування й асигнувань;
- застосуванням наукової організації праці;
- стимулюванням наукової праці.

Особливе місце в структурі способів підвищення ефективності праці науковців є стимулювання. Найважливішими стимулами для науковця є: суспільне визнання, матеріальна винагорода, час для вільного пошуку за особистими інтересами вченого; забезпечення можливості практичної реалізації результатів досліджень.

У ряді випадків при плануванні виникає потреба у виборі найбільш перспективних, економічно обґрунтованих тем. У цьому випадку оцінку народногосподарської необхідності розробки необхідно визначати чисельними критеріями, найпростішим з яких є критерій економічної ефективності

$$K_E = \frac{E_{\Pi}}{B_H}, \quad (7.1)$$

де  $K_E$  - критерій економічної ефективності наукових досліджень;  $E_{II}$  - передбачуваний економічний ефект від впровадження;  $B_H$  - витрати на наукові дослідження.

Чим більше значення  $K_E$ , тим вища ефективність наукових досліджень. Однак даний критерій не враховує обсяг впроваджуваної продукції та період впровадження, тому більше об'єктивним є критерій, що обчислюється за виразом

$$K_E = C_{II} \cdot \sqrt{\frac{T}{3H}}, \quad (7.2)$$

де  $C_{II}$  - вартість продукції за рік після освоєння наукового дослідження й впровадження у виробництво;  $T$  - тривалість виробничого впровадження (роки).

Інші позначення мають такий же зміст, як і у виразі 7.1.

Економічність є найважливішим критерієм перспективності тематики. Однак при оцінці великих тим цього критерію виявляється недостатньо і потрібна більш загальна оцінка, що враховує й інші показники. У цьому випадку часто використовується експертна оцінка, що виконується спеціально підібраним складом висококваліфікованих експертів. З їхньою допомогою залежно від специфіки тематики, її напрямку або комплексності встановлюються оціночні показники тим. Тема, що одержала максимальну підтримку експертів, вважається найбільш перспективною.

### **7.3. Розрахунок економічної ефективності наукових досліджень**

Сучасне економічне обґрунтування наукових досліджень повинно базуватись на дотриманні таких **основних принципів положень**:

1. Актуальність та значимість – відповідність досліджень загальнодержавним інтересам або задачам галузі, регіону чи господарюючого суб'єкта.

2. Оптимізація результатів досліджень на багато-варіантній основі.

3. Ефективний розподіл життєвого циклу досліджень, щодо його економічної оцінки, на відповідні фази та етапи.

4. Застосування різних методичних підходів для визначення економічної ефективності капітальних вкладень на різних етапах їх економічної оцінки.

5. Відповідність методології проведення економічних розрахунків сучасним умовам господарювання.

6. Застосування таких критеріїв порівняльної оцінки та обґрунтування економічної ефективності інвестицій в наукові дослідження, які відповідають поставленим цілям та інтересам учасників проекту і є придатними для використання в даній галузі.

7. Обов'язкове врахування основних факторів ризику, що впливають на конкретне наукове дослідження.

8. Орієнтація на економічну вигідність досліджень та максимізацію ефекту від їхньої реалізації.

9. Вивчення досліджень в динаміці впродовж їхнього виконання та обов'язкове врахування тимчасової цінності грошей в інвестиційному аналізі.

10. Всебічний облік економічних інтересів окремих учасників інвестиційного процесу.

11. Врахування вартості ресурсів при проведенні наукових досліджень в економічних розрахунках.

Розрахунок економічної ефективності наукового дослідження має свої особливості. Як правило, ці роботи поділяють на три етапи: вибір теми, виконання НДР, впровадження у виробництво. Тому й розрахунок виконується поетапно.

Результати наукових досліджень, особливо на перших двох етапах, чітко встановити не можливо. У зв'язку із цим розрахунки економічної ефективності іноді мають прогнозно-імовірнісний характер. Наукові дослідження виконують і впроваджують упродовж 2...5 і більше років. Отже, при розрахунку економічної ефективності необхідно враховувати фактори часу і зміни вартості грошей в часі.

Визначення річного економічного ефекту НДР ґрунтується на співставленні приведених витрат по базовому й новому варіантам техніки, технологій процесу тощо. Наведені витрати визначаються як

$$Z_{ПВ} = Z + E_H \cdot K, \quad (7.3)$$

де  $Z_{ПВ}$  - приведені витрати на одиницю продукції, грн.;  $Z$  - собівартість одиниці продукції (роботи), грн.;  $K$  - питомі капітальні вкладення у виробничі фонди, грн;  $E_H$  - нормативний коефіцієнт капітальних вкладень.

Розрахунок річного економічного ефекту здійснюється за виразом

$$E = (Z_{ПР1} - Z_{ПР2}) \cdot A_2, \quad (7.4)$$

де  $E$  - річний економічний ефект, грн;  $Z_{ПР1}$ ,  $Z_{ПР2}$  - приведені витрати на одиницю продукції (роботи) відповідно до й після впровадження НДР, грн;  $A_2$  - річний обсяг виробництва продукції (роботи) після впровадження результатів науководослідних робіт у розрахунковому році, натуральних одиниць.

Коли в процесі НДР потрібні додаткові капіталовкладення, то обчислюють фактичний термін їхньої окупності:

$$t_{\phi} = \frac{K_1 - K_2}{C_2 - C_1}, \quad (7.5)$$

де  $t_{\phi}$  - фактичний термін окупності, років;  $K_1$  і  $K_2$  - питомі капіталовкладення (на одиницю продукції в рік) по новому й старому варіантах;  $C_1$  і  $C_2$  - собівартість одиниці продукції по новому й старому варіантах.

Для того, щоб здійснити оцінку ефективності витрат, фактичний термін окупності прирівнюється до нормативного.

$$t_H = 1/E_H, \quad (7.6)$$

$t_H$  - нормативний термін окупності, років.

Якщо  $t_{\phi} < t_H$ , то капіталовкладення в НДР ефективні.

Після виконання НДР створюється економічний потенціал, що реалізується в міру впровадження результатів досліджень у виробництво. Економічний ефект залежить від обсягу й тривалості впровадження, витрат на поліпшення якості продукції.

Якщо економічний ефект досягається в результаті зміни витрат на виробництво продукції при колишній її якості (росте продуктивність праці внаслідок впровадження нового технологічного процесу), то ефект на розрахунковий рік обчислюють за виразом

$$E = [(C_1 - C_2) + E_H \cdot (K_1 - K_2) \cdot Q] \quad (7.7)$$

де  $Q$  - річний обсяг продукції на  $t$ -й рік.

В подальшому, **інвестиційна оцінка наукових досліджень повинна базуватись на наступних принципах:**

- повна окупність вкладених засобів за рахунок доходів від реалізації результатів досліджень в межах терміну, прийнятого для інвестора.

- необхідність використання показників, які безпосередньо пов'язані з основними цілями наукових досліджень.

- доцільність орієнтації не на один обраний критерій, а на комплекс показників, що характеризують різні аспекти досліджень.

- система обраних показників повинна відповідати особливостям функціонування економіки країни, окремої галузі та інтересам основних учасників інвестиційного процесу.

- залучення при необхідності якісних показників та експертних оцінок, які дають змогу врахувати ефекти, що не піддаються вартісному виміру (соціальний, екологічний).

- для наукових досліджень державного значення – орієнтація не стільки на економічну, скільки на екологічну і соціальну їх ефективність.

- для наукових досліджень, що реалізуються в структурі комерційних цілей – отримання доходу має бути не нижче бажаного рівня, який, крім того, компенсує ризик невизначеності кінцевого результату.

У загальному вигляді, залежно від джерел фінансування, розрізняють: *ефективність наукових досліджень в цілому та ефективність участі в дослідженнях.*

Ефективність наукових досліджень в цілому поділяється на *загальну економічну та комерційну ефективність.*

Ефективність участі передбачає *ефективність участі в дослідженнях окремих підприємств, акціонерів, тощо.*

При оцінці різних видів ефективності склад і способи розрахунку затрат і результатів повинні бути різні.

Основними показниками, що використовуються при розрахунку інвестиційної привабливості наукових досліджень в ринкових умовах господарювання є показники: *чистого дисконтованого доходу (ЧДД); індексу доходності інвестицій (ІДІ); дисконтованого терміну окупності (ДТО); внутрішньої норми доходності інвестицій (ВНД).*

Загальна модель вибору оптимальних результатів досліджень серед альтернативних та обґрунтування їх ефективності на стадії інвестиційної оцінки має вигляд:

$$ІДІ(s_0) = \max_{\{i\}} (ІДІ_i), \quad i = \overline{1, n}, \quad (7.8)$$

за умови, що

$$\begin{cases} ЧДД_i \geq 0; \\ ВНД_i \geq e_i; \\ ДТО_i \leq T_{np}. \end{cases} \quad (7.9)$$

де  $e_i$  – норма дисконту за  $i$ -м варіантом проекту;  $T_{np}$  – прийнятний для інвестора дисконтований термін окупності вкладених засобів.

**Індекс доходності інвестицій** визначає, якою мірою зростає цінність наукових досліджень в розрахунку на грошову одиницю інвестицій. Прийнятним результатом є показник, що більший за 1 ( $ІДІ > 1$ ). Якщо ІДІ перевищує заздалегідь обраний норматив ефективності ( $ІДІ > e$ ), то наукові дослідження може бути прийнятними до впровадження. Якщо індекс доходності інвестицій наближається до норми дисконту ( $ІДІ \rightarrow e$ ), то це свід-

чить про невисоку стійкість проекту відносно можливих коливань доходів і витрат.

**Метод чистого дисконтованого доходу.** Наукові дослідження реалізуються, якщо ЧДД  $> 0$ . Якщо ЧДД  $< 0$ , то при даній ставці дисконту інвестиції здійснювати не вигідно і дослідження не здійснюються. Якщо ЧДД  $= 0$ , то це значить, що надходжень від результатів досліджень достатньо, щоб забезпечити мінімальний рівень доходів на капітал.

**Метод розрахунку дисконтованого терміну окупності досліджень.** До реалізації приймаються наукові дослідження з терміном окупності рівним або меншим ніж встановлений прийнятний дисконтований термін окупності. Даний показник використовується в інвестиційному аналізі наукових досліджень в якості обмеження при ухваленні рішення про здійснення інвестицій.

**Метод внутрішньої норми доходності.** Варіант інвестування можна приймати в тому випадку, якщо величина ВНД перевищує ставку дисконту, що представляє собою мінімальну норму ефективності інвестицій для вкладеного капіталу (ВНД  $> e$ ). У тих випадках, якщо є декілька альтернативних варіантів, варто віддати перевагу проекту, який має найбільше значення ВНД за умови, що вона перевищує мінімальну величину коефіцієнта ефективності.

## **8. Виконання наукових досліджень за освітньо-професійною програмою «Гідротехнічне будівництво, водна інженерія та водні технології» спеціальності 194 «Гідротехнічне будівництво, водна інженерія та водні технології»**

### **8.1. Загальні положення**

Здобувачі отримують за результатами необхідних знань що стосуються розрахунку та забезпечення ефективної роботи водогосподарських та природоохоронних споруд та їх елементів (трубопроводи, канали, затвори, водопідпірні греблі, водоскиди тощо). Спеціальностями водогосподарської складової даного напрямку за освітньо-кваліфікаційним рівнем РНД є:

***1. Гідромеліорація - присвячена технологіям та технічним засобам поліпшення умов ведення землеробства у несприятливих природних умовах шляхом прогнозу та регулювання водного, повітряного, теплового, сольового режимів ґрунтів.***

В основі досліджень у гідромеліорації, об'єктами яких є ґрунт, рослини і атмосфера, покладені спостереження і експеримент. Основним фактором, що має безпосередній зв'язок з вищезазначеними об'єктами є вода. Тому, основним завданням досліджень у гідромеліорації є вивчення впливу водного фактора (дуже часто у взаємодії з іншими факторами) на умови функціонування складних природно-технічних систем.

Найбільшого поширення в Україні набули сільськогосподарські меліорації основою яких є гідротехнічні меліорації.

Об'єктом досліджень гідротехнічних меліорацій у більшості випадків є ґрунти, а засобом - регулювання їх водного та пов'язаних з ним повітряного, теплового і поживного режимів в комплексі з агротехнічними засобами. Завдання, мета і характер меліорацій визначаються агробіологічними умовами сільськогосподарських культур, економічними і господарськими можливостями, що залежить від рівня розвитку суспільного виробництва.

***За допомогою гідротехнічних меліорацій вирішуються такі важливі завдання:***

- збільшення обсягу сільськогосподарської продукції за рахунок освоєння і переводу в сільськогосподарські угіддя земель, що раніше не використовувались (боліт, посушливих територій, засолених земель й ін.);

- збільшення обсягу сільськогосподарської продукції шляхом підвищення ефективної родючості земель;

- створення умов для раціонального використання сільськогосподарської техніки та інших засобів виробництва (укрупнення полів, планування поверхні й ін.).

Найбільший ефект меліорації дають у тому випадку, коли одночасно з гідротехнічними заходами здійснюються агротехнічні, культуртехнічні й агрохімічні залежно від природних умов і характеру використання земель (окультурення ґрунтів, системи обробітку, сівозмін і добрив, підбір відповідних куль-

тур тощо).

Крім того, меліорації здійснюють складний, неоднозначний вплив на мікроклімат, гідрологію ґрунту, рослинність і весь природний комплекс, у тому числі на водний режим прилеглих територій, водопостачання населених пунктів, рослинний і тваринний світ, стік річок, тощо.

***Сьогодні основними напрямками наукових досліджень у гідромеліорації є наступні:***

- наукові засади та методи розрахунку і оптимізації конструктивних, технологічних параметрів меліоративних систем (МС);

- методи та технічні засоби управління технологічними процесами на МС;

- способи та режими зрошення, технологія та техніка поливу, методи, технології, технічні засоби регулювання водного режиму перезволожених ґрунтів;

- методи, технології, технічні засоби комплексної меліорації земель, технології та засоби управління ґрунтоутворюючими процесами, лісомеліоративні, хімічні, фізичні, протиерозійні меліорації;

- технології меліорації природних і зворотних вод, технічні засоби підготовки води, яка використовується для зрошення;

- методи прогнозу сольового, водного й інших режимів ґрунтоутворення на меліорованих землях, технології і технічні засоби поліпшення еколого-меліоративного стану земель, запобігання засоленню, осолонцюванню й деградації ґрунтів;

- технології та технічні засоби механізації, будівництва, реконструкції, експлуатації МС і гідротехнічних споруд;

- способи та технічні засоби захисту сільськогосподарських угідь і населених пунктів від підтоплення, гідротехнічні споруди для запобігання руйнівній дії поверхневих і ґрунтових вод;

- конструкції МС і гідротехнічних споруд спеціального призначення для використання в сільському господарстві стічних вод і їх осадів, теплових та інших відходів промисловості.

***Виконання спеціальних та супутніх спостережень у польових дослідях на меліорованих землях передбачає дослідження і вимірювання таких основних параметрів:***

- сонячної радіації;
- температури ґрунту, повітря і води;
- вологості повітря;
- атмосферних опадів;
- випаровування;
- атмосферного тиску;
- напрямку та швидкості вітру;
- вологості ґрунту;
- рівня ґрунтових вод;
- фізичних та механічних властивостей ґрунту;
- рівнів та витрат води в каналах, трубопроводах і дренах;
- інтенсивності дощу;
- виконання фенологічних спостережень;
- визначення водоспоживання вирощуваних культур;
- облік урожаю вирощуваних культур.

***Крім безпосередніх польових дослідів і вимірювань наведених параметрів, в гідромеліорації сьогодні широко застосовують моделювання:***

- процесів руху води в ґрунті (всмоктування, насичення, фільтрація);
- продуктивності меліорованих земель під дією природно-господарських умов;
- кліматичних характеристик місцевості;
- режимів зрошення;
- закритої та відкритої провідної та регулюючої мереж;
- дощувальних установок, апаратів, агрегатів і машин;
- систем крапельного зрошення та мікродощування;
- елементів і конструкцій рисових систем.

***2. Технологія водогосподарського, промислового та цивільного будівництва*** - охоплює розробку теоретичних і прикладних основ проектування, будівництва, реконструкції, ремонту водогосподарських об'єктів, будинків, споруд і комплексів

промислового та цивільного призначення, створення й удосконалення технологічних і організаційних методів будівельних робіт.

Напрямки досліджень:

- наукові основи створення та вдосконалення технології й організації будівельно-монтажних процесів, пов'язаних із зведенням, реконструкцією, ремонтом водогосподарських об'єктів, будинків, споруд і комплексів, зокрема в особливих умовах;

- організаційно-технологічне проектування будівництва;

- організаційні структури, форми й методи управління підприємствами будівельного комплексу та його матеріально-технічної бази;

- наукові та методичні основи проектування технологічних процесів і організації будівництва з використанням сучасного інформаційного забезпечення й обчислювальної техніки;

- розроблення наукових, теоретичних основ комплексної механізації та автоматизації будівельних процесів;

- шляхи зниження енергомісткості, трудомісткості, матеріаломісткості і вартості будівельної продукції.

**3. Раціональне використання та охорона водних ресурсів** – стосується розробці питань щодо створення умов для ефективного використання земельних угідь і водних об'єктів з дотриманням вимог охорони навколишнього природного середовища.

Напрямки досліджень:

- методи, технології, комплексні заходи раціонального використання, охорони та відтворення водних і земельних ресурсів, відродження малих річок та інших водних джерел, природних ландшафтів;

- методи, технології, способи запобігання забрудненню природних екосистем, застосування екологічно безпечного водокористування, мінімізації антропогенного навантаження на водне середовище;

- способи, технології, технічні засоби рекультивації та ренатуралізації сільськогосподарських земель, оптимізації агроландшафтів на меліоративних системах, меліорації природних і

штучних природних об'єктів, забруднених радіонуклідами, важкими металами, шкідливими хімічними речовинами;

- природоохоронні заходи на меліоративних і прилеглих до них землях, водних об'єктах, системи моніторингу та методи дистанційного зондування.

#### ***4. Гідротехніка – присвячена питанням проектування, будівництва і експлуатації гідротехнічних споруд (ГТС).***

Напрямки досліджень:

- наукові засади та методи розрахунку і оптимізації конструктивних, технологічних параметрів ГТС (гребель, дамб, перепадів, швидкотоків, акведуків тощо);

- гідравліка споруд - теорія й методи розрахунку руху води через ГТС, зокрема високонапірні;

- дослідження руху наносів;

- гідравлічне та математичне моделювання (теорія і техніка моделювання, моделювання споруд, річок, водовипусків тощо).

#### ***Долідженню і вимірюванню в гідротехниці підлягають наступні параметри і характеристики:***

- флютбети ГТС і їх складові елементи (понури, тіла споруд, водобої, рисберми);

- водопропускні споруди гідровузлів (трубчасті, тунельні водовипуски а також різні типи водоскидів);

- елементи земляних, бетонних та залізобетонних гребель;

- елементи затворів і шандор;

- елементи водозабірних споруд та відстійників;

- елементи регулюючих руслових споруд (гребель, дамб, перепадів, швидкотоків, акведуків тощо);

- елементи рибопропускних і рибозахисних споруд;

- рух наносів в річках і каналах.

При виконанні, як правило, досліджень застосовують наступними поняття.

***Схема досліду*** - сукупність певного числа варіантів. Кожен з них характеризується видозміною того фактора (умова обробітку, меліоративний прийом тощо), який вивчається в дос-

ліді.

**Варіант дослідю** - певна сукупність прийомів або умов обробітку рослин, здійснюваних в одній або декількох посудинах (або на декількох повторних ділянках в польовому методі). Варіант - це складова частина схеми дослідю, що позначається тим фактором, який вивчається в дослідю. Один з варіантів схеми дослідю, з яким порівнюють результати, отримані в інших варіантах, називається **контрольним (стандартним)**, або **контролем**. Він дає змогу визначити ступінь чутливості рослин до досліджуваного в дослідю фактору.

Кількість варіантів у дослідю визначається його цілями і завданнями. З метою точного уявлення про справжній врожай рослин в тому чи іншому варіанті, посудину з цим варіантом необхідно повторити декілька разів в дослідю. Таким чином, **повторність** - це число однакових варіантів в дослідю для усунення можливих випадкових відхилень.

## 8.2. Спеціальні методи досліджень

Розрізняють наступні **спеціальні методи досліджень у водному господарстві та гідромеліорації: лабораторний, вегетаційний, лізиметричний, польовий і вегетаційно-польовий**.

**Лабораторний метод** досліджень застосовується при вивченні водно-фізичних властивостей ґрунтів, їх хімічного складу, для хімічних аналізів зрошувальних, дренажних і ґрунтових вод. Дуже часто лабораторний метод є частиною більш масштабних досліджень, але можуть виступати і як самостійні.

При **вегетаційному методі** дослідю виконуються над рослинами, що вирощуються переважно в невеликих посудинах, теплицях, оранжереях, кліматичних камерах та інших спорудах, в яких створюються контрольовані умови для їх вирощування.

У комплексних меліоративних дослідженнях вегетаційний метод дає можливість вивчити вимоги рослин до водно-повітряного і теплового режимів ґрунту, визначити транспіраційний коефіцієнт, солестійкість і сухостійкість культур тощо.

Вегетаційні дослідю виконуються в посудинах зі скла,

оцинкованого або емальованого заліза, поліетилену, глини. Розмір посудини для ґрунтових культур повинен відповідати біологічним особливостям досліджуваної рослини, забезпечувати нормальний розвиток її кореневої системи.

Під час проведення досліду посудини з рослинами поміщають у вегетаційні будиночки, теплиці або лабораторії штучного клімату, в яких автоматично підтримується заданий мікроклімат.

Впродовж вегетації ведуться спостереження за ростом рослин, кліматичними умовами, дренажним стоком із посудин, виконуються хімічні та інші аналізи, визначається урожай.

**Лізиметричний метод** відрізняється від вегетаційного тим, що дослідження рослин і властивостей ґрунту проводять в полі в спеціальних лізиметрах, що дають змогу здійснювати безпосередні спостереження за неглибокими ґрунтовими водами і за їх поповненням в результаті інфільтрації атмосферних опадів і поливу земель при зрошенні. За допомогою лізиметрів вивчають водопроникність ґрунтів, склад ґрунтового розчину, міграцію елементів тощо.

**Лізиметр** - водонепроникна посудину, в якій поміщають ґрунтовий моноліт, штучно насичений водою (рис. 8.1).

Лізиметр містить камеру з завантаженим ґрунтовим монолітом 1, що внизу приварена до піддона 2, з'єднаному фільтром 3 з вимірювальною свердловиною 4 камери. У камеру вмонтовані датчики 5 температури, опору порід, щільності, вологості й інших параметрів. Свердловина 4 камери і свердловина 6 поза лізиметром оснащені рухливими датчиками рівня (7 і 8) й системами спостереження 9 і 10. Насос-дозатор 11 з'єднаний трубками 12 і 13 зі свердловинами 4 і 6. У моноліт камери 1 вставлена глуха труба 14 для датчиків радіометрії. Камера 1 з'єднана рукавами 15 зі свердловиною 4. Свердловина 6 з'єднана по всій висоті фільтрами 16 із ґрунтом, а знизу облаштована фільтром 17.

Лізиметр працює в режимі заданого рівня води в камері 1 і в режимі спостереження за рівнем води в свердловині поза лізиметром.

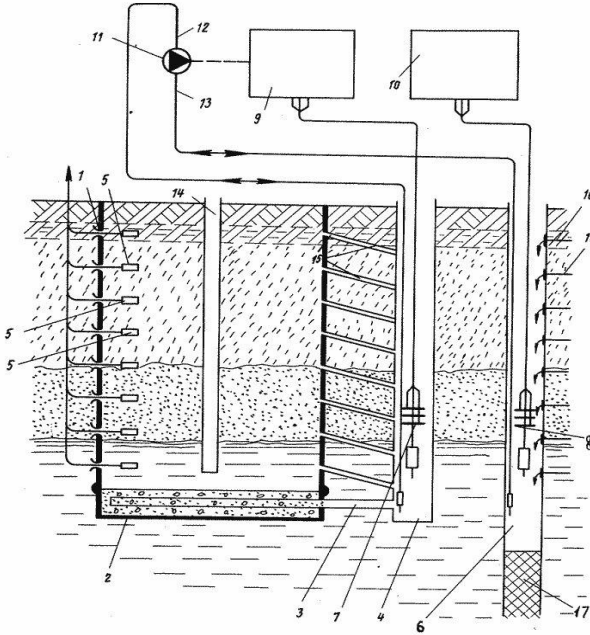


Рис. 8.1. Будова лізиметра.

При зарядці лізиметра особливо важливо зберегти структуру ґрунту, так як в протилежному випадку змінюється величина випаровування і водопроникності. Потужність шару в лізиметрі залежно від цілей досліджень змінюється.

За формою лізиметри можуть бути квадратними або циліндричними і виготовляються з цегли, бетону, оцинкованого заліза, неіржавіючої сталі, пластмасових стійких матеріалів. Розміри приймальної площі лізиметрів вибирають таким чином, щоб забезпечити нормальний розвиток рослин. Для більшості культур даній умові задовольняють лізиметри з перетином  $1 \text{ м}^2$  ( $1\text{м} \times 1\text{м}$ ).

Рівень ґрунтових вод (РГВ) в лізиметрах залежно від завдання досліджень підтримується постійним або перемінним відповідно з природним коливанням ґрунтових вод на досліджуваній ділянці. Для підвищення точності спостережень лізиметри обладнують автоматами доливу і самописцями РГВ.

У лізиметрах також проводять фенологічні спостере-

ження, враховують врожай сільськогосподарських культур тощо. Густота рослин повинна бути такою ж, як рекомендується правилами агротехніки для польових умов.

Результати лізиметричних спостережень приводять у вигляді хронологічних графіків витрат ґрунтових, зрошувальних вод і опадів за різних глибинах рівня за місячними даними.

Основним недоліком лізиметричного методу є повне відокремлення ґрунту в лізиметрах від його нижчих шарів, що створює в них зовсім інший поживний, водний і повітряний режим, ніж у звичайних польових умовах.

В основі схеми лізиметричного дослідження закладені ті ж основні принципи, що і для вегетаційних дослідів.

**Польовий метод** - здійснюється в польових умовах на спеціально виділеній ділянці. Основним його завданням є встановлення відмін між варіантами дослідження, кількісна оцінка дії факторів, умов і прийомів обробітку на врожай рослин і його якість.

Особливість польового методу, що відрізняє його від інших методів досліджень, полягає в тому, що рослина вивчається разом з усією сукупністю ґрунтових, кліматичних і агротехнічних факторів у дуже близьких до виробничих, або безпосередньо у виробничих умовах. Тільки польовий метод може встановити зв'язок між врожаєм і засобами впливу на нього. Крім того, є ряд питань, які взагалі не можуть бути вивчені без польового методу (наприклад, вивчення елементів техніки поливу сільськогосподарських культур, сівозміну, вплив різних способів поливу на врожай тощо).

Залежно від кількості досліджуваних факторів і задач у польовому методі, їх прийнято поділяти на кілька різних видів. Коли задачею дослідження є вивчення дії тільки одного фактора, він називається **однофакторним**, або простим. Якщо в досліді вивчається не тільки дія, але і взаємодія двох або декількох факторів його називають **багатофакторним**, або складним.

Досліди, які проводять впродовж 1-3 років, відносять до короткочасних, на відміну від багаторічних дослідів, тривалість проведення яких залежить від поставлених завдань і може обчислюватися десятиліттями. Якщо багаторічні дослідження проводять-

ся з року в рік на одному і тому ж місці, їх називають **стаціонарними**, а якщо вони щорічно закладаються на нових ділянках, - **нестационарними**.

**Одиничні** польові досліді закладаються в окремих пунктах, незалежно один від одного, за різними схемами. До них відноситься більшість стаціонарних дослідів, а також багаторічні багатофакторні досліді.

**Масові** польові досліді проводяться одночасно в декількох пунктах по одній темі і за загальною схемою, що дає змогу узагальнювати їх результати.

Залежно від стадії, на якій проводяться дослідження, розрізняють **лабораторно-польові** та **виробничі досліді**. Різниця між ними полягає в тому, що до виробничих дослідів (створення дослідно-показових ділянок, дослідних сівозмін тощо) переходять лише після того, як буде доведена ефективність розроблюваного заходу в результаті його впровадження у виробничу практику.

Цінність результатів польового досліді залежить від методичних вимог. Найважливіші з них такі:

- типовість досліді;
- дотримання принципу єдиної відмінності;
- проведення досліді на спеціально виділеній ділянці;
- правильність обліку врожаю, достовірність і достатня точність досліді.

Під **типовістю**, або **репрезентативністю**, польового досвіду розуміється відповідність умов його проведення ґрунтово-кліматичним (природним) і агротехнічним умовам даного району або зони. Типовість досвіду досягається відповідністю умов його проведення ґрунтово-кліматичним і агротехнічним умовам, характерних для тих районів, в яких передбачається впровадження досліджуваних в досліді прийомів.

Наприклад, дані, отримані в польових дослідіх, проведених в нечорноземній зоні, не можна поширювати на чорноземну. Абсолютно очевидно, що немає сенсу вивчати режим зрошення в дослідіх, проведених на легких піщаних ґрунтах, якщо результати роботи передбачаються використовувати на важких глинистих.

Під *принципом єдиної відмінності* розуміється визначальна, досліджувана відмінність. Так, при різній обробці ґрунту змінюються не тільки його фізичні властивості, але і вологість, температура, повітряний режим та інші фактори. Однак це не означає, що в даному випадку порушено принцип єдиної відмінності, оскільки всі ці зміни обумовлені головним фактором - обробкою, дія якого на кінцевий результат - урожай - проявляється комплексно внаслідок змін властивостей ґрунту.

Вимоги до *правильності обліку врожаю*, достовірності та достатньої точності досліду досягається в тому випадку, якщо дослід правильно спланований і виконаний з дотриманням усіх правил методики. Оскільки урожай є головним об'єктивним показником ефективності досліджуваних факторів, правильність його обліку в багатьох зумовлює правильність висновків з досліду в цілому. Що ж стосується достовірності досвіду, то вона визначається в першу чергу правильністю побудованої схеми і методикою його проведення.

*Вегетаційно-польовий метод* за умовами свого виконання дуже наближений до польового, оскільки в цьому випадку посудини без дна встановлюються в поле в спеціально підготовлені місця і не переміщуються відносно одна одної. Посудини заповнюються однорідним, добре перемішаним ґрунтом, взятим з одного бурту. Це виключає наявність результатів, пов'язаних з відмінностями в родючості ґрунту за варіантами.

Найбільш ефективними схемами розміщення посудин у вегетаційно-польових дослідах є *латинський квадрат* і *латинський прямокутник*, в яких розміщення варіантів урівноважене в двох перпендикулярних напрямках - по рядах і стовпцях, що дає змогу найбільш повно врахувати вплив на рослини випадкових факторів.

Назва "*латинські*" походять завдяки Ейлеру, що при вивченні розташування даного виду використовував у якості його елементів букви латинського алфавіту.

У *латинському квадраті* кожен варіант досліду розміщується тільки раз як в кожному рядку, так і в кожному стовпці, тобто будь-який ряд і будь-який стовпець повинен включати повний набір досліджуваних варіантів (рис. 8.2).

Внаслідок цього для розміщення посудин латинським квадратом потрібно, щоб у досліді число варіантів дорівнювало числу повторень. Найбільш часто застосовуються схеми дослідів 4×4, 5×5, 6×6. Збільшення числа варіантів більше 6 вимагає занадто великого обсягу робіт, тому в таких випадках посудини розташовують латинським прямокутником, в якому кожен стовпець латинського квадрата розділюється на кілька частин (смуг). У латинському прямокутнику число варіантів обов'язково повинне бути кратним прийнятому числу повторень.

1	2	3	4	5
4	5	1	2	3
5	4	2	3	1
2	3	5	1	4
3	1	4	5	2

Рис. 8.2. Латинський квадрат 5-го порядку.

*Латинський прямокутник* отримують шляхом розщеплення в горизонтальному або вертикальному напрямку латинського квадрата. Варіанти дослідів розміщують так, щоб у кожному рядку і в кожному розщепленому стовпці латинського квадрата був повний набір всіх досліджуваних варіантів (рис. 8.3).

1	2	3	4	5	6
3	1	2	6	4	5
2	4	6	5	3	1
5	3	4	1	6	2

Рис. 8.3. Латинський прямокутник розміру 4×6.

Розподіл посудин в латинському прямокутнику дає змогу найбільш повно врахувати при математичній обробці вплив неоднорідності підстилаючих шарів ґрунту та інших неконтрольованих джерел варіювання на дослідній ділянці.

Вегетаційно-польові методи можуть бути задіяні з метою вирішення різноманітних завдань - оцінювання солестійкості сільськогосподарських культур, дослідження родючості генетичних горизонтів і шарів ґрунту при розробці рішень з плануван-

ня і рекультивації територій.

Порівняно з вегетаційними і лізиметричними вегетаційно-польові дослідження не вимагають спеціальної матеріальної бази і складного обладнання. Крім того, з використанням пересувних вегетаційних будиночків з поліетиленової плівки з автоматичним регулюванням факторів зовнішнього середовища, є можливість моделювати клімат і вивчати його роль у формуванні врожаю, що практично неможливо в польових умовах.

### **Методичні рекомендації до виконання індивідуальних наукових завдань**

#### *Завдання №1*

### **ДОСЛІДЖЕННЯ ЗВ'ЯЗКУ ПОЛИВНИХ НОРМ І ПОГЛИНАЮЧОЇ ЗДАТНОСТІ ҐРУНТІВ ПРИ ДОЩУВАННІ**

В Україні з 2 млн. га поливних земель біля 90% запроєктовані під зрошення дощуванням із застосуванням різних дощувальних установок та машин.

У процесі дощування вода на поле подається у вигляді штучного дощу, переходячи зі стану водяного струменя у стан повітряної і ґрунтової вологи. Час дощування визначається поливною нормою, або обмежується часом утворення на поверхні ділянки калюж або стоку.

При поливі структура штучного дощу та якість дрібнення водяного струменя на краплини залежать від конструкції дощувального апарату і його робочого напору. За величиною напору в дощувальних апаратах штучного дощу розрізняють коротко-, середньо- та далекострумене дощування.

Різновид сучасних дощувальних пристроїв зумовлений необхідністю ув'язки їхньої техніки поливу з різними природними умовами регіону, можливостями господарств, видами сільськогосподарських культур та призначенням поливів.

Механізм зволоження при якісному дощуванні полягає у подачі води на поверхню поля та вертикальному переміщенні і поглинанні її ґрунтом без глибинного перетоку й створення стоку на поверхні поливної ділянки.

Дощувальна техніка повинна забезпечувати не тільки якість зволоження, а й запобігати руйнуванню гранулометричної структури ґрунту та збереження його водно-фізичних властивостей, особливо поверхневого шару.

Ефективність зрошення земель дощуванням істотно залежить від якості поливу, підвищити яку можна за рахунок коригування процесів, що відбуваються при падінні води на ґрунт та всмоктуванні її за глибиною зволоження. Насамперед слід ув'язати структуру штучного дощу із поглинаючою здатністю ґрунту, що залежить від його водно-фізичного стану. На основі цих показників слід визначити тривалість поливу та можливу поливну норму.

У меліоративній практиці визначальним фактором структури штучного дощу прийнята його середня інтенсивність (шар опадів за одиницю часу). Значення середньої інтенсивності дощу залежить від витрати дощувального апарата та площі захвату дощем і визначається як

$$\rho_{\text{cp}} = \frac{60 \cdot Q}{f}, \text{ мм/хв}, \quad (1.1)$$

де  $Q$  – витрата води дощувального апарату (машини), л/с;  $f$  – площа ефективного поливу з однієї позиції апарата (станки машини),  $\text{м}^2$ .

У процесі поливу короткоструменевими насадками дощем постійно покривається вся площа зволоження (захвату), а при поливі середньо- і далекоструменевими, що обертаються по колу з постійною кутовою швидкістю, утворюється еліпс зволоження. При цьому площу еліпса зволоження, що враховується при визначенні середньої інтенсивності, визначають з урахуванням кількості обертів апарата за хвилину  $f = \pi \cdot R^2 \cdot n^{-1}$ ,  $\text{м}^2$ . Де  $R$  – радіус захвату, м;  $n$  – число обертів за хвилину.

Характеристики дощувальних насадок і апаратів наведені у табл. 1.1.

Величину поливної норми  $m$  при дощуванні визначають за виразом

$$m = \rho_{\text{cp}} \cdot t, \text{ мм}, \quad (1.2)$$

де  $\rho_{\text{ср}}$  – середня інтенсивність дощу, мм/хв;  $t$  – тривалість поливу площі захвату дощувальним апаратом (машиною), хв.

Якщо при поливі заданою нормою на зрошуваній площі утворюється стік або калюжі води, слід зменшити інтенсивність дощу шляхом налагодження чи заміни дощувальних апаратів, або зменшити тривалість поливу  $i$ , відповідно, поливну норму.

Проте, час утворення калюж на полі при поливі залежить не тільки від інтенсивності дощу, а й від поглинаючої здатності ґрунтів, значення якої залежить від гранулометричного складу ґрунту та агрономічного фону.

Таблиця 1.1

Деякі технічні характеристики дощувальних апаратів

Показник	Тип дощувальних насадок					
	коротко-струменеві, дефлекторні	середньоструменеві			далекоструменеві	
		Роса-1	Роса-2	Роса-3	ДД-15	ДД-30
Витрата, л/с	2...2,5	0,45...1,25	1...3,4	2,5...9,5	5...15	15...30
Тиск в апараті, МПа	0,10...0,15	0,2...0,5	0,2...0,5	0,3...0,6	0,5...0,6	0,5...0,6
Радіус поливу, м	5...5,5	20...25	25...30	30...35	35...50	40...60
Частота обертів, хв <sup>-1</sup>	-	0,25	0,25	0,25	0,15...0,2	0,15...0,2

Із теорії водопоглинання ґрунтів відомо, що швидкість вбирання води змінюється за виразом

$$k_t = \frac{k_1}{t^\alpha}, \text{ мм/хв} \quad (1.3)$$

де  $k_t$  – швидкість всмоктування на кінець тривалості поливу, мм/хв;  $t$  – тривалість поливу, хв;  $k_1$  – швидкість всмоктування на кінець першої години всмоктування, мм/хв;  $\alpha$  – коефіцієнт зниження всмоктуючої здатності ґрунту (тангенс кута нахилу прологарифмованої кривої всмоктування).

Характеристики ґрунтів  $k$  і  $\alpha$  визначають експериментально і безпосередньо на ділянці зрошення за допомогою польового приладу Нестерова (ПВН-00) (рис. 1.1).

Принципова схема роботи прибору заключається у тому, що вода із зовнішнього кільця йде на бічне розтікання, а із внут-

рішнього – на поглинання і вертикальну фільтрацію. Площа внутрішнього кільця становить 400 см<sup>2</sup>. Об’єм води, що витрачається на вбирання ґрунтом і вертикальну фільтрацію фіксується мірною стрічкою на бачку, що періодично наповнюється водою. Витрату води на поглинання визначають як об’єм води, що вилився із бачки, поділений на час вбирання, а швидкість поглинання знаходять, як витрату поділену на площу малого кільця.

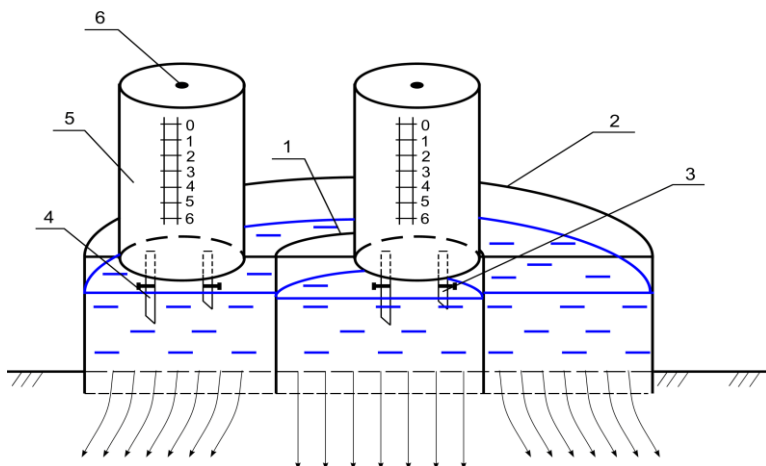


Рис. 1.1. Принципова схема проведення дослідів (ПВН–00):

1 – мале кільце, площею 400 см<sup>2</sup>; 2 – зовнішнє кільце; 3 – трубка для впуску повітря; 4 – зливна трубка; 5 – мірні бачки з водою; 6 – герметичні пробки.

Швидкість поглинання знаходять за виразом

$$K_{bc} = \frac{W_{bc} \cdot 1000}{t \cdot f}, \text{ см/хв} \quad (1.4)$$

З урахуванням параметрів ПВН-00 швидкість поглинання становитиме

$$K_{bc} = \frac{W_{bc} \cdot 1000 \cdot 10}{400 \cdot t} = \frac{W_{bc} \cdot 25}{t}, \text{ мм/хв} \quad (1.5)$$

де  $W_{вс}$  – об’єм води, що всмоктується ґрунтом, л;  $t$  – тривалість всмоктування, хв;  $f$  – площа малого облікового кільця,  $400 \text{ см}^2$ .

Завдання виконують у наступній послідовності:

1. Визначають динаміку поглинання води ґрунтом за полив (табл. 1.2).

Таблиця 1.2  
Визначення швидкості поглинання води ґрунтом  
(за приладом ПВН-00)

№ заміру	Час заміру				Відлік по мірній посудині, л	Об’єм води, $\Delta W$ , л за $\Delta t$ хв	$k_{вс}$ , мм/хв
	години	хвилини	інтервал, $\Delta t$ , хв	наростаючим підсумком, $\Sigma \Delta t$ хв			
1	8	00			0,50		
			10	10		0,6	1,50
2	8	10			1,10		
			15	25		0,75	1,25
3	8	25			1,85		

\*При зміні мірного бачка відлік роблять двічі (за 2 записами – кінцевому і початковому).

2. За даними колонок 5 і 8 таблиці 1.2 будується графік функції.  $k_{вс}=f(\Sigma t)$  (рис. 1.2).

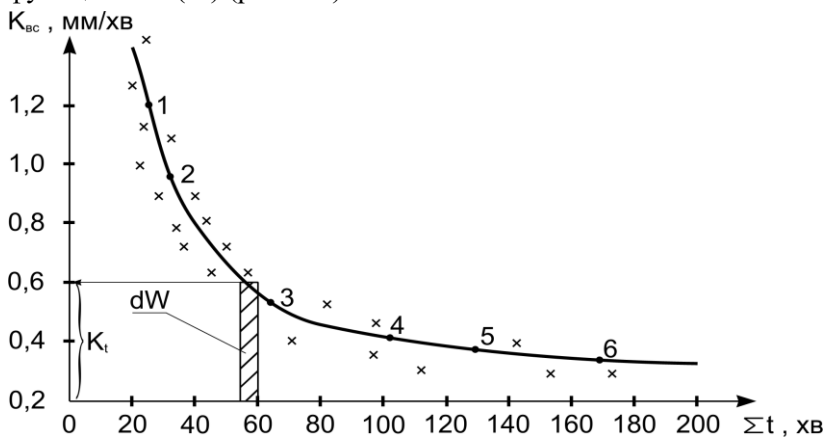


Рис. 1.2. Графік функції  $K_{вс}=f(\Sigma t)$ .

3. На рис. 1.2 наносимо зміну параметру інтенсивності дощу, в точці перетину якого з графіком  $k_{bc}=f(\Sigma t)$  визначаємо максимальний час поливу без утворення поверхневого стоку.

### **ЗАВДАННЯ № 2** **ДОСЛІДЖЕННЯ КОЕФІЦІЄНТА ФІЛЬТРАЦІЇ ЗА** **ВІДНОВЛЕННЯМ РІВНЯ ВОДИ В СВЕРДЛОВИНІ**

Для розрахунку основних параметрів дренажу найбільшого поширення отримав метод визначення  $K_{\phi}$  по відновленню рівня води в свердловині. Метод відображає умови фільтрації води у боковому (латеральному) напрямку до дрен. Він передбачає однократне пониження води в свердловині і подальшу фіксацію швидкості підйому її рівня.

Метод визначення  $K_{\phi}$  по відновленню рівня води в свердловині передбачає виконання наступних операцій.

На характерній у відношенні рельєфу та рослинності точці досліджуваного ґрунтового різновиду буром діаметром 10-20 см влаштовують свердловину. При дослідженні фільтраційних властивостей однорідних за механічним складом горизонтів дно свердловини повинно залягати на 10-20 см вище відмінного за своєю водопроникністю шару. В слабо водопроникних ґрунтах визначення фільтрації передбачається через 24-48 годин, в добре водопроникних – через 6-12 годин після завершення влаштування свердловини, попередньо видалив воду, що утворилася при бурінні. Перед початком спостережень в польовий журнал записують глибину сталого рівня води від денної поверхні  $h$ , глибину свердловини  $L$ , потужність шару води в свердловині  $H$  та її діаметр  $D$ . Після завершення цих вимірів відкачують воду. Зручно використовувати для швидкої однократної відкачки легку пластмасову трубу з клапаном.

Рівень води на дні свердловини відповідає початку спостережень. Час, необхідний для подальших вимірів положення води у свердловині фіксують хронометром. Відліки продовжують до тих пір, поки рівень води в свердловині в добре водопроникних ґрунтах не відновить  $2/3H$  (початкового положення), а

в слабо водопроникних ґрунтах досягне висоти, яка відповідна  $1/2H$ .

Після підйому рівня води в тій же свердловині повторно визначають горизонтальну фільтрацію з збереженням тієї ж послідовності операцій.

Польові спостереження записують у формі, наведеній в таблиці.

Таблиця 2.1

Форма запису польових спостережень при визначенні горизонтальної водопроникності за швидкістю відновлення рівня води в свердловині після відкачки.

№ з/п	Відлік часу	Час від початку вимірів, t	Відстань від поверхні землі до рівня води в свердловині, см	Незаповненість свердловини Г, см	$\frac{I_0}{I}$	$\lg \frac{I_0}{I}$	$tg \alpha = \frac{\lg \frac{I_0}{I}}{t}$

Вихідне положення рівня води в свердловині безпосередньо після відкачки визначають як  $I_0$ . Коефіцієнт фільтрації розраховують за виразом Г.Д. Еркіна:

$$K_{\phi} = \frac{3,5 \cdot r^2}{H + D} \cdot \frac{\lg \frac{I_0}{I}}{t} = \frac{3,5 \cdot r^2 \cdot tg \alpha}{H + D}, \quad (2.1)$$

де  $t$  - час, за який рівень води в свердловині піднявся від положення  $I_0$  до  $I$ , с;  $H$  - віддаль від початкового рівня ґрунтових вод до дна свердловини, см;  $r$  - діаметр і радіус свердловини, см.

Значення  $tg \alpha$  можуть бути знайдені графічно або шляхом табличного розрахунку. В останньому випадку середнє значення  $tg \alpha$  може бути отримане наступним чином:

$$tg\alpha = \frac{\sum \lg \frac{I_0}{I}}{\sum t}, \quad (2.2)$$

Значення  $tg\alpha$ , розраховані для кожного інтервалу досліду, повинні бути відносно близькі.

### **ЗАВДАННЯ № 3** **ПЛАНУВАННЯ БАГАТОФАКТОРНИХ** **ПОЛЬОВИХ ДОСЛІДІВ**

Схема багатофакторного досліду повинна включати всі можливі комбінації діючих факторів і їх градації, оскільки в силу відомих в біології законів мінімуму та оптимуму ефект одного фактора, наприклад добрив, буде залежати від того, на якому рівні знаходиться другий фактор, наприклад запаси продуктивної вологи в ґрунті. Дослід, в якому вивчаються всі можливі комбінації діючих факторів, прийнято називати повним факторіальним експериментом (ПФЕ). Для двофакторного досліду значення залежної змінної  $Y$ , наприклад врожаю, є функцією двох незалежних змінних  $A$  і  $B$ , наприклад добрив і вологості ґрунту. Ця залежність у скороченому вигляді записується як  $Y = f(A, B)$ .

Для трьохфакторного досліду

$$Y = f(A, B, C), \quad (3.1)$$

де  $A$ ,  $B$ ,  $C$  - незалежні змінні, різні поєднання яких визначають значення величини  $Y$ .

Планування багатофакторних дослідів значно складніше, ніж однофакторних, причому найбільшу складність являє вибір середнього рівня для кожного фактора і числа необхідних градацій. Тому до багатофакторних дослідів зазвичай переходять тільки після того, як вже добре вивчено вплив кожного з факторів окремо або вплив поєднань декількох з вивчаючих факторів, тобто після з'ясування механізму вивчаючих явищ.

План повного факторіального експерименту зазвичай представляють у вигляді таблиці, яку називають матрицею планування. Число стовпців в матриці дорівнює числу досліджува-

них факторів, а число рядків - числу необхідних варіантів досліду.

Число  $2^3$  записано у заголовку табл. 3.1 згідно прийнятої в методиці дослідної справи позначенням; при числі досліджуваних факторів  $n$  і однаковому для всіх факторів числі градацій  $g$  загальна кількість варіантів в повному факторіальному експерименті буде одно  $g^n$ . Скорочено схему таких дослідів записують як ПФЕ $g^n$ . Коли ж число градацій у чинників неоднаково, схему записують у вигляді добутку чисел, які показують число градацій кожного фактора. Так, запис вигляду ПФЕ 2-2-4 позначає дослід з двома градаціями першого фактора (0 і 1), двома градаціями другого чинника (0 і 1) і чотирма градаціями третього чинника (0, 1, 2, 3). Всього в досліді 16 варіантів ( $l=2 \cdot 2 \cdot 4=16$ ).

Таблиця 3.1

План повного факторіального експерименту для факторів з двома градаціями кожного (матриця планування ПФЕ 23)

Номер 1 варіанта	Фактор			Позначення варіанта
	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	
1-й	0	0	0	0 (контроль)
2-й	1	0	0	
3-й	0	1	0	
4-й	1	1	0	
5-й	0	0	1	
6-й	1	0	1	
7-й	0	1	1	
8-й	1	1	1	

#### **ЗАВДАННЯ № 4** **КОРЕЛЯЦІЙНИЙ ТА РЕГРЕСІЙНИЙ АНАЛІЗ**

**Частина 1.** Ознайомившись з теоретичними положеннями (п 6.1 теми 6) виконати кореляційний і регресійний аналіз на прикладі лінійної залежності середньомісячних значень РГВ (м) від кількості атмосферних опадів (мм) за виданими викладачем вихідними даними. Відповідні розрахунки виконати в руч-

ному режимі і з використанням ЕОМ. Порівняти отримані результати та встановити тісноту зв'язку між досліджуваними факторами. Розрахунки виконати і представити в наступному ілюстративному вигляді (рис.4.1).

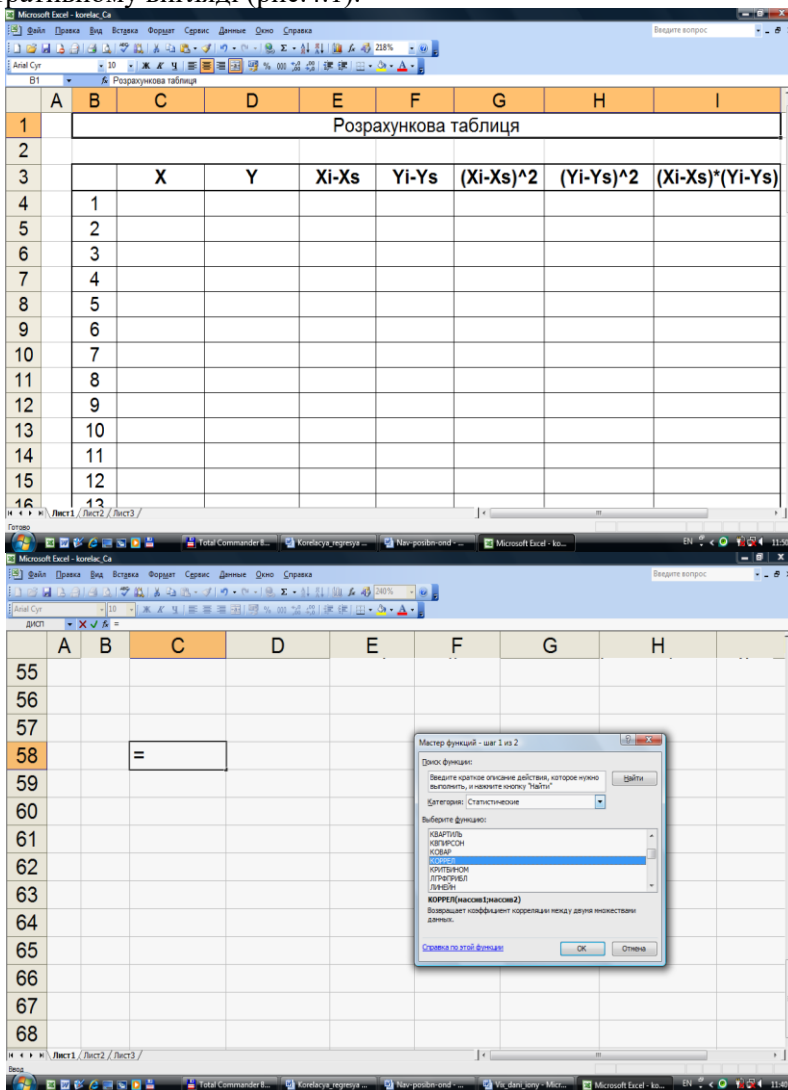
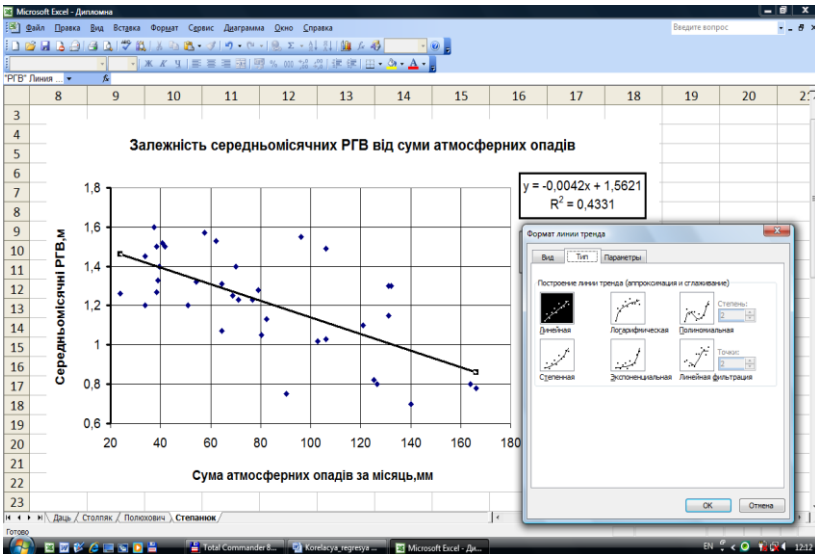
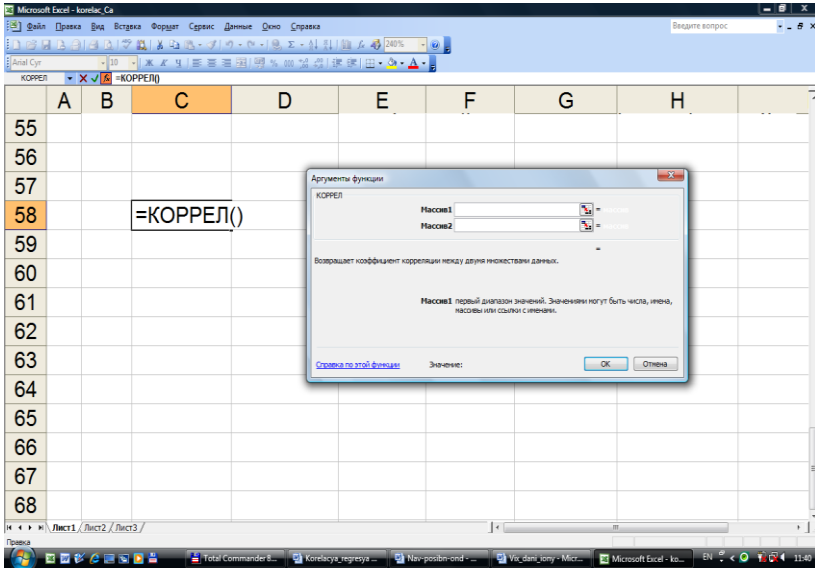


Рис.4.1. Приклад виконання завдання на ЕОМ.

продовження рис.4.1



**Частина 2.** Виконати кореляційний і регресійний аналіз на прикладі криволінійної залежності між урожайністю багаторічних трав і відношенням амплітуди коливання РГВ  $A_{РГВ}$  (Y) до середнього за вегетацію РГВ  $H_{CP}$  (X). Розрахунки виконати і представити в ілюстративному вигляді (табл. 4.1, рис.4.2).

Таблиця 4.1

Допоміжна таблиця до криволінійного кореляційного аналізу

пара	Y	X	група	$\bar{X}_y$	$n_y$	$\bar{Y}_y$	$Y-\bar{Y}_y$	$(Y-\bar{Y}_y)^2$	$Y-\bar{Y}$	$(Y-\bar{Y})^2$
1	22,5	0,65	1	0,637	6	26,57	-4,07	16,59	-17,88	319,63
2	25,3	0,7					-1,27	1,62	-15,08	227,35
3	28,1	0,73					1,57	2,45	-12,24	149,77
4	27,2	0,61					0,63	0,39	-13,18	173,66
5	27,2	0,55					0,63	0,39	-13,18	173,66
6	29,1	0,58					2,53	6,38	-11,28	127,20
7	30,5	0,47	2	0,612	6	35,17	-4,68	21,92	-9,89	97,78
8	32,8	0,5					-2,34	5,48	-7,55	56,98
9	35,7	0,58					0,48	0,23	-4,73	22,36
10	34,7	0,65					-0,47	0,22	-5,68	32,24
11	38,9	0,63					3,73	13,90	-1,48	2,19
12	38,5	0,84					3,29	10,81	-1,92	3,68
13	39,9	0,84	3	0,8	5	45,21	-5,34	28,56	-0,51	0,26
14	44,1	0,75					-1,12	1,26	3,71	13,78
15	46,0	1,01					0,75	0,56	5,58	31,16
16	47,8	0,71					2,63	6,90	7,46	55,68
17	48,3	0,69					3,10	9,59	7,93	62,91
18	52,5	0,9	4	1,184	5	51,41	1,12	1,26	12,15	147,67
19	49,3	1,1					-2,16	4,65	8,87	78,71
20	54,4	1,1					3,00	9,02	14,03	196,89
21	51,6	1,42					0,18	0,03	11,21	125,70
22	49,3	1,4					-2,16	4,65	8,87	78,71
23	47,8	1,5	5	1,524	5	43,53	4,31	18,61	7,46	55,68
24	48,3	1,58					4,78	22,89	7,93	62,91
25	45,0	1,59					1,50	2,26	4,65	21,64
26	39,9	1,55					-3,66	13,37	-0,51	0,26
27	36,6	1,4					-6,95	48,25	-3,80	14,43
				0,951	27	40,38	0,00	252,25	-19,01	2332,88

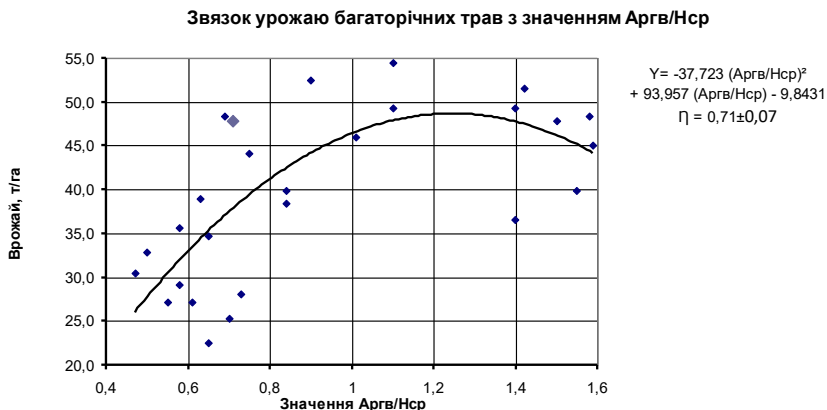


Рис.4.2. Регресійний аналіз криволінійної залежності між урожайністю багаторічних трав і відношенням амплітуди коливання РГВ  $ArGV$  (Y) до середнього за вегетацію РГВ  $Hcp$  (X).

### Завдання №5 ДИСПЕРСІЙНИЙ АНАЛІЗ

Техніку дисперсного аналізу експериментальних даних розглянемо на конкретному прикладі польового дослідження, в якому порівнюється врожайність 5 варіантів технології зрощення озимої пшениці (табл. 5.1).

Таблиця 5.1

Урожайність озимої пшениці за варіантами дослідження, ц/га

Варіант	Урожайність за повторностями, X				Суми за варіантами, V	Середнє
	I	II	III	IV		
А (контроль)	47,8	46,9	45,4	44,1	184,2	46,0
В	53,7	50,3	50,6	48,0	202,6	50,6
С	46,7	42,0	43,4	40,7	172,8	43,2
D	48,0	47,0	45,9	45,7	186,6	46,6
Е	41,8	40,0	43,0	41,6	166,4	41,6
Суми за повторностями, P	238,0	226,2	228,3	220,1	912,6	45,6

Обробка виконується в наступній послідовності:

1. У вихідній таблиці урожайності підраховують її суми за варіантами - сума по рядках  $V$ , повторностями - суми по стовбцях  $P$  і визначають середні її значення за варіантами.

2. Перевіряється правильність обчислень. Для цього підраховують суму сум врожаїв за варіантами та повторенням:

$$\sum V = 184,2 + 202,6 + 172,8 + 186,6 + 166,4 = 912,6$$

$$\sum P = 238,0 + 226,2 + 228,3 + 220,1 = 912,6$$

В результаті повинно вийти  $\sum X = \sum V = \sum P = 912,6$

3. Обчислюються середні значення врожаїв по варіантам шляхом ділення відповідних сум  $V$  на число повторень  $n$  (в розглянутому прикладі  $n = 4$ ).

4. Діленням загальної суми врожайностей  $\sum x$  на загальне число ділянок в досліді ( $M = 20$ ) одержують середню врожайність по всьому досліді ( $X$ ).

5. Для полегшення обчислення сум квадратів відхилень вихідні дані доцільно перетворити за відношенням  $X_1 = X - A$ , прийнявши за умовно середнє  $A$  число 45, близьке до середнього значення за дослідом.

Для врожайності 47,8 ц/га значення  $X_1 = 47,8 - 45 = 2,8$ . Перетворення значно спрощують всі наступні обчислення і не здійснюють вплив на величину сум квадратів відхилень.

Перетворені дані записують у табл. 5.2, визначають суми по повторенням (графам) і варіантам (рядкам) і перевіряють правильність розрахунків з рівності  $\sum P = \sum V = \sum X_1 = 11,6$

Таблиця 5.2

Таблиця перетворених даних

Варіант	$X_1 = X - A$				Суми, $V$
	I	II	III	IV	
А (контроль)	2,8	1,9	0,4	-0,9	4,2
В	8,7	5,3	5,6	3,0	22,6
С	1,7	-3,0	-2,6	-4,3	-8,2
Д	3,0	2,0	0,9	0,7	6,6
Е	-3,2	-5,0	-2,0	-3,4	-13,6
Суми $P$	13,0	1,2	2,3	-4,9	11,6

6. Обчислюються суми квадратів відхилень для різних компонентів варіювання в наступній послідовності:

$$\text{Загальне число спостережень } N = l \cdot n = 5 \cdot 4 = 20.$$

Корегуючий фактор

$$S = (\sum X_1)^2 : N = 11,6^2 : 20 = 6,73.$$

Суми квадратів:

загальна:

$$S_y = \sum X_1^2 - S = (2,8^2 + 1,9^2 + \dots + 3,4^2) - 6,73 = 252,07;$$

повторень:

$$S_p = \sum P^2 : l - S = (13,0^2 + 1,2^2 + 2,3^2 + 4,9^2) : 5 - 6,73 = 33,22;$$

варіантів:

$$S_v = \sum V^2 : n - S = (4,2^2 + 22,6^2 + \dots + 13,6^2) : 4 - 6,73 = 199,31;$$

помилки:

$$S_z = S_y - S_p - S_v = 252,07 - 33,22 - 199,31 = 19,54.$$

Визначаються помилки досвіду  $S_x$  і найменша суттєва різниця НСР в абсолютних і відносних (%) показниках:

$$S_x = \sqrt{\frac{S_z}{n(l-1)(n-1)}} = \sqrt{\frac{19,54}{4(5-1)(4-1)}} = \sqrt{0,407} = 0,64 \text{ ц/га};$$

$$\text{НСР}_{0,5} = t_{0,5} \cdot S_x = 31 \cdot 0,64 = 1,98 \approx 2,0 \text{ ц/га};$$

$$\text{НСР}_{0,5\%} = \frac{\text{НСР}_{0,5}}{X} \cdot 100 = \frac{2,0}{45,6} \cdot 100 = 4,4\%.$$

Значення коефіцієнта  $t$  може бути прийнято за табл. 5.3 для 12 ступенів вільності помилки, які знаходяться як

$$(l-1) \times (n-1) = (5-1) \times (4-1) = 12.$$

Таблиця 5.3

Значення коефіцієнта  $t$  на 5%-му рівні значимості

Число ступенів вільності	1	2	3	4	5	6-7	8-9	10-12	13-23	24-30
Коефіцієнт $t_{0,5}$	18,0	6,1	4,5	3,9	3,6	3,4	3,2	3,1	3,0	2,9

8. Результати експерименту та статистичної обробки записують в підсумкову таблицю (табл. 5.4), на основі  $\text{НСР}_{0,5}$  розділяють варіанти по групах і роблять висновок.

Таблиця 5.4

Врожай озимої пшениці					
Варіант	Врожай, ц/га	Відмінність з контролем		Гру- па	Висновок про суттє- вість різниці
		ц/га	%		
А(контроль)	46,0	-	-	-	-
В	50,6	4,6	10,0	I	суттєва
С	43,2	-2,8	-6,1	III	суттєва
D	46,6	0,6	1,3	II	несуттєва
Е	41,6	-4,4	-9,6	III	суттєва
НСР <sub>0,5</sub>	-	2,0	4,4	-	

При розподілі варіантів на 3 групи по величині НСР<sub>0,5</sub> керуються такими положеннями:

I група - відхилення середніх врожаїв від контролю з позитивним знаком більше НСР<sub>0,5</sub> (істотне підвищення врожаю);

II група - відхилення не виходить за межі  $\pm$  НСР (різниця несуттєва);

III група - відхилення з негативним знаком більше за абсолютною величиною НСР (істотне зниження врожаю).

Отже, варіант В істотно перевищує контрольний варіант (I група), а варіанти С і Е суттєво поступаються (III група) йому. Варіант D несуттєво (II група) відрізняється від стандарту (контролю). А тому, на основі статистичної обробки даних польового дослідження можна вважати, що варіант В у даних умовах дає змогу отримати більш високий урожай, ніж наявна технологія поливу в контрольному варіанті А.

### **Завдання №6** **ОЦІНЮВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ** **МЕЛІОРОВАНИХ УГІДЬ**

Одним з головних завдань розвитку меліорацій в сучасних умовах функціонування водогосподарського комплексу України є підтримка наявного меліоративного фонду шляхом реконструкції діючих меліоративних систем (МС). Тому, важливого значення набуває необхідність забезпечення отримання проектного

рівня продукції на меліорованих землях з найменшими негативними екологічними наслідками. Це можливо досягти завдяки обґрунтуванню дійсно можливої врожайності вирощуваних культур, оскільки саме врожайність та відповідний екологічний ефект обумовлюють вибір оптимальних проектних рішень.

Згідно розробленого на кафедрі природооблаштування та гідромеліорацій НУВГП підходу, дійсно можлива урожайність визначається за виразом

$$Y_{k\text{ог}sp} = Y_{\text{ок}p}^F \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \quad (\text{ц/га}) \quad (6.1)$$

де  $Y_{k\text{ог}sp}$  – дійсно можлива врожайність  $k$ -ї культури отримана у відповідних кліматичних  $\omega$ , ґрунтових  $g$ , меліоративних (технологія регулювання водного ружиму)  $s$  умовах у розрахункових за тепло- й вологозабезпеченістю періодах вегетації  $p$ ;  $Y_{\text{ок}p}^F$  – кліматично забезпечена врожайність  $k$ -ї культури за період вегетації  $p$ , ц/га;  $K_1$  – коефіцієнт впливу на врожайність бонітету ґрунту ( $0 \leq K_1 \leq 1$ );  $K_2$  – коефіцієнт впливу на врожайність внесених мінеральних та органічних добрив, ( $K_2 > 1$ , але  $0 < K_1 \times K_2 \leq 1$ );  $K_3$  – коефіцієнт впливу на врожайність  $k$ -ї культури відхилення терміну сівби (відновлення вегетації) від оптимального ( $0 \leq K_3 \leq 1$ );  $K_4$  – коефіцієнт впливу на врожайність поточних природно-меліоративних умов (клімату та технологій водорегулювання) періоду вегетації культури ( $0 \leq K_4 \leq 1$ );  $K_5$  – коефіцієнт впливу на врожайність відхилення терміну збирання від оптимального ( $0 \leq K_5 \leq 1$ );  $K_6$  – коефіцієнт зменшення врожайності за рахунок втрат при збиранні та транспортуванні ( $0 < K_6 \leq 1$ ).

Кліматично забезпечена врожайність визначається як

$$Y_{\text{ок}p}^F = 10^4 \cdot \eta_k \cdot a_k \cdot \frac{\sum Q_{kp}}{q_k}; \quad p = \overline{1, n_p}, \quad (\text{ц/га}) \quad (6.2)$$

де  $\eta_k$  – ККД ФАР культури або сорту в оптимальних метеорологічних умовах, %;  $a_k$  – коефіцієнт господарської ефективності врожаю або доля основної продукції у загальній біомасі;  $\sum Q_{kp}$  – сумарний за період вегетації прихід ФАР, кДж/см<sup>2</sup>;  $q_k$  – калорійність урожаю, кДж/кг.

За наведеним підходом з використанням галузевого нормативу (Посібник до ДБН В.2.4.-1-99 “Меліоративні системи та споруди”. Обґрунтування ефективної проектної врожайності на осушуваних землях при будівництві й реконструкції меліоративних систем. Київ – Рівне, 2006. – 50с.) необхідно визначити дійсно можливу врожайність розрахункової культури за формою табл. 6.1.

Таблиця 6.1

Приклад розрахунку проектної врожайності картоплі

$P, \%$	$Q_{кр},$ кДж/см <sup>2</sup>	$Y_{окр}^F,$ ц/га	$Y_B,$ ц/га	$Y_A,$ ц/га	$K_4$	$Y_{когсп},$ ц/га	$\eta_k,$ %
Попереджувальне шлюзування							
10%	83	230	69	248	0,721	179	1,55
30%	96	265	80	258	0,843	218	1,64
50%	118	327	98	277	0,814	225	1,38
70%	141	392	118	296	0,658	195	0,99
90%	177	492	148	326	0,594	194	0,79
Зволожувальне шлюзування							
10%	83	230	69	248	0,721	179	1,55
30%	96	265	80	258	0,843	218	1,64
50%	118	327	98	277	0,832	230	1,41
70%	141	392	118	296	0,731	216	1,10
90%	177	492	148	326	0,616	201	0,82
Осушення							
10%	83	230	69	248	0,721	179	1,55
30%	96	265	80	258	0,821	212	1,60
50%	118	327	98	277	0,759	210	1,29
70%	141	392	118	296	0,601	178	0,91
90%	177	492	148	326	0,479	156	0,64

## Література

1. Академічна наука і науковці в сучасній Україні (за результатами соціологічного дослідження). Київ, 1998. 137 с.
2. Баскаков А. Я., Туленков Н. В. Методология научного исследования : учеб. пособие. Киев : МАУП, 2002. 216 с.
3. Білуха М. Т. Методологія наукових досліджень : підручник. Київ : АБУ, 2002. 480 с.
4. Кремень В. Г., Ніколаєнко С. М., Степко М. Ф. Вища освіта в Україні : навч. посіб. Київ, 2005. 327 с.
5. ДСТУ 3008-95. Документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура і правила оформлення. Київ : Держстандарт України, 1995.
6. Кремень В. Г. Освіта і наука в Україні – інноваційні аспекти, стратегія, реалізація, результати. Київ, 2005. 448 с.
7. Налимов В. В. Теория эксперимента. М. : Наука, 1971. 208 с.
8. Вознюк С. Т., Гончаров С. М., Ковалев С. В. Основы научных исследований. Гидромелиорация. Киев : Вища шк., 1985. 192 с.
9. Романчиков В. І. Основи наукових досліджень : навч. посіб. Київ : Центр учбової літератури, 2007. 254 с.
10. Філіпенко А. С. Основи наукових досліджень. Конспект лекцій : посібник. Київ : Академвидав, 2004. 208 с.

11. Цехмістрова Г. С. Основи наукових досліджень : навч. посіб. Київ : Видавничий Дім «Слово», 2004. 240 с.