МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ СЕМЕНА КУЗНЕЦЯ

ТЕОРІЯ ТА ПРАКТИКА ЕКСПЕРИМЕНТУ

Методичні рекомендації до виконання самостійних робіт

здобувачів вищої освіти спеціальності G20 "Видавництво та поліграфія" освітньої програми "Технології електронних мультимедійних видань" другого (магістерського) рівня

Харків
ХНЕУ ім. С. Кузнеця
2026

УДК 167.23(072.034)
Т33

Укладачі: А. С. Гордєєв
О. І. Пушкар

Затверджено на засіданні кафедри мультимедійних систем і технологій.
Протокол № 17 від 22.08.2025 р.

Самостійне електронне текстове мережеве видання

Теорія та практика експерименту [Електронний ресурс] : методичні рекомендації до виконання самостійних робіт здобувачів вищої освіти спеціальності G20 "Видавництво та поліграфія" освітньої програми "Технології електронних мультимедійних видань" другого (магістерського) рівня / уклад. А. С. Гордєєв, О. І. Пушкар. – Харків : ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 2026. – 57 с.
Т33

Подано завдання для самостійної роботи здобувачів вищої освіти за темами навчальної дисципліни. Уміщено форми контролю самостійної роботи здобувачів вищої освіти. Наведено методичні рекомендації до виконання завдань, приклади виконання, а також запитання для самоперевірки.

Рекомендовано для здобувачів вищої освіти спеціальності G20 "Видавництво та поліграфія" освітньої програми "Технології електронних мультимедійних видань" другого (магістерського) рівня всіх форм навчання.

УДК 167.23(072.034)

© Харківський національний економічний університет імені Семена Кузнеця, 2026

Вступ

У сучасних умовах цифрової трансформації видавничо-поліграфічної галузі підготовка фахівців спеціальності G20 "Видавництво та поліграфія" освітньої програми "Технології електронних мультимедійних видань" передбачає не лише засвоєння теоретичних знань, але й формування здатності до самостійного наукового мислення, аналізу даних і ухвалення обґрунтованих рішень. Особливої актуальності набуває вміння застосовувати методи дослідження, моделювання та оптимізації під час виконання практичних завдань, пов'язаних із проєктуванням, розробленням і функціонуванням мультимедійних систем.

Самостійна робота здобувачів вищої освіти є невід'ємною складовою частиною освітнього процесу, спрямованою на поглиблення знань, здобутих протягом лекційних та практичних занять, а також на формування професійних компетентностей. У межах цих методичних рекомендацій велику увагу приділено опануванню методології наукових досліджень, зокрема емпіричних і теоретичних методів, принципів системного підходу, аналізу часових рядів, статистичного оброблення експериментальних даних, планування експериментів та методів оптимізації.

Запропоновані матеріали орієнтовано на формування цілісного уявлення про процес наукового дослідження – від постановки завдання та обґрунтування його актуальності до побудови математичної моделі, аналізу результатів і ухвалення оптимальних рішень. Значну увагу приділено розвитку навичок роботи з даними, інтерпретації результатів експериментів та використанню сучасних інструментів моделювання.

Методичні рекомендації містять структурований матеріал для самостійного опрацювання, приклади виконання практичних завдань, а також контрольні запитання, що сприяють перевірці рівня засвоєння знань. Їх побудовано так, щоб забезпечити послідовний перехід від теоретичного розуміння до практичного застосування методів дослідження у сфері електронних мультимедійних видань.

Навчальна дисципліна "Теорія та практика експерименту" є вибірковою складовою освітнього процесу, яку викладають відповідно до навчального плану підготовки здобувачів вищої освіти освітньо-кваліфікаційного рівня "магістр" спеціальності G20 "Видавництво та поліграфія" всіх форм навчання.

Мета навчальної дисципліни полягає у формуванні в здобувачів вищої освіти системного наукового мислення та набутті теоретичних знань і практичних навичок застосування методів наукових досліджень, моделювання, статистичного оброблення даних і оптимізації для розв'язання прикладних задач у сфері видавничо-поліграфічних та мультимедійних технологій. Дисципліну спрямовано на підготовку здобувачів вищої освіти до самостійної дослідницької діяльності, аналізу складних процесів і ухвалення обґрунтованих рішень.

Об'єктом навчальної дисципліни є процеси наукового дослідження, моделювання й оптимізації в галузі електронних мультимедійних видань, зокрема інформаційні, технологічні та виробничі системи, що функціонують у цифровому середовищі.

Предметом навчальної дисципліни є методи та моделі дослідження складних систем, зокрема емпіричні й теоретичні методи, статистичні методи оброблення експериментальних даних, методи аналізу часових рядів, планування експериментів і методи оптимізації, а також їх застосування для аналізу, прогнозування та підвищення ефективності процесів у сфері мультимедійних технологій.

Основною метою позааудиторної самостійної роботи з навчальної дисципліни "Теорія та практика експерименту" є розвиток аналітичного мислення, навичок моделювання й оптимізації процесів, необхідних для підготовки сучасного фахівця в галузі цифрових видавничих технологій.

Протягом вивчення навчальної дисципліни здобувачі вищої освіти мають набути результатів навчання та компетентностей, наведених у табл. 1.

Таблиця 1

Результати навчання та компетентності, які формує навчальна дисципліна

Результати навчання	Компетентності, якими має оволодіти здобувач вищої освіти
РН01	ЗК1, ЗК2, ЗК3, ЗК4
РН12	ЗК2, ЗК3, ЗК4
РН13	ЗК2, ЗК3, ЗК4

Примітка.

РН01. Нести відповідальність за розвиток професійного знання і практик, оцінювання стратегічного розвитку команди, формування ефективної кадрової політики.

РН12. Відшуковувати необхідні дані в науковій літературі, базах даних та інших джерелах, аналізувати та оцінювати ці дані.

РН13. Використовувати у практичній діяльності знання вітчизняного та міжнародного законодавства щодо захисту та збереження авторських прав при виготовленні друкованих та електронних видань, паковань, мультимедійних інформаційних продуктів та інших видів виробів видавництва й поліграфії.

ЗК1. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК2. Здатність генерувати нові ідеї (креативність).

ЗК3. Здатність спілкуватися іноземною мовою.

ЗК4. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

Завдання для самостійної роботи здобувачів вищої освіти наведено в табл. 2.

Таблиця 2

Завдання для самостійної роботи здобувачів вищої освіти та форми її контролю

Назва теми	Зміст самостійної роботи	Форми контролю самостійної роботи	Рекомендована література	Тиждень, під час якого виконують завдання
1	2	3	4	5
Змістовий модуль 1. Методологічні основи наукового дослідження				
Тема 1. Методологія наукових досліджень	Поглиблення та систематизація знань про сутність науки, її методологічні основи, структуру наукового пізнання та особливості наукового мислення	Експрес-опитування	Основна: [2; 4]. Додаткова: [7]	1
Тема 2. Технологія дослідницької роботи	Засвоєння сутності наукового методу, структури наукового дослідження та логіки організації дослідницької діяльності	Експрес-опитування	Основна: [1]. Додаткова: [6]	2

Продовження табл. 2

1	2	3	4	5
Тема 3. Емпіричні методи дослідження та оброблення даних емпіричних досліджень	Поглиблене засвоєння сутності емпіричного пізнання, принципів вимірювання та основних методів отримання й оброблення емпіричних даних	Експрес-опитування	Основна: [4]. Додаткова: [7]	3 – 4
Тема 4. Теоретичні методи досліджень	Сутність і роль теоретичних методів у науковому пізнанні, формування системного розуміння логіки побудови наукового знання та розвитку вмінь застосовувати логічні прийоми для аналізу, узагальнення і пояснення досліджуваних явищ	Експрес-опитування	Основна: [4]. Додаткова: [5; 7]	5 – 6
Тема 5. Системний метод досліджень. Методологія дослідження складних систем	Формування системного мислення та поглиблене розуміння принципів дослідження складних об'єктів як цілісних систем	Експрес-опитування	Основна: [1; 4]. Додаткова: [7]	7 – 8
Змістовий модуль 2. Технологія планування експерименту				
Тема 6. Становлення статистичних методів проведення експерименту	Розуміння сутності статистичних методів, їхньої ролі в наукових дослідженнях, а також оволодіння підходами до опису розподілів випадкових величин за допомогою числових характеристик	Експрес-опитування	Основна: [1]. Додаткова: [7]	9 – 10

Закінчення табл. 2

1	2	3	4	5
Тема 7. Статистичні методи оброблення експериментальних даних	Засвоєння основних законів розподілу (нормального, біноміального, Пуассона), розуміння їх застосування в технічних і наукових дослідженнях, а також оволодіння методами перевірки статистичних гіпотез і оцінювання параметрів генеральної сукупності	Експрес-опитування	Основна: [1; 2]. Додаткова: [7]	11 – 12
Тема 8. Планування експерименту	Розуміння процесів моделювання динамічних явищ та оволодіння методами аналізу часових рядів для виявлення закономірностей розвитку систем	Експрес-опитування	Основна: [1]. Додаткова: [6; 7]	13 – 14
Тема 9. Методи оптимізації наукових експериментів	Формування цілісного уявлення про принципи організації експериментальних досліджень та оволодіння методами побудови математичних моделей об'єктів і процесів	Експрес-опитування	Основна: [3]. Додаткова: [5; 6]	15
Тема 10. Проєктні форми наукових досліджень	Формування системного розуміння принципів постановки та розв'язання оптимізаційних задач, а також набуття практичних навичок побудови математичних моделей і вибору найкращих рішень в умовах обмежень	Експрес-опитування	Основна: [1; 4]. Додаткова: [6]	16

Змістовий модуль 1
Методологічні основи наукового дослідження

Тема 1. Методологія наукових досліджень

Метою самостійної роботи є поглиблення та систематизація знань про сутність науки, її методологічні основи, структуру наукового пізнання та особливості наукового мислення. Її спрямовано на формування в здобувачів вищої освіти цілісного уявлення про наукову діяльність, розвиток умінь аналізувати наукові поняття, працювати з теоретичними конструкціями, формулювати гіпотези та усвідомлювати роль різних підходів у дослідженні. Важливим аспектом є також розвиток дослідницьких компетентностей, необхідних для подальшої наукової та професійної діяльності, зокрема здатності критично осмислювати інформацію, установлювати причинно-наслідкові зв'язки та робити обґрунтовані висновки.

Методи, використовувані для виконання самостійної роботи: аналітичний метод, що передбачає осмислення теоретичних положень, виділення ключових ідей і встановлення зв'язків між ними; порівняльний метод, який дозволяє зіставляти різні підходи до методології науки та етапи розвитку наукових парадигм; узагальнювальний метод, який застосовують для формування цілісного бачення структури наукового знання та систематизації отриманої інформації.

Передбачений результат: звіт про виконання завдання для самостійної роботи у формі доповіді або презентації.

У результаті виконання самостійної роботи здобувачі вищої освіти формують такі **професійні компетентності:** здатність навчатися й оволодівати сучасними знаннями; знання та розуміння предметної області й розуміння професійної діяльності; здатність застосовувати знання в практичних ситуаціях; здатність ухвалювати обґрунтовані рішення.

Теоретичні відомості

Навчальна дисципліна "Теорія та практика експерименту" розкриває сутність науки як особливої форми пізнавальної діяльності людини. Науку розглядають одночасно як процес здобуття нового знання і як систему вже накопичених знань про природу, суспільство та мислення.

Її головною метою є встановлення об'єктивних закономірностей дійсності та досягнення істинного знання. При цьому наукове знання має відповідати певним критеріям, серед яких ключовими є об'єктивність, системність, доказовість, обґрунтованість і практична спрямованість. Саме ці характеристики відрізняють науку від інших форм пізнання.

Наукове мислення є інструментом пізнання, який дозволяє проникати в глибинну сутність явищ. Воно відзначається суворою логічністю, орієнтацією на доказовість і системність, а також мінімізацією суб'єктивних суджень. На відміну від повсякденного мислення, яке часто базується на інтуїції й особистому досвіді, наукове мислення використовує понятійний апарат, моделі та формалізовані методи доведення, що забезпечує перевірюваність і відтворюваність результатів.

Методологія науки визначає принципи, методи та підходи до організації наукового дослідження. Науку можна розглядати з різних позицій. Діяльнісний підхід трактує науку як специфічний вид діяльності людини, спрямований на пізнання світу. Продуктовий підхід акцентує увагу на результатах цієї діяльності, як-от гіпотези, теорії, моделі та методи. Компетентнісний підхід зосереджується на формуванні дослідницьких умінь і навичок, тоді як технологічний підхід описує наукове дослідження як упорядкований процес. Системний підхід розглядає науку як цілісну структуру взаємопов'язаних знань.

Наукова діяльність має чітку структуру, що містить мету, процес і результат. Вона є цілеспрямованим перетворенням інформації про навколишній світ із метою його пізнання або зміни. Результатами такої діяльності стають різноманітні наукові продукти: гіпотези, поняття, теорії, моделі, методи та обґрунтовані висновки. Ефективність наукової діяльності значною мірою залежить від рівня сформованості дослідницьких компетентностей, до яких належать аналітичні здібності, уміння працювати з інформацією, здатність формулювати та розв'язувати наукові проблеми, застосовувати методи дослідження, а також презентувати й упроваджувати отримані результати.

Важливим аспектом є класифікація наук, яка дозволяє систематизувати знання та організувати наукову діяльність. Традиційно науки поділяють на природничі, гуманітарні та прикладні. Такий поділ має практичне значення, оскільки сприяє плануванню досліджень, формуванню освітніх програм і розвитку міждисциплінарних зв'язків. У сучасних умовах особливого значення набуває інтеграція наук, коли методи однієї галузі активно застосовують в інших.

Основу наукового знання становлять факти, гіпотези та поняття. Факти є емпіричними даними, отриманими в результаті спостережень або експериментів. На основі фактів формулюють гіпотези – наукові припущення, що потребують перевірки. Розвиток гіпотези передбачає її висунення, обґрунтування та експериментальну перевірку. Поняття відображають суттєві властивості об'єктів і явищ. Вони характеризуються обсягом і змістом, причому між цими характеристиками існує обернена залежність: зі збільшенням змісту звужується обсяг і навпаки.

У процесі наукового мислення активно використовують логічні операції з поняттями, як-от узагальнення, обмеження та визначення. Ці операції дають змогу уточнювати зміст понять, структурувати знання та будувати наукові теорії. Теорія є найвищою формою організації знання і цілісною системою, яка описує, пояснює та передбачає явища певної предметної області. Вона має складну структуру, що містить вихідні положення, ідеалізовані об'єкти, логіку побудови та сукупність наслідків. Теорії виконують низку функцій, зокрема пізнавальну, пояснювальну, прогностичну, методологічну та практичну.

Розвиток науки супроводжується зміною наукових парадигм. Класична парадигма базується на ідеї об'єктивності та незалежності результатів дослідження від суб'єкта. Некласична парадигма бере до уваги вплив засобів дослідження на отримані результати, підкреслюючи відносний характер знання. Постнекласична парадигма ще більше розширює межі наукового пізнання, додаючи досвід, культурний контекст і умови діяльності самого дослідника. Такий підхід є особливо важливим для вивчення складних систем, зокрема соціальних та інформаційних.

Сучасна наука характеризується високим рівнем міждисциплінарності, інтеграцією знань і широким використанням математичних та інформаційних методів. Вона дедалі більше набуває колективного характеру, а результати досліджень швидко впроваджують у практику. Особливу увагу приділяють дослідженню складних, нелінійних систем, здатних до самоорганізації та розвитку.

У підсумку можна стверджувати, що наука є динамічною системою знань і діяльності, яка постійно розвивається, удосконалює свої методи та розширює межі пізнання. Її ефективність визначається не лише накопиченням фактів, а й здатністю формувати цілісне, системне бачення світу, що поєднує теоретичні та практичні аспекти дослідження.

Практичне завдання

Розгляньмо умовну тему наукового дослідження "Використання мультимедійних технологій в освітньому процесі закладів вищої освіти". У межах цієї теми потрібно сформулювати кілька робочих гіпотез, які відображають можливі закономірності та зв'язки між явищами.

Перша гіпотеза полягає в тому, що використання мультимедійних навчальних матеріалів підвищує рівень засвоєння знань здобувачами вищої освіти. Обґрунтування цієї гіпотези базується на тому, що мультимедіа забезпечують одночасне залучення декількох каналів сприйняття інформації, зокрема зорового та слухового, що сприяє кращому запам'ятовуванню матеріалу. Крім того, інтерактивні елементи підвищують залученість здобувачів вищої освіти в освітній процес. За своїм типом ця гіпотеза є пояснювальною, оскільки вона відповідає на питання про причини підвищення ефективності навчання. Практичне значення такої гіпотези полягає в можливості її використання під час розроблення освітніх програм, електронних курсів і систем дистанційного навчання. Перевірити гіпотезу можна через проведення педагогічного експерименту, у якому одна група здобувачів вищої освіти навчається із застосуванням мультимедіа, а інша – традиційних методів, із подальшим порівнянням результатів навчання.

Друга гіпотеза передбачає, що рівень мотивації здобувачів вищої освіти до навчання зростає в разі використання інтерактивних мультимедійних засобів. Обґрунтування цієї гіпотези пов'язане з тим, що сучасні здобувачі вищої освіти звикли до цифрового середовища, а інтерактивність і візуалізація роблять навчання більш привабливим і динамічним. Ця гіпотеза є описовою, оскільки встановлює зв'язок між використанням мультимедійних засобів і рівнем мотивації. Її можна використати у сфері педагогіки, психології навчання та розроблення освітніх технологій. Для перевірки гіпотези доцільно застосувати методи анкетування, опитування здобувачів вищої освіти, а також аналізу їхньої активності під час занять.

Третя гіпотеза полягає в тому, що ефективність використання мультимедійних технологій залежить від рівня цифрової компетентності викладача. Обґрунтуванням цієї гіпотези є припущення, що навіть найсучасніші технології не дадуть очікуваного результату без належного рівня підготовки викладача. Ця гіпотеза є пояснювальною і частковою, оскільки стосується конкретного аспекту освітнього процесу. Її практичне значення полягає в удосконаленні системи підвищення кваліфікації

викладачів. Перевірка можлива через порівняльний аналіз результатів навчання в групах, де викладачі мають різний рівень цифрових компетентностей.

Отже, у межах запропонованої теми сформульовано декілька гіпотез, які охоплюють різні аспекти досліджуваного явища. Кожна з них має теоретичне обґрунтування, визначений тип, практичне призначення та можливі методи перевірки. Такий підхід дозволяє не лише структурувати дослідження, а й чітко визначити його наукову та прикладну значущість.

Контрольні запитання для самоперевірки

1. Визначте сутність науки як способу пізнання світу. Дайте визначення поняття "наука".
2. Хто є суб'єктом наукового дослідження?
3. Охарактеризуйте типи гіпотез.
4. Сутність наукової проблеми.
5. Визначте й охарактеризуйте види операцій із поняттями за різними класифікаційними ознаками.
6. Назвіть складові стандартної моделі наукової теорії.
7. Охарактеризуйте основні функції наукової теорії.
8. Охарактеризуйте основні класифікації наук. Для чого вони потрібні?
9. Які є принципові відмінності між природничими і суспільними науками?
10. Охарактеризуйте основні функції та завдання науки.
11. У чому полягає сутність методологічних і евристичних принципів побудови теорій?
12. Охарактеризуйте моделі пояснення і класифікацію основних парадигм науки.
13. Визначте поняття наукової школи, нормальної науки, наукової революції.
14. Які можливості відкривають мультипарадигмальні та міждисциплінарні методологічні підходи в наукових дослідженнях?
15. У чому полягає специфіка наукового мислення?
16. Дайте коротку характеристику етапів становлення науки.
17. Які фази охоплює цикл розвитку будь-якої зрілої науки?

Рекомендована література: [1; 4; 7].

Тема 2. Технологія дослідницької роботи

Метою самостійної роботи є поглиблене засвоєння сутності наукового методу, структури наукового дослідження та логіки організації дослідницької діяльності. Її спрямовано на формування в здобувачів вищої освіти системного розуміння етапів наукового дослідження, уміння правильно формулювати тему, проблему, мету, об'єкт і предмет дослідження, а також розробляти гіпотези й обирати адекватні методи їх перевірки. Особливу увагу приділено розвитку навичок аналізу наукової інформації, побудови логічно обґрунтованих висновків і оцінювання наукових результатів з погляду їхньої новизни, достовірності та практичної значущості.

Методи, використовувані для виконання самостійної роботи: проблемно-пошуковий метод, що передбачає самостійне формулювання наукових проблем, визначення шляхів їх розв'язання та висунення гіпотез; метод моделювання, який використовують для побудови логічних схем наукового дослідження, зокрема взаємозв'язків між темою, проблемою, метою, об'єктом і предметом. Також застосовують логічні методи: аналіз, синтез, узагальнення й абстрагування, які забезпечують послідовність і обґрунтованість мислення.

Передбачений результат: звіт про виконання завдання для самостійної роботи у формі доповіді або презентації.

У результаті виконання самостійної роботи здобувачі вищої освіти формують такі **професійні компетентності:** здатність навчатися й оволодівати сучасними знаннями; знання та розуміння предметної області й розуміння професійної діяльності; здатність застосовувати знання в практичних ситуаціях; здатність ухвалювати обґрунтовані рішення.

Теоретичні відомості

У межах цієї теми розглядають сутність наукового методу як основного інструменту здобуття нового знання. Науковий метод визначають як сукупність способів дослідження, що забезпечують пізнання явищ, їх систематизацію та уточнення вже наявних знань. Його головною особливістю є вимога об'єктивності, яка виключає суб'єктивне трактування результатів. Жодне твердження не можна приймати на віру без

перевірки, а результати дослідження має бути задокументовано так, щоб інші дослідники могли їх перевірити і відтворити.

Структура наукового методу містить три взаємопов'язані компоненти. Концептуальний компонент визначає уявлення про об'єкт дослідження та його модель. Операційний компонент містить правила, принципи та норми, що регламентують процес пізнання. Логічний компонент забезпечує фіксацію та інтерпретацію результатів дослідження. Сукупність цих компонентів формує цілісну систему наукового пізнання.

Методи наукового пізнання класифікують за рівнями узагальнення. Виділяють філософські, загальнонаукові, загальнологічні, спеціальні та дисциплінарні методи. Така класифікація дозволяє вибрати адекватний інструментарій для дослідження залежно від його предметної області.

Наукові дослідження поділяють на фундаментальні та прикладні. Фундаментальні дослідження спрямовано на виявлення загальних закономірностей розвитку світу, тоді як прикладні орієнтовано на виконання конкретних практичних завдань. Крім того, виділяють емпіричні дослідження, що базуються на спостереженнях і експериментах, і теоретичні, метою яких є пояснення внутрішніх механізмів явищ та побудова концепцій і теорій.

Процес наукового дослідження має чітку поетапну структуру. На початковому етапі формулюють тему дослідження й обґрунтовують її актуальність. Далі визначають мету, завдання, об'єкт і предмет дослідження. Важливим етапом є аналіз наявних наукових підходів і стану проблеми. Після цього формулюють гіпотезу, визначають методику дослідження та складають робочий план.

Наступний етап пов'язаний зі збиранням і опрацюванням інформації, що передбачає спостереження, експерименти й аналіз отриманих даних. Результати дослідження узагальнюють у формі висновків і пропозицій, після чого оформлюють у наукову роботу, обговорюють і впроваджують у практику.

Важливе значення має правильне формулювання теми, проблеми та мети дослідження. Проблема виникає тоді, коли наявних знань недостатньо для виконання поставленого завдання. Якщо ж знань достатньо, то йдеться про наукове завдання. Об'єкт дослідження визначають як явище або процес, що породжує проблему, тоді як предмет – це конкретний аспект об'єкта, який вивчають. Мета дослідження відображає очікуваний науковий результат.

Особливу роль у науковому дослідженні відіграє гіпотеза, яка є припущенням про властивості, зв'язки або причини явищ. Гіпотези класифікують за різними ознаками: вони можуть бути одиничними, частковими або загальними, а також описовими або пояснювальними. Важливими вимогами до гіпотези є її перевірюваність, простота, узагальненість і наявність прогностичної сили. Процес формування гіпотези містить етапи від початкового здогаду до науково обґрунтованого припущення, яке перевіряють на практиці.

Методика дослідження є системою методів і прийомів, використовуваних для досягнення поставленої мети. Вона має бути обґрунтованою, зафіксованою та придатною для відтворення іншими дослідниками. На основі методики формують робочий план, який визначає послідовність виконання дослідження, його етапи, ресурси та форму подання результатів.

Результатом наукового дослідження є нові знання, які мають відповідати вимогам новизни, достовірності та практичної цінності. Новизна означає отримання результату вперше, достовірність – його відповідність об'єктивним закономірностям, а корисність – можливість застосування в науці та практиці. Наукові результати можуть бути теоретичними, що пояснюють явища, або практичними, спрямованими на їх зміну та впровадження.

Важливо враховувати можливі помилки в наукових дослідженнях. До них належать упередженість, нечіткість термінології, логічні помилки, зокрема неправильне узагальнення або змішування кореляції з причинно-наслідковими зв'язками. Усвідомлення цих помилок дозволяє підвищити якість дослідження.

Узагальнюючи, можна зазначити, що науковий метод є системною основою дослідницької діяльності. Він забезпечує логічну послідовність дій, об'єктивність результатів і можливість їх перевірки. Опанування методології науки є необхідною умовою формування професійного дослідника, здатного створювати нові знання та ефективно застосовувати їх на практиці.

Практичне завдання

Розгляньмо умовну тему наукового дослідження "Використання штучного інтелекту для персоналізації навчання в закладах вищої освіти".

Актуальність цієї теми зумовлено стрімким розвитком цифрових технологій та зростанням обсягів інформації, яку мають опановувати здобувачі вищої освіти. Традиційні методи навчання не завжди враховують індивідуальні особливості здобувачів вищої освіти, що призводить до зниження ефективності засвоєння знань. У науковій літературі активно розглядають питання застосування штучного інтелекту в освіті, однак недостатньо дослідженими залишаються підходи до адаптивного формування навчального контенту з урахуванням рівня підготовки, стилю навчання та когнітивних особливостей здобувачів вищої освіти. Це свідчить про наявність наукової проблеми, яка полягає у відсутності цілісної методики використання технологій штучного інтелекту для персоналізації освітнього процесу.

Об'єктом дослідження є освітній процес у закладах вищої освіти. Предмет дослідження – методи й алгоритми персоналізації навчання на основі технологій штучного інтелекту.

Метою дослідження є розроблення методичних підходів до використання штучного інтелекту для персоналізації освітнього процесу з метою підвищення ефективності засвоєння знань здобувачами вищої освіти.

Для конкретизації теми дослідження доцільно сформулювати її так: "Методи та моделі використання штучного інтелекту для персоналізації навчання здобувачів вищої освіти в закладах вищої освіти".

Отже, у наведеному прикладі послідовно визначено актуальність теми через виявлення суперечностей між сучасними потребами освіти та наявними підходами, сформульовано наукову проблему, визначено об'єкт і предмет дослідження, а також чітко окреслено мету й уточнено назву теми. Такий підхід забезпечує логічну цілісність наукового дослідження і створює основу для подальшого формування завдань та методики його проведення.

Контрольні запитання для самоперевірки

1. Визначте предмет методології науки.
2. Охарактеризуйте етапи науково-дослідної роботи.
3. Охарактеризуйте, як співвідносяться мета і завдання дослідження.
4. Охарактеризуйте основні елементи методології наукових досліджень.
5. На чому ґрунтується вибір наукового дослідження?

6. Визначте мету планування науково-дослідної роботи.

7. Які є вимоги до постановки теми дослідження, проблеми, мети й завдань дослідження?

8. Що відображає актуальність теми?

9. Як використовують різні типи гіпотез у науковому дослідженні?

10. Охарактеризуйте вимоги, що висувають до гіпотез.

11. Що таке "наукова новизна результатів дослідження"? Як її забезпечують і обґрунтовують?

12. Що таке "практична значущість роботи" і "аналіз зацікавлених організацій та осіб"?

13. Як будують структурну модель предметної області?

14. Охарактеризуйте зміст і характеристику основних етапів і кроків дослідження.

15. Як формують методику дослідження?

16. Які формулювання використовують для опису результатів дослідження?

Рекомендована література: [1; 6; 8].

Тема 3. Емпіричні методи дослідження та оброблення даних емпіричних досліджень

Метою самостійної роботи є поглиблене засвоєння сутності емпіричного пізнання, принципів вимірювання та основних методів отримання й оброблення емпіричних даних. Її спрямовано на формування в здобувачів вищої освіти розуміння ролі спостереження, вимірювання, експерименту та порівняння в науковому дослідженні, а також на розвиток умінь вибирати адекватні методи збирання інформації залежно від поставленого завдання. Особливу увагу приділено формуванню навичок роботи з різними шкалами вимірювання, інтерпретації кількісних даних і застосування математико-статистичних методів для виявлення закономірностей у досліджуваних процесах.

Методи, використовувані для виконання самостійної роботи: порівняльний метод, що застосовують для зіставлення різних типів шкал вимірювання та методів дослідження з метою визначення їхніх переваг і обмежень; узагальнювальний метод, який сприяє систематизації знань про емпіричні та статистичні методи; практико-орієнтований метод, який

передбачає виконання завдань із класифікації шкал, побудови простих вимірювань і аналізу емпіричних даних.

Передбачений результат: звіт про виконання завдання для самостійної роботи у формі доповіді або презентації.

У результаті виконання самостійної роботи здобувачі вищої освіти формують такі **професійні компетентності:** здатність навчатися й оволодівати сучасними знаннями; знання та розуміння предметної області й розуміння професійної діяльності; здатність застосовувати знання в практичних ситуаціях; здатність ухвалювати обґрунтовані рішення.

Теоретичні відомості

У межах цієї теми розглядають основи емпіричних досліджень як важливої складової частини наукового пізнання, що забезпечує отримання фактичних даних про об'єкти та явища. Емпіричне дослідження базується на безпосередньому спостереженні, вимірюванні та експериментальному впливі на об'єкт, а також на подальшому обробленні отриманих даних.

Ключовим елементом емпіричного пізнання є вимірювання, яке визначають як процедуру порівняння об'єктів за певними ознаками. Теорія вимірювань розглядає питання подання емпіричних систем у формі числових моделей та забезпечення єдності таких подань. Важливим поняттям є шкала вимірювання, яка поєднує емпіричну систему, числову систему та правила відображення між ними.

Розрізняють кілька типів шкал вимірювання, які відрізняються за рівнем інформативності. Номінальну шкалу використовують для класифікації об'єктів за певною ознакою, вона не передбачає впорядкування. Рангова шкала допомагає впорядковувати об'єкти за ступенем вираженості ознаки, але не дає змоги оцінити кількісну різницю між ними. Інтервальна шкала забезпечує можливість визначення різниці між значеннями, але не має абсолютного нуля. Шкала відношень є найбільш інформативною, оскільки має абсолютний нуль і допомагає виконувати всі арифметичні операції.

Важливими процедурами емпіричного дослідження є формалізація, яка передбачає подання знань у точних поняттях і символах, та операціоналізація, що забезпечує перехід від теоретичних понять до вимірюваних показників. Кількісний аналіз дає змогу досліджувати властивості об'єктів через вимірювання їхніх числових характеристик.

Основними методами емпіричного дослідження є спостереження, порівняння, вимірювання та експеримент. Спостереження полягає в цілеспрямованому сприйнятті об'єкта без втручання в його функціонування. Його широко застосовують у разі, коли експеримент є неможливим або недоцільним. Порівняння допомагає встановлювати подібність і відмінності між об'єктами, але потребує дотримання принципу порівнюваності та вибору суттєвих ознак. Вимірювання забезпечує кількісне відображення властивостей об'єкта і базується на використанні еталонів та вимірювальних приладів. Експеримент є найбільш складним і ефективним методом, що передбачає активний вплив на об'єкт дослідження з метою виявлення причинно-наслідкових зв'язків.

Окрему групу становлять методи експертного оцінювання, які використовують у разі недостатності об'єктивних даних або унікальності досліджуваної ситуації. Вони базуються на залученні фахівців для формування оцінок і ухвалення рішень. Експертні методи можуть бути індивідуальними або груповими, а їх застосування передбачає чітку організацію процесу, зокрема постановку завдання, відбір експертів, проведення опитування та оброблення результатів.

Для аналізу емпіричних даних широко використовують математико-статистичні методи, які допомагають виявляти закономірності у великих масивах даних. Вони базуються на стохастичному підході, що враховує ймовірнісний характер зв'язків між показниками. Застосування цих методів потребує виконання певних умов, зокрема наявності достатньої кількості спостережень, їх однорідності та можливості повторного вимірювання.

Серед основних статистичних методів важливим є кореляційний аналіз, який дозволяє оцінити силу і напрямок зв'язку між змінними. При цьому потрібно враховувати, що наявність кореляції не означає існування причинно-наслідкового зв'язку. Регресійний аналіз використовують для побудови математичних моделей залежності однієї змінної від інших і прогнозування. Факторний аналіз спрямовано на виявлення прихованих факторів, які визначають структуру досліджуваних явищ, через зменшення кількості змінних. Кластерний аналіз застосовують для групування об'єктів у класи за ступенем їхньої подібності.

Отже, методи емпіричних досліджень забезпечують отримання, оброблення та інтерпретацію даних про реальні об'єкти і процеси. Їх ефективне використання дає змогу виявляти закономірності, перевіряти

гіпотези та формувати науково обґрунтовані висновки. Опанування цих методів є необхідною умовою проведення якісних наукових досліджень і ухвалення обґрунтованих рішень у практичній діяльності.

Практичне завдання

Розгляньмо приклад виконання практичного завдання "Побудова ментальної карти" за темою "Методи емпіричних досліджень" (рис. 1). Центральним елементом ментальної карти вибрано ключове поняття "Методи досліджень", від якого сформовано основні гілки, що відображають структуру теми.



Рис. 1. **Приклад побудови ментальної карти**

Першою основною гілкою є "Теорія вимірювань", яка містить такі підгілки, як сутність вимірювання, шкали вимірювання та принципи вимірювання. У межах цієї гілки деталізовано типи шкал: номінальна, рангова, інтервальна та шкала відношень, із зазначенням їхніх особливостей і прикладів застосування.

Друга гілка – "Основні методи" – охоплює базові методи отримання даних. Вона розгалужується на спостереження, порівняння, вимірювання та експеримент. Кожен із цих методів уточнено через його характеристику: спостереження – як пасивний метод збирання інформації, експеримент – як активний вплив на об'єкт, вимірювання – як кількісне оцінювання властивостей, порівняння – як установлення подібності та відмінностей.

Третьою гілкою є "Експертне оцінювання". Вона містить індивідуальні та групові методи. У межах цієї гілки розглядають такі підходи, як анкетування, інтерв'ю, метод "Дельфі", мозковий штурм, а також етапи організації експертного оцінювання.

Четверта гілка – "Статистичні методи" – описує інструменти оброблення емпіричних даних. Вона розгалужується на кореляційний аналіз (визначення сили зв'язку між змінними), регресійний аналіз (побудова

моделей залежностей), факторний аналіз (виявлення прихованих факторів) і кластерний аналіз (групування об'єктів за подібністю).

П'ята гілка – "Оброблення даних" – містить такі підгілки, як збирання інформації, її систематизація, аналіз, інтерпретація та формування висновків. Тут також відображено роль стохастичного аналізу та вимоги до даних, зокрема їхню однорідність і достатній обсяг.

У результаті побудована ментальна карта має ієрархічну структуру, де всі елементи пов'язані між собою логічними зв'язками. Вона дозволяє наочно відобразити зміст теми, виділити ключові поняття та зрозуміти взаємозв'язки між методами емпіричного дослідження.

Такий підхід не лише полегшує запам'ятовування матеріалу, але й формує системне мислення, що є необхідним для ефективної наукової діяльності.

Контрольні запитання для самоперевірки

1. Що означає поняття "метод"?
2. Розкрийте основний зміст методів емпіричного дослідження.
3. Охарактеризуйте використовувані в науці шкали вимірювання.
4. У чому полягає сутність методів експертного оцінювання?
5. Як вимірюють погодженість думок експертів?
6. Які методи оброблення емпіричних даних вам відомі?
7. Дайте визначення та характеристику кореляційного аналізу.
8. Наведіть аналітичну форму визначення коефіцієнта кореляції.
9. Дайте визначення та характеристику регресійного аналізу.
10. Наведіть загальний вигляд лінійної регресійної функції.

Рекомендована література: [4; 7].

Тема 4. Теоретичні методи досліджень

Метою самостійної роботи є поглиблене засвоєння сутності та ролі теоретичних методів у науковому пізнанні, формування системного розуміння логіки побудови наукових знань і розвиток умінь застосовувати логічні прийоми для аналізу, узагальнення і пояснення досліджуваних явищ. Самостійну роботу спрямовано на опанування таких ключових методів, як аналіз і синтез, індукція і дедукція, аналогія, абстрагування,

ідеалізація, формалізація, а також на розуміння принципів побудови теорій, зокрема гіпотетико-дедуктивного й аксіоматичного підходів. Важливим завданням є формування здатності встановлювати причинно-наслідкові зв'язки та будувати логічно обґрунтовані висновки.

Методи, використовувані для виконання самостійної роботи: синтетичний метод, що забезпечує об'єднання окремих знань у цілісну систему; логічні методи, як-от індукція та дедукція, які застосовують для побудови умовиводів і формування нових знань; порівняльний метод, що дозволяє зіставляти різні теоретичні підходи та методи дослідження, виявляти їхні спільні та відмінні риси; метод абстрагування, який використовують для виділення суттєвих характеристик об'єктів, тоді як метод ідеалізації – для побудови спрощених моделей досліджуваних явищ.

Передбачений результат: звіт про виконання завдання для самостійної роботи у формі доповіді або презентації.

У результаті виконання самостійної роботи здобувачі вищої освіти формують такі **професійні компетентності:** здатність навчатися й оволодівати сучасними знаннями; знання та розуміння предметної області й розуміння професійної діяльності; здатність застосовувати знання в практичних ситуаціях; здатність ухвалювати обґрунтовані рішення.

Теоретичні відомості

У межах цієї теми розглядають теоретичні методи дослідження як важливий інструмент наукового пізнання, що допомогає виявляти закономірності, пояснювати явища та будувати наукові теорії. Теоретичне пізнання базується не на безпосередньому спостереженні, а на логічних операціях, абстракціях, узагальненнях і побудові моделей.

Основу теоретичного пізнання становлять наукові принципи, які є інструментами організації знань. Принципи виконують інтегруючу та системоутворювальну функції й визначають вимоги до побудови теорій. Серед них важливим є принцип причинності, який установлює, що причина передує наслідку; принцип відповідності, що забезпечує погодженість нових теорій із попередніми; принцип спостережуваності, який потребує перевірюваності тверджень; принцип простоти та несуперечності, які забезпечують логічну погодженість теорії.

Теоретичні методи дослідження охоплюють широкий спектр логічних і пізнавальних прийомів. Одними з базових є аналіз і синтез. Аналіз

полягає в уявному розчленуванні об'єкта на складові частини з метою їх детального вивчення, тоді як синтез передбачає об'єднання цих частин у цілісну систему знань.

Індукція і дедукція є фундаментальними методами логічного мислення. Індукція забезпечує перехід від окремих фактів до загальних висновків, її часто використовують для формування гіпотез. Дедукція, навпаки, передбачає перехід від загальних положень до часткових висновків і дає змогу отримувати достовірні знання за умови істинності вихідних положень.

Метод аналогії базується на перенесенні властивостей одного об'єкта на інший за наявності між ними подібності. Цей метод часто використовують для формування гіпотез, однак його результати мають імовірнісний характер і потребують перевірки.

Важливими методами є абстрагування та ідеалізація. Абстрагування передбачає уявне відволікання від несуттєвих властивостей об'єкта з метою виділення його суттєвих характеристик. Ідеалізація полягає у створенні уявних об'єктів, які не існують у реальності, але спрощують дослідження складних явищ, наприклад, "ідеальний газ" або "абсолютно тверде тіло".

Узагальнення дозволяє переходити від окремих фактів до загальних закономірностей, тоді як ранжування використовують для впорядкування об'єктів за певною ознакою. Уявний експеримент є важливим інструментом теоретичного аналізу, що допомагає досліджувати об'єкти в уяві без проведення реального експерименту.

Серед складних теоретичних методів особливе місце займає формалізація, яка передбачає представлення знань у формі символів, формул і знакових систем. Це забезпечує точність, однозначність і можливість використання математичних методів.

Гіпотетичний та гіпотетико-дедуктивний методи відіграють ключову роль у побудові наукових теорій. Вони передбачають висунення гіпотез і перевірку їх через логічне виведення наслідків та їх зіставлення з емпіричними даними. На відміну від індуктивного підходу, тут рух відбувається "зверху вниз" – від гіпотези до фактів.

Аксіоматичний метод ґрунтується на використанні аксіом – положень, що приймають без доведення. На їхній основі за допомогою дедукції будують систему знань. Цей метод широко застосовують у математиці та теоретичних науках.

Математичний метод забезпечує формалізований опис досліджуваних явищ і дає змогу будувати точні моделі. Його особливістю є використання суворо визначених понять і символів, що виключає неоднозначність інтерпретації.

Важливим аспектом теоретичного дослідження є встановлення причинно-наслідкових зв'язків. Для цього застосовують спеціальні методи, зокрема метод подібності, метод відмінності, комбінований метод подібності та відмінності, метод супутніх змін і метод залишків. Вони дозволяють виявити фактори, що визначають виникнення певного явища.

Також використовують інші методи, як-от метод виключення, метод закономірностей, балансовий метод, метод екстраполяції та систематизації. Вони сприяють глибшому розумінню структури досліджуваних процесів і формуванню обґрунтованих висновків.

Особливістю використання теоретичних методів є потреба поєднання аналізу та синтезу. На аналітичній стадії дослідження відбувається розчленування об'єкта й формування абстракцій, тоді як на синтетичній стадії – об'єднання здобутих знань у цілісну систему.

Узагальнюючи, можна зазначити, що теоретичні методи дослідження забезпечують глибоке розуміння сутності явищ, допомагають будувати моделі, формувати гіпотези та створювати наукові теорії. Їх ефективне використання є необхідною умовою розвитку науки та ухвалення обґрунтованих рішень у складних ситуаціях.

Практичне завдання

Розгляньмо умовну тему дослідження "Аналіз та перспективи використання штучного інтелекту в системах мультимедійного контенту".

У межах дослідження першочергово визначають основні завдання, що підлягають виконанню. До них належать аналіз сучасного стану використання технологій штучного інтелекту в мультимедійних системах, визначення основних тенденцій їхнього розвитку, виявлення переваг і обмежень упровадження, а також оцінювання перспектив подальшого застосування в галузі.

Для виконання поставлених завдань здійснюють збирання й аналіз вторинної інформації з наукових публікацій, електронних ресурсів і аналітичних звітів. Це дає змогу сформувати загальне уявлення про сучасний стан досліджуваної проблеми. Паралельно проводять збирання первинної інформації через спостереження за реальними прикладами

використання штучного інтелекту в мультимедійних платформах, як-от системи рекомендацій, автоматичне генерування контенту та оброблення зображень і відео.

У процесі дослідження активно використовують теоретичні методи. Метод аналізу застосовують для розчленування складних систем мультимедійного контенту на окремі компоненти, як-от алгоритми оброблення даних, інтерфейси користувача та системи рекомендацій. Метод синтезу допомагає об'єднати отримані результати в цілісне уявлення про функціонування таких систем.

Метод абстрагування використовують для виділення ключових характеристик систем штучного інтелекту, відволікаючись від другорядних деталей. Метод ідеалізації дає змогу розглядати "ідеальну" систему персоналізації контенту, яка максимально точно враховує потреби користувача. Метод аналогії застосовують для перенесення підходів із суміжних галузей, наприклад із електронної комерції, у сферу мультимедійних сервісів.

Гіпотетико-дедуктивний метод використовують для формування гіпотези про те, що впровадження адаптивних алгоритмів підвищує ефективність взаємодії користувача з контентом, після чого виконують перевірку цієї гіпотези через аналіз наявних систем. Метод формалізації дозволяє подати процеси оброблення інформації у формі моделей і алгоритмів.

На етапі узагальнення здійснюють синтез отриманих результатів і їх порівняння. Установлюють причинно-наслідкові зв'язки між використанням штучного інтелекту та ефективністю мультимедійних систем. Зокрема, застосування методів супутніх змін допомагає визначити залежність між рівнем персоналізації та активністю користувачів.

У результаті дослідження формулюють висновки, які полягають у тому, що використання штучного інтелекту є перспективним напрямом розвитку мультимедійних технологій, однак потребує вдосконалення алгоритмів, підвищення якості даних і врахування етичних аспектів. Отримані результати може бути використано під час розроблення нових мультимедійних систем і вдосконалення наявних рішень.

Контрольні запитання для самоперевірки

1. Розкрийте зміст абстрагування та ідеалізації як початку теоретичного дослідження.

2. Перелічіть принципи опрацювання наукових фактів та їх узагальнення.

3. Охарактеризуйте процес формулювання, побудови та перевірки наукових гіпотез як етапу теоретичного дослідження.

4. Дайте визначення наукових законів регулярності та випадковості.

5. Охарактеризуйте методи аналізу, класифікації та побудови теорій.

6. За яких умов використовують методи дедукції та індукції?

Рекомендована література: [4; 5; 7].

Тема 5. Системний метод досліджень. Методологія дослідження складних систем

Метою самостійної роботи є формування в здобувачів вищої освіти системного мислення та поглибленого розуміння принципів дослідження складних об'єктів як цілісних систем. Самостійну роботу спрямовано на засвоєння понять системи, її структури, елементів і зв'язків, а також на оволодіння підходами до аналізу функціонування і розвитку систем. Важливим завданням є формування вмінь застосовувати системний підхід для постановки й розв'язання наукових проблем, здійснювати декомпозицію складних завдань, будувати "дерево цілей" і аналізувати взаємозв'язки між елементами системи та зовнішнім середовищем.

Методи, використовувані для виконання самостійної роботи: аналітичний метод, що використовують для вивчення структури системи, виділення її елементів, підсистем і зв'язків; синтетичний метод, який дозволяє об'єднати окремі елементи в цілісну модель системи та оцінити її властивості, зокрема емерджентність; морфологічний аналіз, що дає змогу досліджувати можливі варіанти розвитку системи через комбінування її параметрів.

Передбачений результат: звіт про виконання завдання для самостійної роботи у формі доповіді або презентації.

У результаті виконання самостійної роботи здобувачі вищої освіти формують такі **професійні компетентності:** здатність навчатися й оволодівати сучасними знаннями; знання та розуміння предметної області й розуміння професійної діяльності; здатність застосовувати знання в практичних ситуаціях; здатність ухвалювати обґрунтовані рішення.

Теоретичні відомості

У межах цієї теми розглядають системний метод як один із ключових підходів сучасної науки, що допомагає досліджувати складні об'єкти як цілісні утворення. Систему визначають як сукупність взаємопов'язаних елементів, які утворюють єдину цілісність і мають властивості, що не можна звести до властивостей окремих частин. Ця властивість дістала назву емерджентності і є фундаментальною характеристикою будь-якої складної системи.

Основними структурними елементами системи є елементи, підсистеми, зв'язки та структура. Елемент – це найменша частина системи, яку розглядають як неподільну в межах дослідження. Підсистема є більш складним компонентом, що містить групу елементів. Зв'язки забезпечують взаємодію між елементами та формують цілісність системи, тоді як структура відображає стійкі відношення між ними. Зв'язки можуть бути як жорсткими, так і гнучкими, а їхній характер визначає функціонування системи.

Функціонування системи описують через такі характеристики, як стан, поведінка, рівновага, стійкість і розвиток. Стан визначається значеннями параметрів системи в певний момент часу, поведінка – здатністю переходити між станами, рівновага – збереженням стану за відсутності зовнішніх впливів, а стійкість – здатністю повертатися до рівноваги після порушення. Розвиток системи пов'язано зі зміною її структури та складу.

Системи класифікують за різними ознаками, зокрема за походженням, характером взаємодії із середовищем, складністю, структурою управління та ступенем організованості. Важливим є поділ на відкриті та закриті системи, а також на детерміновані й такі, що самоорганізуються.

Системний підхід передбачає розгляд об'єкта як цілісної системи у взаємозв'язку його елементів і середовища. Він виник у відповідь на зростання складності наукових завдань, збільшення кількості факторів і потребу врахування взаємозалежностей. Основними етапами реалізації системного підходу є аналіз структури системи, аналіз функцій її елементів і подальший синтез отриманих результатів.

У межах системного підходу виділяють різні аспекти дослідження: системно-історичний, системно-цільовий, системно-структурний, системно-

функціональний, системно-комунікаційний та системно-управлінський. Кожен із них дозволяє всебічно досліджувати систему.

Принципи системного мислення визначають правила дослідження складних систем. Серед них важливими є принцип погодженості цілей, принцип єдиної основи, принцип неповної детермінованості, принцип безперервного коригування цілей, принцип комплексності та принцип достатньої повноти опису системи. Ці принципи забезпечують ефективне управління складними об'єктами.

Системний аналіз є практичним інструментом реалізації системного підходу. Він охоплює послідовність етапів, починаючи з аналізу проблеми та визначення системи і закінчуючи розроблення програми її розвитку. Особливу увагу приділяють формулюванню цілей, декомпозиції завдань, аналізу ресурсів і оцінюванню альтернатив.

До основних методів системного аналізу належать матричні методи, морфологічний аналіз, метод "дерева цілей" та моделювання. Морфологічний аналіз допомагає досліджувати всі можливі варіанти рішень через комбінування параметрів. Метод "дерева цілей" забезпечує структуризацію цілей і підцілей, що дає змогу визначити шляхи досягнення результату. Моделювання використовують для створення спрощеного подання системи з метою її аналізу.

Особливе місце займає дослідження складних систем, які характеризуються нелінійністю, невизначеністю та здатністю до самоорганізації. Для їх опису використовують сучасні математичні підходи, як-от теорія динамічних систем, теорія хаосу та фрактальна геометрія. Важливими поняттями є фазовий простір, атрактори та точки біфуркації, які описують поведінку систем у динаміці.

Складні системи часто функціонують на межі хаосу, де поєднуються стабільність і гнучкість. У таких умовах навіть незначні зміни можуть призводити до значних наслідків, що відображає так званий "ефект метелика". Це потребує нових підходів до аналізу й управління, орієнтованих на адаптивність і навчання.

Важливим доповненням до причинно-наслідкового аналізу є використання аналогій, які дозволяють виявляти глибинні закономірності в різних системах. Поєднання причинності й аналогії створює більш повну картину досліджуваних явищ.

Отже, системний метод досліджень забезпечує цілісне бачення складних об'єктів, дає змогу брати до уваги взаємозв'язки між елементами та середовищем і є необхідним інструментом для виконання сучасних

наукових і практичних завдань. Його застосування сприяє формуванню системного мислення та здатності ефективно працювати зі складними динамічними системами.

Практичне завдання

Розгляньмо умовну тему дослідження "Розроблення системи електронного навчання (e-learning) для університету".

На першому етапі застосовують метод морфологічного аналізу для формування альтернативних варіантів системи. Визначають основні параметри системи: тип платформи (веб, мобільна, гібридна), спосіб навчання (синхронний, асинхронний, змішаний), тип контенту (відео, текст, інтерактивний), систему оцінювання (тестування, проєкти, комбінована). Комбінування цих параметрів допомогає отримати кілька альтернативних варіантів системи. Наприклад, один із варіантів – гібридна платформа зі змішаним навчанням, інтерактивним контентом і комбінованою системою оцінювання. На основі аналізу переваг і обмежень вибирають найбільш ефективний варіант, який забезпечує баланс між гнучкістю навчання та якістю контролю знань.

На другому етапі будують "дерево цілей" для вибраної системи. Головною метою є створення ефективної системи електронного навчання. Її декомпонують на такі підцілі: розроблення програмної платформи, створення навчального контенту, організація системи оцінювання, забезпечення користувацької підтримки. Кожну з підцілей деталізують на нижчі рівні. Наприклад, розроблення платформи містить проєктування інтерфейсу, реалізацію функціоналу та тестування системи.

Для кількісного аналізу "дерева цілей" кожній підцілі надають коефіцієнт важливості та оцінювання ступеня її досягнення. Наприклад, якщо розроблення платформи має коефіцієнт 0,4 і виконано на 80 %, то його внесок у досягнення загальної мети становить 0,32. Аналогічно оцінюють інші підцілі, після чого визначають загальний рівень досягнення мети як суму внесків усіх підцілей.

На третьому етапі здійснюють декомпозицію мети наукового дослідження. Основну мету уточнюють через завдання: аналіз наявних систем e-learning, визначення вимог до системи, розроблення моделі, тестування та оцінювання ефективності. Для кожного завдання визначають ступінь виконання, що дає змогу оцінити поточний стан дослідження.

У процесі аналізу беруть до уваги також проблему погодження цілей підсистем. Наприклад, технічна команда може бути зацікавленою у складній функціональності системи, тоді як користувачі віддають перевагу простоті інтерфейсу. Це потребує компромісних рішень, які забезпечують досягнення глобальної мети системи.

У результаті виконання завдання отримано структуровану модель системи, визначено оптимальний варіант її реалізації, побудовано "дерево цілей" та проведено кількісний аналіз. Такий підхід дозволяє обґрунтовано ухвалювати рішення, зважаючи на взаємозв'язки між елементами системи та їхній вплив на досягнення кінцевої мети.

Контрольні запитання для самоперевірки

1. Які процеси визначають становлення системного методу досліджень?
2. Специфіка системного методу та класифікація систем.
3. У чому полягає специфіка системного підходу в наукових дослідженнях?
4. Назвіть основні етапи системного аналізу.
5. Охарактеризуйте найбільш використовувані аспекти системного підходу під час аналізу систем.
6. Сформулюйте принципи системного мислення
7. Як пов'язані ступінь розуміння системи з інтегрованістю отриманих даних про неї? Охарактеризуйте етапи, які проходить при цьому дослідник.
8. Як використовують метод морфологічного аналізу в прикладних дослідженнях?

Рекомендована література: [1; 4; 7].

Змістовий модуль 2
Технологія планування експерименту

Тема 6. Становлення статистичних методів проведення експерименту

Метою самостійної роботи є поглиблене засвоєння основ статистичного аналізу та формування в здобувачів вищої освіти умінь обробляти й інтерпретувати емпіричні дані. Самостійну роботу спрямовано на розуміння сутності статистичних методів, їхньої ролі в наукових дослідженнях, а також на оволодіння підходами до опису розподілів випадкових величин за допомогою числових характеристик. Важливим завданням є формування здатності визначати основні параметри розподілу, оцінювати варіативність даних, виявляти закономірності та робити обґрунтовані висновки на основі статистичних показників.

Методи, використовувані для виконання самостійної роботи: аналітичний метод, який використовують для вивчення сутності статистичних показників, їхніх властивостей і взаємозв'язків; розрахунковий метод, що є ключовим і передбачає виконання обчислень математичного очікування, середнього значення, дисперсії, середнього квадратичного відхилення та інших характеристик; порівняльний метод, який застосовують для аналізу різних розподілів і оцінювання їхніх відмінностей за основними параметрами.

Передбачений результат: звіт про виконання завдання для самостійної роботи у формі доповіді або презентації.

У результаті виконання самостійної роботи здобувачі вищої освіти формують такі **професійні компетентності:** здатність навчатися й оволодівати сучасними знаннями; знання та розуміння предметної області й розуміння професійної діяльності; здатність застосовувати знання в практичних ситуаціях; здатність ухвалювати обґрунтовані рішення.

Теоретичні відомості

У межах цієї теми розглядають розвиток статистичних методів як важливого інструменту наукового дослідження, що забезпечує кількісний аналіз соціальних, технічних і економічних процесів. Історично

статистика формувалася як наука про державу та управління суспільством, однак із розвитком науки вона трансформувалася в математичну дисципліну, що вивчає закономірності масових явищ через числові дані.

Сучасні статистичні методи застосовують у двох основних напрямах: аналіз точності та стабільності процесів і статистичний приймальний контроль. Перший напрям направлено на дослідження параметрів технологічних процесів і виявлення закономірностей їх зміни, другий – на оцінювання якості продукції за вибірковими даними. Важливим є розмежування пасивного контролю, який лише фіксує якість продукції, і активного контролю, що допомагає своєчасно виявляти відхилення й запобігати браку.

Одним із ключових завдань статистики є аналіз емпіричних розподілів. Для цього використовують характеристики центру групування, серед яких математичне очікування, середнє арифметичне, медіана та мода. Математичне очікування визначає середнє значення випадкової величини з урахуванням її ймовірностей, тоді як середнє арифметичне застосовують для вибіркових даних. Медіана розділяє вибірку навпіл, а мода відповідає найбільш імовірному значенню.

Для оцінювання розсіювання даних застосовують такі показники, як розмах, дисперсія, середнє квадратичне відхилення та коефіцієнт варіації. Розмах визначає різницю між максимальним і мінімальним значеннями вибірки. Дисперсія характеризує ступінь відхилення значень від середнього, а середнє квадратичне відхилення є її коренем. Його широко використовують на практиці. Коефіцієнт варіації дозволяє порівнювати варіативність різних ознак.

Важливим аспектом є аналіз форми розподілу, зокрема його симетрії й асиметрії. Це дає змогу оцінити характер розподілу даних щодо середнього значення і виявити можливі перекоси.

Процес оброблення експериментальних даних передбачає їх групування. Для цього визначають кількість інтервалів і ширину інтервалу, що залежить від обсягу вибірки та розмаху даних. Правильне групування допомагає більш точно описати структуру розподілу і спростити подальший аналіз.

Окрему увагу приділяють виявленню грубих похибок у даних. Для цього застосовують спеціальні методи, зокрема метод Ірвіна, який дає змогу визначити аномальні значення у вибірці та оцінити їхній вплив на результати дослідження.

Теоретичною основою статистичних методів є теорія ймовірностей, яка визначає закономірності випадкових подій. Основними поняттями є випадкова подія, її ймовірність і аксіоми ймовірності. Важливими є класичне визначення ймовірності, умовна ймовірність і основні теореми додавання та множення ймовірностей.

Для розв'язання практичних задач широко використовують комбінаторні методи, що допомагають визначати кількість можливих варіантів подій. Формулу Бернуллі застосовують для обчислення ймовірності появи події певну кількість разів у серії незалежних випробувань.

Особливе значення має формула повної ймовірності та формула Байєса, які дозволяють уточнювати ймовірності подій із урахуванням додаткової інформації. Це є важливим для ухвалення рішень в умовах невизначеності.

Отже, статистичні методи є невід'ємною складовою частиною наукового дослідження. Вони забезпечують оброблення експериментальних даних, дають змогу виявляти закономірності, оцінювати надійність результатів і ухвалювати обґрунтовані рішення. Опанування цих методів є необхідною умовою проведення якісних досліджень у різних галузях науки і практики.

Практичне завдання

У межах дослідження задано вибірку експериментальних даних (50 вимірювань розміру деталі), наведену у формі таблиці (табл. 3). Початкові дані не дозволяють одразу оцінити характеристики процесу, тому першим етапом є їх статистичне оброблення.

Таблиця 3

Вихідні дані, мм

1	77,39	11	77,386	21	77,382	31	77,402	41	77,398
2	77,392	12	77,388	22	77,406	32	77,372	42	77,404
3	77,386	13	77,402	23	77,408	33	77,384	43	77,402
4	77,382	14	77,392	24	77,396	34	77,378	44	77,408
5	77,388	15	77,392	25	77,394	35	77,382	45	77,398
6	77,412	16	77,398	26	77,388	36	77,384	46	77,398
7	77,39	17	77,388	27	77,398	37	77,394	47	77,408
8	77,382	18	77,39	28	77,408	38	77,392	48	77,414
9	77,396	19	77,394	29	77,412	39	77,388	49	77,408
10	77,396	20	77,388	30	77,394	40	77,396	50	77,4

На початку визначають розмах вибірки як різницю між максимальним і мінімальним значеннями. За вихідними даними маємо:

$$X_{max} = 77{,}414;$$
$$X_{min} = 77{,}372,$$

тому розмах R = 0,042.

Далі визначають кількість інтервалів групування. Оскільки обсяг вибірки n = 50 шт., використовують формулу:

$$f = 1 + 3{,}322 \cdot lg\ n \approx 7.$$

Ширина інтервалу:

$$d = R/f \approx 0{,}006.$$

Після цього формують інтервальний розподіл даних. Для кожного інтервалу визначають середні значення x_i та частоти m_i. Наприклад, для інтервалу 77,390 – 77,396 частота становить 12 і є найбільшою у вибірці.

На основі згрупованих даних обчислюють середнє арифметичне значення:

$$\overline{\mathrm{X}} = \frac{\sum x_i m_i}{n}.$$

За розрахунками маємо:

$$\overline{\mathrm{X}} \approx 77{,}393.$$

Далі визначають середнє квадратичне відхилення:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \overline{\mathrm{X}})^2 m_i}{n}}.$$

За даними таблиці:

$$\sigma \approx 0{,}0089.$$

Ці значення характеризують центр розподілу та ступінь розсіювання даних.

На наступному етапі будують гістограму емпіричних частот (рис. 2). Вона є набором прямокутників, де по осі абсцис відкладають інтервали, а по осі ординат – частоти. Гістограма дає змогу візуально оцінити форму розподілу.

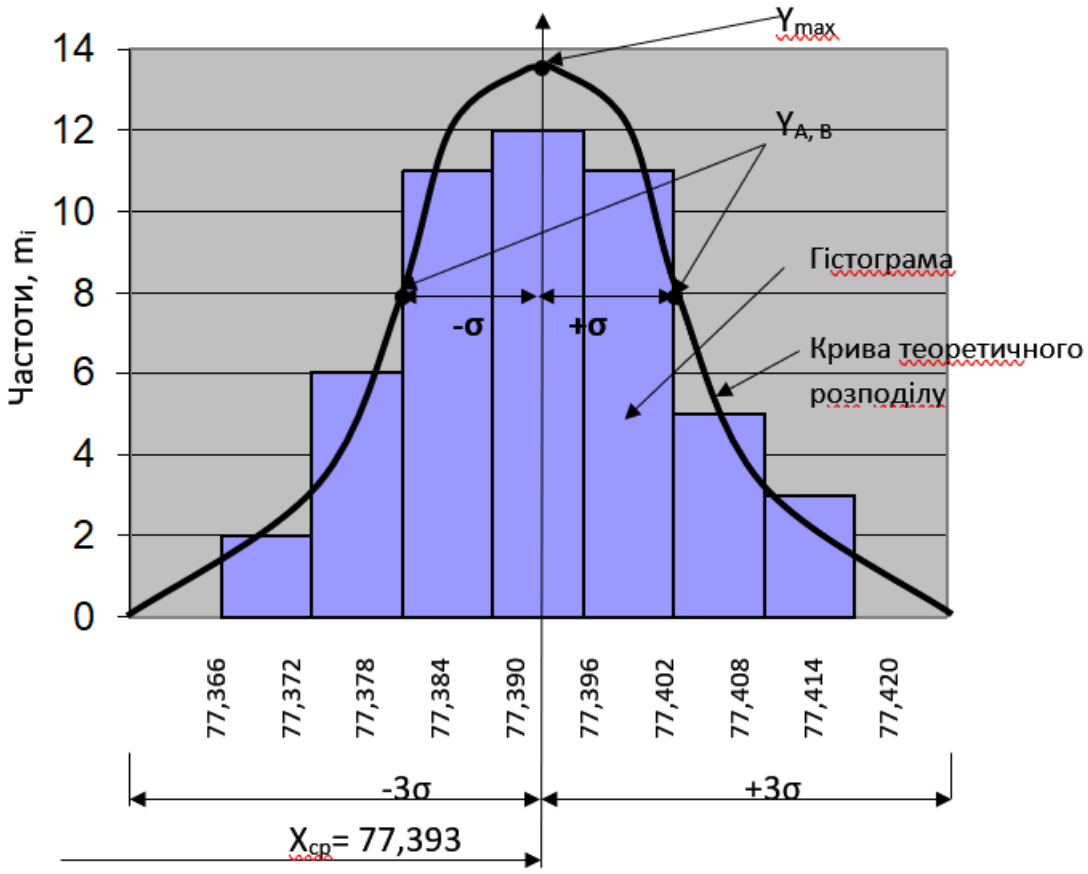


Рис. 2. **Гістограма та крива теоретичного розподілу**

Паралельно будують криву теоретичного розподілу (нормального), для чого визначають характерні точки. Зокрема, максимум кривої

$$Y_{max} \approx \frac{0{,}4 \cdot d \cdot n}{\sigma},$$

та точки перегину

$$Y_{A,\,B} \approx \frac{0{,}24 \cdot d \cdot n}{\sigma}.$$

Як видно з графіка, емпіричний розподіл є близьким до нормального, що свідчить про стабільність технологічного процесу.

У результаті виконання завдання отримано основні статистичні характеристики вибірки, побудовано гістограму та теоретичну криву розподілу. Це дозволяє зробити висновок, що досліджуваний процес є достатньо однорідним, а відхилення параметрів мають випадковий характер і підпорядковуються нормальному закону розподілу.

Контрольні запитання для самоперевірки

1. Дайте визначення статистики як науки. Охарактеризуйте основні етапи її історичного розвитку.
2. У чому полягає сутність статистичного аналізу технологічних процесів? Чим відрізняється активний контроль від пасивного?
3. Які є основні характеристики центру групування випадкової величини? У чому полягає їхня відмінність?
4. Які показники використовують для оцінювання розсіювання даних? Що вони характеризують?
5. Які є основні методи аналізу якості та статистичного дослідження? У чому полягає їхнє практичне призначення?

Рекомендована література: [1; 7].

Тема 7. Статистичні методи оброблення експериментальних даних

Метою самостійної роботи є поглиблення знань здобувачів вищої освіти про закономірності розподілу випадкових величин та формування практичних умінь аналізу експериментальних даних із використанням сучасних статистичних методів. Самостійну роботу спрямовано на засвоєння основних законів розподілу (нормального, біноміального, Пуассона), розуміння їх застосування в технічних і наукових дослідженнях, а також на оволодіння методами перевірки статистичних гіпотез і оцінювання параметрів генеральної сукупності. Важливим є формування здатності обґрунтовано вибирати методи статистичного аналізу залежно від характеру досліджуваних даних і умов експерименту.

Методи, використовувані для виконання самостійної роботи: імовірнісний метод, який є основою для аналізу випадкових процесів і який застосовують у ході роботи з біноміальним і пуассонівським розподілами; метод статистичної перевірки гіпотез, що використовують для оцінювання відповідності емпіричних даних теоретичним моделям (зокрема, за критерієм Пірсона), а також для порівняння вибіркових середніх і дисперсій; метод вибіркового аналізу, який застосовують для оцінювання параметрів генеральної сукупності на основі обмежених даних, зокрема побудови довірчих інтервалів і визначення необхідного обсягу вибірки.

Передбачений результат: звіт про виконання завдання для самостійної роботи у формі доповіді або презентації.

У результаті виконання самостійної роботи здобувачі вищої освіти формують такі **професійні компетентності:** здатність навчатися й оволодівати сучасними знаннями; знання та розуміння предметної області й розуміння професійної діяльності; здатність застосовувати знання в практичних ситуаціях; здатність ухвалювати обґрунтовані рішення.

Теоретичні відомості

У межах цієї теми розглядають основні статистичні методи оброблення експериментальних даних, які є необхідними для аналізу результатів досліджень і ухвалення обґрунтованих рішень. Центральне місце займає вивчення законів розподілу випадкових величин, оскільки саме вони допомагають описувати закономірності зміни досліджуваних параметрів.

Найбільш поширеним у практиці є нормальний закон розподілу, який характеризує випадкові величини, що формуються під впливом великої кількості незалежних факторів. Такий розподіл має симетричну форму і визначається двома параметрами – середнім значенням і середнім квадратичним відхиленням. У технологічних процесах нормальний розподіл дає змогу оцінити якість продукції та стабільність виробництва.

Окрім нормального, використовують і інші закони розподілу. Закон ексцентриситету та закон модуля різниці застосовують для опису асиметричних розподілів. Пуассонівський розподіл використовують тоді, коли ймовірність події є малою, а кількість випробувань великою, наприклад, під час аналізу дефектів у продукції. Біноміальний розподіл застосовують

для опису результатів незалежних випробувань із двома можливими наслідками і широко використовують у задачах контролю якості.

Важливим етапом статистичного аналізу є перевірка гіпотез щодо закону розподілу випадкової величини. Для цього застосовують критерій Пірсона (χ^2), який дозволяє оцінити відповідність емпіричного розподілу теоретичному. Суть методу полягає в порівнянні емпіричних і теоретичних частот і визначенні ступеня їх відхилення.

Крім того, у статистичному аналізі використовують методи перевірки гіпотез про рівність середніх значень та дисперсій. Для порівняння середніх застосовують критерій Стьюдента, а для порівняння дисперсій – відповідні відношення дисперсій із використанням табличних значень. Це дає змогу встановити, чи є відмінності між вибірками статистично значущими.

Особливе місце займає вибірковий контроль, який допомагає зробити висновки про генеральну сукупність на основі аналізу обмеженої кількості спостережень. Вибірки можуть бути випадковими або навмисними, малими або великими, миттєвими або загальними. Важливою характеристикою є точність оцінювання та надійність результатів, яку зазвичай приймають на рівні 0,95 або 0,99.

Для визначення необхідного обсягу вибірки використовують спеціальну методику, що враховує задану точність і надійність. При цьому застосовують функції розподілу Стьюдента, які дозволяють визначити коефіцієнти для розрахунку обсягу вибірки.

Оцінювання параметрів генеральної сукупності здійснюють за допомогою довірчих інтервалів. Довірчий інтервал визначає межі, у яких із заданою ймовірністю перебуває істинне значення досліджуваної величини. Це є важливим інструментом для оцінювання точності експериментальних результатів.

Значну увагу приділяють приймальному контролю якості продукції. Він є системою заходів, спрямованих на перевірку відповідності продукції встановленим вимогам. Розрізняють контроль за кількісними, якісними й альтернативними ознаками. У першому варіанті аналізують числові значення параметрів, у другому – класифікацію за ознаками, а в третьому – поділ продукції на придатну та дефектну.

Статистичний приймальний контроль регламентується відповідними стандартами і передбачає використання різних планів контролю,

які визначають обсяг вибірки, критерії прийняття або відхилення партії продукції, а також допустимий рівень дефектності (AQL). Важливими поняттями є приймальне число та бракувальне число, які визначають рішення щодо якості партії.

Отже, статистичні методи оброблення експериментальних даних є потужним інструментом дослідження, який дає змогу аналізувати випадкові процеси, перевіряти гіпотези, оцінювати параметри та забезпечувати контроль якості продукції. Їх застосування є необхідною умовою проведення сучасних наукових і технічних досліджень.

Контрольні запитання для самоперевірки

1. Які основні закони розподілу випадкових величин використовують у статистичному аналізі? У чому полягає їхня сутність?
2. У чому полягають основні властивості нормального розподілу? Яке практичне значення має правило "трьох сигм"?
3. Які є умови застосування пуассонівського та біноміального розподілів? У яких задачах їх використовують?
4. У чому полягає сутність статистичної перевірки гіпотез? Як застосовують критерій Пірсона (χ^2)?
5. Які методи використовують для перевірки гіпотез щодо рівності середніх значень і дисперсій вибірок?
6. Що таке вибірковий контроль? Які його основні види та характеристики?
7. Як визначають обсяг вибірки? Які фактори впливають на його величину?
8. Що таке довірчий інтервал? Яке його значення для оцінювання параметрів генеральної сукупності?
9. У чому полягає сутність статистичного приймального контролю за кількісною ознакою? Які його переваги?
10. Які є особливості статистичного приймального контролю за якісною й альтернативною ознаками?

Рекомендована література: [1; 2].

Тема 8. Планування експерименту

Метою самостійної роботи є формування в здобувачів вищої освіти системного розуміння процесів моделювання динамічних явищ та оволодіння методами аналізу часових рядів для виявлення закономірностей розвитку систем. Самостійну роботу спрямовано на засвоєння понять моделі, адекватності моделювання, структури та властивостей часових рядів, а також на формування вмінь розрізняти тренд і коливання, визначати їхні характеристики та використовувати ці знання для аналізу і прогнозування процесів. Важливим завданням є розвиток здатності інтерпретувати емпіричні дані, будувати аналітичні моделі та оцінювати їхню придатність для практичного застосування.

Методи, використовувані для виконання самостійної роботи: метод математичного моделювання, який є ключовим і передбачає побудову функціональних залежностей, що описують зміну показників у часі; статистичний метод, який використовують для оброблення емпіричних даних, визначення середніх показників, темпів зростання та інших характеристик динаміки; рефлексивний метод, що забезпечує оцінювання адекватності побудованих моделей, правильності виконаних розрахунків та обґрунтованості отриманих висновків.

Передбачений результат: звіт про виконання завдання для самостійної роботи у формі доповіді або презентації.

У результаті виконання самостійної роботи здобувачі вищої освіти формують такі **професійні компетентності:** здатність навчатися й оволодівати сучасними знаннями; знання та розуміння предметної області й розуміння професійної діяльності; здатність застосовувати знання в практичних ситуаціях; здатність ухвалювати обґрунтовані рішення.

Теоретичні відомості

У межах цієї теми розглядають моделювання як важливий інструмент наукового пізнання й аналізу складних процесів. Модель є спрощеним відображенням реального об'єкта або явища, яке допомагає дослідити його властивості, передбачити поведінку й ухвалювати обґрунтовані рішення. Основною особливістю будь-якої моделі є її наближений характер, оскільки вона відображає лише суттєві аспекти реальності.

При цьому важливо дотримуватися принципу адекватності, тобто відповідності моделі цілям дослідження, повноті опису, доступності вихідних даних і можливості ефективного використання.

Моделі класифікують за різними ознаками. Виділяють моделі прямої, непрямої та умовної подібності. Пряма подібність передбачає фізичну схожість із об'єктом, непряма – базується на абстрактних відповідностях, а умовна – забезпечує передавання знань у символічній формі. Важливими поняттями є ізоморфізм і гомоморфізм, які характеризують ступінь відповідності структури моделі та реального об'єкта.

У дослідженні систем важливе місце займають моделі їх функціонування. Вони описують зміну стану системи в часі під впливом вхідних факторів. Такі моделі базуються на математичних залежностях між вхідними параметрами, станом системи та її виходами. Використання операторів переходу і виходу дозволяє формалізувати процес функціонування та здійснювати прогнозування.

Центральним об'єктом вивчення теми є часові ряди. Часовий ряд визначають як послідовність значень показника, упорядкованих у часі, що характеризують динаміку розвитку певного явища або процесу. Аналіз часових рядів дає змогу виявити закономірності зміни показників, оцінити їхні тенденції та здійснювати прогнозування.

У ході аналізу динаміки розрізняють два основні складники: тенденцію (тренд) і коливання. Тренд відображає довгострокову зміну показника та характеризує основний напрям розвитку системи. Коливання, навпаки, є відхиленнями від тренду, які може бути зумовлено випадковими або систематичними факторами.

Для характеристики динаміки використовують абсолютні, відносні та середні показники. Абсолютні показники відображають зміну рівнів у числовому вираженні, відносні – у формі темпів зростання і приросту, а середні допомогають узагальнити динаміку за певний період. Важливими є такі показники, як середній рівень ряду, середня абсолютна зміна та середній темп зростання.

Залежно від характеру розвитку явища виділяють різні типи трендів: лінійний, експоненційний, логарифмічний, гіперболічний і логістичний. Кожен із них описує певний тип зміни процесу, і його використовують відповідно до емпіричних даних.

Коливання в часових рядах можуть мати різну природу. Виділяють пилкоподібні (маятникові), циклічні та випадкові коливання. Пилкоподібні

коливання характеризуються регулярними змінами, циклічні – довготривалими періодами повторення, а випадкові – хаотичними відхиленнями.

Для оцінювання сили коливань використовують такі показники, як амплітуда, середнє абсолютне відхилення та середнє квадратичне відхилення від тренду. Амплітуда визначає крайні межі коливань, тоді як середні показники дозволяють оцінити їхню інтенсивність.

Особливим видом коливань є сезонні, які повторюються через певні проміжки часу (наприклад, щорічно). Для їх аналізу використовують середні відхилення місячних або квартальних значень від середнього рівня.

Для оцінювання стійкості часових рядів застосовують спеціальні методи. Серед них виділяють процентний розмах, ковзне середнє та середню відсоткову зміну. Ковзне середнє дає змогу згладжувати випадкові коливання і виділяти тренд, що є важливим для подальшого прогнозування.

Отже, моделювання часових рядів є важливим інструментом аналізу динамічних процесів. Воно допомагає виявляти закономірності розвитку явищ, оцінювати вплив різних факторів та будувати прогнози, що є необхідним для ухвалення ефективних управлінських і наукових рішень.

Практичне завдання

Розгляньмо систему масового обслуговування – одноканальну систему з відмовами, у якій заявки надходять випадковим чином, а обслуговування також має випадкову тривалість.

За умовою потік заявок є пуассонівським із параметром $\lambda = 0{,}8$, а час обслуговування має показниковий розподіл із параметром $\mu = 1{,}5$. Потрібно методом Монте-Карло визначити кількість обслужених заявок і середній час обслуговування за період $T = 30$ хв.

На першому етапі здійснюють генерацію випадкових чисел $r_i \in (0; 1)$, які використовують для моделювання часу між надходженнями заявок. Час між двома заявками визначають за такою формулою:

$$\tau_i = -\frac{1}{\lambda} ln\, r_i \,.$$

Аналогічно визначають час обслуговування:

$$t_i = -\frac{1}{\mu} ln\, r_i\ .$$

Далі послідовно обчислюють моменти надходження заявок:

$$T_i = T_{i-1} + \tau_i.$$

Перші значення є такими: за r_1 = 0,10 маємо τ_1=0,460, тому друга заявка надходить у момент T_2 = 0,460. Аналогічно обчислюють наступні моменти.

На кожному кроці перевіряють стан системи. Якщо канал обслуговування вільний (тобто момент надходження заявки є більшим за момент завершення попереднього обслуговування), заявку приймають до обслуговування. Якщо канал зайнятий – заявка дістає відмову.

Час завершення обслуговування визначають так:

$$T_i^{(end)} = T_i + t_i.$$

У процесі моделювання ведуть облік кількості обслужених заявок, кількості відмов, часу перебування заявок у системі.

Згідно з результатами за період моделювання було:

обслужено x = 12 заявок;

відмовлено 8 заявкам.

Для підвищення достовірності результатів виконують кілька серій експериментів. Наприклад, маємо такі значення:

$$x_1 = 12;\ x_2 = 15;\ x_3 = 14;\ x_4 = 12;\ x_5 = 13;\ x_6 = 15.$$

Математичне очікування кількості обслужених заявок визначають як вибіркове середнє:

$$\overline{\mathrm{X}} = \frac{12+15+14+12+13+15}{6} = 13{,}5.$$

Середній час обслуговування однієї заявки визначають як середнє значення згенерованих t_i, яке в середньому наближається до теоретичного значення:

$$E(t) = \frac{1}{\mu} \approx 0{,}67 \text{ хв.}$$

У результаті моделювання встановлено, що система має обмежену пропускну здатність, а частину заявок не обслуговують через зайнятість каналу. Це свідчить про потребу оптимізації системи, наприклад, через збільшення кількості каналів або зменшення часу обслуговування.

Цей приклад демонструє застосування імітаційного моделювання для аналізу систем масового обслуговування, що дозволяє оцінити їхню ефективність і ухвалювати обґрунтовані управлінські рішення.

Контрольні запитання для самоперевірки

1. Що таке моделювання як метод наукового пізнання? У чому полягає його відмінність від безпосереднього дослідження об'єкта?
2. Які є основні види моделей за ступенем визначеності?
3. Чим відрізняються детерміновані й стохастичні моделі?
4. У чому полягає різниця між трендом і коливаннями в часовому ряді? Як вони впливають на аналіз даних?
5. Які є основні типи трендів? У яких випадках їх застосовують?
6. Що таке абсолютні та відносні показники динаміки? Як їх розраховують?
7. У чому полягає сутність середніх показників динаміки? Яке їхнє практичне значення?
8. Які є основні типи коливань у часових рядах? Як їх можна ідентифікувати?
9. Що таке адекватність моделі? Які є критерії її оцінювання?
10. У чому полягає роль моделі функціонування системи? Які її основні компоненти?

Рекомендована література: [1; 6; 7].

Тема 9. Методи оптимізації наукових експериментів

Метою самостійної роботи є формування в здобувачів вищої освіти цілісного уявлення про принципи організації експериментальних досліджень та оволодіння методами побудови математичних моделей об'єктів і процесів. Особливу увагу приділено розумінню ролі факторів і відгуків, вибору області експериментування, формуванню матриці планування експерименту та оцінюванню адекватності отриманих моделей. У результаті виконання самостійної роботи здобувачі вищої освіти мають навчитися обґрунтовувати структуру експерименту, визначати оптимальні умови його проведення та інтерпретувати результати дослідження з позицій математичної статистики.

Методи, використовувані для виконання самостійної роботи: аналітичний метод, який застосовують для вивчення основних понять планування експерименту, етапів побудови моделей та класифікації факторів; метод абстрагування, що дозволяє виділяти суттєві характеристики досліджуваних процесів і формувати їх узагальнене математичне подання; метод математичного моделювання, який є ключовим і передбачає побудову функції відгуку у формі аналітичної залежності між змінними, зокрема у формі поліноміальних моделей.

Передбачений результат: звіт про виконання завдання для самостійної роботи у формі доповіді або презентації.

У результаті виконання самостійної роботи здобувачі вищої освіти формують такі **професійні компетентності:** здатність навчатися й оволодівати сучасними знаннями; знання та розуміння предметної області й розуміння професійної діяльності; здатність застосовувати знання в практичних ситуаціях; здатність ухвалювати обґрунтовані рішення.

Теоретичні відомості

Планування експерименту є сучасним етапом розвитку наукового пізнання, який дозволяє ефективно досліджувати складні об'єкти та процеси в умовах обмежених ресурсів. Його сутність полягає в цілеспрямованому виборі кількості дослідів і умов їх проведення для отримання максимальної інформації з мінімальними витратами. На відміну від пасивного спостереження, експеримент передбачає активне втручання дослідника в процес, здійснюване на основі попередньо сформованої теорії.

Історично передумови планування експерименту пов'язані з комбінаторними задачами, зокрема з магічними квадратами, які забезпечували рівномірність розподілу чисел. Надалі розвиток методів планування експерименту було пов'язано з роботами Р. Фішера, який заклав основи дисперсійного аналізу та факторного планування. Подальшого розвитку набули методи скорочення кількості дослідів (дробові репліки, насичені плани), а також методи оптимізації експериментів, запропоновані Дж. Боксом і К. Вілсоном.

Сучасне планування експерименту тісно пов'язане з побудовою математичних моделей. Процес моделювання передбачає кілька послідовних етапів: від збирання апріорної інформації та вибору факторів до проведення експерименту, статистичного оброблення результатів і формування практичних рекомендацій. Центральним елементом є встановлення залежності між вхідними змінними (факторами) і вихідною змінною (відгуком), яку часто подають у формі поліноміальної моделі.

Фактори, що впливають на процес, можуть бути кількісними або якісними, але ключовою вимогою до них є керованість. Це означає, що дослідник повинен мати можливість задавати їхні значення та підтримувати їх сталими протягом експерименту. Вихідна змінна, або відгук, характеризує результат впливу факторів і має бути вимірюваною та інтерпретованою.

Геометрично залежність між факторами та відгуком подають у вигляді поверхні відгуку, яка відображає поведінку системи у факторному просторі. Для одного фактора ця залежність має вигляд кривої, а для двох факторів – поверхні, яку аналізують через перерізи. Зі збільшенням кількості факторів складність аналізу різко зростає, що зумовлює потребу спеціальних методів планування експерименту.

Важливим етапом є вибір математичної моделі та оцінювання її адекватності. Адекватність означає відповідність моделі експериментальним даним. Для цього широко використовують дисперсійний аналіз, який допомагає визначити, яким є внесок кожного фактора в загальну варіацію результату. Загальну дисперсію розкладають на складники, що відповідають впливу факторів і випадкових похибок.

Побудову плану експерименту реалізовують у формі матриці планування, де кожен рядок відповідає окремому досліду, а стовпці – значенням факторів. Найпростішим є повний факторний експеримент

типу 2^k, у якому кожен фактор варіюється на двох рівнях. Для двох факторів це дає чотири досліди, які геометрично відповідають вершинам квадрата.

Фактори в плані експерименту часто кодують значеннями +1 і −1, що спрощує обчислення й аналіз. Кодування означає перехід від натуральних одиниць вимірювання до безрозмірної системи координат. Це дає змогу уніфікувати оброблення даних і застосовувати стандартні методи статистичного аналізу.

Особливу роль відіграє вибір області експериментування, яку визначають на основі апріорної інформації та технічних обмежень. У межах цієї області вибирають центр експерименту (нульові рівні факторів) та інтервали їх варіювання. Область експерименту є частиною загальної області можливих значень факторів.

Після побудови матриці планування проводять експеримент, причому для підвищення достовірності результати можуть повторюватися. Важливим принципом є рандомізація – випадкове визначення порядку проведення дослідів, що допомагає усунути систематичні похибки.

Оброблення результатів експерименту базується на статистичних методах, зокрема дисперсійному аналізі. Він дозволяє оцінити значущість факторів і їхніх взаємодій. За допомогою критерію Фішера визначають, чи є вплив факторів істотним.

Отже, планування експерименту є потужним інструментом дослідження складних систем, який поєднує математичне моделювання, статистичний аналіз і практичну організацію дослідів. Його застосування допомагає не лише описувати процеси, але й оптимізувати їх, визначаючи найкращі умови функціонування систем.

Практичне завдання

Розгляньмо задачу з оцінювання впливу методики навчання на рівень засвоєння матеріалу. Є три групи здобувачів вищої освіти (по 10 осіб), які навчалися різними методами: за першоджерелом, за підручником і за допомогою комп'ютерних програм (табл. 4). Після навчання всі здобувачі вищої освіти проходять тестування.

Таблиця 4

Бали тесту за трьома методиками

№	Першоджерело	Підручник	Комп'ютерні програми
1	28	39	41
2	33	52	49
3	42	53	56
4	47	54	62
5	48	56	63
6	50	58	64
7	50	59	65
8	51	63	72
9	60	64	77
10	71	77	87

На першому етапі формулюють нульову гіпотезу: методика навчання не впливає на результат, тобто середні значення в усіх трьох групах однакові.

Далі обчислюють основні статистичні характеристики. За даними табл. 4 визначають суми значень у кожній групі: першоджерело – 480, підручник – 575, комп'ютер – 636. Загальна сума становить 1691.

Після цього обчислюють загальну суму квадратів відхилень:

$$S_{заг} = 5034{,}967.$$

Факторна сума квадратів (вплив методики):

$$S_{факт} = 1236{,}067.$$

Залишкова сума квадратів:

$$S_{зал} = 3798{,}9.$$

Далі визначають дисперсії. Факторна дисперсія:

$$S^2_{факт} = 618{,}033.$$

Залишкова дисперсія:

$$S^2_{\text{зал}} = 140{,}7.$$

Обчислюють значення критерію Фішера:

$$F_{\text{набл}} = \frac{618{,}033}{140{,}7} \approx 4{,}39.$$

За довідковими таблицями (за рівня значущості 0,05 і ступенів свободи $k_1 = 2$, $k_2 = 27$) критичне значення:

$$F_{\text{кр}} = 3{,}354.$$

Оскільки

$$F_{\text{набл}} > F_{\text{кр}},$$

нульову гіпотезу відхиляють.

Це означає, що методика навчання істотно впливає на результати тестування. Іншими словами, є статистично значущі відмінності між трьома групами. Аналіз середніх значень показує, що найвищий результат мають здобувачі вищої освіти, які навчалися за допомогою комп'ютерних програм, що свідчить про більшу ефективність цього методу.

Отже, у ході виконання практичного завдання було продемонстровано застосування однофакторного дисперсійного аналізу для перевірки гіпотези, оцінювання впливу факторів та обґрунтування висновків щодо ефективності досліджуваних методів.

Контрольні запитання для самоперевірки

1. Що таке експеримент як метод наукового пізнання? Чим він відрізняється від спостереження?
2. У чому полягає сутність планування експерименту? Які його основні завдання?
3. Які є етапи побудови математичної моделі експерименту? Їхній зміст.

4. Що таке фактори та відгук у плануванні експерименту? Які вимоги висувають до факторів?

5. Що таке поверхня відгуку? Як її інтерпретують у факторному просторі?

6. У чому полягає сутність повного факторного експерименту типу 2^k? Як формують матрицю планування?

7. Що таке кодування факторів? Із якою метою використовують значення +1 та −1?

8. У чому полягає ефект взаємодії факторів? Як він виявляється в результатах експерименту?

9. Що таке рандомізація експерименту? Яку роль вона відіграє в ході проведення досліджень?

10. У чому полягає сутність дисперсійного аналізу під час планування експерименту? Як оцінюють значущість факторів?

Рекомендована література: [3; 5; 6].

Тема 10. Проєктні форми наукових досліджень

Метою самостійної роботи є формування в здобувачів вищої освіти системного розуміння принципів постановки та розв'язання оптимізаційних задач, а також набуття практичних навичок побудови математичних моделей і вибору найкращих рішень в умовах обмежень. Особливу увагу приділено усвідомленню ролі цільової функції та обмежень, формалізації задачі, інтерпретації результатів оптимізації та оцінюванню їхньої практичної доцільності. У процесі самостійної роботи здобувачі вищої освіти мають навчитися переходити від реальної задачі до математичної моделі, визначати критерії оптимальності й обґрунтовувати отримані результати.

Методи, використовувані для виконання самостійної роботи: аналітичний метод, який використовують для вивчення сутності оптимізаційних задач, їх класифікації та основних підходів до розв'язання; метод формалізації, що забезпечує перехід від опису задачі до системи математичних залежностей у формі рівнянь і нерівностей; графічний метод, який використовують для знаходження оптимального рішення в разі двох змінних через аналіз області допустимих рішень; симплекс-метод,

застосовуваний для розв'язання багатовимірних задач, який передбачає ітераційне поліпшення рішення на основі симплекс-таблиць.

Передбачений результат: звіт про виконання завдання для самостійної роботи у формі доповіді або презентації.

У результаті виконання самостійної роботи здобувачі вищої освіти формують такі **професійні компетентності:** здатність навчатися й оволодівати сучасними знаннями; знання та розуміння предметної області й розуміння професійної діяльності; здатність застосовувати знання в практичних ситуаціях; здатність ухвалювати обґрунтовані рішення.

Теоретичні відомості

Оптимізація є важливим етапом наукового дослідження, оскільки в більшості практичних задач потрібно не просто знайти допустиме рішення, а визначити найкраще з можливих. Існує велика кількість допустимих варіантів, але лише деякі з них є оптимальними з погляду заданого критерію. Отже, оптимізацію спрямовано на мінімізацію або максимізацію певної цільової функції за наявності обмежень.

Будь-яка оптимізаційна задача складається з двох основних компонентів: обмежень і цільової функції. Обмеження визначають допустиму область рішень, їх задають у формі рівнянь або нерівностей, тоді як цільова функція відображає критерій якості рішення. Наприклад, цільова функція може мінімізувати витрати або максимізувати прибуток.

Найчастіше розглядають типові класи оптимізаційних задач: виробничі задачі, транспортні задачі, задачі про інвестиції, призначення, комівояжера та задачі про пакування рюкзака. Кожна з них має свою специфіку, але всі вони є пошуком оптимального рішення в умовах обмежень.

Особливу увагу приділено завданням лінійного програмування, у яких і обмеження, і цільова функція є лінійними. Такі задачі є найбільш дослідженими та відносно простими для розв'язання. Якщо ж хоча б один із елементів задачі є нелінійним, то задача належить до нелінійного програмування і значно ускладнюється.

Процес розв'язання задачі оптимізації починають із її формалізації, тобто переходу від словесного опису до математичної моделі. Це передбачає введення змінних, складання системи обмежень та формування цільової функції. Наприклад, у виробничій задачі вводять змінні, що відповідають кількості продукції, а обмеження описують наявні ресурси.

Для задач із двома змінними можна застосовувати графічний метод розв'язання. Його сутність полягає в побудові області допустимих рішень на координатній площині та визначенні точки, у якій цільова функція набуває оптимального значення. Оптимальне рішення завжди міститься в одній із вершин багатокутника допустимих рішень.

Однак графічний метод має обмеження, оскільки його можна застосовувати лише для задач із двома змінними. У більш складних випадках використовують симплекс-метод, який є ітераційним алгоритмом послідовного поліпшення рішення. Цей метод базується на побудові симплекс-таблиць і переході від одного базисного рішення до іншого через вибір напряму поліпшення цільової функції.

Симплекс-метод передбачає кілька ключових етапів: формування початкового допустимого рішення, побудову симплекс-таблиці, перевірку оптимальності (за наявності від'ємних коефіцієнтів у рядку цільової функції), вибір головного елемента й виконання ітерацій до досягнення оптимального розв'язку. Оптимального рішення досягають тоді, коли в останньому рядку таблиці немає від'ємних значень.

Важливою особливістю сучасного етапу є використання комп'ютерних засобів для розв'язання задач оптимізації. Програмні інструменти, зокрема Microsoft Excel (функція "Пошук рішення"), дають змогу автоматизувати обчислення та значно спростити процес знаходження оптимального рішення.

Отже, методи оптимізації є невід'ємною складовою частиною наукових досліджень, оскільки дозволяють обґрунтовано вибирати найкращі варіанти рішень у складних умовах обмежень. Їх застосування забезпечує підвищення ефективності досліджень і ухвалення оптимальних управлінських рішень.

Практичне завдання

Виконання практичного завдання починають із аналізу умови задачі, яка належить до класу задач лінійного програмування. Наприклад, розглядають виробничу задачу, у якій потрібно визначити оптимальний обсяг випуску продукції в умовах обмежених ресурсів. На цьому етапі слід чітко ідентифікувати керовані змінні, ресурси та економічний критерій ефективності.

Далі здійснюють формалізацію задачі. Уводять змінні x_A та x_B, що відображають кількість виробів A і B. На основі даних про витрати

ресурсів формують обмеження у формі системи нерівностей, які описують допустиму область рішень. Ці обмеження є лінійними залежностями, що враховують наявні запаси ресурсів. Одночасно формують цільову функцію, яка відображає прибуток і підлягає максимізації.

Після побудови математичної моделі виконують розв'язання задачі графічним методом. Для цього нерівності замінюють відповідними рівняннями, будують їхні графіки на координатній площині та визначають область допустимих рішень. Вона є багатокутником у першій чверті, обмеженим прямими, які відповідають ресурсним обмеженням. Потім будують лінію цільової функції (лінію рівного прибутку) і здійснюють її паралельне переміщення до дотику з областю допустимих рішень.

Оптимальне рішення міститься у вершині багатокутника. Розв'язуючи систему рівнянь відповідних граничних прямих, отримують координати оптимальної точки: $x_A = 9$, $x_B = 2$. Це означає, що підприємству доцільно виробляти 9 одиниць продукції A і 2 одиниці продукції B. При цьому максимальний прибуток становить 65 грн.

На наступному етапі задачу розв'язують симплекс-методом, що дозволяє узагальнити підхід для багатовимірних задач. Спочатку нерівності перетворюють на рівняння через уведення додаткових змінних (запасів ресурсів). Після цього формують початкове базисне рішення та будують симплекс-таблицю.

Подальший процес є ітераційним. На кожному кроці перевіряють оптимальність поточного рішення за знаками коефіцієнтів цільової функції. Якщо серед них є від'ємні значення, вибирають напрям поліпшення – визначають ведучий стовпець і ведучий рядок. Далі виконують послідовне перетворення таблиці, що приводить до поліпшення значення цільової функції.

Ітераційний процес триває доти, доки в останньому рядку таблиці не залишиться від'ємних елементів. У фінальній таблиці всі коефіцієнти є невід'ємними, що свідчить про досягнення оптимального рішення. У результаті отримують оптимальний план: $x_A = 10$, $x_B = 5$, $x_C = 5$, а значення цільової функції дорівнює 95.

Завершальним етапом є інтерпретація результатів і перевірка їхньої правильності. Підстановка знайдених значень у цільову функцію підтверджує коректність обчислень. Також роблять висновок про ефективність використання ресурсів, оскільки в оптимальному рішенні їх використовують повністю.

Отже, у процесі виконання завдання дослідник послідовно проходить усі етапи оптимізаційного дослідження: від постановки завдання та його формалізації до пошуку оптимального рішення різними методами та його економічної інтерпретації.

Контрольні запитання для самоперевірки

1. Що таке задача оптимізації? У чому полягає відмінність між допустимим і оптимальним рішенням?
2. Які є основні компоненти оптимізаційної задачі? Яку роль вони відіграють?
3. Які є основні типи оптимізаційних задач?
4. У чому полягає відмінність між задачами лінійного та нелінійного програмування?
5. Як здійснюють формалізацію виробничої задачі у формі математичної моделі?
6. У чому полягає сутність графічного методу розв'язання задач лінійного програмування? Які його обмеження?
7. Як визначають область допустимих рішень і оптимальну точку за графічного методу?
8. У чому полягає ідея симплекс-методу? Які основні етапи його реалізації?
9. Що таке базисні та небазисні змінні в симплекс-методі? Як формують симплекс-таблицю?
10. За якою ознакою визначають досягнення оптимального розв'язку в симплекс-методі?

Рекомендована література: [1; 4; 6].

Рекомендована література

Основна

1. Вирішення завдань поліграфічного виробництва в умовах концептуальної невизначеності [Електронний ресурс] : монографія / авт. кол. : О. І. Пушкар, А. С. Гордєєв, Є. М. Грабовський, С. О. Назарова [та ін.]; за заг. ред. О. І. Пушкаря. – Харків : ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 2024. – 212 с. – Режим доступу : http://repository.hneu.edu.ua/handle/123456789/33110.

2. Володарський Є. Т. Теорія та практика експериментальних досліджень : навч. посіб. / Є. Т. Володарський, Л. О. Кошева. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. – 299 с.

3. Про присудження ступеня доктора філософії [Електронний ресурс] : постанова Кабінету Міністрів України від 6 берез. 2019 р. № 167. – Режим доступу : https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/167-2019-%D0%BF.

4. Пушкар О. І. Методологія та організація наукових досліджень [Електронний ресурс] : навч. посіб. / О. І. Пушкар. – Харків : ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 2020. – 886 с. – Режим доступу : http://www.repository.hneu.edu.ua/handle/123456789/23346.

Додаткова

5. Вимоги до журналів, що рецензуються, розроблені видавництвом "Ельзевір" (Elsevier) відповідно до міжнародних етичних правил наукових публікацій [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://www.elsevier.com/about/publishing-guidelines/publishing-ethics.

6. Каламбет С. В. Методологія наукових досліджень [Електронний ресурс] : навч. посіб. / С. В. Каламбет, С. І. Іванов, Ю. В. Півняк. – Дніпропетровськ : Вид-во Маковецький, 2018. – 191 с. – Режим доступу : https://pgasa.dp.ua/wp-content/uploads/2017/10/3-1.pdf.

7. Пушкар О. І. Мультимедійне видавництво [Електронний ресурс] : навч. посіб. / О. І. Пушкар. – 2-ге вид., допов. і переробл. – Харків : ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 2022. – 211 с. – Режим доступу : http://repository.hneu.edu.ua/handle/123456789/26822.

Зміст

Вступ 3
Змістовий модуль 1. Методологічні основи наукового дослідження 8
Тема 1. Методологія наукових досліджень 8
Тема 2. Технологія дослідницької роботи 13
Тема 3. Емпіричні методи дослідження та оброблення даних емпіричних досліджень 17
Тема 4. Теоретичні методи досліджень 21
Тема 5. Системний метод досліджень. Методологія дослідження складних систем 26
Змістовий модуль 2. Технологія планування експерименту 31
Тема 6. Становлення статистичних методів проведення експерименту 31
Тема 7. Статистичні методи оброблення експериментальних даних 36
Тема 8. Планування експерименту 40
Тема 9. Методи оптимізації наукових експериментів 45
Тема 10. Проєктні форми наукових досліджень 50
Рекомендована література 55
Основна 55
Додаткова 55

НАВЧАЛЬНЕ ВИДАННЯ

ТЕОРІЯ ТА ПРАКТИКА ЕКСПЕРИМЕНТУ

Методичні рекомендації до виконання самостійних робіт

здобувачів вищої освіти спеціальності G20 "Видавництво та поліграфія" освітньої програми "Технології електронних мультимедійних видань" другого (магістерського) рівня

Самостійне електронне текстове мережеве видання

Укладачі: **Гордєєв** Андрій Сергійович
Пушкар Олександр Іванович

Відповідальний за видання *О. І. Пушкар*

Редактор *Н. Г. Войчук*

Коректор *Н. Г. Войчук*

План 2026 р. Поз. № 117 ЕВ. Обсяг 57 с.

Видавець і виготовлювач – ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 61165, м. Харків, просп. Науки, 9-А

Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи до Державного реєстру ***ДК № 4853 від 20.02.2015 р.***