

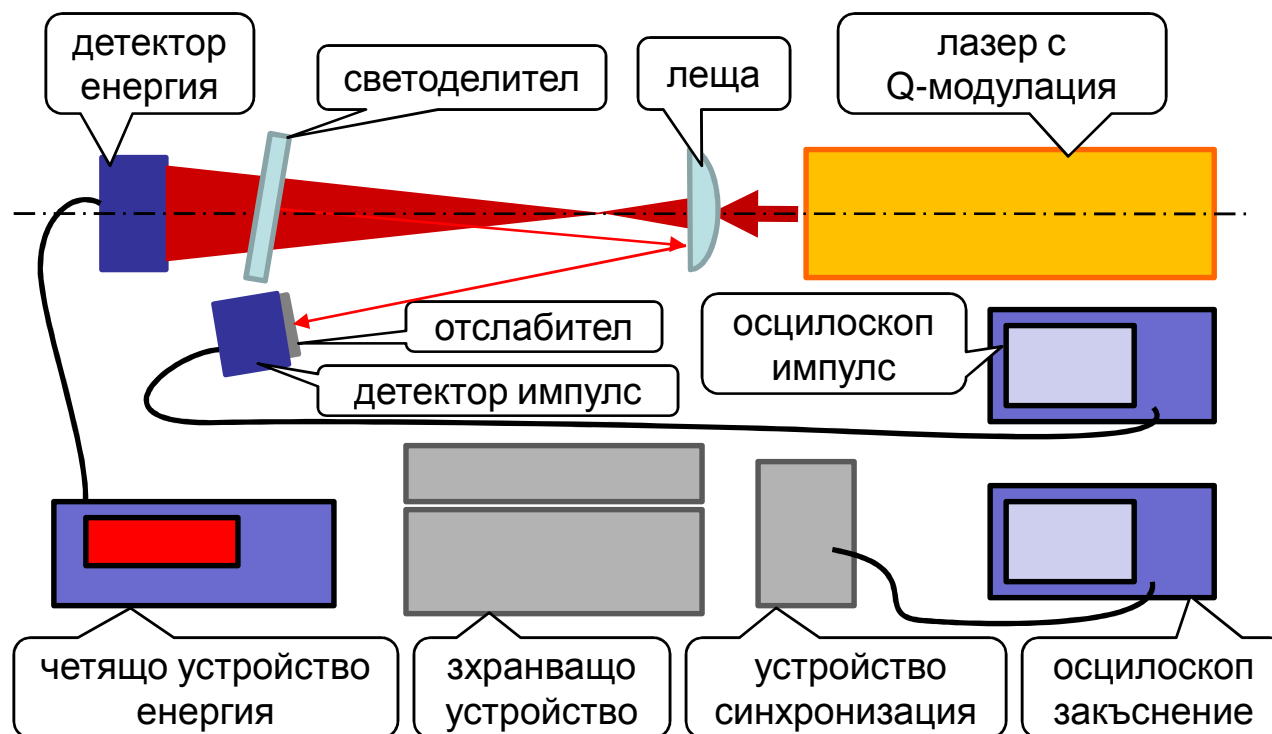
10_ Режими на работа на лазерите: демонстрации на свободна генерация и модулация на качествения фактор на резонатора

Главни моменти:

- запознаване с опитната постановка;**
- експериментално изучаване на режима на свободна генерация;**
- експериментално изучаване на режима на модулация на качествения фактор на резонатора.**

Режими на работа на лазерите – демонстрации

Опитна постановка

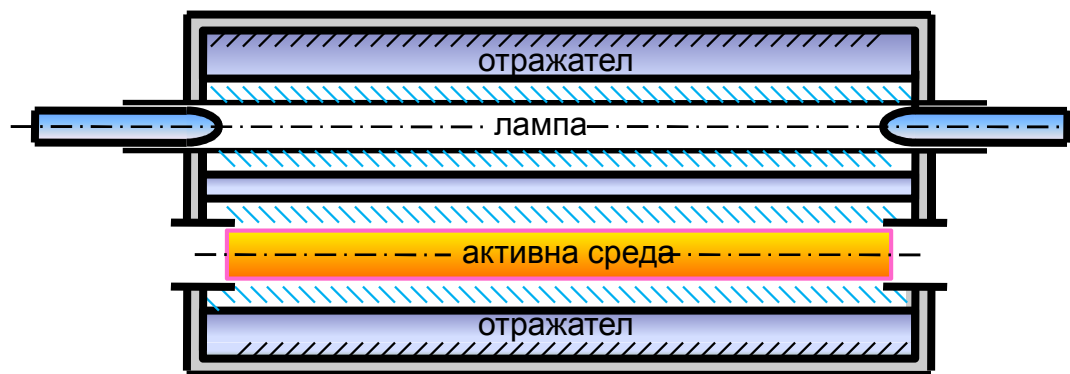


Основни възли:

- Nd^{+3} :YAG лазер;
- измерител на енергия;
- захранващо устройство ;
- запомнящ осцилоскоп за светлинните импулси;
- устройство за синхронизация;
- осцилоскоп за закъснението.
- детектор на светлинния импулс;

Режими на работа на лазерите – демонстрации

Опитната постановка - излъчвател



Основни елементи:

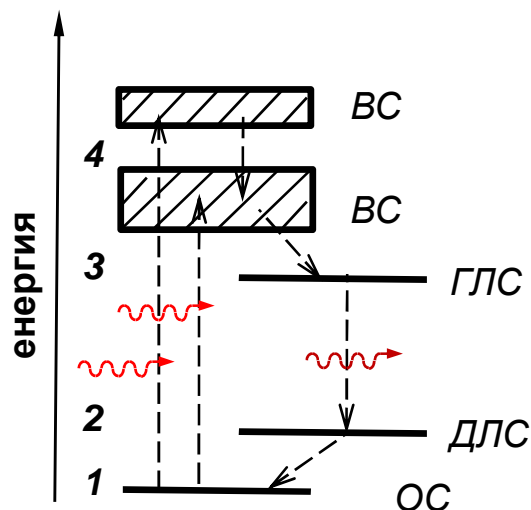
- активна среда – Nd:YAG кристал;
- импулсна газоразрядна лампа;
- цилиндричен отражател от прозрачно стъкло с отразяващо покритие по външната му повърхност;
- стоманен корпус;
- в пространството между отражателя, лампата и активната среда тече вода.

Действие:

- електрическата енергията е запасена в захранващото устройство;
- след сигнал се насочва към лампата;
- преобразува се в мощен широкоспектърен светлинен импулс;
- възбужда оптично активната среда;
- отражателят “събира” и насочва светлината от лампата към кристала.

Режими на работа на лазерите – демонстрации

Опитната постановка – състояния на Nd^{3+}



Свойства:

+ Спектър на поглъщане – ивици при:

$$\lambda_{B1} = 810 \text{ nm} \text{ и } \lambda_{B2} = 730 \text{ nm};$$

+ Генерация при:

$$\lambda_{\Gamma} = 1064 \text{ nm}$$

+ Времена на живот:

$$\tau_{4-\text{ГЛС}} = \times 1 \text{ ns};$$

$$\tau_{\text{ГЛС}-\text{ДЛС}} = 230 \mu\text{s};$$

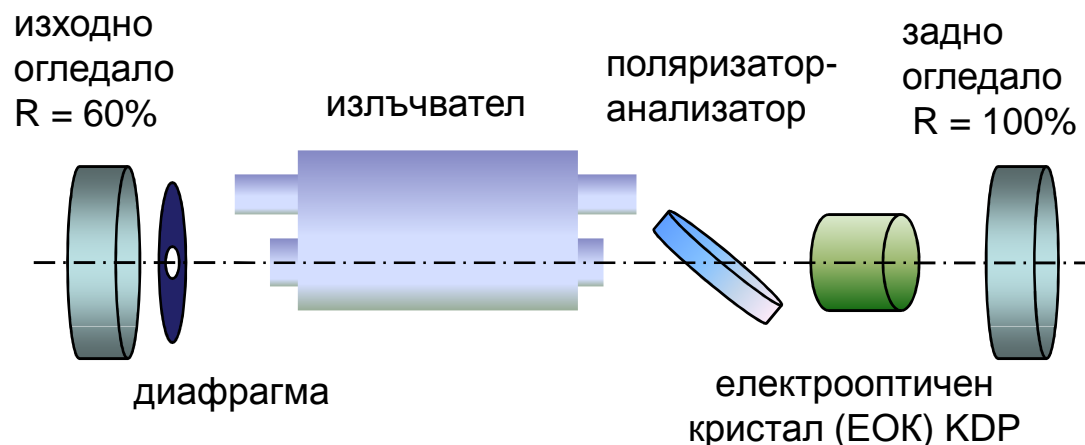
$$\tau_{\text{ДЛС}-\text{ОС}} = \times 100 \text{ ps}..$$

Действие:

- възбуждащото лъчение от лампата се поглъща в две широки спектрални ивици при преходите от основно състояние (ОС) 1 към възбудените състояния 4.
- от състоянията 4 частиците релаксират бързо и безизлъчвателно към горното лазерно състояние (ГЛС) 3;
- генерацията възниква при принудени преходи от ГЛС към долно лазерно състояние (ДЛС) 2;
- от ДЛС частиците бързо релаксират безизлъчвателно към ОС.

Режими на работа на лазерите – демонстрации

Опитната постановка – лазер

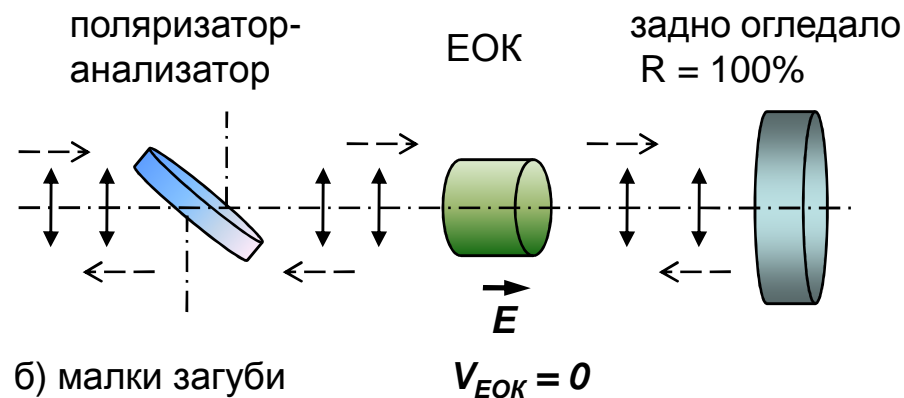
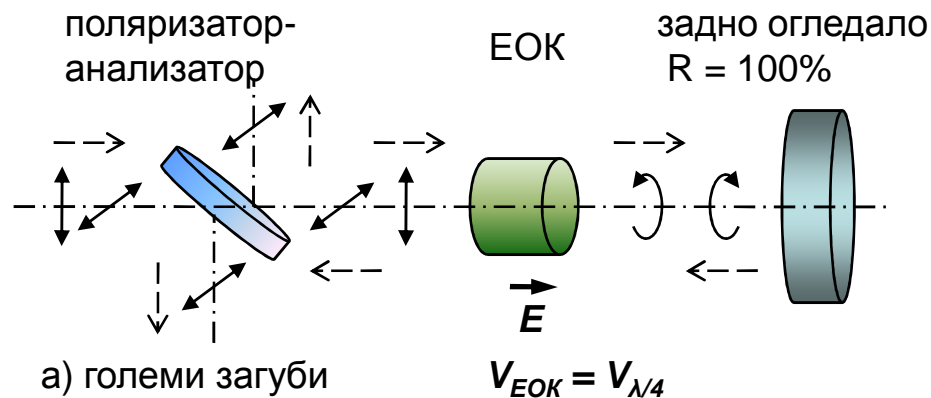


Елементи:

- + диафрагма – метална пластина с отвор около 0,8 mm, служи за селекция на основния напречно-надлъжен мод;
- + диелектричен поляризатор;
- + електрооптичен кристал (ЕОК) KDP (KH_2PO_4) – работи в условия на надлъжен линейен електрооптичен ефект при четвърт-вълново напрежение:
 - при липса на напрежение кристалът е изотропен;
 - при подадено четвърт-вълново напрежение ($V_{\lambda/4} = 3,7 \text{ kV}$) поляризацията на линейно поляризираната светлина се преобразува в кръгова и обратно.

Режими на работа на лазерите – демонстрации

Опитната постановка – модулатор

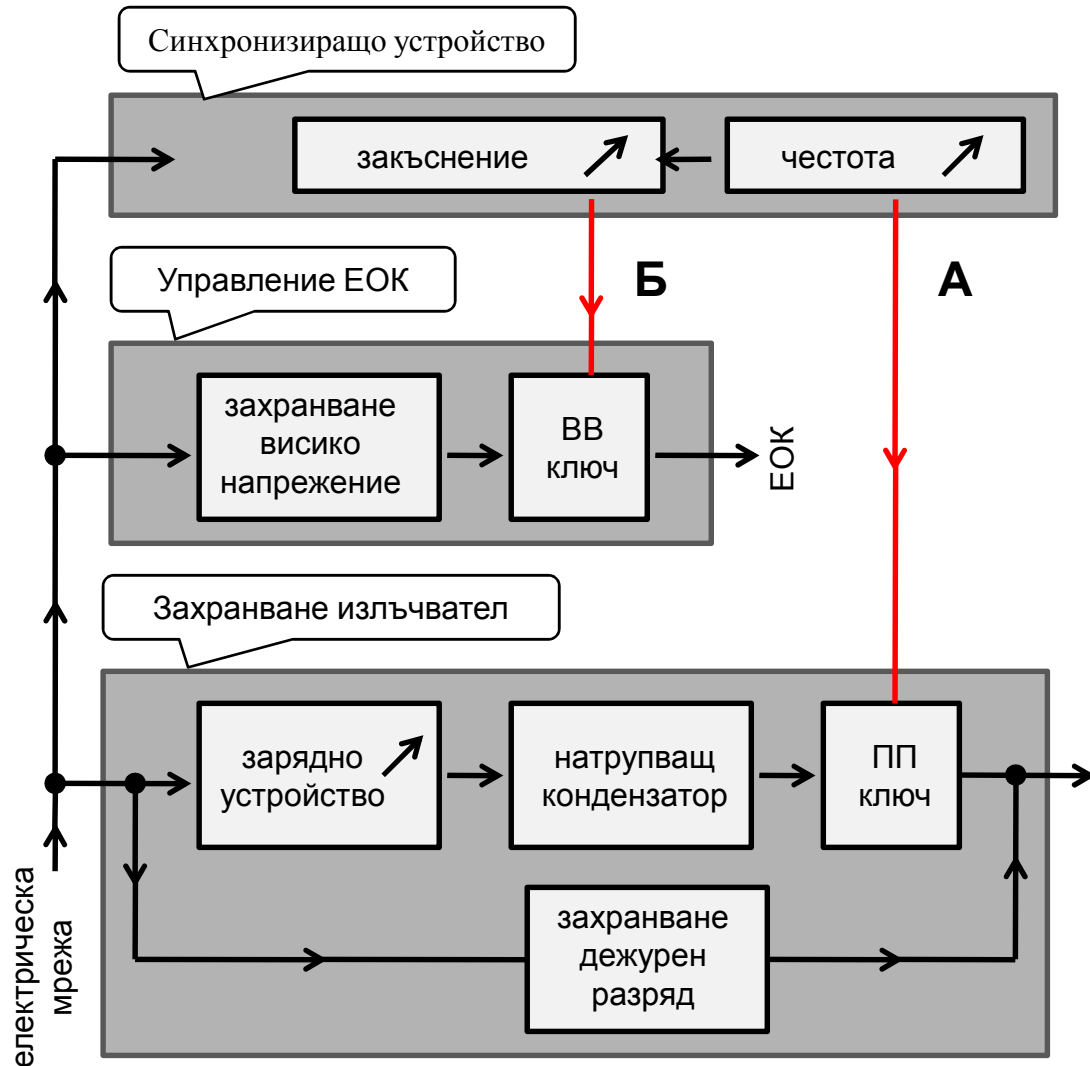


Действие:

- + преминалата през ПА светлина е с линейна поляризация, като векторът на интензитета на електричното поле лежи в равнината на чертежа;
- + $V_{\text{ЕОК}} = V_{\lambda/4}$ – след преминаване през ЕОК, отразяване в огледалото и повторно преминаване през ЕОК, поляризацията е завъртяна на 90 градуса и ПА изхвърля светлината от резонатора – големи загуби;
- + $V_{\text{ЕОК}} = 0$ – ЕОК е изотропен – няма промяна в поляризацията – светлината остава в резонатора – малки загуби.

Режими на работа на лазерите – демонстрации

Опитната постановка – синхронизиране



Действие:

- + Синхронизиращото устройство генерира две поредици от импулси - **А** и **Б**;
- + **А** е с регулируема честота от 1 Hz до 20 Hz и периодически задейства ПП ключа, насочвайки запасената в натрупващия кондензатор енергия за възбуждане на лазера;
- + **Б** е синхронна с **А**, но импулсите следват със закъснение, регулируемо в диапазона от 50 μ s до 500 μ s, и задействат ВВ ключ, управляващ загубите в резонатора.

Режими на работа на лазерите – демонстрации

Режим на свободна генерация

Изследване:

- + **условия:** зарядно напрежение 500 V, 550 V, 600 V; $V_{\text{ЕОК}} = 0$; $k = 1,17$;
- + **измервания;**
 - $E_{\text{СР_ИЗМ}}$ – осреднена от десет импулса;
 - продължителност на импулса $\Delta t_{\text{ИМП}}$ – в основата.

Зарядно напрежение [V]	Средна измерена енергия в импулс $E_{\text{СР_ИЗМ}}$ [mJ]	Средна енергия в импулс $E_{\text{СР}}$ [mJ]	Продължителност на импулса $\Delta t_{\text{ИМП}}$ [μs]	Средна импулсна мощност $P_{\text{ИМП}}$ [kW]
500				
550				
600				

Изчисления:

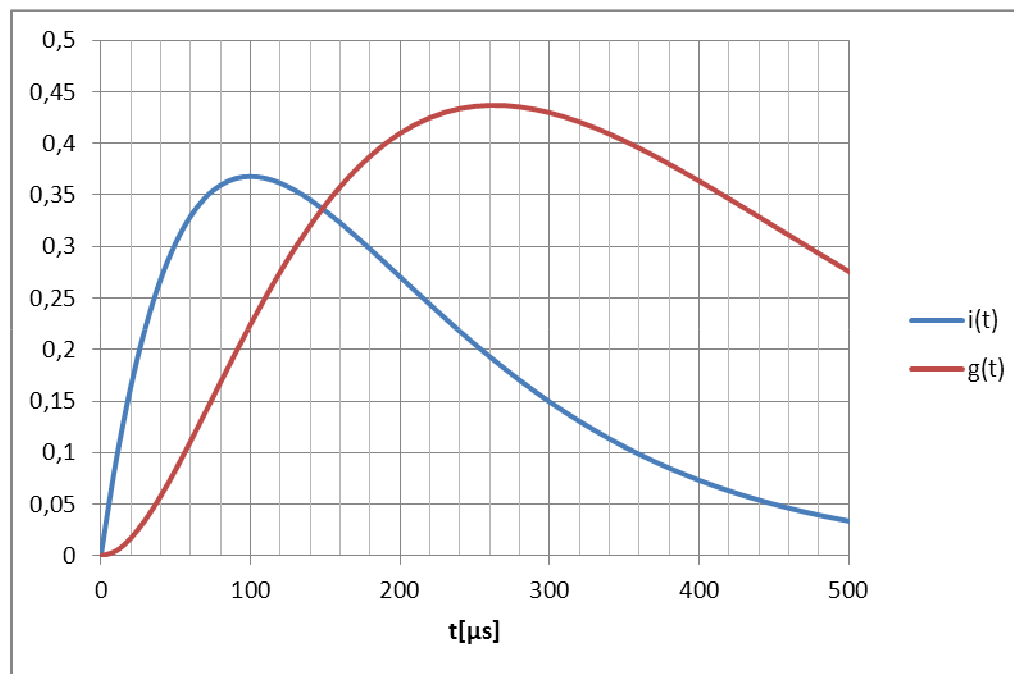
- + средната енергия в импулс $E_{\text{СР}} = k * E_{\text{СР_ИЗМ}}$;
- + средната импулсна мощност $P_{\text{ИМП}} = E_{\text{СР}} / \Delta t_{\text{ИМП}}$.

Коментари:

- + промяната на $E_{\text{СР}}$, Δt и $P_{\text{ИМП}}$ при нарастване на зарядното напрежение;
- + формата, амплитудата и продължителността на осцилациите на лъчението.

Режими на работа на лазерите – демонстрации

Режим на Q-модуляция



Зависимости на възбуждащия ток (синя крива) и усилването на активната среда (червена крива) от времето.

Режими на работа на лазерите – демонстрации

Режим на Q-модуляция

Изследване:

- + **условия:** зарядно напрежение 550 V; $V_{\text{ЕОК}} = 3,7 \text{ kV}$; $k = 1,17$
- + **параметър:** закъснение 100 μs , 200 μs , 250 μs , 300 μs и 400 μs ;
- + **измервания;**
 - $E_{\text{СР_ИЗМ}}$ – осреднена от десет импулса;
 - продължителност на импулса $\Delta t_{\text{ИМП}}$ – пълна ширина на полувисочина.

Закъснение [μs]	Средна измерена енергия в импулс $E_{\text{СР_ИЗМ}}$ [mJ]	Средна енергия в импулс $E_{\text{СР}}$ [mJ]	Продължителност на импулса $\Delta t_{\text{ИМП}}$ [μs]	Средна импулсна мощност $P_{\text{ИМП}}$ [kW]
100				
200				
250				
300				
400				

Изчисления:

- + средната енергия в импулс $E_{\text{СР}} = k * E_{\text{СР_ИЗМ}}$;
- + средната импулсна мощност $P_{\text{ИМП}} = E_{\text{СР}} / \Delta t_{\text{ИМП}}$.

Коментари:

- + промяната на $E_{\text{СР}}$ при промяна на закъснението;