

## ПРИСТРІЙ ПРОГРАМНОГО КЕРУВАННЯ ТВЕРДОТІЛЬНИМ ІМПУЛЬСНИМ ЛАЗЕРОМ

Пропонується пристрій керування формуванням сигналів для ввімкнення ламп накачування лазерних установок. Він може працювати у двох режимах: індикація загальної кількості випромінених лазерних імпульсів та програмування генерації необхідної кількості лазерних імпульсів з індикацією їх кількості.

The description of the control block of formation of signals of pump lamps for laser sets is offered. The unit can work in two modes: inventory (scoring) with indication of quantity of radiated laser impulses and indication of the stayed laser impulses not radiated from general programmed quantity.

У наукових дослідженнях в області лазерної технології напівпровідників використовуються промислові імпульсні лазери. Головними параметрами лазерного випромінювання, які визначають технологічний процес, є частота і кількість імпульсів. Наприклад, швидкість росту плівок при лазерному осадженні залежить від частоти й тривалості лазерного імпульсу [1]. Кількість імпульсів лазерного випромінювання визначає товщину отриманих плівок та їх властивості [2]. Залежно від матеріалу, кількість імпульсів може дорівнювати декільком тисячам, а для відтворення результатів необхідно точно знати їх кількість [3]. Не завжди промислові лазери задовольняють потреби наукового експерименту, адже не мають достатнього набору частот і лічильника кількості імпульсів лазерного випромінювання. Тому в наукових лабораторіях здійснюються роботи з модернізації лазерних установок, що виготовлені для заводських потреб, для розв'язання певних задач. У праці [4] описаний пристрій, основним завданням якого є стабілізація лазерного випромінювання із використанням програматора на механічних пакетних перемикачах. У такому пристрої не передбачено можливості підрахунку кількості випромінених лазерних імпульсів.

У роботі наведено опис пристрою керування для імпульсних лазерів, які випускаються промисловістю, і застосований нами до лазерної установки ОГМ-20. Використання цифрових мікросхем для програмування режимів роботи лазера дозволяє одержувати лазерні імпульси в частотному діапазоні 0,5÷10 Гц з дискретністю 1 Гц. Лазер може працювати в одному з режимів:

підрахунок кількості імпульсів (режим підрахунку) або дозвіл випромінювання запрограмованої кількості імпульсів (режим програмування).

### Опис пристрою

Схема пристрою керування наведена на рис. 1. У схемі використані логічні елементи "І-НЕ" мікросхеми К561ЛА7. На логічних елементах D1–D2 зібраний генератор імпульсів. Матриця резисторів 123К–6,2К дозволяє отримувати запускаючі імпульси для ввімкнення лампи накачування лазера в діапазоні 0,5÷10 Гц. Нестабільність генератора при напрузі живлення +5 В не перевищує ±10% в інтервалі робочих температур лазерної установки. Елементи D5–D6 формують необхідну тривалість імпульсу запуску (≥10 мкс) для вхідних електричних кіл блока ввімкнення лампи накачування лазерної установки ОГМ-20. Оптиелектронна пара АОТ123Б забезпечує формування імпульсів необхідної амплітуди й гальванічну розв'язку пристрою керування і вхідних електричних кіл лазерної установки. Положення перемикача "СТОП", коли логічний нуль подається на елементи D4–D5, зупиняє процес формування сигналів ввімкнення лампи накачування лазера. Під час роботи імпульси з генератора також поступають на схему програмування та індикації. Індикація кожного розряду забезпечується ідентичним набором пристроїв: лічильником К555ИЕ6, дешифратором К555ИД18 та семисегментним індикатором АЛС324Б. Для гасіння незначущого нуля в старших чотирьох розрядах використано керуючі входи Е і ЕО мікросхеми К555ИД18. Логічні елементи D13–

D15 (дана група однакова для всіх розрядів) разом з елементами D7–D9 формують сигнали для задання відповідних режимів роботи лічильника K555IE6.

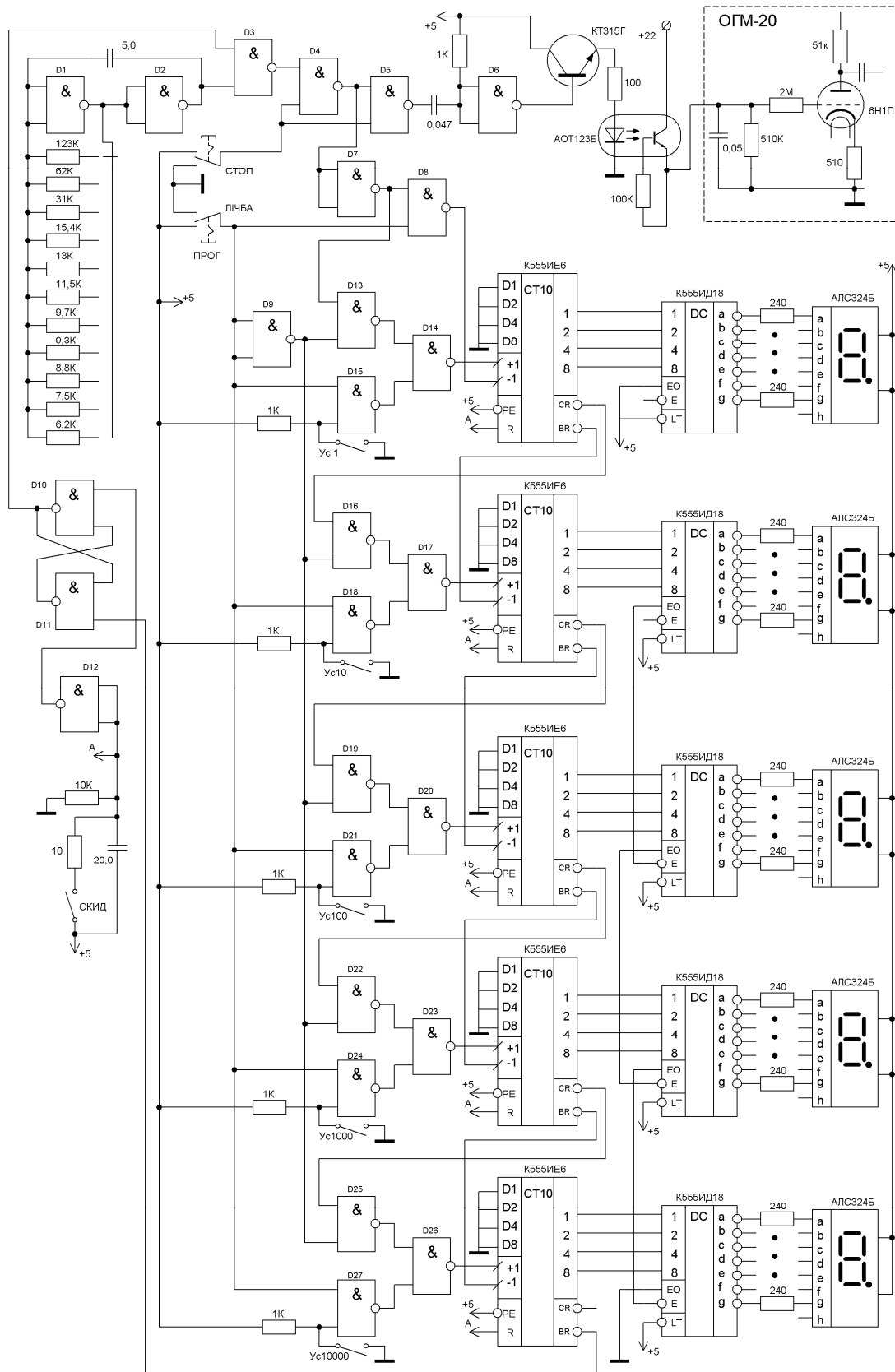


Рис. 1. Схема блока управління

У режимі програмування п'ятирозрядний лічильник виконує обернений підрахунок імпульсів лазерного випромінювання відповідно до положення перемикачів "ПРОГ/ЛПЧБА" і "СТОП" на схемі. На входах +1 мікросхем К555ИЕ6 сформовані сигнали логічної 1. Визначення необхідної кількості імпульсів лазерного випромінювання, яка відображається на індикаторах, відбувається при натисненні перемикача "СТОП", за допомогою контактів "Ус1"–"Ус10000". У момент завершення рівня логічної 1 останнього запрограмованого імпульсу сигнал логічного 0 з виходу BR мікросхеми К555ИЕ6 (лічильник 10000) приводить до встановлення на одному із входів елемента D3 значення логічного 0. Після цього формування сигналів для ввімкнення лампи накачування припиняється.

У режимі підрахунку п'ятирозрядний лічильник підраховує і відображає кількість імпульсів лазерного випромінювання. При цьому натиснутий перемикач "ПРОГ/ЛПЧБА" в положенні "ЛПЧБА" формує сигнал логічної 1 на входах –1 мікросхем К555ИЕ6. Загальне скидання лічильника і дозвіл проходження сигналів з генератора на ланцюзі індикації і запалювання відбувається за допомогою ланцюгів скидання: елемент D12 і кнопка "СКИД".

### Енергетичні параметри

Лазер ОГМ-20 (у заводському виконанні) може працювати у двох режимах: модульованої добротності й вільної генерації на двох частотах імпульсного випромінювання: 0,5 і 1 Гц. Робота лазера в режимі модульованої добротності забезпечується електрооптичним затвором. Для роботи лазера в режимі вільної генерації на частотах більше 1 Гц охолодження кристала рубіну відбувається за допомогою двоконтурного пристрою охолодження УО-1 з продуктивністю внутрішнього контуру 36 літрів/хв. Електрооптичний затвор був видалений із випромінювача з подальшим юстуванням лазера.

Результати енергетичних характеристик лазерного випромінювання засобами вимірювання середньої енергії потужності лазерного випромінювання ОСИСМ-А в режимі вільної генерації наведені на рис. 2 (залежність відносної енергії випромінювання  $k = E_F / E_{F=1}$  від частоти слідування лазерних імпульсів). Очевидно, що при збільшенні частоти імпульсів енергія імпульсу починає істотно зменшуватися, починаючи з 6 Гц. Це пояснюється значенням величини постійної часу зарядних ланцюгів конденсаторів блока на-

качування лазера та зменшенням к.к.д. рубінового стрижня [5]. Оціночна тривалість імпульсу випромінювання отримана за допомогою вимірювача лазерної дозиметрії ИДЛ-2 і складала 1,5–2 мс. Даний пристрій також був застосований і в лазерах серії ЛТИ та ЛТН.

Модернізований у такий спосіб лазер ОГМ-20 дозволив збільшити швидкість росту осаджених плівок напівпровідникових матеріалів (CdSb,  $\text{Cr}_{1-x}\text{Hg}_x\text{Te}$ , та ін.) та оптимізувати процес відпалу кристалів CdTe за допомогою лазерного випромінювання.

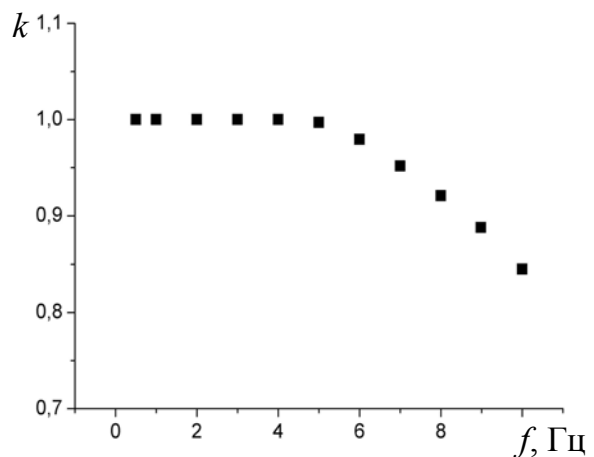


Рис. 2. Залежність відносної енергії лазерного випромінювання від частоти слідування імпульсів

### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Володин В.А., Якимов А.И., Двуреченский А.В., Никифоров А.И., Ефремов М.Д., Гацкевич Е.И, Ивлев Г.Д., Михалев Г.Ю. Модификация квантовых точек в наноструктурах Ge/Si импульсным лазерным облучением // ФТП. – 2006. – 240, вып. 2. – С.207-214.
2. Грехов И.В., Линийчук И.А., Титков И.Е. Лазерное напыление пленок GaN // Письма в ЖТФ. – 2006. – 32, вып. 5. – С.24-27.
3. Волянська Т.А., Грицюк Б.М., Нічий С.В. Методика та особливості вирощування плівок лазерним випаровуванням в статичному вакуумі. // Науковий вісник ЧДУ. Вип.29: Фізика. – Чернівці: ЧДУ, 1998. – С.60-65.
4. Ефремов В.В., Тылец Н.А., Чумаков А.Н., Шиенок Ю.Ф. Лазерная установка на базе промышленного АИГ-лазера с программируемым режимом работы // ПТЭ. – 1992. – №4. – С.179-183.
5. Дьюли У. Лазерная технология и анализ материалов. – М.: Мир, 1986. – 504с.