

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
Національний авіаційний університет

## АВІАЦІЙНА СВІЛОТЕХНІКА ТА СВІЛОВА СИГНАЛІЗАЦІЯ

Методичні вказівки з виконання курсової роботи  
для здобувачів вищої освіти  
ОС «Бакалавр» спеціальності 141  
«Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

Київ 2023

УДК

Укладачі:

*К. В. Молчанова* — канд. техн. наук, доцент кафедри;

*Т. Ю. Шкварницька* — канд. техн. наук, доцент кафедри;

*Т. І. Яремич* — старший викладач кафедри.

*Рецензент*

*Затверджено науково-методично-редакційною радою  
Національного авіаційного університету (протокол № \_\_\_\_\_ від  
\_\_\_\_\_ 2023 р.).*

**Авіаційна світлотехніка та світлова сигналізація:** метод. вказ. з виконання курсової роботи / уклад. : К. В. Молчанова, Т. Ю. Шкварницька, Т. І. Яремич. — К. : НАУ, 2023. — 30 с.

Містить короткі теоретичні відомості та завдання до курсової роботи із дисципліни «Авіаційна світлотехніка та світлова сигналізація».

Для здобувачів вищої освіти ОС «Бакалавр» спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

Навчальний матеріал дисципліни «Авіаційна світлотехніка та світлова сигналізація» структурований за модульним принципом.

Окремим (*другим*) модулем (освітнім компонентом) є курсова робота (КР), яка є важливою складовою закріплення та поглиблення теоретичних та практичних знань та вмінь, набутих студентом у процесі засвоєння навчального матеріалу дисципліни.

У третьому семестрі студенти очного навчання та в четвертому семестрі студенти заочного навчання виконують курсову роботу з дисципліни «Авіаційна світлотехніка та світлова сигналізація» на тему «Залежність дальності видимості вогнів підсистеми від метеорологічної дальності видимості» відповідно до затверджених в установленому порядку методичних рекомендацій з метою закріплення та поглиблення теоретичних та практичних знань та вмінь, набутих у процесі засвоєння навчального матеріалу дисципліни в області визначення дальності видимості аеродромних вогнів.

Конкретна мета курсової роботи: аналітичне визначення та побудова графіку залежності дальності видимості одного з вогнів підсистеми вогнів залежно від метеорологічної дальності видимості (або від аналогічного параметру, що характеризує прозорість атмосфери) одного з вогнів підсистеми вогнів з використанням заданого індивідуального варіанту.

Виконання, оформлення та захист КР здійснюється студентом в індивідуальному порядку відповідно до методичних рекомендацій.

Час, потрібний для виконання КР, – до 30 годин самостійної роботи.

Оцінювання проводиться відповідно до рейтингової системи оцінювання.

<b>Модуль №2 «Курсова робота»</b>	
Вид навчальної роботи	Мак кількість балів
	Денна та заочна форма навчання
Виконання курсової роботи	60
Захист курсової роботи	40
<b>Виконання та захист курсової роботи</b>	<b>100</b>

Відповідність рейтингової оцінки в балах оцінкам за національною шкалою

Рейтингова оцінка в балах		Оцінка за національною шкалою
Виконання КР	Захист КР	
54-60	36-40	Відмінно
45-53	30-35	Добре
36-44	24-29	Задовільно
менше 36	менше 24	Незадовільно

Відповідність підсумкової рейтингової оцінки в балах оцінці за національною шкалою та шкалою ECTS

Оцінка в балах	Оцінка за національною шкалою	Оцінка за шкалою ECTS	
		Оцінка	Пояснення
<b>90-100</b>	<b>Відмінно</b>	<b>A</b>	<b>Відмінно</b> (відмінне виконання лише з незначною кількістю помилок)
<b>82-89</b>	<b>Добре</b>	<b>B</b>	<b>Дуже добре</b> (вище середнього рівня з кількома помилками)
<b>75-81</b>		<b>C</b>	<b>Добре</b> (в загальному вірне виконання з певною кількістю суттєвих помилок)
<b>67-74</b>	<b>Задовільно</b>	<b>D</b>	<b>Задовільно</b> (непогано, але зі значною кількістю недоліків)
<b>60-66</b>		<b>E</b>	<b>Достатньо</b> (виконання задовольняє мінімальним критеріям)
<b>35-59</b>	<b>Незадовільно</b>	<b>FX</b>	<b>Незадовільно</b> (з можливістю повторного складання)
<b>1-34</b>		<b>F</b>	<b>Незадовільно</b> (з обов'язковим повторним курсом)

Підсумкова модульна рейтингова оцінка, отримана студентом за результатами виконання та захисту **курсвої роботи** в балах, за національною шкалою та шкалою ECTS заноситься до відомості модульного контролю, а також до навчальної картки, залікової книжки та Додатку до диплома, наприклад, так: **92/Відм./А, 87/Добре/В, 79/Добре/С, 68/Задов./D, 65/Задов./Е** тощо.

## **Основні поняття**

- Світлосигнальні системи аеродромів та їх склад.
- Поняття авіаційної метеорології.
- Розрахунок дальності видимості одного з вогнів підсистеми вогнів у залежності від метеорологічної дальності видимості.
- Розрахунок імовірності виявлення одного з вогнів підсистеми вогнів у залежності від метеорологічної дальності видимості.

## **Завдання до курсової роботи**

### **«Залежність дальності видимості вогнів підсистеми від метеорологічної дальності видимості»**

Виходячи із значення середньої сили світла в основному промені вогню, який належить підсистемі вогнів, та яскравості фону, а також значення порогового контрасту:

1. Описати призначення підсистеми вогнів, її місце в системі світлосигнального забезпечення польотів, її розміщення, світлотехнічні характеристики, які нормуються.
2. Визначити аналітично та побудувати графічно залежність дальності видимості (або аналогічного параметру, який характеризує прозорість атмосфери) в діапазоні прозорості атмосфери від 0 до 9 балів. Розрахунки виконувати для одного із самостійно обраних значень МДВ або аналогічного параметру, який характеризує прозорість атмосфери у межах кожного балу видимості атмосфери (якщо має місце інтервал значень). Для розрахунків необхідно вибирати одне із значень МДВ з діапазону.
3. Зробити висновки про видимість даного вогню виходячи з порогового значення освітленості, яке відповідає заданій яскравості фону.
4. Визначити аналітично та побудувати графічно залежність імовірності виявлення одного з вогнів підсистеми вогнів в залежності від метеорологічної дальності видимості (або аналогічного параметру, який характеризує прозорість

атмосфери) в діапазоні прозоростей атмосфери від 0 до 9 балів (аналогічно п. 2).

*Вказівки до виконання курсової роботи*

1. Яскравість фону наведено у таблиці 1 та вибирається згідно алфавітного списку групи.
2. Значення порогового контрасту  $\varepsilon_{\min} = 0,05$ .
3. Значення МДВ або аналогічного параметру, який характеризує прозорість атмосфери, наведено у таблиці 2.
4. Для визначення ймовірності виявлення одного з вогнів підсистеми вогнів прийняти час спостереження  $t$  рівний 0,21 с в умовах бінокулярного зору з полем зору 45 градусів.

Таблиця 1

Значення яскравості фону для підсистем вогнів

№	Підсистема вогнів	Середня сила світла в основному промені, кд	Яскравість фону, кд/м <sup>2</sup>
1	2	3	4
1	Підсистема вогнів наближення системи вогнів малої інтенсивності (ВМІ)	2400	5
2	Підсистема вогнів наближення системи вогнів малої інтенсивності (ВМІ)	1200	20
3	Вхідні вогні (ВМІ)	1800	60
4	Вхідні вогні (ВМІ)	600	80
5	Бічні вогні ЗПС (ВМІ)	1200	10
6	Бічні вогні ЗПС (ВМІ)	600	40
7	Обмежувальні вогні (ВМІ)	300	50
8	Обмежувальні вогні (ВМІ)	150	70

Продовження табл. 1

1	2	3	4
9	Підсистема центрального ряду вогнів наближення системи високої інтенсивності (ВВІ)	20000	100
10	Підсистема центрального ряду вогнів наближення системи високої інтенсивності (ВВІ)	10000	200
11	Підсистема центрального ряду вогнів наближення системи високої інтенсивності (ВВІ)	7500	300
12	Підсистема бічного ряду вогнів наближення системи вогнів високої інтенсивності (ВВІ)	10000	400
13	Підсистема бічного ряду вогнів наближення системи вогнів високої інтенсивності (ВВІ)	5000	500
14	Підсистема бічного ряду вогнів наближення системи вогнів високої інтенсивності (ВВІ)	2500	600
15	Вхідні вогні (ВВІ)	15000	700
16	Вхідні вогні (ВВІ)	5000	800
17	Бічні вогні ЗПС (ВВІ)	10000	900
18	Бічні вогні ЗПС (ВВІ)	9000	1000
19	Бічні вогні ЗПС (ВВІ)	8000	1100

Продовження табл. 1

1	2	3	4
20	Бічні вогні ЗПС (ВВІ)	7000	1200
21	Бічні вогні ЗПС (ВВІ)	6000	1200
22	Бічні вогні ЗПС (ВВІ)	5000	1300
23	Обмежувальні вогні (ВВІ)	5000	1400
24	Обмежувальні вогні (ВВІ)	2500	1500
25	Обмежувальні вогні (ВВІ)	1250	1600
26	Осьові вогні ЗПС (повздовжній інтервал 30 м)	10 000	1700
27	Осьові вогні ЗПС (повздовжній інтервал 30 м)	7500	1800
28	Осьові вогні ЗПС (повздовжній інтервал 30 м)	5000	5000
29	Осьові вогні ЗПС (повздовжній інтервал 30 м)	2500	4000
30	Осьові вогні ЗПС (повздовжній інтервал 15 м)	10 000	100000
31	Осьові вогні ЗПС (повздовжній інтервал 15 м)	7500	8000
32	Осьові вогні ЗПС (повздовжній інтервал 15 м)	5000	7000
33	Осьові вогні ЗПС (повздовжній інтервал 15 м)	2500	6000
34	Вогні зони приземлення	10 000	110



Продовження табл. 1

1	2	3	4
35	Вогні зони приземлення	7500	95
36	Вогні зони приземлення	5000	85
37	Вогні зони приземлення	2500	75
38	Вогні руліжних доріжок	200	65
39	Вогні руліжних доріжок	150	135
40	Вогні руліжних доріжок	100	145

ВМІ – вогні малої інтенсивності

ВВІ – вогні високої інтенсивності

Таблиця 2

Значення метеорологічної дальності видимості

Характеристика видимості атмосфери	Бал видимості	МДВ, км	Питома прозорість атмосфери $\tau_1$	$\alpha$ , * км <sup>-1</sup>
1	2	3	4	5
Відмінна видимість на висоті 7...10 км	10	557	0,995	0,007
	10	391	0,990	0,010
	10	260	0,985	0,015
	10	195	0,980	0,020
	10	156	0,975	0,025
	10	130	0,970	0,030
	10	112	0,965	0,035
	10	97	0,960	0,040
	10	87	0,955	0,045
	10	78	0,950	0,050

Продовження табл. 2

1		2	3	4	5
		10	70	м	0,056
		10	65		0,060
Відмінна видимість		9	50 і більше	0,925 і більше	0,078
Хороша видимість		8	20...50	0,823...0,925	0,195...0,078
Димка	Слабка	7	10...20	0,676...0,823	0,391...0,195
	Помітна	6	4...10**	0,376...0,676*	0,780...0,391
	Сильна	5	2...4	0,141...0,376	1,95...0,78
	Дуже сильна	4	1...2	0,02...0,141	3,91...1,95
Туман	Слабкий	3	0,5...1	$10^{-3,4} \dots 0,21$	7,8...3,91
	Помітний	2	0,2...0,5	$10^{-3,4} \dots 10^{-8,5}$	19,5...7,80
				0,1***	$10^{-17}$
	Сильний	1	0,05...0,2	$10^{-3,4} \dots 10^{-8,5}$	39,1...19,5
	Дуже сильний	0	0,05	$10^{-8,5}$	39,1
		0,02	$10^{-85}$	195	
		0,01	$10^{-170}$	391	
Примітки	* Розрахунки виконані за виразом (13) при значенні порогового контрасту $\varepsilon_{\text{mim}} = 0,02$ ** В логарифмічній шкалі при МДВ= 5 км $\tau = 0,46$ . *** Часто застосовується у розрахунках.				

### КОРОТКІ ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

Основною характеристикою, яку використовують при здійсненні зльоту та посадки повітряних суден, є дальність видимості на ЗПС (ДВ ЗПС), яка визначається як максимальна відстань у напрямку зльоту або посадки, на якій ЗПС або вогні, які спеціально позначають її, можуть бути видні пілоту в момент приземлення. Мета забезпечення інформацією про ДВ ЗПС – дати можливість пілотам та особам, які використовують аеронавігаційні засоби, оцінити умови видимості на аеродромі та прийняти рішення про виліт, здійснення посадки або ухід на запасний аеродром.

*Дальність видимості на ЗПС (RVR)* – відстань, в межах якої пілот повітряного корабля, що знаходиться на осьовій лінії ЗПС, може бачити маркування її покриття або вогні, які обмежують ЗПС або позначають її осьову лінію (метр, м).

Оцінка RVR здійснюється за допомогою розрахунків, що базуються на законі Кошмідера (при використанні об'єктів або маркерів) і на законі Алларда (при використанні вогнів), беручи до уваги переважаючі атмосферні умови.

### ***Визначення дальності видимості***

У відповідності з Doc 9157-AN/901 ICAO «Руководство по проектированию аэродромом (часть 4 Визуальные средства)» [1], видимість вогнів визначається пороговою освітленістю на сітківці ока. Визначення освітленість на сітківці ока виконується за *законом Алларда*:

$$E_p = \frac{I \cdot \tau^R}{R^2} \quad (1)$$

де  $E_p$  – освітленість створювана світлотехнічним пристроєм на відстані  $R$ ;

$\tau$  – питомий коефіцієнт пропускання атмосфери (коефіцієнт пропускання шару атмосфери товщиною 1 км);

$R$  – відстань між світлосигнальним пристроєм і спостерігачем.

Як альтернатива прозорості ( $\tau$ ) властивість атмосфери поглинати світло може бути виражена за допомогою показника поглинання ( $\sigma$ ). Взаємозв'язок між ними виражається таким чином:

$$\sigma = -\ln \tau \quad (2)$$

Тому вираз (1) можна записати:

$$E_p = \frac{I \cdot e^{-\sigma \cdot R}}{R^2} \quad (3)$$

Для визначення дальності видимості вогнів аеродромних світлосигнальних систем відношення (3) перетворюється із врахуванням відомої залежності, яка витікає із *закону Кошмідера*:

$$\text{MOR} = \frac{3}{\sigma}, \quad (4)$$

а саме:

$$R^2 = \frac{I}{E_p} \cdot e^{-\frac{3 \cdot R}{MOR}} \quad (5)$$

Використовуючи вираз (5), дальність видимості вогнів аеродромних світлосигнальних систем розраховується методом ітерацій.

Якщо освітленість сітківки рівна пороговій освітленості, тобто мінімальній освітленості, що сприймається оком, то даний світлосигнальний пристрій можна побачити і відстань  $R$  є візуальною дальністю видимості цього світлосигнального пристрою. Значення мінімальної освітленості (порогової освітленості), що визначається для визначення візуальної дальності наведені у таблиці 3.

Таблиця 3

Значення порогової освітленості для розрахунків візуальної дальності видимості

Умови спостереження	Порогова освітленість	
	Люкси (кд/м <sup>2</sup> )	Кандела /кілометр <sup>2</sup>
Ніч	$8 \cdot 10^{-7}$	0,8
Проміжне значення	$10^{-5}$	10
Нормальний день	$10^{-4}$	100
Яскравий день (сонячне світло)	$10^{-3}$	1000

Для визначення сили світла світлосигнального пристрою, необхідно щоб виконувались умови його спостереження на відстані  $R$  та прозорості атмосфери з питомим коефіцієнтом  $\tau$  вираз (1) застосовують у вигляді:

$$I = E_p \cdot R^2 \cdot \tau^{-R} \quad (6)$$

### **Ймовірність виявлення аеродромних світлосигнальних вогнів у залежності від умов спостереження**

Вважають, що зорова система надає людині до 90% відсотків усієї інформації, що сприймається. Отримання інформації про навколишній світ за допомогою зору завжди можна розглядати як

послідовний або одночасний розв'язок ряду задач. Такими задачами може бути пошук і знаходження об'єкту, розпізнання його за рядом ознак (формі, кольору, наявності ти чи інших деталей і т.п.) При певних умовах око може побачити об'єкт. Тоді говорять, що об'єкт перебуває нижче порогу зорового сприйняття, ймовірність побачити його рівна нулю. При інших умовах око миттєво, цілком чітко бачить об'єкт – ймовірність розв'язання задачі у цьому випадку складає сто відсотків 100%. Зрозуміло, що існує проміжна область, для якої можна говорити про ту чи іншу ступінь достовірності правильного розв'язку зорової задачі.

Таким чином, успішність розв'язання зорової задачі можливе у ти випадках, коли умови видимості перевищують порогові.

Термін “видимість” об'єкта має досить широке значення і пов'язаний з метеорологією, зокрема з атмосферною оптикою, фотометруванням ландшафтів, світлотехнікою, фізіологічною оптикою і т.п.

Як відомо, зорове сприйняття точкових джерел світла, до яких відносяться світлосигнальні вогні (з певної відстані спостереження) визначається їх блиском. Про положення джерела світла найчастіше буває відомо лише те, що він розташований у деякому полі зору. Для знаходження об'єкта, пов'язаного з його пошуком, блиск точкового об'єкта повинен бути більшим за порогове значення  $E_n$ , рівне  $2 \cdot 10^{-8}$  лк при яскравості фону  $10^{-6}$  кд/м<sup>2</sup> (практична темнота) і тим більше необхідна ймовірність його знаходження, чим менший час пошуку і т.п.

Математично функціональний зв'язок між яскравістю фону  $L$  і пороговим блиском  $E_n$  для фовеального зору описується формулою Гершуна:

$$E_n = 1,6 \cdot 10^{-7} \cdot L^n,$$

де  $E_n$  – пороговий блиск точкового джерела світла, лк;

$L$  – яскравість фону, кд/м<sup>2</sup>;

$n$  – показник ступеня, що залежить від яскравості фону і визначається з рівняння  $n = 0,6 + 0,1 \cdot \lg L$  у межах зміни яскравості  $= 10^{-3} \dots 30$  кд/м<sup>2</sup>. Якщо  $30$  кд/м<sup>2</sup>  $= 0,75$

При сприйманні світлових сигналів звичайно буває необхідність не тільки помітити джерело світла, але і визначити його колір. Отриманий вираз дає можливість розрахувати в залежності від

яскравості фону пороговий блиск  $E$  джерела світла, при якому спостерігач може помітити тільки наявність джерела світла, але не може визначити його колір.

Візуальний пошук, що здійснюється неозброєним оком, має велике значення при знаходженні об'єктів. Його роль нині не тільки не зменшилася, а ,навпаки, все більше зростає, завдяки ряду незаперечних переваг у порівнянні з неоптичними методами як по відношенню дальності знаходження, так і у відношенні точності контролю.

Такими перевагами можна вважати:

- 1) висока роздільна здатність (біля 1' для неозброєного ока);
- 2) можливість робити у широкому діапазоні яскравостей ( $L = 10^6 \dots 10^{-4}$  кд/м<sup>2</sup>), завдяки здатності ока до швидкої реадаптації;
- 3) здатність ока працювати у достатньо широкому спектральному діапазоні (380...760) нм та розрізняти колір;
- 4) висока світлова чутливість ока (абсолютний поріг 10<sup>-9</sup> лк);
- 5) здатність достатньо точно сприймати рух об'єктів (впізнавання об'єктів за ознакою руху);
- 6) здатність оператора до навчання та тренування;
- 7) здатність аналізувати та виключати непотрібні у даний момент об'єкти і т.п.

Не слід також забувати про деякі фактори, які можуть створювати негативний вплив на успіх візуального пошуку об'єктів. До них відносяться втомлюваність, психологічний стан оператора, що залежить від внутрішніх і зовнішніх умов, реакції оператора на появу сигналу і т.п.

Відомо, що для визначення максимальної дальності, на якій буде можливе виявлення об'єктів, з врахуванням даних стосовно гостроти центрального і периферійного зору називають фактори, що сприяють успішному зоровому пошуку:

- 1) високий контраст між об'єктами і фоном;
- 2) великий розмір об'єкта;
- 3) мала швидкість руху відносно спостерігача;
- 4) обмежена площа пошуку.

Для візуального пошуку об'єктів основними факторами, що визначають видимість об'єктів оком, а середовище поширення сигналу – атмосфера, для протяжних об'єктів є:

- 1) кутовий розмір об'єкта;

- 2) контраст об'єкта з фоном;
- 3) яскравість об'єкта;
- 4) кутовий розмір поля огляду;
- 5) час пошуку;
- 6) прозорість атмосфери;
- 7) швидкість об'єкта;
- 8) ймовірність виявлення;
- 9) стан адаптації спостерігача.

На виявлення об'єкта впливає і наявність строкатого фону та наявність інших об'єктів у полі зору і т.п.

Ймовірність виявлення протяжних об'єктів розраховують за виразом:

$$P_n = 1 - \exp\left(-\frac{C \cdot K^2 \cdot \gamma^3 \cdot L_\phi^{0.3} \cdot t}{(2\beta)^2}\right), \quad (7)$$

де  $P$  – ймовірність виявлення;

$C$  – коефіцієнт, що характеризує індивідуальні особливості спостерігача. Для бінокулярного зору  $C_\sigma = 16 \text{ град}^2 (\text{кд/м}^2)^{-0.3}$  (кутова хв.)<sup>-3</sup> с<sup>-1</sup>, для монокулярного зору  $C_m = 12 \text{ град}^2 (\text{кд/м}^2)^{-0.3}$  (кутова хв.)<sup>-3</sup> с<sup>-1</sup>;

$K$  – контраст об'єкта по відношенню до фону  $K = \frac{L_\phi - L_{об}}{L_\phi}$ ;

$L_{об}$  – яскравість об'єкта, кд/м<sup>2</sup>

$L_\phi$  – яскравість фону, кд/м<sup>2</sup>;

$2\beta$  – кутові розміри об'єкта, кутові хвилини (можна визначити за виразом, якщо відомі лінійні розміри об'єкта  $l$  та відстань від об'єкта

до спостерігача  $R$   $\gamma = 3440 \frac{\ell}{R}$ ;

$t$  – час пошуку, с;

$2\beta$  – кутовий розмір поля пошуку, градус.

Ймовірність виявлення точкових об'єктів визначається за виразом:

$$P_m = 1 - \exp\left(-\frac{a \cdot E^2 \cdot t}{(2\beta)^2 \cdot L^{2n}}\right), \quad (8)$$

де  $P$  – ймовірність виявлення;

$a$  – коефіцієнт, що характеризує індивідуальні особливості

спостерігача. З експерименту для бінокулярного зору  $a_b = 2,6 \cdot 10^{14}$  град<sup>2</sup> (кд/м<sup>2</sup>)<sup>2n</sup> лк<sup>-2</sup> с<sup>-1</sup>, для монокулярного зору  $a_m = 1,8 \cdot 10^{14}$  град<sup>2</sup> (кд/м<sup>2</sup>)<sup>2n</sup> лк<sup>-2</sup> с<sup>-1</sup>;

$E$  – блиск точкового джерела світла, лк;

$t$  – час пошуку, с;

$2\beta$  – кутовий розмір поля пошуку, градус;

$L$  – яскравість фону, кд/м<sup>2</sup>;

$n$  – коефіцієнт, що залежить від яскравості фону і обчислюється за емпіричною формулою  $n = 0,6 + 0,1 \cdot \lg L$  у межах зміни яскравості  $10^3 \text{ кд/м}^2 < L < 30 \text{ кд/м}^2$ , якщо  $L > 30 \text{ кд/м}^2$   $n = 0,75$ , якщо  $10^{-6} \text{ кд/м}^2 < L < 10^{-3} \text{ кд/м}^2$   $n = 0,3$ .



## ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЕННЯ КУРСОВОЇ РОБОТИ

*Курсова робота* – це самостійна, наукова, теоретично-практична, навчально-дослідна (науково-пошукова) робота студента, яка завершує вивчення окремих дисциплін, передбачених навчальним планом. Під час її виконання студенти повинні продемонструвати всі знання, вміння та навички, отримані за час вивчення дисципліни. Курсова робота зараховується як окремий модуль, і на неї поширюються всі положення рейтингової системи оцінювання набутих студентами знань та вмінь, визначених робочою програмою дисципліни.

### **1. Послідовність представлення матеріалів у курсовій роботі**

Структура курсової роботи є наступною:

- титульний аркуш;
- зміст;
- перелік умовних позначень та скорочень (за потреби);
- вступ;
- основна частина;
- висновки;
- список використаних джерел;
- додатки.

*Титульний аркуш* містить:

- найменування закладу вищої освіти;
- найменування факультету та кафедри, де виконувалась робота;
- назву групи, у якій навчається виконавець роботи;
- прізвище, н. 'я та по-батькові (повністю) виконавця роботи;
- тему курсової роботи з посиланням на об'єкт дослідження;
- прізвище та ініціали, вчене звання (посаду) наукового керівника;
- місто і рік виконання роботи (див. Додаток А).

*Зміст роботи* розташовується з нової сторінки і містить вступ, послідовно розташовані назви всіх розділів, підрозділів, висновки, список використаних джерел, назви додатків із зазначенням номерів сторінок, з яких починаються структурні елементи. Приклад оформлення змісту наведено в Додатку Б.

*Вступ.* У вступі розкривається актуальність обраної теми та її науково-практичне значення, формулюється об'єкт і предмет

дослідження, визначається мета та завдання, обираються методи дослідження, визначається ступінь розробленості проблематики курсової роботи в науковій вітчизняній та зарубіжній літературі, формується структура курсової роботи. Остаточний варіант вступу доцільно писати після завершення основної частини роботи.

*Основна частина* представляє собою змістовне розкриття питань, які становлять предмет дослідження, і поділяється на розділи. Розділи повинні поділятися на підрозділи. Назви розділів і підрозділів повинні повністю відповідати інформації, яка становить їх зміст. Найменування підрозділів не може дублювати найменування розділу.

Кожен розділ курсової роботи необхідно закінчувати короткими висновками.

*Висновки.* Містять теоретичні та практичні підсумки проведеного дослідження. Виписуються загальні висновки, які відображають коротку оцінку одержаних результатів роботи або її окремого стану з урахуванням світових тенденцій вирішення поставленого завдання, можливі галузі використання результатів роботи – наукову (теоретичну), соціальну (практичну) значущість роботи. Висновки повинні логічно випливати зі змісту викладеного матеріалу, бути самостійними й конструктивними. Важлива вимога до висновків – їх стислість та обґрунтованість.

*Список використаних джерел.* У списку наводяться джерела, з яких студентом було використано матеріали, окремі результати, ідеї чи висновки для розробки власних проблем. Такі посилання дають змогу відшукати документи і перевірити достовірність цитування певних наукових робіт, повідомляють необхідну інформацію про них. Посилатися слід на останні видання. Більш ранні видання можна зазначати лише в тих випадках, коли в них наявний матеріал, не включений до останнього видання. При цьому слід дотримуватися вимог стосовно назви джерел та послідовності їх розміщення у списку.

Список використаних джерел – це елемент бібліографічного апарату, котрий містить бібліографічні описи використаних джерел і розміщується після висновків. У відповідних місцях тексту мають бути посилання. Посилання на літературу в тексті подаються за таким зразком: [5, с. 39], де 5 – номер джерела за списком літератури,

39 – сторінка. Посилання на декілька джерел одночасно подаються таким чином: [3; 5; 7] або [3; 7, с. 348].

*Додатки* (за наявності). У додатки можуть бути включені: додаткові ілюстрації або таблиці; матеріали, які через великий обсяг або форму подання не можуть бути внесені до основної частини (оригінали фотографій, тести, використані анкети, матеріали, розроблені в процесі виконання роботи та н..).

## **2. Основні вимоги до оформлення курсової роботи**

Курсова робота друкується за допомогою комп'ютерного набору з одного боку аркуша білого паперу формату А4 (210x297 мм). Шрифт друку повинен бути чітким. Щільність тексту роботи повинна бути однаковою. Перенесення слів у тексті роботи не допускається. Текст роботи повинен бути вичитаний як студентом, так і науковим керівником. Не вичитаний текст з лексичними та орфографічними помилками є неприпустимим.

Комп'ютерний набір тексту повинен передбачати:

- текстовий редактор – WORD, вирівнювання – по ширині;
- гарнітура Times New Roman;
- кегель шрифту (розмір) – 14;
- міжрядковий інтервал 1,5 (30 рядків на сторінку);
- абзацний відступ повинен бути однаковим по всьому тексту роботи і має становити 1,25 см.

Поля тексту: ліве – 30 мм, праве – 10 мм, верхнє та нижнє – 20 мм.

Для оформлення нумерованих списків повинен використовуватись маркер одного стилю по всій роботі (наприклад, усі списки з маркуванням «←»). Для оформлення нумерованих списків з крапкою, кожен пункт списку має бути окремим реченням, починається з великої літери і наприкінці його ставиться крапка (наприклад, 1. Елементи системи.).

Використовувані в роботі лапки повинні бути одного стилю: “ ” або « ». Аналогічною є вимога і до стилю апострофів: ’ або ’ – однаково по всьому тексту.

Зазначаючи в тексті роботи прізвище та ініціали дослідників, необхідно дотримуватись одного стилю: Г.В. Іваненко, С.В. Петренко або Г. Іваненко, С. Петренко. Між прізвищем та ініціалами (слідкуючи, щоб вони лишились в одному рядку) необхідно використовувати нерозривний пробіл.

## **Оформлення заголовків структурних частин роботи**

Заголовки структурних частин роботи «ЗМІСТ», «ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ ТА СКОРОЧЕНЬ», «ВСТУП», «РОЗДІЛ», «ВИСНОВКИ», «СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ», «ДОДАТКИ» друкуються напівжирним шрифтом прописними (великими) літерами без крапок наприкінці. Текст кожної структурної частини курсової роботи починається з нового аркуша. Відстань між заголовком розділу та наступним текстом (чи підрозділом) повинна становити два рядки.

Заголовки підрозділів друкуються малими літерами (крім першої великої) напівжирним шрифтом з абзацного відступу. Крапку в кінці заголовку не ставлять. Якщо заголовок складається з двох або більше речень, їх розділяють крапкою. Перенесення слів у заголовок не допускається. Відстань між заголовком підрозділу та наступним текстом повинна становити один рядок.

Розміщення заголовку в нижній частині аркуша, якщо після нього залишається менше двох рядків тексту, не допускається. У такому разі назва

підрозділу разом із тестом переноситься на наступну сторінку. Аналогічно не можна переносити один рядок з абзацу на наступну сторінку.

Якщо розділ або підрозділ має тільки один пункт, або пункт має один підпункт, то нумерувати пункт (підпункт) не потрібно.

### **Вимоги до оформлення нумерації**

Нумерацію сторінок подають арабськими цифрами без знаку № у правому верхньому куті. Крапка після номеру сторінки не ставиться. У нумерації враховуються всі аркуші, в тому числі додатки. На титульному аркуші номер сторінки не ставлять, а починають проставляти зі сторінки «ВСТУП».

Нумерація розділів подається арабськими цифрами без знаку № і без крапки після цифри. Такі структурні частини роботи як зміст, перелік умовних позначень, вступ, висновки, список використаних джерела, додатки не мають порядкового номера.

У тексті курсової роботи номер розділу ставлять після слова «РОЗДІЛ», після номера крапку не ставлять, потім друкують заголовок розділу.

Підрозділи нумерують у межах кожного розділу. Номер підрозділу складається з номера розділу і порядкового номера

підрозділу, між якими ставлять крапку. В кінці номера підрозділу повинна стояти крапка, наприклад: 2.3. – третій підрозділ другого розділу. Потім у тому ж рядку друкують заголовок підрозділу.

### **Вимоги до оформлення ілюстрацій**

Ілюстрації (фотографії, схеми, графіки, карти) і таблиці необхідно подавати у роботі безпосередньо після тексту, де вони згадані вперше, або на наступній сторінці. Ілюстрацію, розміри якої більше формату А4, враховують як одну сторінку і розміщують у відповідних місцях після згадування в тексті або в додатках.

На всі ілюстрації в роботі повинні бути дані посилання. У тексті повинні бути посилання на ілюстрації типу «зображено на рис. 2.5», або «(рис. 2.5)». Посилання на раніше згадані ілюстрації даються із скороченням слова «дивись», наприклад, «див. рис. 2.5». Слово рисунок пишеться скорочено (рис.) тільки в тому випадку, якщо поруч стоїть номер (див. рис. 2.5), при відсутності номера слово «рисунок» пишеться повністю.

Ілюстрації позначають словом «Рис.» і нумерують послідовно в межах розділу, за винятком ілюстрацій, поданих у додатках. Номер ілюстрації складається з номера розділу і порядкового номера ілюстрації, між якими ставиться крапка. Наприклад: Рис. 1.2. (другий рисунок першого розділу).

Ілюстрації повинні мати назву, яку розміщують після номеру ілюстрації з вирівнюванням по середині рядка. За потреби ілюстрації доповнюють пояснювальними відомостями ( н . . овності текст). Номер ілюстрації, її назва і пояснювальні підписи розміщують безпосередньо під ілюстрацією.

Від основного тексту рисунок повинен бути відокремлений інтервалом у 12 пт і відцентрованим (вирівнювання по середині рядка).

Якщо ілюстрації створені не виконавцем курсової роботи, необхідно при їх поданні дотримуватись вимог чинного законодавства про авторські права (посилання на джерело інформації).

### **Вимоги до оформлення таблиць**

Теоретичні, експериментальні дані і цифровий матеріал, як правило, оформляють у вигляді таблиць. Таблиці нумерують

послідовно (за винятком тих, що розміщені в додатках) у межах розділу арабськими цифрами.

У правому верхньому куті розміщують слово «Таблиця» із зазначенням її номера (який складається з номеру розділу і порядкового номеру таблиці в межах розділу) – наприклад, Таблиця 2.3 (третя таблиця другого розділу). Кожна таблиця повинна мати назву, яку розміщують над таблицею і друкують по центру сторінки симетрично до тексту. Назву і слово «Таблиця» починають з великої літери. У разі перенесення таблиці на іншу сторінку над подальшими частинами пишеться «Продовження н. .. 2.3».

Таблицю розміщують *після першого згадування про неї в тексті*. У тексті повинна бути вказівка на таблицю. Наприклад, «... статистичні відомості наведені в таблиці 2.3». Таблицю розміщують таким чином, щоб її можна було читати без повороту переплетеного блоку роботи або з поворотом за годинниковою стрілкою.

Заголовки граф таблиці починають із прописних букв, а підзаголовки – із малих, якщо вони складають одне речення з заголовком. Підзаголовки, що мають самостійне значення, пишуть із прописної букви. *Наприкінці заголовка і підзаголовків таблиць крапки не ставлять!* Після назви заголовка стовпця або рядка, який містить цифрові дані, подають назву одиниці вимірювання, відокремлюючи її комою. Не допускається розділення граф в таблиці діагональними лініями.

Текст у стовпцях починають писати з великої літери, в його кінці крапку не ставлять. Числові дані однорідних величин рівняють за правою цифрою для цілих чисел, за комою – для дробових чисел, за знаками «+» і «-» призначенні межі коливань величини. Числові значення неоднорідних величин розміщують посередині стовпця. *При відсутності цифрових даних в таблиці потрібно ставити тире!*

Заголовки граф, як правило, записують паралельно рядкам таблиці. При необхідності допускається розташовувати заголовки граф перпендикулярно рядкам таблиці, які можна переглянути обертом за часовою стрілкою.

Текст в таблиці повинен бути розміром 12-14 пт.

У таблицях необхідно зазначати одиницю виміру. Якщо всі одиниці виміру є однаковими для всіх показників таблиці, вони наводяться в заголовку. Дрібні величини в таблиці повинні мати однакову кількість десяткових знаків.

### **Вимоги до оформлення формул**

Формули у документі, якщо їх більше однієї, нумеруються арабськими цифрами, номер ставлять із правої сторони сторінки у дужках, на рівні формули. Усі номери повинні розташовуватися на однаковій відстані від правого краю сторінки. Номер формули-дроби подають на рівні основної горизонтальної риски формули. Номер групи формул, розміщених на окремих рядках і об'єднаних фігурною дужкою (парантезом), ставиться справа від вістря парантеза, яке знаходиться в середині групи формул і звернене в бік номера.

Пояснення значень символів, числових коефіцієнтів у формулах треба подавати безпосередньо н. формулою в тій н. . овності, в якій вони наведені у формулі, і кожне – з нового рядка. Перший рядок пояснення починають зі слова «де» без двокрапки.

Формули і рівняння виділяються з тексту у окремий рядок і розташовуються по середині рядка. Вище і нижче за формулу необхідно залишати інтервал розміром 12 пт.

Загальне правило пунктуації в тексті з формулами таке: формула входить до речення як його рівноправний елемент, тому в кінці формул і в тексті перед ними розділові знаки ставлять відповідно до правил пунктуації. Двокрапку перед формулою ставлять лише у випадках, передбачених правилами пунктуації, а саме:

- у тексті перед формулою є узагальнююче слово;
- цього вимагає побудова тексту, що передує формулі.

Для написання зручно використовувати редактор формул зі стилем: напівжирний, розміром звичайний – 14 пт, великий індекс – 10 пт, дрібний індекс – 7 пт, великий символ – 20 пт, дрібний символ – 10 пт. Розділовими знаками між формулами, котрі йдуть одна за одною і не відокремлені текстом, можуть бути кома або крапка з комою безпосередньо за формулою до її номера.

### **Вимоги до посилань**

При написанні кваліфікаційної роботи студент повинен давати посилання на наукові і навчально-методичні джерела, матеріали або окремі результати досліджень. Такі посилання дають змогу перевірити достовірність відомостей про цитування документа, дають необхідну інформацію щодо нього, допомагають з'ясувати його зміст, мову тексту, обсяг і детальніше його вивчити при потребі.

***Посилатись потрібно на останні видання публікацій.***

Якщо використовуються відомості, матеріали з монографій, оглядових статей, інших джерел з великою кількістю сторінок, тоді в посиланні необхідно точно вказати номери сторінок, ілюстрацій, таблиць, формул з джерела, на яке наведено посилання в роботі.

У роботах необхідно використовувати прикінцеві посилання на літературу, які можна здійснювати через зазначення у дужках їх номери у списку літератури та вказування сторінок, на які іде посилання.

На всі ілюстрації і таблиці кваліфікаційної роботи повинні бути посилання в тексті, при цьому слово «таблиця» і «рисунок» в тексті пишуть скорочено, наприклад: див. н. .. 1.2, див. рис. 2.4.

### **Вимоги до оформлення списку використаних джерел**

Відомості про джерела і літературу, які включені до списку, необхідно давати згідно з вимогами ДСТУ ГОСТ 7.1:2006 «Бібліографічний запис. Бібліографічний опис. Загальні вимоги та правила складання».

Обов'язковим є наведення прізвищ авторів, назв праць, міста і року видання, видавництва і кількості сторінок. Список складається в алфавітному порядку.

#### ***Зверніть увагу на такі моменти.***

1. При посиланні на книгу в списку використаних джерел вказується загальна кількість сторінок. При посиланні на частину книги чи статтю в збірці вказуються номери сторінок, на яких починається і закінчується стаття.

2. Якщо у джерела один, два або три автори, то перед назвою вказується тільки одне – перше – прізвище, а після назви (через правобіжну похилу риску) – всі ( н. .., Палеха Ю.І. Етика ділових стосунків: навч. пос. / Ю.І. Палеха, Ю.В. Водерацький. – К.: Українсько-фінський інститут менеджменту і бізнесу. – 139 с.). Зверніть увагу на порядок зазначення ініціалів.

3. Якщо у джерела чотири автори – їх прізвища вказуються тільки після назви.

4. Якщо у джерела п'ять і більше авторів, після назви вказується тільки три перших прізвища і додається «та н...».

5. Якщо прізвища авторів вказуються перед назвою роботи, то ініціали вказуються після них (Іванов І.І. Назва ...). Якщо ж спочатку вказується назва джерела, то ініціали передують прізвищу автора (Назва / І.І. Іванов ...).



6. Обов'язковим є зазначення не тільки міста видання, а й видавництва.

7. Місце видань, за деякими винятками, пишуться повністю: Запоріжжя, Відень тощо. Винятки: К. (Київ), Л. (Львів), Х (Харків), N.Y. (Нью-Йорк), Л. (Лондон), Р. (Париж).

### **Вимоги до оформлення додатків**

Додатки оформляють як продовження роботи на наступних її сторінках і їх розміщують у порядку появи в тексті роботи. Кількість додатків не обмежується.

Додатки позначають послідовно великими літерами української абетки, за винятком літер Г, Є, З, І, Ї, О, Ч, Ъ, наприклад, «Додаток А», «Додаток Б».

Кожен додаток починається з нової сторінки. Додаток повинен мати заголовок, надрукований угорі малими літерами з першої великої симетрично по центру відносно тексту сторінки. Посередині рядка над заголовком з першої великої літери друкується «Додаток \_\_» і велика літера, що позначає додаток. Прикладами оформлення додатків можуть служити всі додатки, подані в цих методичних вказівках.

Нумерація сторінок курсової роботи, на яких розміщені додатки, не проводиться.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Сертифікаційні вимоги до аеродромів, Наказ Державної авіаційної служби України від 01 квітня 2021 р., № 536. – 376 с.
2. Квач Ю.М. Системи та комплекси електросвітлосигнального забезпечення польотів. Навчальний посібник.– К.: НАУ, 2012. – 270.
3. DOC 9157. Aerodrome Design Manual. Part 4. Visual Aids. Fifth Edition. – ICAO – 2021. – 268 p.
4. ICAO Doc 9328-AN / 908 "Guide on the Practice of Tracking and Tracking Visibility on Runway Tracking" 3rd ed. - ICAO - 2005. - 124 p.

# ДОДАТКИ

Додаток А

*Зразок титульного аркушу курсової роботи*

НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
Навчально-науковий інститут неперервної освіти  
Кафедра управління професійною освітою



## КУРСОВА РОБОТА

на тему:

---

---

### Робота виконана студентом (кою)

\_\_\_\_\_ курсу \_\_\_\_\_ групи

\_\_\_\_\_ (прізвище)

\_\_\_\_\_ (ім'я, по батькові)

### Науковий керівник

\_\_\_\_\_ (науковий ступінь, посада)

\_\_\_\_\_ (прізвище)

\_\_\_\_\_ (ім'я, по батькові)

**Київ**

*Приклад оформлення змісту*

**ЗМІСТ**

<b>ВСТУП</b>	X
<b>РОЗДІЛ 1.</b>	X
1.1. Підрозділ 1	X
1.2. Підрозділ 2	X
1.3. Підрозділ 3	X
<b>РОЗДІЛ 2.</b>	X
2.1. Підрозділ 1	X
2.2. Підрозділ 2	X
2.3. Підрозділ 3	X
<b>ВИСНОВКИ</b>	X
<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ</b>	X
<b>ДОДАТКИ</b>	X

## ЗМІСТ

Основні поняття	5
Завдання до курсової роботи «Залежність дальності видимості вогнів підсистеми від метеорологічної дальності видимості».....	5
Вказівки до виконання курсової роботи.....	6
КОРОТКІ ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ.....	10
Визначення дальності видимості.....	11
Ймовірність виявлення аеродромних світлосигнальних вогнів у залежності від умов спостереження.....	12
ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЕННЯ КУРСОВОЇ РОБОТИ.....	17
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	25
ДОДАТКИ.....	27

*Навчальне видання*

# ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ЕЛЕКТРОТЕХНІКИ

Методичні вказівки з виконання курсової роботи  
для здобувачів вищої освіти  
ОС «Бакалавр» спеціальності 141  
«Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

Укладачі:

ШКВАРНИЦЬКА Тетяна Юріївна

ЯРЕМІЧ Тетяна Іванівна

МОЛЧАНОВА Катерина Вікторівна