



Міністерство освіти і науки України
Національний університет водного господарства
та природокористування
Кафедра будівельних, дорожніх і меліоративних машин

02-01-561М

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання практичних завдань з навчальної дисципліни
«Методологія наукових досліджень»
для здобувачів вищої освіти другого (магістерського) рівня
за освітньо-професійною програмою
«Інжиніринг машин та обладнання»
спеціальності 133 «Галузеве машинобудування»

Рекомендовано науково-
методичною радою з якості ННМІ
Протокол № 1 від 27.08.2024 р.

Рівне – 2024

Методичні вказівки для виконання практичних завдань з дисципліни «Методологія наукових досліджень» для здобувачів вищої освіти другого (магістерського) рівня за освітньо-професійною програмою «Інжиніринг машин та обладнання» спеціальності 133 «Галузеве машинобудування» [Електронне видання] / Лук'янчук О. П. – Рівне : НУВГП, 2024. – 26 с.

Укладач: Лук'янчук О. П., доцент кафедри будівельних, дорожніх і меліоративних машин.

Відповідальний за випуск: Тхорук Є. І., доцент, в. о. завідувача кафедри будівельних, дорожніх та меліоративних машин.

Керівник групи забезпечення спеціальності
133 «Галузеве машинобудування»
ОПП «Інжиніринг машин та обладнання»: проф. Кравець С. В.

Розглянуто та рекомендовано на засіданні кафедри будівельних, дорожніх і меліоративних машин. Протокол №1 від 27.08.2024

Перевидання МВ 02–01–445 (2019 р.)

© О. П. Лук'янчук, 2024
© НУВГП, 2024

Зміст

Вступ	3
Практична робота № 1. Дослідження аналітичних моделей функціонування технічних систем за допомогою принципу Д'Аламбера	4
Практична робота № 2. Дослідження аналітичних моделей функціонування технічних систем за допомогою принципу Лагранжа	5
Практична робота № 3. Інтерполяція дослідних даних методом середніх	7
Практична робота № 4. Інтерполяція дослідних даних методом вибраних точок	11
Практична робота № 5. Інтерполяція дослідних даних методом найменших квадратів	14
Практична робота № 6. Методика вивчення наукових джерел інформації та їх бібліографія	17
Практична робота № 7. Методика написання наукової статті	21
Практична робота № 8. Методика написання тез наукової доповіді	24
Рекомендована література	26

Вступ

Об'єктивною тенденцією розвитку в умовах сьогодення є те, що наука стала провідним фактором прогресу. Вирішення економічних та соціальних проблем будь-якої держави вимагають наукового обґрунтування. Основною ланкою розвитку сучасної держави є інтелектуальний працівник.

Наука - сфера людської діяльності, функцією якої є вироблення і систематизація об'єктивних знань про дійсність. Основою науки є збирання, оновлення, систематизація, критичний аналіз фактів, синтез нових знань або узагальнень, що описують досліджувані природні або суспільні явища та (або) дозволяють будувати причинно-наслідкові зв'язки між явищами і прогнозувати їх перебіг.

Практична робота № 1

Тема. Дослідження аналітичних моделей функціонування технічних систем за допомогою принципу Д'Аламбера.

Мета: сформувати практичні навички застосування аналітичних моделей функціонування технічних систем складених за допомогою принципу Д'Аламбера.

1.1. Теоретичні відомості

Принцип Д'Аламбера (Д'Аламбера-Лагранжа). Якщо до заданих (активних) сил і реакцій зв'язків, які діють на точки механічної системи, приєднати сили інерції, то отримаємо зрівноважену систему сил.

Принцип Д'Аламбера дозволяє вирішувати динамічні задачі методами статyki. Цей принцип використовується у моделях функціонування, як правило тоді, коли розрахункова схема одномасова. При цьому диференціальні рівняння мають просту структуру і порівняно просте рішення.

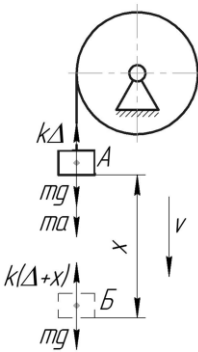


Рис. 1.1. Схема опускання вантажу

Приклад. Вантаж масою m опускається за допомогою тросу жорсткістю k перекинутого через блок, механізм зупиняється в положенні вантажу А. Визначити залежність додаткового шляху x який ще пройде вантаж від прискорення до положення Б за рахунок розтягу канату.

Послідовність розв'язку. Будуємо розрахункову схему, рис. 1.1. Прикладаємо активні сили, реакції і сили інерції. Складаємо рівняння рівноваги для положень А і Б. Віднімаємо одне рівнянням від іншого щоб отримати рівняння руху.

$$\text{Для А: } mg + ma - k\Delta = 0;$$

$$\text{для Б: } mg - k(\Delta+x) = 0.$$

$$\text{Рівняння руху: } ma + kx = 0, x = -ma/k$$

Будується лінійна залежність $x = f(a)$ при заданих значеннях m та k .

1.2. Завдання для індивідуальної роботи

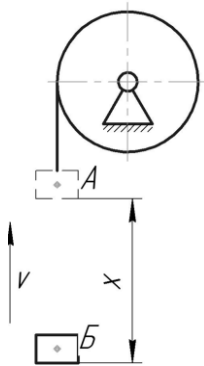


Рис. 1.2. Схема підйому ковша

За принципом Д'Аламбера побудувати аналітичну та графічну модель функціонування підйому ковша грейфера (див. рис. 1.2) у вигляді $v=f(t)$ (v – швидкість руху, t – час руху) при миттєвому розвантаженні в положенні Б, якщо барабан підйому загальмований.

Знайти швидкість переміщення ковша після розвантаження з положення Б в положення А через час $t=0,1$ с.

Вихідні дані для розрахунку:

Співвідношення маси матеріалу в ковші до маси ковша грейфера:

– № в списку групи $\times 0,2$.

Практична робота № 2

Тема. Дослідження аналітичних моделей функціонування технічних систем за допомогою принципу Лагранжа.

Мета: сформувати практичні навички дослідження аналітичних моделей функціонування технічних систем складених за допомогою принципу Лагранжа.

2.1. Теоретичні відомості

Принцип Лагранжа – якщо рух голономної системи описується узагальненими координатами x_1, x_2, \dots, x_i та узагальненими швидкостями $\dot{x}_1, \dot{x}_2, \dots, \dot{x}_i = \frac{dx_i}{dt}$, то узагальнене рівняння руху має вигляд:

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial T}{\partial \dot{x}_i} \right) - \frac{\partial T}{\partial x_i} = \frac{\partial \Pi}{\partial x_i},$$

де T, Π – енергія механічної системи відповідно кінетична і потен-

ціальна; x_i – узагальнена координата; $i=1, 2, \dots, n$ – число мас у розрахунковій схемі.

Принцип Лагранжа є найбільш загальним методом складання моделей функціонування, який базується на узагальненому рівнянні руху (рівнянні Лагранжа другого роду), яке вже містить закони Ньютона і немає потреби знаходити сили реакції зв'язків, оскільки в рівнянні використовуються віртуальна робота й узагальнені координати, які залежать від зв'язків.

Голономними є системи, які мають голономні зв'язки між елементами системи.

Зв'язки називають **голономними**, якщо відповідні їм рівняння не мають похідних від координат точок системи.

Узагальнені координати – це незалежні між собою параметри будь-якої розмірності, число яких дорівнює числу ступеней вільності системи і які однозначно визначають положення цієї системи, наприклад, кут повороту, лінійне переміщення. Число диференціальних рівнянь, які входять у модель функціонування, дорівнює числу узагальнених координат.

Приклад. Відповідно до розрахункової схеми на рис. 1.1 за допомогою рівняння Лагранжа побудувати модель функціонування.

Послідовність розв'язку. Кінетична і потенціальна енергія механічної системи при переміщенні ковша з положення А в положення Б:

$$T = \frac{m\dot{x}^2}{2}; \quad \Pi = mgx - \frac{k(x + \Delta)^2}{2}.$$

Складові рівняння Лагранжа:

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial T}{\partial \dot{x}_i} \right) = \frac{d}{dt} \left(\frac{m\dot{x}^2}{2} \right)'_{\dot{x}} = \frac{d}{dt} (m\dot{x}) = m\ddot{x};$$

$$\frac{\partial T}{\partial x_i} = \frac{d}{dx} \left(\frac{m\dot{x}^2}{2} \right) = 0;$$

$$\frac{\partial \Pi}{\partial x_i} = \frac{d}{dx} \left(mgx - \frac{k(x + \Delta)^2}{2} \right) = mg - kx - k\Delta; \quad mg = k\Delta;$$

Модель функціонування: $m\ddot{x} = -kx$.

2.2. Завдання для індивідуальної роботи

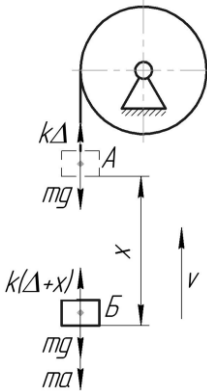


Рис. 2.1. Схема підйому ковша

За принципом Лагранжа побудувати аналітичну та графічну модель функціонування підйому ковша грейфера (рис. 2.1) у вигляді $x=f(t)$ (x – переміщення, t – час руху) при миттєвому розвантаженні в положенні Б, якщо барабан підйому загальмований.

Знайти величину переміщення ковша після розвантаження з положення Б в положення А через час $t=0,1$ с.

Вихідні дані для розрахунку:

Співвідношення маси матеріалу в ковші до маси ковша грейфера:

– № в списку групи $\times 0,2$.

Практична робота № 3

Тема. Інтерполяція дослідних даних методом середніх точок

Мета: сформувати практичні навички інтерполяції даних методом середніх точок

3.1. Теоретичні відомості

Метод середніх точок – один з найпростіших методів апроксимації, передбачає, що сума всіх відхилень дорівнює нулю, застосовується у випадках, коли необхідно досить швидко і без залучення спеціальних обчислювальних технологій отримати досить стерпну прогнозну модель, що описує вихідний ряд даних.

Його суть полягає в побудові на площині дослідних точок прямої лінії так, щоб вона найкращим чином проходила через усі точки або поруч з ними. Але яким би чином не знаходили значення коефіцієнтів моделі, при нанесенні її на графік лінія буде описувати вихідні

дні точки з деякою похибкою апроксимації.

Підбирати емпіричні формули починають з побудови графічної залежності явища, яке вивчається.

Отриманий ряд графічних даних розбивається вертикальною лінією на дві частини з рівною кількістю точок.

Через будь які дві точки можна провести пряму, то можна прийняти в загальному, що $y = A + B \cdot x$.

Для знаходження коефіцієнтів точки з'єднуються попаро (точки мають знаходитися з обох сторін від вертикальної лінії) і записується стільки рівнянь типу $y_i = A + B \cdot x_i$, скільки є дослідних точок (y_i, x_i – координати точок).

Отримані рівняння виписуються попарно і для кожної пари знаходяться коефіцієнти A і B , після чого вираховуються середні значення параметрів $A_{сеп}$ і $B_{сеп}$.

Результуюче рівняння прямої $y = A_{сеп} + B_{сеп} \cdot x$ наноситься на множину дослідних точок і розраховується точність апроксимації:

$$\varepsilon = \frac{\sum_n \left| \frac{y - y_{досл}}{y_{досл}} \right|}{n} 100\%$$

де y – значення цільової функції за результуючим рівнянням; $y_{досл}$ – дослідне значення цільової функції (з табл. 1); n - кількість дослідних точок.

Приклад. За вихідними даними табл. 3.1 наносимо точки в системі координат, проводимо вертикальну лінію і попарно з'єднуємо, рис. 3.1.

Таблиця 3.1

№ вар.	Значення цільової функції $y_{досл}$ при значенні фактора x									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0,8	0,75	0,7	0,7	0,55	0,5	0,35	0,4	0,25	0,3

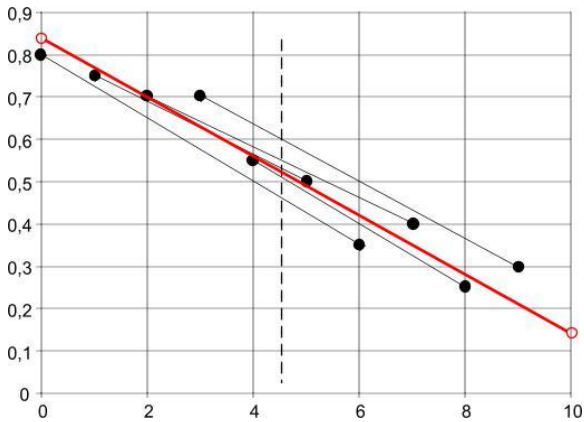


Рис. 3.1. Схема попарного з'єднання дослідних точок

Запишемо системи рівнянь для кожного відрізка:

$$\begin{cases} 0,8 = A + B \cdot 0 \\ 0,35 = A + B \cdot 6 \end{cases} \begin{cases} 0,75 = A + B \cdot 1 \\ 0,5 = A + B \cdot 5 \end{cases} \begin{cases} 0,7 = A + B \cdot 2 \\ 0,4 = A + B \cdot 7 \end{cases} \begin{cases} 0,7 = A + B \cdot 3 \\ 0,3 = A + B \cdot 9 \end{cases} \begin{cases} 0,55 = A + B \cdot 4 \\ 0,25 = A + B \cdot 8 \end{cases}$$

Визначаємо A і B для кожної системи:

$$\begin{array}{ccccc} A=0,8; & A=0,81; & A=0,82; & A=0,91; & A=0,87; \\ B=-0,08; & B=-0,06; & B=-0,06; & B=-0,07; & B=-0,08; \end{array}$$

Визначаємо середні A і B :

$$\begin{aligned} A_{\text{сєр}} &= (0,8+0,81+0,82+0,91+0,87)/5 = 0,84; \\ B_{\text{сєр}} &= -(0,08+0,06+0,06+0,07+0,08)/5 = -0,07; \end{aligned}$$

Запишемо результат та наносимо на масив дослідних точок, рис. 3.1 (суцільна товста лінія):

$$y = 0,84 - 0,07 \cdot x$$

Виразуємо точність апроксимації:

$$\begin{aligned} \epsilon_i &= 0,05; 0,0267; 0; 0,1; 0,0182; 0,02; 0,2; 0,125; 0,12; 0,3, \\ \epsilon_{\text{сєр}} &= 9,6\%. \end{aligned}$$

3.2. Завдання для індивідуальної роботи

Відобразити дослідні точки в системі координат та встановити

методом середніх точок лінійну апроксимуючу залежність згідно варіанта (табл. 3.2). Визначити точність апроксимації.

Таблиця 3.2

Вихідні дані

№ вар.	Значення цільової функції $y_{доел}$ при значенні фактора x									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	0,5	0,4	0,7	0,5	0,8	0,6	0,7	0,8	1	0,8
2.	0,5	0,5	0,7	0,6	0,8	0,9	0,7	0,9	1,0	1,1
3.	0	0,2	0,3	0,25	0,4	0,65	0,7	0,9	0,95	1
4.	0	0,1	0,15	0,4	0,6	0,5	0,7	0,9	0,9	1,1
5.	0	0,1	0,3	0,25	0,4	0,5	0,7	0,7	0,75	0,9
6.	0,85	0,75	0,7	0,5	0,55	0,5	0,3	0,2	0,25	0,1
7.	0,9	0,75	0,7	0,75	0,55	0,5	0,4	0,4	0,25	0,3
8.	1,8	2,6	2,5	3,1	4	3,9	3,8	4,85	4,9	5
9.	1,6	1,9	1,65	1,8	2	1,9	1,8	1,9	1,8	2
10.	1,4	1,35	1,4	1,5	1,45	1,5	1,55	1,45	1,5	1,6
11.	0,8	1,6	1,5	2,1	3,0	2,9	2,8	3,85	3,9	4
12.	0,6	0,9	0,65	0,8	1,0	0,9	0,8	0,9	0,8	1,0
13.	0,4	0,35	0,4	0,5	0,45	0,5	0,55	0,45	0,5	0,6
14.	1,0	1,3	0,9	1,2	1,0	0,9	0,9	1,1	0,9	0,7
15.	0	0,3	0,7	0,45	1,0	1,3	1,0	1,2	1,4	1,5
16.	1,5	1,3	1,3	1,4	1,1	0,65	0,9	0,5	0,6	0,5
17.	5,0	4,2	3,9	4,9	4,1	2,5	3,5	1,7	2,5	1,9
18.	1,5	1,5	1,7	1,6	1,8	1,9	1,7	1,9	2	2,1
19.	0,2	0,6	0,3	0,6	1	0,8	1,4	1,3	1,2	1,4
20.	1	1,2	1,3	1,25	1,4	1,65	1,7	1,9	1,95	2
21.	1	1,1	1,15	1,4	1,6	1,5	1,7	1,9	1,9	2,1
22.	1	1,1	1,3	1,25	1,4	1,5	1,7	1,7	1,75	1,9
23.	1,85	1,75	1,7	1,5	1,55	1,5	1,3	1,2	1,25	1,1
24.	1,8	1,75	1,7	1,7	1,55	1,5	1,4	1,4	1,25	1,3
25.	2	2,3	1,9	2,2	2	1,9	1,9	2,1	1,9	1,7
26.	1	1,3	1,7	1,45	2	2,3	2	2,2	2,4	2,5
27.	2,5	2,3	2,3	2,4	2,1	1,65	1,9	1,5	1,6	1,5
28.	6	5,2	4,9	5,9	5,1	3,5	4,5	2,7	3,5	2,9
29.	1,2	1,6	1,3	1,6	2	1,8	2,4	2,3	2,2	2,4
30.	1,5	1,4	1,7	1,5	1,8	1,6	1,7	1,8	2	1,8

Практична робота № 4

Тема. Інтерполяція дослідних даних методом вибраних точок.

Мета: сформувати практичні навички інтерполяції дослідних даних методом вибраних точок.

4.1. Теоретичні відомості

Метод вибраних точок – один з найпростіших методів інтерполяції з наближеною апроксимацією в вузлах. Заснований на припущенні, що сума відхилень є мінімальною, при цьому тип функції підбирається "на око", наближено.

Підбір емпіричних формул починають з побудови графічної залежності явища, яке вивчається. Якщо точки розташовані близько до прямої, то можна прийняти, що $y = A + B \cdot x$.

Для знаходження коефіцієнтів на графіку через дві точки, достатньо віддалені одна від одної з координатами x_1, y_1 і x_2, y_2 проводиться пряма (або декілька), відносно якої всі дослідні точки розташовуються найбільш симетрично.

Складаються рівняння $y_1 = A + B \cdot x_1$; $y_2 = A + B \cdot x_2$, після розв'язку яких знаходять коефіцієнти A і B .

У багатьох випадках важко зупинитись на одній будь-якій прямій, тому проводять кілька прямих, для кожної вираховують коефіцієнти A і B та суми різниць $\Sigma(y_i - A - B \cdot x_i)^2$. Беруть пряму у якої найменше значення цієї суми і розраховується точність апроксимації.

Приклад. За вихідними даними табл. 4.1 наносимо точки в системі координат, проводимо вертикальну лінію і попарно з'єднуємо, рис. 4.1.

Таблиця 4.1

№ вар.	Значення цільової функції $y_{досл}$ при значенні фактора x									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0,8	0,8	0,75	0,7	0,55	0,5	0,35	0,4	0,25	0,3

Записуємо системи рівнянь для кожного відрізка:

$$\begin{cases} 0,8 = A + B \cdot 1 \\ 0,25 = A + B \cdot 8 \end{cases} \quad \begin{cases} 0,75 = A + B \cdot 2 \\ 0,4 = A + B \cdot 7 \end{cases} \quad \begin{cases} 0,8 = A + B \cdot 0 \\ 0,3 = A + B \cdot 9 \end{cases}$$

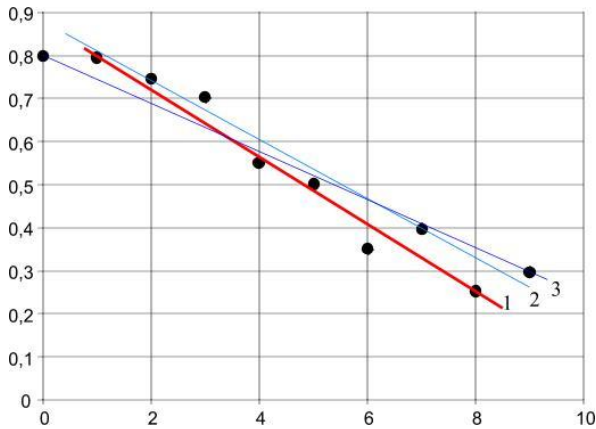


Рис. 4.1. Схема попарного з'єднання дослідних точок

Визначаємо A і B для кожної системи:

$$\begin{array}{lll} A=0,88; & A=0,82; & A=0,8; \\ B=-0,08; & B=-0,07; & B=-0,06; \end{array}$$

Визначаємо суми різниць $\Sigma(y_i - A - B \cdot x_i)^2$:

$$1 - (0,8 - 0,88 - (-0,08) \cdot 1)^2 + (0,25 - 0,88 - (-0,08) \cdot 8)^2 = 0,0001 - \underline{\underline{min}}$$

$$2 - (0,75 - 0,82 - (-0,07) \cdot 2)^2 + (0,4 - 0,82 - (-0,07) \cdot 7)^2 = 0,0098$$

$$3 - (0,8 - 0,8 - (-0,06) \cdot 0)^2 + (0,3 - 0,8 - (-0,06) \cdot 9)^2 = 0,0016$$

Вибираємо пряму 1, наводимо її на графіку і записуємо результат;

$$y = 0,88 - 0,08 \cdot x$$

Виразуємо точність апроксимації:

$$\varepsilon_i = 0,0222; 0,0667; 0,0286; 0,1467; 0,0182; 0,0400; 0,1429; 0,2000; 0,0400; 0,4667,$$

$$\varepsilon_{\text{сєр}} = 11,7\%.$$

4.2. Завдання для індивідуальної роботи

Відобразити дослідні точки в системі координат та встановити методом вибраних точок лінійну апроксимуючу залежність (з поміж трьох) згідно варіанта (табл. 4.2). Визначити точність апроксимації.

Таблиця 4.2

Вихідні дані

№ вар.	Значення цільової функції $y_{досл}$ при значенні фактора x										
	x	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	$y_{досл}$	0,8	1,6	1,5	2,1	3,0	2,9	2,8	3,85	3,9	4
2.	$y_{досл}$	0,6	0,9	0,65	0,8	1,0	0,9	0,8	0,9	0,8	1,0
3.	$y_{досл}$	0,4	0,35	0,4	0,5	0,45	0,5	0,55	0,45	0,5	0,6
4.	$y_{досл}$	1,0	1,3	0,9	1,2	1,0	0,9	0,9	1,1	0,9	0,7
5.	$y_{досл}$	1,5	1,3	1,3	1,4	1,1	0,65	0,9	0,5	0,6	0,5
6.	$y_{досл}$	0	0,3	0,7	0,45	1,0	1,3	1,0	1,2	1,4	1,5
7.	$y_{досл}$	5,0	4,2	3,9	4,9	4,1	2,5	3,5	1,7	2,5	1,9
8.	$y_{досл}$	0,2	0,6	0,3	0,6	1	0,8	1,4	1,3	1,2	1,4
9.	$y_{досл}$	0,5	0,4	0,7	0,5	0,8	0,6	0,7	0,8	1	0,8
10.	$y_{досл}$	0,5	0,5	0,7	0,6	0,8	0,9	0,7	0,9	1,0	1,1
11.	$y_{досл}$	0	0,2	0,3	0,25	0,4	0,65	0,7	0,9	0,95	1
12.	$y_{досл}$	0	0,1	0,15	0,4	0,6	0,5	0,7	0,9	0,9	1,1
13.	$y_{досл}$	0	0,1	0,3	0,25	0,4	0,5	0,7	0,7	0,75	0,9
14.	$y_{досл}$	0,85	0,75	0,7	0,5	0,55	0,5	0,3	0,2	0,25	0,1
15.	$y_{досл}$	0,8	0,75	0,7	0,7	0,55	0,5	0,4	0,4	0,25	0,3
16.	$y_{досл}$	1,8	2,6	2,5	3,1	4	3,9	3,8	4,85	4,9	5
17.	$y_{досл}$	1,6	1,9	1,65	1,8	2	1,9	1,8	1,9	1,8	2
18.	$y_{досл}$	1,4	1,35	1,4	1,5	1,45	1,5	1,55	1,45	1,5	1,6
19.	$y_{досл}$	2	2,3	1,9	2,2	2	1,9	1,9	2,1	1,9	1,7
20.	$y_{досл}$	1	1,3	1,7	1,45	2	2,3	2	2,2	2,4	2,5
21.	$y_{досл}$	2,5	2,3	2,3	2,4	2,1	1,65	1,9	1,5	1,6	1,5
22.	$y_{досл}$	6	5,2	4,9	5,9	5,1	3,5	4,5	2,7	3,5	2,9
23.	$y_{досл}$	1,2	1,6	1,3	1,6	2	1,8	2,4	2,3	2,2	2,4
24.	$y_{досл}$	1,5	1,4	1,7	1,5	1,8	1,6	1,7	1,8	2	1,8
25.	$y_{досл}$	1,5	1,5	1,7	1,6	1,8	1,9	1,7	1,9	2	2,1
26.	$y_{досл}$	1	1,2	1,3	1,25	1,4	1,65	1,7	1,9	1,95	2
27.	$y_{досл}$	1	1,1	1,15	1,4	1,6	1,5	1,7	1,9	1,9	2,1
28.	$y_{досл}$	1	1,1	1,3	1,25	1,4	1,5	1,7	1,7	1,75	1,9
29.	$y_{досл}$	1,85	1,75	1,7	1,5	1,55	1,5	1,3	1,2	1,25	1,1
30.	$y_{досл}$	1,8	1,75	1,7	1,7	1,55	1,5	1,4	1,4	1,25	1,3

Практична робота № 5

Тема. Інтерполяція дослідних даних методом найменших квадратів

Мета: сформувати практичні навички інтерполяції даних методом найменших квадратів

5.1. Теоретичні відомості

Метод найменших квадратів – один з найпростіших методів інтерполяції з наближеною апроксимацією в вузлах. Заснований на критерії оптимальності, який передбачає, що сума квадратів всіх відхилень мінімальна

Підбирати емпіричні формули починають з побудови графічної залежності явища, яке вивчається. Коли точки не лежать на одній прямій проводять лінеаризацію залежності шляхом заміни змінних або шукати екстраполюючу функцію у вигляді многочлена m степеня:

$$y = a_0 + a_1x + a_2x^2 + \dots + a_nx^m.$$

Коефіцієнти залежності підбираються за умови, що суми квадратів відхилень знайдених значень від дійсних значень мінімальні

$$\sum (y_i - y_{i \text{ розп}})^2 = \min,$$

де y_i – дійсні (дослідні) значення функції; $y_{i \text{ розп}}$ – розрахункові значення функції, тоді після перетворень з частковими похідними функції отримаємо:

$$a_0 n + a_1 \sum_{i=1}^n x_i + a_2 \sum_{i=1}^n x_i^2 + \dots + a_m \sum_{i=1}^n x_i^m = \sum_{i=1}^n y_i$$

$$a_0 \sum_{i=1}^n x_i + a_1 \sum_{i=1}^n x_i^2 + a_2 \sum_{i=1}^n x_i^3 + \dots + a_m \sum_{i=1}^n x_i^{m+1} = \sum_{i=1}^n x_i y_i$$

$$a_0 \sum_{i=1}^n x_i^2 + a_1 \sum_{i=1}^n x_i^3 + a_2 \sum_{i=1}^n x_i^4 + \dots + a_m \sum_{i=1}^n x_i^{m+2} = \sum_{i=1}^n x_i^2 y_i$$

$$a_0 \sum_{i=1}^n x_i^m + a_1 \sum_{i=1}^n x_i^{m+1} + a_2 \sum_{i=1}^n x_i^{m+2} + \dots + a_m \sum_{i=1}^n x_i^{2m} = \sum_{i=1}^n x_i^m y_i$$

Для знаходження a_0, a_1, \dots, a_m складемо систему з $m+1$ рівнянь.

Якщо точки розташовані близько до прямої, то можна прийняти, що $y = A + Bx$, тоді:

$$A = \frac{\sum x_i^2 \sum y_i - \sum x_i \sum x_i y_i}{n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}; \quad B = \frac{n \sum x_i y_i - \sum x_i \sum y_i}{n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}.$$

Приклад. За вихідними даними табл. 5.1 наносимо точки в системі координат, визначаємо тип залежності і розраховуємо її коефіцієнти, рис. 5.1.

Таблиця 5.1

№ вар.	Значення цільової функції $y_{\text{досл}}$ при значенні фактора x					
	1	2	3	4	5	6
0	5,1	15,6	32,3	55,2	84,3	119,6

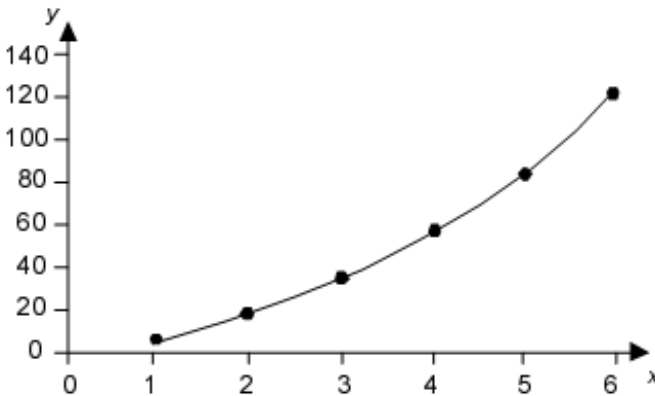


Рис. 5.1. Дослідна залежність

Приймаємо вид функції через дослідні точки ($n=6$) у вигляді многочлена 2 степеня ($m=2$):

$$y = a_0 + a_1 x + a_2 x^2$$

$$a_0 n + a_1 \sum_{i=1}^n x_i + a_2 \sum_{i=1}^n x_i^2 = \sum_{i=1}^n y_i$$

$$a_0 \sum_{i=1}^n x_i + a_1 \sum_{i=1}^n x_i^2 + a_2 \sum_{i=1}^n x_i^3 = \sum_{i=1}^n x_i y_i$$

$$a_0 \sum_{i=1}^n x_i^2 + a_1 \sum_{i=1}^n x_i^3 + a_2 \sum_{i=1}^n x_i = \sum_{i=1}^n x_i^2 y_i$$

$$n = 6, \sum_{i=1}^n x_i = 21, \sum_{i=1}^n x_i^2 = 91, \sum_{i=1}^n x_i^3 = 441, \sum_{i=1}^n x_i^4 = 2275,$$

$$\sum_{i=1}^n y_i = 312.1, \sum_{i=1}^n x_i y_i = 1493.1, \sum_{i=1}^n x_i^2 y_i = 7654.5.$$

Підставляючи отримані значення в систему запишемо:

$$6a_0 + 21a_1 + 91a_2 = 312.1 \quad \bullet \quad a_0 = 0.8;$$

$$21a_0 + 91a_1 + 441a_2 = 1493.1 \quad \bullet \quad a_1 = 1.2;$$

$$91a_0 + 441a_1 + 2275a_2 = 7654.5. \quad \bullet \quad a_2 = 3.1.$$

Шукана функція:

$$y = 0,8 + 1,2x + 3,1x^2.$$

5.2. Завдання для індивідуальної роботи

Відобразити дослідні точки та підібрану методом найменших квадратів параболічну залежність 2 степеня в системі координат згідно варіанта (табл. 5.2). Визначити точність апроксимації.

Таблиця 5.2

Вихідні дані

№ вар.	Познач.	Значення фактора X та цільової функції Y							
	X	1	2	3	4	5	6	7	8
1	Y	0,5	1,0	1,7	2,6	3,7	4,9	6,3	7,9
2	Y	26,9	25,3	23,0	19,9	16,1	11,5	6,1	0,0
3	Y	7,2	12,8	17,3	20,7	23,1	24,4	24,6	23,8
4	Y	9,1	9,2	9,7	10,5	11,6	13,0	14,8	16,8
5	Y	0,4	1,0	1,9	3,1	4,5	6,2	8,2	10,5
6	Y	9,6	16,8	22,3	26,0	27,9	28,0	26,4	23,0

№ вар.	Познач.	Значення фактора X та цільової функції Y							
	X	1	2	3	4	5	6	7	8
7	Y	0,7	2,1	4,3	7,3	11,1	15,8	21,3	27,6
8	Y	9,2	8,7	8,3	8,0	7,8	7,7	7,7	7,8
9	Y	1,1	2,4	4,5	7,4	11,0	15,5	20,7	26,8
10	Y	9,1	8,8	8,9	9,3	10,2	11,4	13,0	14,9
11	Y	5,9	10,6	14,5	17,6	20,1	21,7	22,7	22,8
12	Y	9,1	9,7	10,8	12,4	14,5	17,1	20,2	23,8
13	Y	0,7	2,0	4,0	6,8	10,2	14,4	19,2	24,8
14	Y	9,5	9,4	9,3	9,2	9,1	9,1	9,0	9,0
15	Y	0,9	2,2	4,2	6,8	10,0	13,8	18,3	23,5
16	Y	6,3	11,0	14,1	15,6	15,5	13,9	10,6	5,8
17	Y	1,3	2,5	4,5	7,2	10,6	14,7	19,6	25,2
18	Y	6,6	11,9	16,5	20,5	23,9	26,7	28,8	30,2
19	Y	1,1	1,8	2,5	3,3	4,2	5,3	6,4	7,6
20	Y	8,3	13,8	17,4	19,2	19,0	17,0	13,1	7,3
21	Y	0,5	0,9	1,4	2,0	2,6	3,4	4,2	5,2
22	Y	31,3	30,9	30,0	28,5	26,4	23,7	20,5	16,8
23	Y	7,7	13,9	18,9	22,8	25,7	27,4	28,0	27,6
24	Y	19,0	18,8	18,0	16,6	14,6	12,1	8,9	5,2
25	Y	9,1	9,4	10,1	11,1	12,6	14,5	16,8	19,5
26	Y	1,6	2,9	5,2	8,6	13,0	18,5	25,0	32,6
27	Y	0,8	1,8	3,1	4,7	6,5	8,6	10,9	13,5
28	Y	3,6	6,7	9,4	11,7	13,7	15,2	16,3	17,0
29	Y	1,4	2,6	4,1	5,9	7,9	10,3	12,9	15,7
30	Y	1,5	2,4	3,1	3,6	4,0	4,2	4,2	4,0

Практична робота № 6

Тема. Методика вивчення наукових джерел інформації та їх бібліографія

Мета: сформувати практичні навички застосування методичних підходів організації роботи з науковими першоджерелами та їх аналізу.

6.1. Теоретичні відомості

Вивчення літератури з обраної теми слід починати з загальних робіт, щоб отримати уявлення про основні питання, а пізніше вже вести пошук нового матеріалу.

Необхідно переглянути всі види джерел інформації опубліковані в вітчизняних та іноземних виданнях, зміст яких пов'язаний з темою дослідження в наступній послідовності:

- монографічні праці провідних вчених,
- звіти науково-дослідних робіт,
- дисертації, автореферати,
- статті в фахових збірниках
- статті в періодичних виданнях,
- інші документи.

Їх доповнюють газети, журнали та інтернет. Головна їх особливість полягає у свіжості наукової думки (в наукових журналах публікуються результати останніх досліджень), наявності великого фактичного матеріалу для аналізу.

В організації роботи над науковими першоджерелами необхідно дотримуватися таких правил.

1. Чітко знати перелік праць, які підлягають обов'язковому, поглибленому вивченню.

2. Враховувати, що різні наукові праці використовують для вирішення різноманітних завдань: одні безпосередньо розкривають зміст проблеми, інші з'ясовують методологічну суть проблеми, ще інші — охоплюють ширше коло проблем і корисні у вивченні кількох суміжних наук. Окремі теми вимагають обов'язкового вивчення кількох наукових праць, кожна з яких висвітлює одну грань проблеми.

3. Приступаючи до самостійного вивчення складних теоретичних праць, доводиться долати і певні психологічні труднощі.

Найдоцільніше вивчати наукову працю поетапно (рис. 6.1).

На першому етапі необхідно вивчити умови і причини, що спонукали автора до написання наукової праці. Корисним є і ознайомлення з критичною літературою, яка стосується цієї праці.

На другому етапі відбувається засвоєння її ідейно-теоретичного змісту.

Третім етапом роботи є систематизація, узагальнення знань, аналіз на їх основі конкретних фактів і подій дійсності.

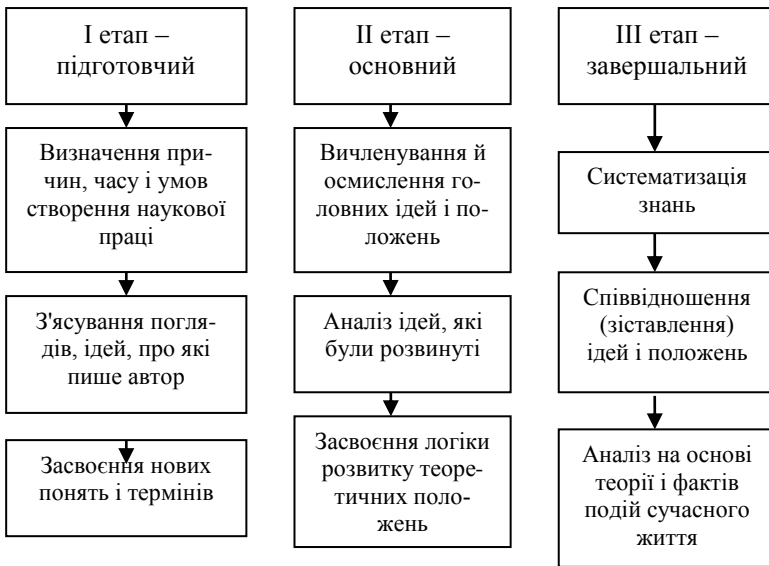


Рис.6.1. Методика поетапного вивчення наукової праці

Роботу з текстом інформаційного джерела рекомендовано також проводити поетапно:

- загальне ознайомлення з матеріалом в цілому за його змістом;
- швидкий перегляд усього змісту;
- проробка в порядку послідовності розміщення матеріалу;
- вибіркоче читання будь-якої частини монографії, дисертації, статті, посібника;
- занотовування матеріалу, що належить до теми і є цікавим;
- критична оцінка записаного, його редагування, чистовий запис, як фрагмент тексту майбутньої роботи.

Необхідно збирати тільки наукові факти, а не будь-які.

Під науковими фактами розуміють елементи, що складають основу наукового знання, які відображають об'єктивні властивості речей та процесів. Їм характерні такі властивості: новизна, точність, об'єктивність, достовірність.

Слід уважно ставитись до матеріалів, які використовуються в

роботі: офіційні дані, опубліковані від імені державних або громадських організацій, не повинні викликати сумніву; практично абсолютною достовірністю володіє опис винаходів як у монографії, так і в інформаційній статті.

Наукові статті мають знаходитись в залежності від достовірності вихідної інформації, що використовується. У них можуть міститися результати незакінчених наукових досліджень, тому їх необхідно особливо ретельно аналізувати й оцінювати. Подібно статтям, різного ступеня достовірності, відповідають доповіді, зроблені на наукових конференціях, симпозіумах тощо.

Особливо уважно потрібно користуватись цитатами, щоб без перекручень передати думку автора першоджерела.

Будь-яке наукове дослідження є довгою і копіткою роботою, що вимагає неабиякого терпіння виконавця. До важливих елементів особистісної культури дослідника належить ретельне застосування прочитаного під час роботи з книжкою та архівними матеріалами.

Залежно від мети використовують відповідні форми запису.

1. Бібліографічна довідка (у ній зазначають автора тексту, заголовок, видавництво, рік видання, загальну кількість сторінок).
2. План викладених у статті, монографії основних тем, питань.
3. Тези (стислий виклад прочитаного).
4. Конспект (послідовний виклад змісту книги, статті). Завдання конспектування полягає в глибокому осягненні прочитаного й викладенні його своїми словами.
5. Виписки (дослівні цитати з тексту джерела). Особливо зручні під час роботи в архіві.
6. Анотація (короткий виклад основних положень джерела, який розкриває його зміст).

Від наукової кваліфікації, особистої культури дослідника залежатиме точність виокремленої в текстах і занотованої головної інформації, адекватність її коментування, класифікація зібраних матеріалів, що істотно впливає на їх використання.

Після опрацювання інформації записується бібліографія розглянутих джерел.

В Україні 01 липня 2016 р. набув чинності ДСТУ 8302:2015 «Інформація та документація. Бібліографічне посилання. Загальні вимоги та правила складання» з уточненнями 2017 року, який установлює види посилань, правила та особливості їхнього складання і

розміщування у документах (див. додаток).

Приклад. Тема: «Аналіз конструкції глибокорозпушувачів»

1. Критичноглибинні двоярусні ґрунторозпушувачі : монографія / С. В. Кравець, М. П. Скоблюк, О. В. Стіньо, Р. В. Зоря ; за заг. ред. С. В. Кравця. – Рівне : НУВГП, 2018. – 235 с.

URI: <http://ep3.nuwm.edu.ua/id/eprint/10061>

- обґрунтування доцільності застосування глибокого розпушування;
- параметри двоярусних критичноглибинних ґрунторозпушувачів;
- дослідження впливу швидкості ножа на критичну глибину різання.

6.2. Завдання для індивідуальної роботи

Згідно з тематикою виконаних раніше курсових проектів група розбивається на тематичні підгрупи по 2-3 чол., користуючись методикою опрацювання наукової літератури, необхідно знайти і опрацювати 10 джерел інформації: монографії, автореферати, статті (не більше 25 років давності), скласти по них бібліографічну довідку, план тем, для 3-х найвагоміших зробити виписки і анотації.

Варіанти інформаційних досліджень:

- 1 – «Аналіз шляхів вдосконалення конструкції ...»;
- 2 – «Підвищення продуктивності робочого процесу ...»;
- 3 – «Дослідження параметрів робочого органа ...»;
- 4 – «Обґрунтування необхідності використання ...»;
- 5 – «Ефективність застосування ...» і т.п.

Практична робота № 7

Тема. Методика написання наукової статті

Мета: сформувати практичні навички написання наукової статті

7.1. Теоретичні відомості

Наукова стаття — це один із основних видів публікацій, розміщені в науковому журналі чи збірнику результати дослідження конкретного питання, що мають певне наукове й практичне значення.

Вона містить виклад проміжних або кінцевих результатів науко-

вого дослідження, висвітлює конкретне окреме питання за темою, фіксує науковий пріоритет автора, робить її матеріал надбанням фахівців. Наукова стаття подається до редакції в завершеному вигляді відповідно до вимог, які публікуються в окремих номерах журналів або збірниках у вигляді пам'ятки авторам.

Оптимальний обсяг наукової статті – 6-12 сторінок (0,5-0,7 д. а.).

Стаття повинна мати такі структурні елементи:

1. Вступ – постановка наукової проблеми, її актуальність, зв'язок з найважливішими завданнями науки й народного господарства України, значення для розвитку певної галузі науки або практичної діяльності. Як правило, вступ має включати у себе: визначення наукової гіпотези; докладно пояснювати причини, за якими розпочато дослідження; розкривати рівень актуальності даної теми (або 5–10 рядків).

2. Аналіз останніх досліджень і публікацій, в яких започатковано розв'язання даної проблеми та на яке спирається автор; існуючі погляди на проблему; труднощі при розробці даного питання, виділення невирішених питань у межах загальної проблеми, котрим присвячена стаття (0,5–2 сторінки тексту).

3. Формулювання мети статті передбачає виголошення головної ідеї даної публікації, яка суттєво відрізняється від існуючих, доповнює або поглиблює вже відомі підходи; уведення до наукового обігу нових фактів, висновків, рекомендацій, закономірностей або уточнення відомих раніше, але недостатньо вивчених.

4. Виклад змісту власного дослідження – основна частина статті. У ній висвітлюються основні положення й результати наукового дослідження, особисті ідеї, думки, отримані наукові факти, виявлені закономірності, зв'язки, тенденції, методика отримання та аналіз фактичного матеріалу, особистий внесок автора в досягнення й реалізацію основних висновків тощо (5-8 сторінок).

5. Висновок, в якому формулюється основний умовивід автора, зміст висновків і рекомендацій, їхнє значення для теорії й практики, суспільна значущість, коротко накреслюються перспективи подальших досліджень з теми (1/3 сторінки).

6. Бібліографічний список цитованої літератури, в якому вміщені бібліографічні описи тих джерел і літератури, на які є посилання у тексті статті.

7. Анотації, додаються до статей українською, російською та ан-

глійською мовами.

Жанр наукової статті вимагає дотримання певних правил:

- у правому верхньому куті розміщуються прізвище та ініціали автора; за необхідності вказуються відомості, що доповнюють дані про автора;
 - назва статті стисло відбиває її головну ідею, думку (якомога менше слів, краще — до п'яти);
 - ініціали ставлять перед прізвищем;
 - недоцільно ставити риторичні запитання; мають переважати розповідні речення;
 - не слід перевантажувати текст цифрами 1, 2 та ін. при переліках тих чи інших думок, положень; перелік елементів, позицій слід починати з нового рядка, відокремлюючи їх одне від одного крапкою з комою;
 - у тексті прийнятним є використання різних видів переліку: спочатку, на початку, спершу, потім, далі, нарешті; по-перше, по-друге, по-третє; на першому етапі, на другому етапі та ін.;
- цитати в статті використовуються дуже рідко; необхідно зазначити основну ідею, а після неї в дужках вказати прізвище автора, який уперше її висловив;
- усі посилання на авторитети подаються на початку статті, основний обсяг статті присвячують викладу власних думок; для підтвердження достовірності своїх висновків і рекомендацій не слід наводити висловлювання інших учених, оскільки це свідчить, що ідея дослідника не нова, була відома раніше і не підлягає сумніву;
 - стаття має завершуватися конкретними висновками і рекомендаціями.

Рукопис статті підписується авторами і подається до редакції. У разі необхідності до неї додається електронний варіант. Особливо цінними є статті, опубліковані у фахових наукових виданнях.

Приклад. Стаття 1: Дослідження та обґрунтування параметрів гребінчастого ножа землерийних машин,
<http://ep3.nuwm.edu.ua/6463/1/Vt7531%20zax.pdf>.

Стаття 2: Дослідження енергетичних параметрів автогрейдера,
<http://ep3.nuwm.edu.ua/9192/1/Vt7631.pdf.zax.pdf>.

7.2. Завдання для індивідуальної роботи

Згідно з тематикою виконаних раніше курсових проектів, ознайомитися зі структурою статей та скласти наукову статтю на тему аналізу варіантів вдосконалення або модернізації робочого обладнання користуючись інформаційними матеріалами опрацьованими в роботі №6.

Практична робота № 8

Тема. Методика написання тез наукової доповіді

Мета: сформувати практичні навички написання тез наукової доповіді

8.1. Теоретичні відомості

Тези (гр. *thesis* – положення, твердження) — це коротко, точно, послідовно сформульовані основні ідеї, думки, положення наукової доповіді, повідомлення, статті або іншої наукової праці.

Тези доповіді – це опубліковані до початку наукової конференції (з'їзду, симпозіуму) матеріали попереднього характеру, що містять виклад основних аспектів наукової доповіді. Вони фіксують науковий пріоритет автора, містять матеріали, не викладені в інших публікаціях.

Рекомендований обсяг тез наукової доповіді – 2-3 сторінки машинописного тексту через 1,5-2 інтервали.

Схематично структура тез наукової доповіді має такий вигляд: теза – обґрунтування – доказ – аргумент – результат – перспективи.

При підготовці тез наукової доповіді слід дотримуватися таких правил:

- у правому верхньому куті розміщують прізвище автора та його ініціали; при необхідності вказують інші дані, які доповнюють відомості про автора (студент, аспірант, викладач, місце роботи або навчання);
- назва тез доповіді коротко відображає головну ідею, думку, положення (2-5 слів);

- виклад суті доповіді здійснюється за такою послідовністю тез: актуальність проблеми; стан розробки проблеми (перелічуються вчені, які зверталися до розробки цієї проблеми); наявність проблемної ситуації; необхідність у її вивченні, вдосконаленні з огляду на сучасний стан її розробки, втілення; основна ідея, положення, висновки дослідження, якими методами це досягається; основні результати дослідження, їх значення для розвитку теорії та (або) практики.

Посилання на джерела, цитати в тезах доповіді використовуються рідко. Допускається опускати цифровий, фактичний матеріал.

Формулювання кожної тези починається з нового рядка. Кожна теза містить самостійну думку, що висловлюється в одному або кількох реченнях. Виклад суті ідеї чи положення здійснюється без наведення конкретних прикладів.

Виступаючи на науковій конференції (з'їзді, симпозіумі), можна посилатися на опубліковані тези доповіді і спинитися на одній із основних (дискусійних) тез. Зазначимо, що будь-які матеріали будь-яких конференцій, видані у будь-який період, належать до опублікованих праць, які лише додатково відображають наукові результати дисертації, тобто засвідчують апробацію результатів дисертації або підтверджують їх впровадження, висвітлюють певні процеси їх отримання.

Приклад. Тези 1. Матеріали XVII міжнародної науково-практичної конференції «Машинобудування очима молодих: прогресивні ідеї – наука – виробництво»
<https://www.stu.cn.ua/media/files/conference/mom17-t.pdf>.

Тези 2. Матеріали Всеукраїнської науково-технічної конференції «Сучасні тенденції розвитку машинобудування та транспорту»
<http://tmash.kdu.edu.ua/sites/conference/files/materials.pdf>.

8.2. Завдання для індивідуальної роботи

Згідно з тематикою виконаних раніше курсових проектів, ознайомитися зі структурою тез та скласти тези наукової доповіді на тему аналізу варіантів вдосконалення або модернізації робочого обладнання користуючись інформаційними матеріалами опрацьованими в роботах №6, №7.

Рекомендована література

1. Кравець С.В., Лук'янчук О.П., Тимейчук О.Ю. Дослідження робочих процесів машин і методи оптимізації: навч. посіб. – Рівне: НУВГП, 2011. 239с.
2. Швець Ф. Д. Методологія та організація наукових досліджень : навч. посіб. – Рівне : НУВГП, 2016. 151 с.
3. Кочкаръов Д.В. Інформаційні системи та математичні методи в наукових дослідженнях: навч. посібник. –Рівне: НУВГП, 2010. 75 с.
4. Швець Ф. Д. Основи наукових досліджень : навч. посіб. – Рівне: НУВГП, 2013. 208 с.
5. <http://nuwm.rv.ua/metods/nds/pages9.php> (сторінка сайту НУВГП з науковими публікаціями)