

ДОДАТОК А

Слайди презентації

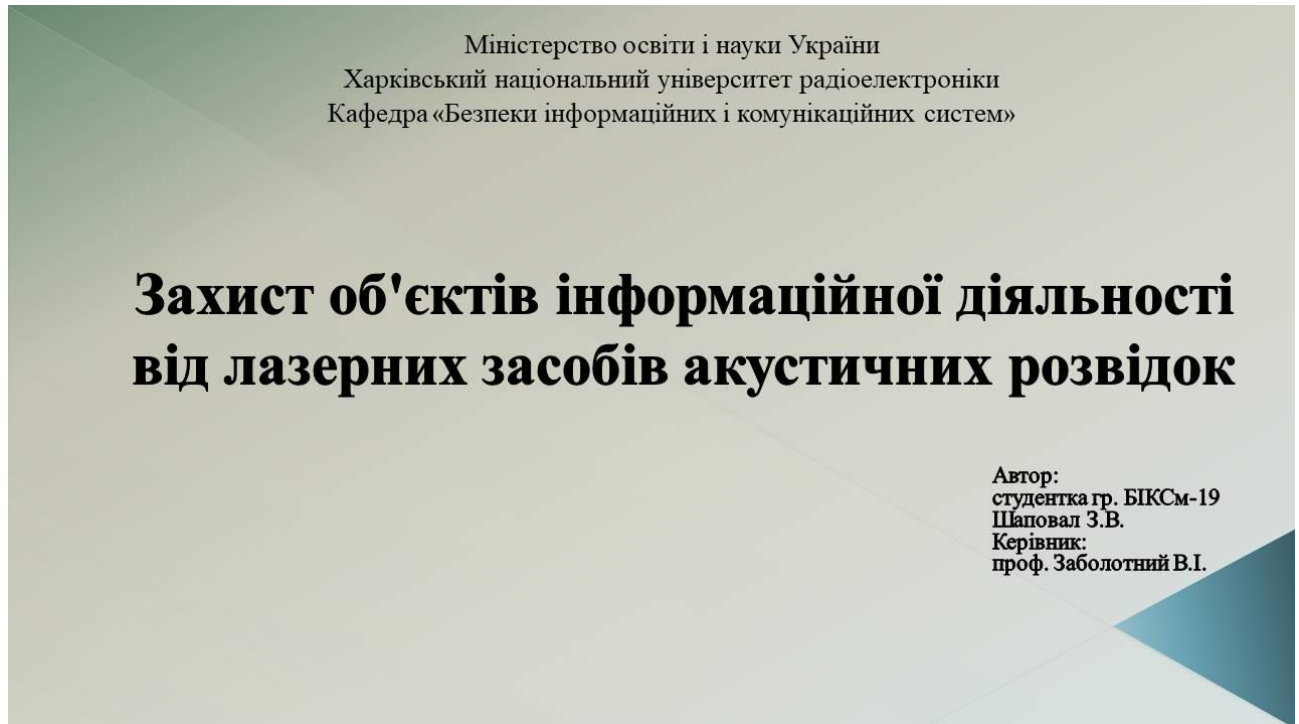


Рисунок А.1 – Слайд презентації №1

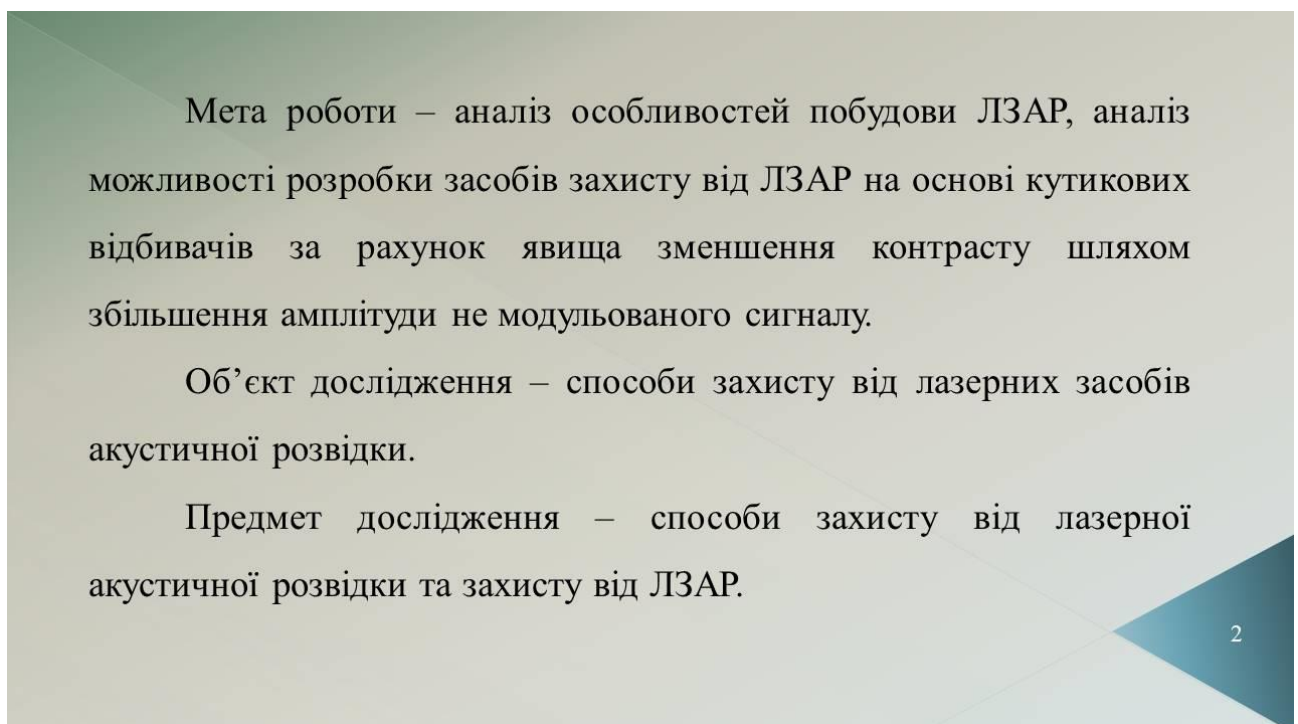


Рисунок А.2 – Слайд презентації №2

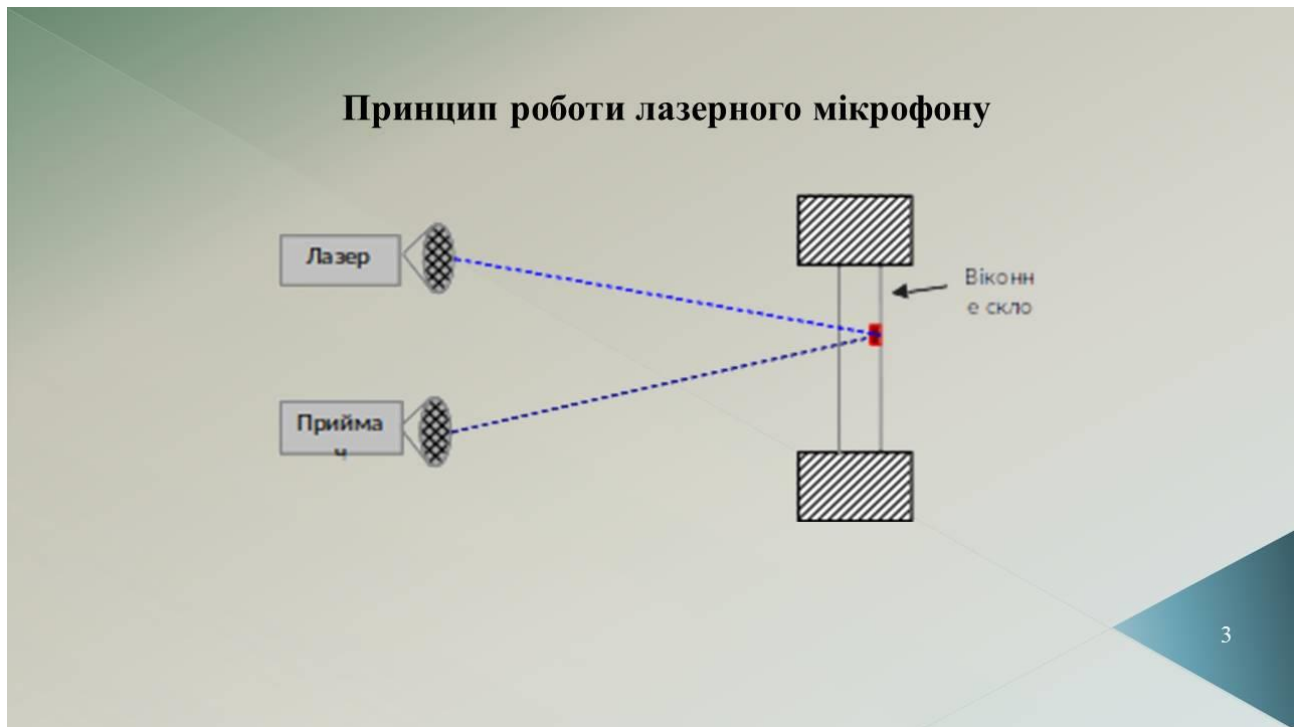


Рисунок А.3 – Слайд презентації №3

Захист інформації від ЛЗАР

Заходи захисту:

- а) активні
 - створення маскуючих акустичних шумів;
 - створення маскуючих вібраційних шумів на шибці вікна;
- б) пасивні
 - установка ролетів з зовнішнього боку вікна;
 - використання спеціальних плівок для скла, що частково поглинають коливання шибки.

4

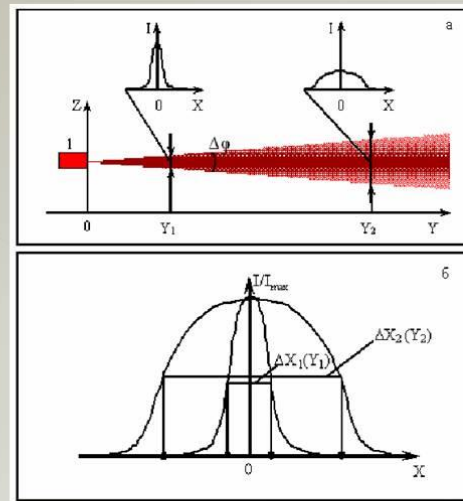
Рисунок А.4 – Слайд презентації №4

Розходження лазерного променя

Кутова відстань першого дифракційного мінімуму від центру дифракційної картини у випадку дифракції плоскої хвилі на круглому отворі діаметру D дорівнює

$$\theta_D = \frac{1,22\lambda}{D},$$

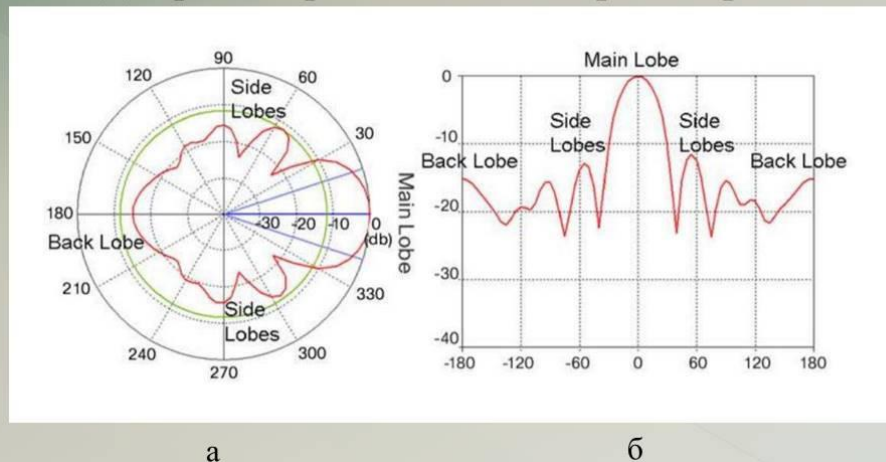
де λ – довжина хвилі,
 D – діаметр отвору.



5

Рисунок А.5 – Слайд презентації №5

Діаграма спрямованості лазерного променя



а

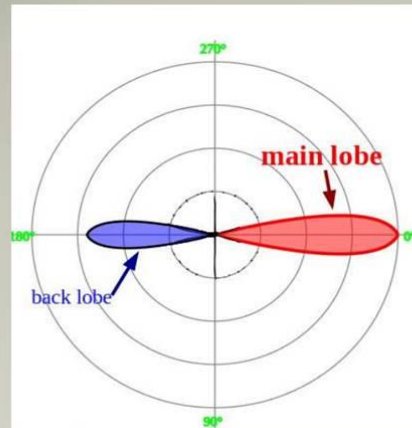
б

Графічне зображення діаграми спрямованості променю:
 а – у полярній системі координат; б – у декартовій системі координат

6

Рисунок А.6 – Слайд презентації №6

Діаграма спрямованості лазерного променя

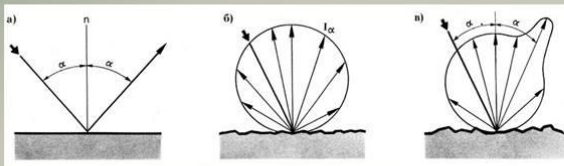


Графічне зображення «основних» і «бокових» пелюсток діаграми спрямованості лазера

7

Рисунок А.7 – Слайд презентації №7

Світлові властивості тіл



Різні вигляди відображення світла:

а – дзеркальне; б – дифузне; в – змішане

Матеріал	Коефіцієнт, %		
	Відбиття	Поглинання	Пропускання
Опалове скло (товщина 2-3 мм)	30	10	60
Віконне скло (товщина 1-2 мм)	8	2	90
Матове скло (товщина 1-2 мм)	10	5	85
Необроблена поверхня – чавун	10	90	0
Чорне сукно	2	98	0
Чорний оксамит	0,5	99,5	0
Сніг	84	16	0
Трава	13	87	0
Асфальтована поверхня	7-10	93-90	0
Чорнозем	5-7	95-93	0

8

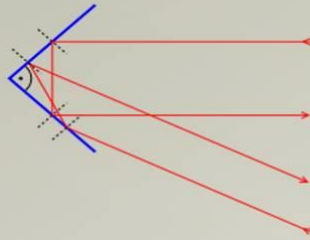
Рисунок А.8 – Слайд презентації №8

Ефективна площа розсіювання

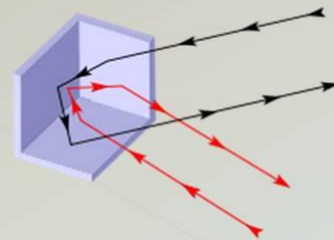
Ефективна площа розсіювання тригранного кутикового відбивача:

$$\sigma = \frac{4\pi}{3\lambda^2} a^4,$$

де a – довжина ребра.



Принцип дії кутикового відбивача

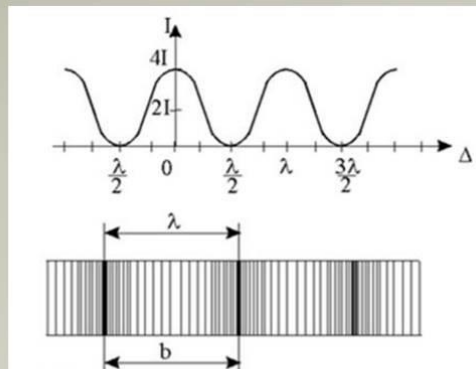


Модель тригранного кутикового відбивача

9

Рисунок А.9 – Слайд презентації №9

Інтерференція світла і її використання для захисту від ЛЗАР



Інтерференційна картина накладання двох когерентних хвиль

10

Рисунок А.10 – Слайд презентації №10

Аналітичне дослідження можливості створення перешкоди ЛЗАР

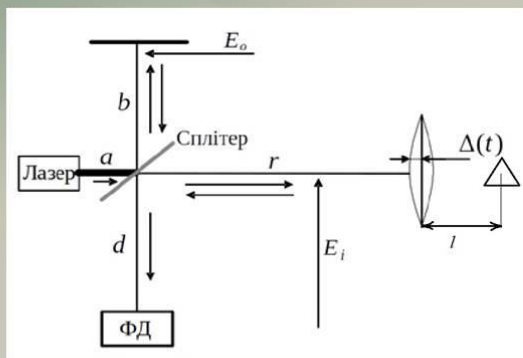


Схема розміщення кутикового відбивача відносно лазерного мікрофону

Введемо наступні величини:

- $K_{\text{под}}$ – коефіцієнт подавлення (мінімальне співвідношення «перешкодовий сигнал/інформаційний сигнал», при якому порушується прозороість ЛЗАР);
- G_t – коефіцієнт підсилення світлового потоку головного променю;
- $G_{\text{бок}}$ – коефіцієнт підсилення світлового потоку по боковим пелюсткам променю;
- K_v – коефіцієнт відбиття світлового потоку від шибки вікна;
- R – відстань від ЛЗАР до вікна;
- $S_{\text{об}}$ – площа об'єктиву ЛЗАР.

11

Рисунок А.11 – Слайд презентації №11

Аналітичне дослідження можливості створення перешкоди ЛЗАР

$\Phi_{\text{бок}} = \frac{\Phi_t G_t K_v}{4\pi(2R)^2} S$ - рівень небезпечного сигналу головного променю, відбитого від шибки, що сприймається об'єктивом ЛЗАР;

$\Phi_{\text{бок}} = \frac{\Phi_t G_{\text{бок}}}{4\pi R^2} \times \frac{\sigma}{4\pi R^2} \times S$ - рівень сигналу перешкоди бокових пелюсток променю від ЛЗАР, що відбиваються кутиковим відбивачем і потрапляють на об'єктив ЛЗАР;

$\frac{\Phi_{\text{бок}}}{\Phi_c} = \frac{\Phi_t G_{\text{бок}} \sigma S}{(4\pi R^2)^2} \times \frac{4\pi(2R)^2}{\Phi_t G_t K_v S} = \frac{\sigma}{\pi R^2} \times \frac{G_{\text{бок}}}{G_t K_v}$ - співвідношення рівнів небезпечного і перешкодового сигналів лазера на об'єктиві ЛЗАР;

$\frac{\Phi_{\text{бок}}}{\Phi_c} \geq K_{\text{под}}$ - умова забезпечення подавлення небезпечного сигналу перешкодовим.

12

Рисунок А.12 – Слайд презентації №12

Аналітичне дослідження можливості створення перешкоди ЛЗАР

Після підстановки і перетворень можна знайти вираз для мінімального значення σ , яке дозволить забезпечити захист від ЛЗАР:

$$\frac{G_{\text{бок}}}{G_t} \times \frac{\sigma}{\pi R^2} \times \frac{1}{K_B} \geq K_{\text{под}}$$

$$\sigma \geq \frac{K_{\text{под}} K_B G_t \pi R^2}{G_{\text{бок}}}$$

$\frac{G_{\text{бок}}}{G_t}$ - відносний рівень бокових випромінювань променю ЛЗАР, який знаходимо по аналогії з формуванням пелюсток випромінювання променю, за формулою:

$$\frac{G_{\text{бок}}}{G_t} = (2\theta_{0,5})^2 = \frac{73\lambda}{d}$$

13

Рисунок А.13 – Слайд презентації №13

Аналітичне дослідження можливості створення перешкоди ЛЗАР

Використовуючи наведені вище формули, проведемо розрахунки для значень, близьких до реальних.

$$\frac{4\pi}{3\lambda^2} a^4 \geq \frac{K_{\text{под}} K_B G_t \pi R^2}{G_{\text{бок}}}$$

$$a \geq \sqrt[4]{\frac{3\lambda^2 K_{\text{под}} K_B G_t \pi R^2}{4\pi G_{\text{бок}}}}$$

$$a \geq \sqrt[4]{\frac{3 * (800 * 10^{-9})^2 * 0.1 * 0.01 * 200^2}{73 * 4}}$$

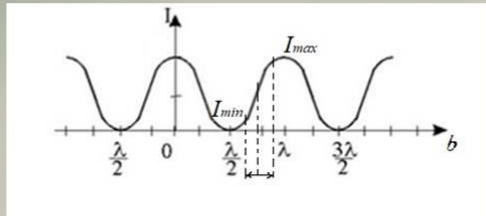
$$a \geq 0,01347 \text{ м}$$

Для реалізації засобу захисту від ЛЗАР, довжина ребра кутикового відбивача має бути не менше, ніж 1,347 см. Таких кутикових відбивачів має бути декілька для того, щоб хоч на один з них потрапив боковий промінь лазера.

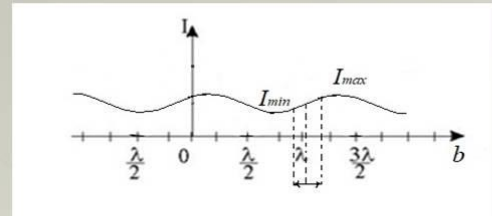
14

Рисунок А.14 – Слайд презентації №14

Аналіз результатів дослідження



Статистична характеристика налаштування ЛЗАР при відсутності перешкоди



Статистична характеристика налаштування ЛЗАР за наявності відбитого променя від кутового відбивача

15

Рисунок А.15 – Слайд презентації №15

Висновки

В рамках атестаційної роботи був розроблений метод захисту від лазерних засобів акустичної розвідки. В роботі було проаналізовано:

- різні типи лазерів, які використовуються у ЛЗАР,
- типи заходів і засобів захисту від ЛЗАР,
- фізичні явища та властивості лазерного випромінювання, які впливають на роботу ЛЗАР,
- запропоновано спосіб створення засобу захисту від ЛЗАР, який засновується на явищі зменшення контрасту шляхом збільшення амплітуди не модульованого сигналу,
- показано, що за рахунок розходження лазерного променя можна створювати потужні перешкоди ЛЗАР.

16

Рисунок А.16 – Слайд презентації №16

ВІДОМІСТЬ МАГІСТЕРСЬКОЇ АТЕСТАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Позначення	Найменування	Примітки						
	Текстові документи							
ГЮОК. ХХХХХХ. 013 ПЗ	Пояснювальна записка	118 с.						
	Графічні матеріали							
	Слайд-презентація	16 слайдів						
	Інші документи							
	Електронна версія ПЗ	1						
	Рецензія	1 с.						
	Відгук керівника	1 с.						
	Інші матеріали							
	Презентаційний ролик							
	ГЮОК. ХХХХХХ. 013 ДЗ							
Змін	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата				
Розробив	Шаповал З.В.				Тема роботи Відомість магістерської роботи	Літ.	Аркуш	Аркушів
Перевірив	Заболотний В.І.							
Нормоконтр	Конева Н.Ф.					ХНУРЕ Кафедра БІТ		
Затвердив	Халімов Г.З.							