

У результаті дослідження ми дійшли висновку, що вимірювання найбільш раціонально вимірювання температур ізотермічного горизонту проводити у свердловині, призначеній для забору води, або колодязі, оскільки вони достатньо глибокі й доступні для розміщення в ньому датчика температури і їх можна використовувати за різних погодних та температурних умов навколишнього середовища. Глибину вимірювання ми встановлювали, градууючи у сантиметрах дрiт підключення датчика температур до контролера.

**Висновки.** У результаті проведеної нами роботи було виготовлено й відкалібровано простий у виконанні й використанні прилад дослідження температур ізотермічного горизонту. Точність вимірювання цим приладом: по температурі  $\Delta t = 0,5 \text{ }^\circ\text{C}$ , по глибині занурення  $\Delta l = 0,5 \text{ см}$ , що є достатньою для оцінки температури ізотермічного горизонту.

#### Список використаних джерел

1. Бондаренко В. І., Варламов Г. Б., Вольчин І. А., Карп І. М. Енергетика: історія, сучасність і майбутнє. Т. 1. Від вогню та води до електрики. Київ, 2006. 300 с.
2. Ольховський М. Техніко-економічне обґрунтування геотермальних енергетичних систем для півночі України. *Новітні технології сучасного суспільства (НТСС-2018)*: науково-практична конференція (м. Чернігів, 12 грудня 2018 р.): тези доповідей. Чернігів: ЧНТУ, 2018. С. 106-107.

**3. DS18B20 – датчик температури с інтерфейсом 1-Wire. Описание на русском языке. URL: <http://mypractic.ru/ds18b20-datchik-temperature-s-interfejsom-1-wire-opisanie-na-russkom-yazyke.html>.**

УДК 681.7.069

### ДЖЕРЕЛА ОПТИЧНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ (ЛАЗЕРИ, СВІТЛОДІОДИ), ПЕРСПЕКТИВИ ЇХ ВИКОРИСТАННЯ

Шокодько Д.А., студ. гр. РА-181

Бивалькевич М.О., старший викладач

Чернігівський національний технологічний університет

Для генерації оптичного випромінювання використовуються два механізми: теплове випромінювання нагрітих до високої температури (більш 2000 К) тіл, або один з різновидів люмінесценції. Під люмінесценцією звичайно розуміють нетеплове електромагнітне випромінювання, що зберігається протягом деякого часу після закінчення збудження.

Прилади, засновані на перетворенні теплової енергії в енергію випромінювання (наприклад, мініатюрні лампочки розжарювання), мають дуже широкий спектр, повну відсутність спрямованості випромінювання, низький ККД, високу інерційність, низьку стійкість до механічних впливів і невеликий термін служби. Крім того, вони не сумісні з інтегральною технологією, тому застосовуються в оптоелектроніці обмежено.

Фізичні процеси, що лежать в основі люмінесценції, визначають дві важливі особливості: вузький спектр випромінювання і можливість використання великого числа способів збудження. Найбільше застосування в оптоелектроніці знайшли електролюмінесценція, а також фото- і катодолумінесценція.

Спрощено механізм генерації електромагнітних хвиль може бути поданий таким чином. У люмінесцентній речовині за рахунок енергії зовнішнього впливу частина електронів із нижніх рівноважних рівнів  $W_1$  переходить на рівні з більшою енергією  $W_3$ , а потім, у результаті швидких переходів без випромінювання опиняється на метастабільному рівні збудження  $W_2$ . При поверненні цих електронів із рівня  $W_2$  на рівень  $W_1$  відбувається випромінювання фотонів із довжиною хвилі, яка визначається співвідношенням:

$$\lambda = 1,23 (W_2 - W_1).$$

Якщо перехід електронів із збудженого рівня на рівноважний відбувається спонтанно, тобто довільно для кожного атома, то джерело генерує природне випромінювання. Але, коли вплив на збуджені атоми світлової хвилі має частоту, що відповідає резонансній частоті переходу  $DW = W_2 - W_1$ , може виникнути такий процес, при якому всі збуджені атоми практично одночасно випромінюють фотони. У цьому випадку випромінювання всіх осциляторів узгоджено по частоті, фазі і напрямку поляризації. Подібне джерело називають когерентним, а його випромінювання — вимушеним або індукованим.

Поширеними джерелами випромінювання в оптоелектроніці є напівпровідникові світлодіоди. Переваги цих приладів – великий ККД, відносно вузький спектр випромінювання і хороша діаграма спрямованості, висока швидкодія і невелика напруга живлення, це забезпечує зручність узгодження з інтегральними мікросхемами, високу надійність, довговічність і технологічність.

Для одержання когерентного випромінювання в оптоелектроніці застосовують лазери. Залежно від типу середовища, в якому відбувається генерація оптичних коливань, лазери підрозділяються на газові, твердотільні і напівпровідникові.

У газових лазерах для збудження атомів використовується розряд у газі, що пов'язано з великими габаритами, високовольтним живленням, низькими ККД і стійкістю до механічної дії. Проте ці прилади забезпечують найкращу когерентність і спрямованість випромінювання, що дуже важливо в оптичних запам'ятовувальних пристроях.

Найбільш поширеним типом газового лазера є гелій-неоновий, у якому вдалося забезпечити хороші оптичні параметри при відносно невеликих габаритах. Розряд у газі викликає збудження атомів гелію, які при співударі передають енергію атомам неону, що забезпечують генерацію випромінювання з  $\lambda = 0,633$  мкм. У ряді випадків знаходять застосування іонні газові лазери з аргоним ( $\lambda = 0,488$  мкм і  $\lambda = 0,515$  мкм), криптоновим ( $\lambda = 0,568$  мкм), CO<sub>2</sub> ( $\lambda = 10,6$  мкм) і CO ( $\lambda = 5,06$  мкм) наповненням.

У твердотільних лазерах активною речовиною служить кристалічний або аморфний діелектрик, що містить центри люмінесценції. В оптоелектроніці найбільш поширені прилади на іттрієво-алюмінієвому гранаті (Y<sub>3</sub>Al<sub>5</sub>O<sub>12</sub>), скорочено ІАГ: Nd-лазер.

Основу ІАГ: Nd-лазера складає стержень активної речовини зі старанно відполірованими дзеркальними торцями, для збудження якого використовується система оптичного накачування (ксенонові лампи, відбивачі, фільтри, волоконно-оптичні світловоди, світлодіоди) (рис. 1).

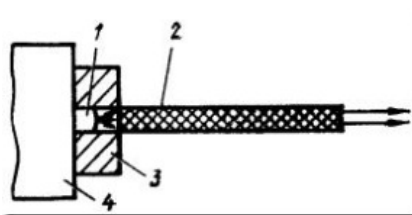


Рис. 1. Пристрій твердотільного лазера з оптичним накачуванням:  
1 — світлодіод; 2 — ІАГ: Nd-стержень; 3 — фіксуюча оправа; 4 — тепловівід.

Незаперечними перевагами твердотільних лазерів є велика потужність, температурна і радіаційна стійкість, механічна міцність, більш високий, ніж у газових лазерів, ККД; довжина хвилі випромінювання ( $\lambda = 1,06$  мкм) вдало поєднується зі смугою прозорості волоконно-оптичних ліній зв'язку. Ширина спектра ІАГ: Nd-лазерів відносно невелика, що поряд із незначною розбіжністю променя забезпечує можливість їх застосування в голографічних запам'ятовувальних пристроях.

Генерація когерентного оптичного випромінювання може бути досягнута й у напівпровідникових структурах за умови, що електрони, які інjektуються (збуджуються), одержать достатні порції енергії, що визначаються співвідношенням:  $UPN > (W_2 - W_1) / q$ , де  $UPN$  — прикладена до p-n переходу пряма напруга;  $q$  - заряд електрона.

До основних переваг напівпровідникових лазерів, особливо лазерів з гетероструктурою, можна віднести високий ККД (до 50%); швидкодію (до 10-11 с); зручність збудження; можливість генерації випромінювання з необхідною довжиною хвилі за рахунок підбору напівпровідника з заданою  $DW$  (від 0,2 до 20 мкм); малі габарити (до 10 мкм); технологічну сумісність з елементами оптичних інтегральних схем.

Але такі суттєві недоліки, як невисокий ступінь когерентності випромінювання по довжині хвилі і кутів розбіжності променя а також низька довговічність у значній мірі обмежують застосування напівпровідникових лазерів, особливо в оптичних запам'ятовувальних пристроях.

#### Список використаних джерел

1. Васюра А.С. Елементи та пристрої систем управління і автоматики. Навчальний посібник. — Вінниця, ВДТУ, 1999. — 151 с.
2. [https://www.youtube.com/watch?v=Z\\_oPdun1GJY](https://www.youtube.com/watch?v=Z_oPdun1GJY)