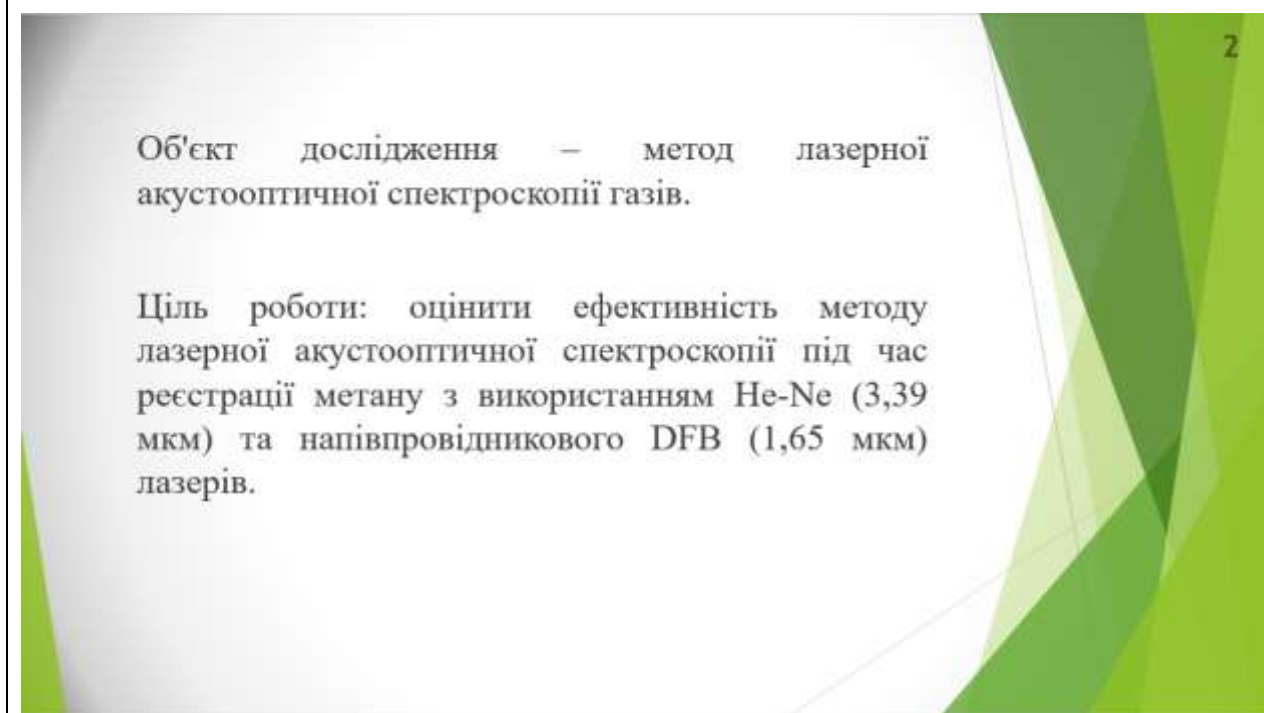
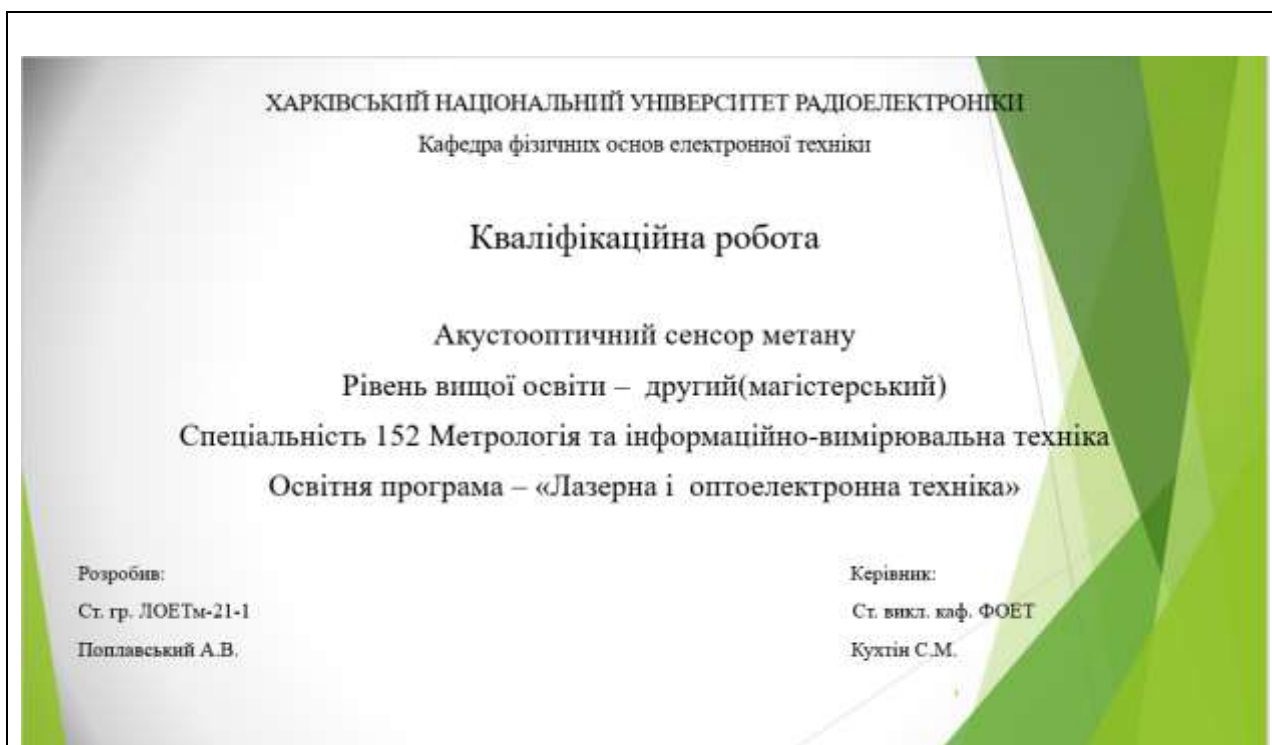


ДОДАТОК А

Демонстраційний матеріал



Зм.	Арк.	Прізвище	Підп.	Дата	ГЮОК. 201156. 001 Д1 Акустооптичний сенсор метану
Розроб.		Поплавський			
Перевір.		Кухтін			
Н. контр.		Чернишова			
Затв.		Гнатенко			ХНУРЕ каф. ФОЕТ

Продовження додатку А

Абсорбційна спектроскопія

Класична з використанням монохроматорів та джерел близьких до АЧТ

Недоліки:

- Мала спектральна щільність потужності
- Мала спектральна щільність потужності $\lambda/\delta\lambda \sim 4 \cdot 10^5$
- Залежність спектрального дозволу від потужності, що реєструється

-Переваги:

- Широкий робочий спектральний діапазон

Лазерна

Переваги :

- Висока спектральна щільність потужності та мала кутова розбіжність (можливість реалізації довгих оптичних трас)
- Висока роздільна здатність (монохроматичне випромінювання джерел)
- Компактність та простота

Недоліки :

- Обмежений спектральний діапазон перебудови лазерних джерел

3

ОСНОВНІ МЕТОДИ НАДЧУТЛИВОЇ АБСОРБЦІЙНОЇ ЛАЗЕРНОЇ СПЕКТРОСКОПІЇ :

- ▶ Пряма лазерна спектроскопія з використанням багатопрхідних кювет
- ▶ Спектроскопія внутрішньорезонаторного поглинання
- ▶ Спектроскопія спаду сигналу у часі
- ▶ Спектроскопія наведеної флюоресценції
- ▶ Акустооптична спектроскопія

4

					<i>ГЮІК. 201156. 001 Д1</i>	<i>Арк.</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підп.</i>	<i>Дата</i>		


Продовження додатку А

5

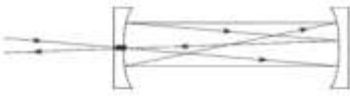
Пряма лазерна спектроскопія з використанням багатопрхідних кювет

$$P = P_0 \exp(-\alpha CL) \quad (1) \quad \text{Закон Бугера-Ламберта}$$

Концентрація, що мінімально виявляється, залежить від рівня шумів детектора P_N , Потужності джерела P_0 , оптичної довжини поглинання L і перерізу поглинання (коефіцієнта поглинання) σ_k

$$C_i > \frac{P_N}{P_0 L \sigma_k} \quad (2)$$


Кювета Уайта



Кювета Эрріота

6

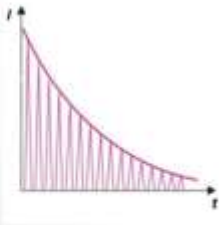
Внутрішньорезонаторне поглинання

Втрати у резонаторі :

$$\Delta P(\omega) = q\alpha(\omega)LP_{\text{вміст}} \quad (3) \quad q = \frac{1}{T}$$

-комірка з газом поміщається в резонатор лазера, невеликі зміни втрат у резонаторі, викликані поглинанням газу, можуть призводити до істотних змін вихідної потужності.

Спектроскопія спаду сигналу у часі



Поглинання вимірюється за часом згасання короткого імпульсу в резонаторі з середовищем поглинання

$$\alpha L = (1 - R) \frac{\tau_2 - \tau_1}{\tau_1}$$

					ГЮІК. 201156. 001 Д1	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

Продовження додатку А

7

Метод наведеної флюоресценції

$n_{pe} = \eta_k \delta \eta_{ph} (N_i n_L \sigma_{ik} x) \quad (4)$

-Інтенсивність флюоресценції прямо пропорційна поглиненому випромінюванню.
Метод ефективний у видимому та УФ діапазонах довжин хвиль при низькому тиску газу.
Потребує складної оптики для ефективного збирання випромінювання флюоресценції

8

Схема лазерної акустооптичної системи

Реєстрація поглинання ведеться щодо зміни тиску (нагрівання при поглинанні) в газі за допомогою високочутливого мікрофона

ОСОБЛИВОСТІ :

- Висока чутливість методу (до 10^{-10})
- Висока ефективність в ІЧ області спектра (в ІЧ області розташовані найінтенсивніші смуги поглинання молекулярних газів)
- Застосовується при відносно високих тисках, коли квантова ефективність флюоресценції прагне 0, а енергія поглинутих фотонів повністю перетворюється на коливальну (теплову) енергію молекул газу.

					<i>ГЮІК. 201156. 001 Д1</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

Продовження додатку А

Реєстрація акустичного сигналу

$\Delta W = N_r \sigma_{ik} x(1 - \eta_k) P_L \Delta t$ (5)

$\Delta P = Nk\Delta T = \frac{2\Delta W}{fV}$ (6)

$S = \Delta P S_m = \frac{2N_r \sigma_{ik} x(1 - \eta_k) P_L \Delta t S_m}{fV}$ (7)

$N_r \sigma_{ik} = \xi = \alpha_0 C$ (8)

$\xi = \alpha_0 C$ - Розраховується по HITRAN

$S = \Delta P S_m = \frac{2|\xi| x P_L \Delta t S_m}{fV}$ (9)

Резонансна комірка

$F_{\text{резонансна}} = \frac{G(\gamma - 1)L}{\omega V}$ (10)

$F_{\text{дизонансна}} = QF_{\text{резонансна}}$ (11)

$f_{\text{нор}} = v_s \left(\left(\frac{\alpha_{\text{ам}}}{2R} \right)^2 + \left(\frac{p}{2L} \right)^2 \right)^{\frac{1}{2}}$ (12)

$k = 0, 1, 2, \dots$
 $m = 0, 1, 2, \dots$
 $n = 0, 1, 2, \dots$

Типи акустичних мод резонансної комірки

Спектр поглинання метану

Сильні смуги поглинання метану :

- 3,2-3,45 мкм
- 7,4-7,9 мкм
- 2,25-2,4 мкм
- 1,62-1,68 мкм

Найбільш відповідні лінії поглинання :

- P(7) $\lambda \approx 3,40$ мкм смуги ν_3 (He-Ne лазер)
- R(5) $\lambda \approx 1,65$ мкм смуги $2\nu_3$ (Ar/п лазер)

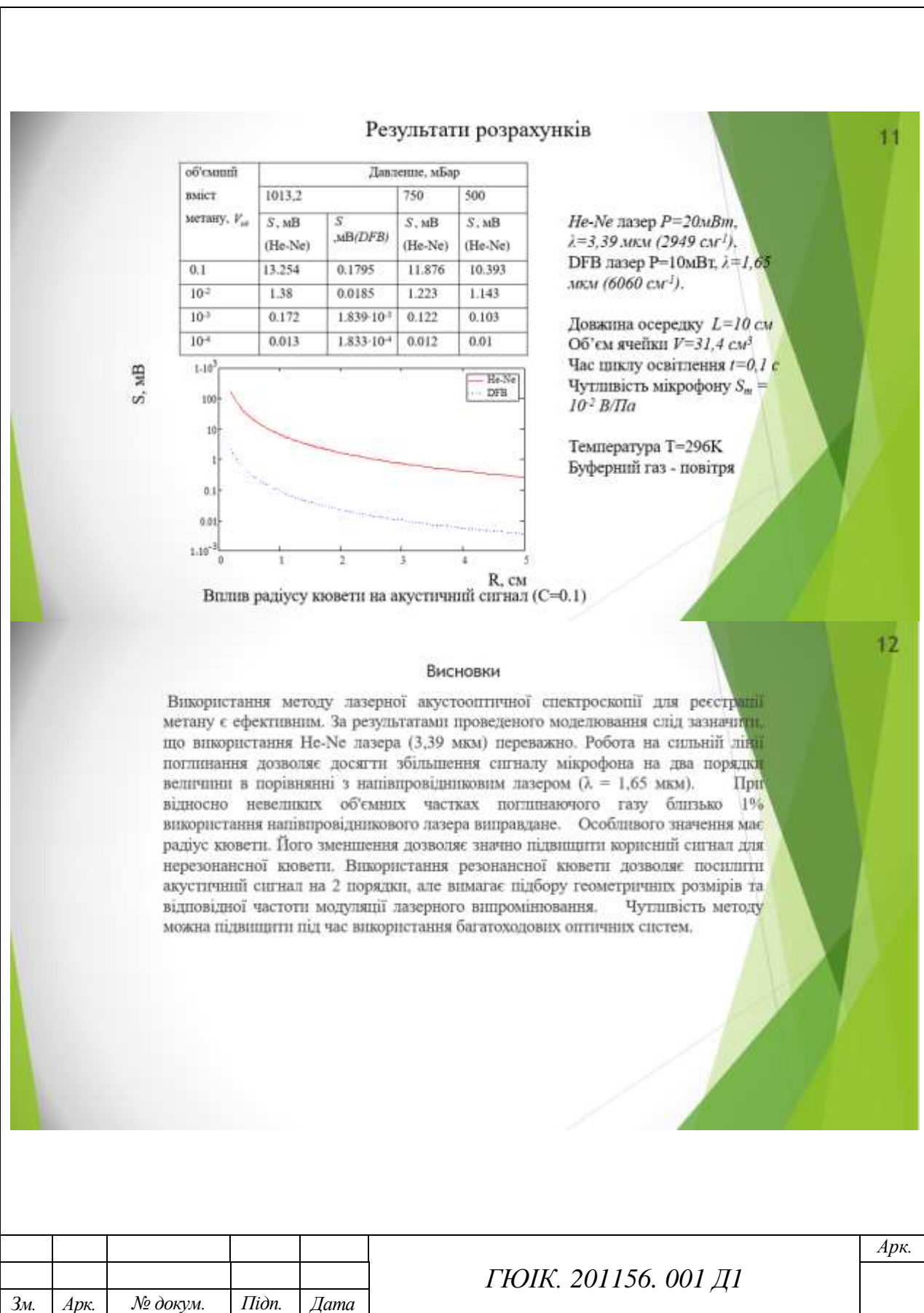
Інтенсивність ліній поглинання є функцією багатьох змінних, включаючи температуру і тиск. Вона розраховується за базою HITRAN

P(7)

R(5)

					ГЮІК. 201156. 001 Д1	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

Кінець додатку А



Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата

ГЮІК. 201156. 001 Д1

Арк.

