

УДК 621.378.4

ГЕНЕРАЦИЯ УЛЬТРАКОРОТКИХ ИМПУЛЬСОВ СВЕТА  
В ОБЛАСТИ 220÷266 нм В КРИСТАЛЛЕ ПЕНТАБОРАТА КАЛИЯ

К. Б. ПЕТРОСЯН, К. М. ПОХСРАРЯН

НИИ физики конденсированных сред ЕГУ

(Поступила в редакцию 20 мая 1983 г.)

Получена перестройка частоты ультракоротких импульсов света в области 220 ÷ 266 нм путем последовательного удвоения в  $LiIO_3$  и пентаборате калия частоты параметрического генератора на  $KDP$ , накачиваемого второй гармоникой излучения монопольного лазера на АИГ:  $Nd^{3+}$  с пассивной синхронизацией мод.

Одним из эффективных физических механизмов, обеспечивающих генерацию ультракоротких импульсов (УКИ) света, плавной перестраиваемых по частоте, является трехволновое параметрическое взаимодействие в нелинейных кристаллах. В настоящее время широкое распространение получили параметрические генераторы одиночных УКИ на кристаллах  $KDP$ , накачиваемые излучением второй гармоники лазера на АИГ:  $Nd^{3+}$ , с каскадами последовательного удвоения и суммирования частоты генерации в кристаллах  $LiIO_3$ ,  $KDP$  и  $ADP$ . Коротковолновая граница плавной перестройки таких генераторов составляет  $\sim 260$  нм и соответствует  $90^\circ$ -синхронизму для удвоения частоты в  $ADP$  [1].

Практический интерес представляет освоение более коротковолнового диапазона. В этом плане широкие возможности открывает двухосный положительный кристалл пентабората калия ( $KB5$ ), который обладает хорошим пропусканием в УФ-ВУФ диапазоне, допускает осуществление фазового синхронизма при комнатной температуре, достаточно стоек к лазерному излучению [2, 3].

Ранее нами сообщалось о получении плавной перестройки частоты УКИ в области 220÷222 нм [4]. Перестройка осуществлялась путем суммирования в  $KB5$  частот четвертой гармоники лазера одиночных УКИ на АИГ:  $Nd^{3+}$  и излучения параметрического генератора на кристаллах  $KDP$ . В настоящей работе осуществлена перестройка частоты одиночных УКИ в диапазоне 220 ÷ 266 нм путем двукратного последовательного удвоения в кристаллах  $LiIO_3$  и  $KB5$  частоты параметрического генератора на  $KDP$ .

Схема экспериментальной установки приведена на рис. 1. В качестве задающего нами использовался лазер на АИГ:  $Nd^{3+}$ , работающий в режиме синхронизации мод, который излучал пучок из 5—7 УКИ. С помощью электрооптического затвора Поккельса из пучка выделялся один УКИ, который затем усиливался двумя каскадами усилителей на АИГ:  $Nd^{3+}$  (детальное описание лазерной части установки приведено в [5]).

Параметры основного излучения на длине волны  $\lambda = 1064$  нм были следующими: энергия  $\sim 50$  мДж, длительность  $\sim 38$  пс, диаметр пуч-

ка — 4 мм, расходимость — 1 мрад, частота повторения импульсов — 1 Гц. Для удвоения частоты основного излучения использовался кристалл *KDP* длиной 15 мм (тип взаимодействия оо-е, угол синхронизма  $\theta = 41^\circ$ ,

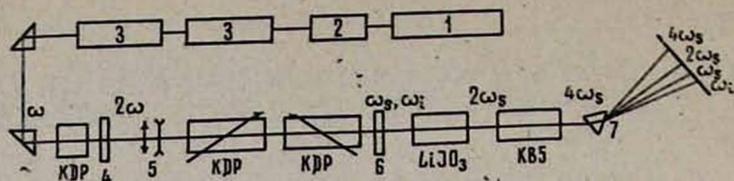


Рис. 1. Схема экспериментальной установки: 1 — задающий генератор УКИ на АИГ:  $Nd^{3+}$ ; 2 — электрооптический затвор Поккельса; 3 — усилители на АИГ:  $Nd^{3+}$ ; 4 — светофильтр СЭС-21; 5 — телескоп; 6 — светофильтр КС-14; 7 — кварцевая призма.

$\varphi = 45^\circ$ ). Энергетический КПД преобразования во вторую гармонику составлял 60%.

Излучение второй гармоники с длиной волны  $\lambda = 532$  нм использовалось в качестве накачки параметрического генератора на *KDP*. Последний состоял из двух последовательно расположенных кристаллов *KDP* длиной 40 мм (тип взаимодействия е-ое, угол синхронизма для вырожденного режима  $\theta = 58^\circ$ ,  $\varphi = 0$ ). Для достижения плотности мощности, необходимой для эффективного параметрического преобразования, диаметр пучка с помощью телескопа уменьшался вдвое. Энергия импульсов накачки на входе параметрического генератора составляла  $\sim 22$  мДж.

На рис. 2 приведена перестроечная кривая параметрического генератора на *KDP* и соответствующие кривые для процессов последовательного удвоения в  $LiIO_3$  и  $KB5$  частоты излучения сигнальной волны.

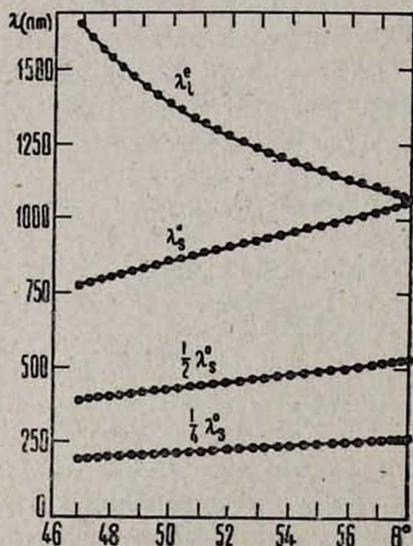


Рис. 2. Перестроечная кривая параметрического генератора на *KDP* и соответствующие кривые для процессов последовательного удвоения частоты излучения сигнальной волны.

удвоения в  $LiIO_3$  и  $KB5$  частоты излучения сигнальной волны. Энергия излучения в диапазоне 880–1064 нм составила 1,2–2,4 мДж, а в вырожденном режиме — 5 мДж, что соответствует 22% эффективности преобразования по энергии.

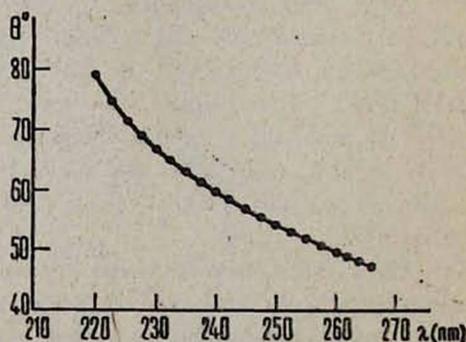


Рис. 3. Зависимость углов синхронизма для удвоения частоты в  $KB5$  от длины волны удвоенного излучения.

Кристалл  $LiIO_3$ , используемый для удвоения частоты параметрического излучения, имел длину 25 мм и был вырезан под углом  $\theta = 30^\circ$  к оптической оси (тип взаимодействия оо-е). В области длин волн 440÷532 нм энергия импульсов составила 120÷430 мкДж.

Дальнейшее удвоение частоты излучения для перехода в УФ-область осуществлялось в кристалле  $KB5$ . Угловой перестройкой последнего перекрывался диапазон 220÷266 нм. Отметим, что в работах [6, 7]  $KB5$  использовался в качестве удвоителя частоты импульсов наносекундной длительности.

В выбранной нами геометрии взаимодействия волны распространялись в кристаллографической плоскости  $ab$  под углом синхронизма  $\theta$  к оси  $a$ . Падающая волна была поляризована в плоскости  $ab$ , а волна с удвоенной частотой — в плоскости  $bc$  (тип взаимодействия ее-о). В эксперименте использовался элемент  $KB5$  с размерами  $15 \times 20 \times 36$  мм<sup>3</sup>, вырезанный под углом  $\theta = 52^\circ$ .

Углы синхронизма для удвоения частоты в  $KB5$  при выбранной геометрии рассчитывались с помощью выражения

$$\sin^2 \theta = \frac{(n_c^{2\omega})^{-2} - (n_b^\omega)^{-2}}{(n_a^\omega)^{-2} - (n_b^\omega)^{-2}},$$

где главные значения показателей преломления  $n_a$ ,  $n_b$ ,  $n_c$  в направлении кристаллографических осей  $a$ ,  $b$ ,  $c$  определялись с помощью формулы Зельмейера

$$n^2 = 1 + \frac{1}{A + \frac{B}{\lambda^2}}.$$

Здесь  $\lambda$  выражается в мкм, а значения коэффициентов  $A$  и  $B$  приведены в таблице [8, 9]. Зависимость углов синхронизма для удвоения частоты в  $KB5$  от длины волны удвоенного излучения представлена на рис. 3.

Таблица

$n$	$A$	$B$
$n_a$	0,848117	-0,0074477
$n_b$	0,972682	-0,0087757
$n_c$	1,008157	-0,0094050

Энергетические измерения в УФ-области производились калиброванным пироэлектрическим приемником. Разделение пучков при регистрации осуществлялось с помощью кварцевой призмы. В области 220÷266 нм энергия импульсов составила 0,5÷2,3 мкДж.

Таким образом, в работе осуществлена генерация одиночных ультракоротких импульсов в области 220÷266 нм удвоением в кристалле  $KB5$  излучения параметрического генератора в диапазоне 440÷532 нм. Использование наряду с удвоением схемы суммирования частоты в  $KB5$ , реализованной нами в [4], позволяет в целом довести коротковолновую границу непрерывной плавной перестройки диапазона параметрического гене-

ратора УКИ света до 200 нм. Отметим, что в работе [10] осуществлена перестройка частоты цуга УКИ света в УФ-области с использованием *KB5*.

В заключение авторы выражают благодарность А. Л. Погосян за предоставление образцов кристалла пентабората калия.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Крюков П. Г. и др. Квантовая электроника, 5, 2348 (1978).
2. Palsner J. A. et al. Appl. Phys. Lett., 32, 476 (1978).
3. Sticckel R. E., Jr., Dunning F. B. Appl. Opt., 17, 981 (1978).
4. Петросян К. Б., Погосян А. Л., Похсрарян К. М. Тезисы докладов XI Всесоюзной конференции по когерентной и нелинейной оптике. Ереван, 1982, ч. I, с. 507
5. Арутюнян А. Г., Петросян К. Б., Похсрарян К. М. Изв. АН АрмССР, Физика, 16, 278 (1981).
6. Dewey C. F., Jr. et al. Appl. Phys. Lett., 26, 714 (1975).
7. Dewey H. J. IEEE, QE-12, 303 (1976).
8. Cook W. R., Hubby L. M. J. Opt. Soc. Am., 66, 72 (1976).
9. Dunning F. B., Sticckel R. E., Jr. Appl. Opt., 15, 3131 (1976).
10. Tanaka Y., Kuroda H., Shionoya S. Opt. Commun., 41, 434 (1982).

ԿԱԼԻՈՒՄԻ ՊԵՆՏԱԲՈՐԱՏ ԲՅՈՒՐԵՂՈՒՄ  
ԱՌՅՍԻ ԳԵՐԿԱՐՃ ԻՄՊՈՒԼՍՆԵՐԻ ԳՆՆԵՐԱՑՒԱՆ 220-266 ՆՄ ՏԻՐՈՒՅԹՈՒՄ

Կ. Բ. ՊԵՏՐՈՍՅԱՆ, Կ. Մ. ՓՈՒՍՐԱՐՅԱՆ

Յողատի լիթիումում և կալիումի պենտաբորատում, հաջորդաբար կրկնապատկելով պարամետրիկ KDP զենեքատորի հաճախությունը, ստացված է լույսի զերկարձ իմպուլսների զննարացիա 220-266 նմ տիրույթում: Որպես հիմնական հաճախության ճառագայթման աղբյուր օգտագործվել է նեոդիմով ակտիվացված նոնաբարի վրա զործող պիկոլայրկյանային լազերը:

#### GENERATION OF PICOSECOND LIGHT PULSES IN 220-266 nm REGION IN POTASSIUM PENTABORATE

K. B. PETROSYAN, K. M. POKHSRARYAN

Tunable picosecond pulses in the region of 220-266 nm are generated by means of subsequent frequency doubling in *LiIO<sub>3</sub>* and *KB5* of pulses produced by a *KDP* parametric oscillator pumped by the second harmonic of *YAG:Nd<sup>3+</sup>* laser.