

УДК 621.373.432

## К ВОПРОСУ О ВОЗМОЖНОСТИ СОЗДАНИЯ ИМПУЛЬСНЫХ ГЕНЕРАТОРОВ ДИФРАКЦИОННОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

*И. М. Балаклицкий, Б. К. Скрынник, А. И. Цвык, В. П. Шестопалов*

Рассмотрен вопрос о возможности создания импульсных генераторов дифракционного излучения (ГДИ) миллиметрового и субмиллиметрового диапазонов длин волн. Приводятся основные соотношения для исследования спектральных характеристик импульсов дифракционного излучения и выбора добротности открытого резонатора ГДИ. Качественно описан процесс установления колебаний в генераторе. Экспериментально исследован ГДИ миллиметрового диапазона ( $\lambda = 2,76 - 4,6$  мм), работающий в импульсном режиме. Получены импульсы высокочастотных колебаний длительностью от 10 нс до 100 нс. Исследуется вопрос о влиянии параметров ГДИ на форму импульсов высокочастотных колебаний генератора.

Вопросам исследования эффекта дифракционного излучения (ДИ) и создания на этом принципе приборов миллиметрового и субмиллиметрового диапазонов длин волн посвящено большое количество теоретических и экспериментальных работ [1-5]. В основном исследовались генераторы дифракционного излучения (ГДИ), работающие в непрерывном режиме.

Установлено, что ГДИ обладают рядом специфических особенностей и положительных свойств по сравнению с другими приборами с длительным взаимодействием электронного потока с СВЧ полем (например, ЛОВ). Поэтому представляет практический интерес исследование возможности создания ГДИ миллиметрового и субмиллиметрового диапазонов волн, работающих в импульсном режиме (ИГДИ). Можно считать достаточно вероятной возможность получения импульсов наносекундной длительности в ГДИ миллиметрового и субмиллиметрового диапазонов, если искать решение этой проблемы аналогично тому, как это делается в лазерной технике [7], где уже разработаны затворы управления добротностью открытого резонатора (ОР).

### 1. НЕКОТОРЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

1. *Спектр импульса ДИ.* Известно [1], что при равномерном движении вблизи ленточной дифракционной решетки монохроматического непрерывного электронного потока с заданной частотой модуляции возникает ДИ, спектр излучаемых гармоник которого дискретен. Электромагнитное поле фиксированной частоты излучается при этом под определенным углом относительно дифракционной решетки.

В отличие от непрерывного режима импульс тока, образованного электронным потоком при его движении над дифракционной решеткой, возбуждает импульс электромагнитного поля ДИ; форма излучаемого импульса и его спектр существенным образом зависят от параметров периодической структуры. Электромагнитное поле и энергию импульсного излучения можно определить из решения соответствующей краевой задачи. Решение в этом случае ищется в виде интегралов (одиночный

импульс тока) или рядов Фурье (периодическая последовательность импульсов тока).

Для частот  $\omega \leq \pi c/l$  (длинноволновое приближение) распределение спектральной плотности потока энергии импульса ДИ, возбуждаемого на ленточной решетке [1] прямоугольным импульсом тока

$$I_0(y, z, t) = j \frac{I_0 \tau_i}{2\pi} \delta(z) \int_{-\infty}^{\infty} I_\omega \exp[i(ky - \omega t)] d\omega, \quad (1)$$

определяется формулой

$$S_\omega = s_0 \frac{I_0^2 \tau_i^2}{32\pi c} (1 - \beta^2) \sum_{\mu} I_\omega^2 |\Phi_{\omega, -\mu}(u)|^2 \exp\left(-2a \frac{\omega}{v} \sqrt{1 - \beta^2}\right). \quad (2)$$

Здесь

$$I_\omega = \frac{\sin(\tau_i/2)(\omega - \omega_0)}{\tau_i(\omega - \omega_0)} + \frac{\sin(\tau_i/2)(\omega + \omega_0)}{\tau_i(\omega + \omega_0)},$$

$I_0$ ,  $\tau_i$  — амплитуда линейной плотности и время длительности импульса тока в плоскости  $y = \text{const}$ ,  $\omega$  — спектральная частота,  $\omega_0$  — частота модуляции тока,  $s_0$  — единичный вектор направления распространения энергии, функция  $\Phi_{\omega, -\mu}(u)$  зависит от коэффициента заполнения решетки ( $u = \cos \frac{\pi d}{l}$ ), частоты  $\omega$ , номера пространственной дифракционной гармоники  $\mu$  и совпадает с формулой (18.а) [5] при  $m = 0$ . Остальные обозначения те же, что и в [1].

Спектральное распределение энергии ДИ связано доплеровской формулой

$$\gamma_{\omega, \mu} = \arccos \frac{l\omega - 2\pi\mu\beta c}{l\omega\beta}, \quad (3)$$

а ширина спектра ДИ  $\mu$ -й пространственной гармоники определяется соотношением

$$\Delta\omega_\mu = \mu \frac{4\pi c \beta^2}{l(1 - \beta^2)} \quad (\mu = 1, 2, \dots). \quad (4)$$

Гармоники спектра (4) с частотами  $\omega_{\mu, 1} = 2\pi\mu\beta c/l(1 + \beta)$  и  $\omega_{\mu, 0} = 2\pi\mu\beta c/l(1 - \beta)$  излучаются вдоль дифракционной решетки ( $\gamma_{\mu, 1} = 0^\circ$ ,  $\gamma_{\mu, 2} = 180^\circ$ ), а гармоника с частотами  $\omega_{\mu, 0} = 2\pi\mu\beta c/l$  — под углом  $\gamma_{\mu, 0} = 90^\circ$ .

Численный анализ (2) показывает, что основная часть спектральной энергии ( $\approx 90\%$ ) импульса сосредоточена в полосе частот  $\Delta\gamma_\mu^s \ll \ll \Delta\omega_\mu$  или  $\Delta\gamma_\mu^s < \Delta\omega_\mu$  (в зависимости от  $\tau_i$ ), излучаемых вблизи гармоники максимальной амплитуды с частотой  $\omega = \omega_{\text{opt}} = \omega_0$  (рис. 1а). Поэтому ширину спектра ДИ можно оценить по формуле

$$\Delta\gamma_\mu^s = \frac{2\pi s}{\tau_i}, \quad (5)$$

где  $s = 1, 2, 3, \dots$  — количество учитываемых спектральных гармоник при  $\mu = \text{const}$  (наибольшее целочисленное значение индекс  $s$  принимает при  $\Delta\gamma_\mu^s = \Delta\omega_\mu$ ,  $\mu = \text{const}$ ).

Если  $\omega_{\text{opt}} = \omega_{\mu, 0}$  (излучение вблизи нормали к дифракционной решетке), то граничные частоты спектра (5) вычисляются по формулам

$$\nu_{\mu, 1, 2}^s = \frac{2\pi\mu\beta c}{l} \pm \frac{\pi s}{\tau_i}, \quad (6)$$

а основная часть  $S_\omega$  сосредоточена в угле излучения

$$\Delta\gamma = \gamma_{\mu, 2}^s - \gamma_{\mu, 1}^s; \quad (7)$$

$$\gamma_{\mu, 1, 2}^s = \arccos \frac{\pm sl}{\beta(2\mu\beta c \tau_i \pm sl)}. \quad (7a)$$

В (6)—(7a) верхний знак соответствует частотам  $\omega_{\mu, 0} < \omega < \omega_{\mu, 2}$ , нижний —  $\omega_{\mu, 1} < \omega < \omega_{\mu, 0}$ .

Увеличение индекса  $s$  ( $s > 2$ ) приводит к увеличению полосы  $\Delta\nu_{\mu}^s$ , улучшает форму импульса ДИ, однако энергия импульса возрастает незначительно.

Следовательно, воспользовавшись формулами (3), (5) — (7a), всегда можно подобрать параметры решетки и электронного потока таким образом, что основная энергия импульса ДИ будет излучаться в заданном направлении.

2. Полоса пропускания резонатора. Воспользовавшись (5), получим связь добротности резонатора с шириной спектра ДИ:

$$Q = \frac{2\pi f_0}{\Delta\nu_{\mu}^s} = \frac{1}{s} \tau_i f_0, \quad (8)$$

где  $f_0$  — резонансная частота ОР.

Формула (8) позволяет оценить добротность резонатора ГДИ по ширине спектра импульса дифракционного излучения. На рис. 1 приведены зависимости добротности резонатора, возбуждаемого в миллиметровых и субмиллиметровых диапазонах, от длительности импульса  $\tau_i$ . Графики строились в предположении, что основная энергия импульса ДИ сосредоточена в десяти спектральных гармониках ( $s = 10$ ). Из графиков видно, что на частотах  $f > 37$  ГГц ( $\lambda < 8$  мм) резонаторы с добротностью  $Q \geq 1000$  могут «пропускать» импульсы ДИ с длительностью  $\tau < 270$  нс. С уменьшением длительности импульсы для заданной добротности резонатора необходимо увеличивать резонансную частоту ОР.

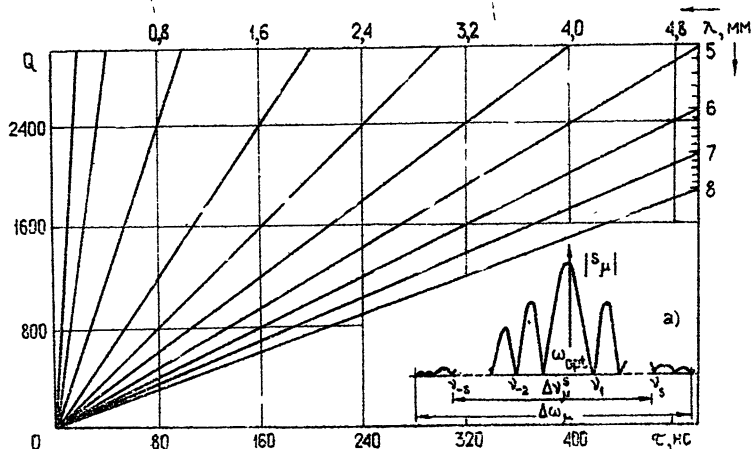


Рис. 1

3. Время установления колебаний. Одним из важных факторов при исследовании импульсных ГДИ является вопрос о времени установле-

ния колебаний в генераторе. С теоретической точки зрения исследование переходных процессов в ГДИ связано с решением электродинамических задач с учетом линейного и нелинейного взаимодействия электронного потока с высокочастотным полем ОР. Однако в случае мягкого режима возбуждения генератора [6] (в предположении, что время пролета электронов много меньше времени установления колебаний в ГДИ) время установления колебаний можно оценить по формуле

$$t_y = t_1 + t_{п.ф} = \frac{1}{c} \left( \frac{l+L}{\beta} + 2l_1 \right) + \frac{2 \ln 9}{\omega_0(\alpha-1)} Q. \quad (9)$$

Здесь  $l_1$  — расстояние между зеркалами ОР,  $L$  — путь, пройденный первыми электронами (с момента подачи импульсного напряжения модулятора) до центра пятна поля на дифракционной решетке,  $\alpha$  — коэффициент, характеризующий электронную проводимость резонатора, пропорционален току электронного пучка ( $\alpha = 1$  — соответствует стартовому режиму,  $\alpha = 2$  — режиму максимального КПД). Первое слагаемое в (9) (время  $t_1$ ) определяет время задержки генерации до стартового режима, второе ( $t_{п.ф}$ ) — длительность переднего фронта импульса высокочастотных колебаний с момента стартового режима в предположении, что энергия в резонаторе нарастает от  $0,1 W_0$  до  $0,9 W_0$  ( $W_0$  — энергия установления колебаний).

При выключении генератора ( $\alpha = 0$ ) колебания в резонаторе затухают, и в течение времени

$$t_{з.ф} = \frac{Q}{\omega_0} \ln 10 \quad (9a)$$

запасенная энергия в резонаторе достигает  $0,1 W_0$ .

Таким образом, время установления колебаний уменьшается с увеличением тока пучка, что согласуется с экспериментом (рис. 7). При  $\alpha = 2$  длительность переднего и заднего фронтов импульса, в основном, определяется добротностью и резонансной частотой ОР. В частности, в режиме максимального КПД при  $Q = 1500$ ,  $\beta = 0,1$ ,  $f_0 = 75$  ГГц,  $l = 0,4$  мм,  $L = 37$  мм,  $l_1 = 30$  мм времена  $t_1 \approx 1,43$  нс,  $t_{п.ф} \approx 14,8$  нс,  $t_{з.ф} \approx 7,4$  нс. Следовательно, в таком генераторе могут возбуждаться импульсы с длительностью  $\tau \geq 24$  нс.

Ниже приводится экспериментальное исследование ГДИ с аналогичными параметрами.

## 2. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ГДИ

1. Блок-схема экспериментальной установки с волноводно-измерительным трактом приведена на рис. 2. Питание ГДИ осуществлялось от высоковольтного импульсного модулятора (М), импульсы напряжения которого (отрицательной полярности) с длительностью  $\tau_i$  от 10 нс до 100 нс и частотой следования 500—5000 Гц подавались на катод диодной пушки. Модулятор запускался положительными низковольтными импульсами напряжения задающего генератора (ЗГ). На осциллографах  $O_1$ ,  $O_2$  наблюдались импульсы модулятора, электронного тока ГДИ и сигналов генерации. Для предварительной настройки ГДИ использовался высоковольтный однополупериодный выпрямитель переменного напряжения ( $U_{\sim} = 0 \div 3000$  В,  $f = 50$  Гц).

Высокочастотный сигнал ГДИ через разделительный аттенюатор ( $A_1$ ), ответвитель (О), поляризационный аттенюатор ( $A_2$ ), волномер (В) и детекторную секцию (Д) подавался на импульсный осциллограф. ИГДИ в процессе эксперимента работали на согласованную нагрузку

(Н) (в качестве нагрузки при измерении мощности генерации использовалась термистерная головка). Экспериментально исследовались три конструкции ГДИ в импульсном режиме (табл. 1), которые отличались параметрами дифракционной решетки (периодическая структура типа «гребенка» с периодом  $l$ , толщиной ламелей  $d$ , глубиной канавок  $h$ , длиной  $2L$ , шириной  $10 \text{ мм}$ ), апертурами зеркал ( $D$ ) открытого резонатора и радиусом кривизны ( $R$ ) сферического зеркала.

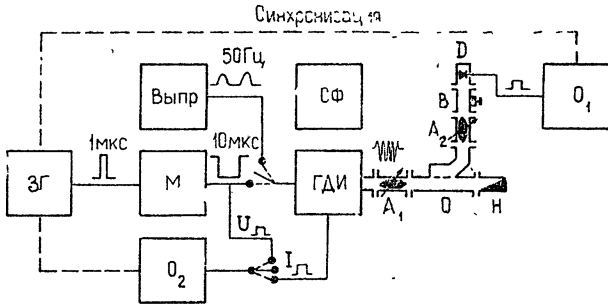


Рис. 2.

Таблица 1

	$l, \text{ мм}$	$d, \text{ мм}$	$h, \text{ мм}$	$R, \text{ мм}$	$2L, \text{ мм}$	$D, \text{ мм}$	$\tau_{\text{мин}}, \text{ мкс}$	$\tau_{\text{макс}}, \text{ мкс}$	$f_{\text{мин}}, \text{ ГГц}$	$f_{\text{макс}}, \text{ ГГц}$
ИГДИ-1	0,40	0,25	0,95	80	70	74	1,0	10	65,5	79
ИГДИ-2	0,30	0,20	0,60	110	41	50	0,1	10	103,0	112
ИГДИ-3	0,26	0,14	0,46	110	41	50	0,3	10	92,4	127

Импульсный электронный ток сечением  $5 \times 0,3 \text{ мм}^2$  создавался диодной пушкой с  $L'$ -катодом. Система фокусировки (СФ) пучка электронов в ИГДИ-1 и ИГДИ-2 осуществлялась с помощью однородного магнитного поля, создаваемого электромагнитом СП-55а, а в приборе ИГДИ-3 — с помощью постоянного магнита, напряженность поля которого между полюсными наконечниками составляла 3000 Э.

2. В результате экспериментальных исследований ИГДИ-1 (разборная конструкция описана в [4]) установлено, что прибор генерировал импульсы ВЧ колебаний с длительностью  $\tau = 5 \div 9,5 \text{ мкс}$  в диапазоне длин волн  $\lambda = 3,8 \div 4,61 \text{ мм}$  ( $f = 79 \div 65,5 \text{ ГГц}$ ) при изменении импульсного напряжения от 1800 до 3030 В. Время нарастания переднего фронта огибающих ВЧ сигналов оценивалось на осциллографе и составляло 0,05—0,5 мкс, а время спада заднего фронта — 0,2—0,8 мкс, что значительно превышало теоретические данные. Это расхождение обусловлено применением грубого метода измерений  $t_{\text{п. ф}}$  и  $t_{\text{з. ф}}$ , так как для исследования этих характеристик требуются специальные и более точные методы измерений. Характерным для большинства исследуемых сигналов является плавное нарастание переднего и спад заднего фронта импульсов у основания на уровне  $(0,1 \div 0,5) U_{\text{макс}}$ , вызванное переходными процессами в детекторной секции и в измерительном тракте. Вершина импульсов генерации, в основном, плоская и составляет 5—9,5 мкс. Минимальная величина фокусирующего магнитного поля, при котором наблюдается генерация — 2200 Э. Макси-

мальная мощность генерации при импульсном токе пучка  $0,8 \text{ А}$  и  $\tau \approx 9 \text{ мкс}$  составляет  $4 \text{ Вт}$  (скважность—200, минимальный  $I_{\text{п}} \approx 10 \text{ мА}$ ).

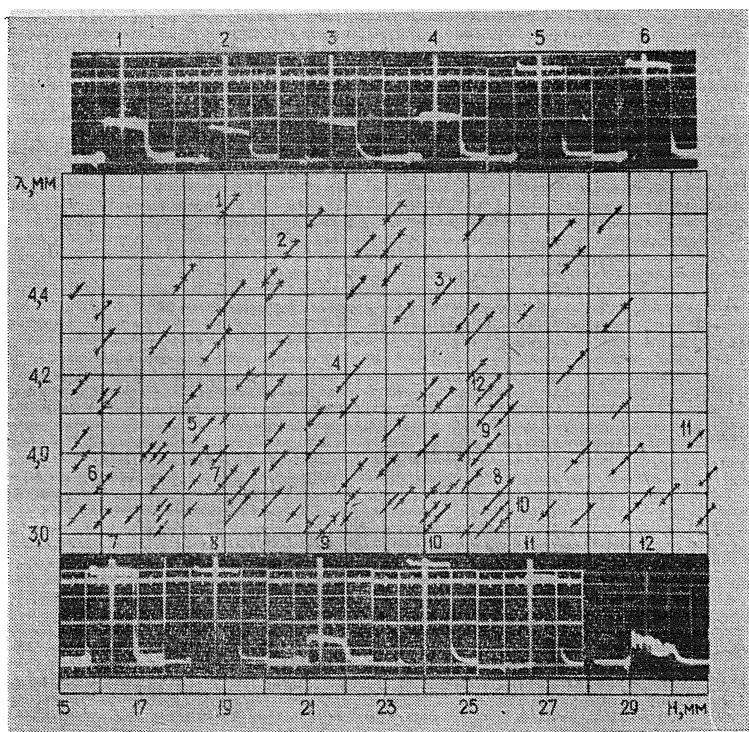


Рис. 3.

На рис. 3 приведен график комбинированной перестройки ИГДИ-1 при изменении расстояния между зеркалами от 15 до 38,5 мм и импульсного напряжения  $U_0$  модулятора от 1800 до 3030 В. Частота следования и величина  $U_0$  выделенных сигналов указаны в табл. 2.

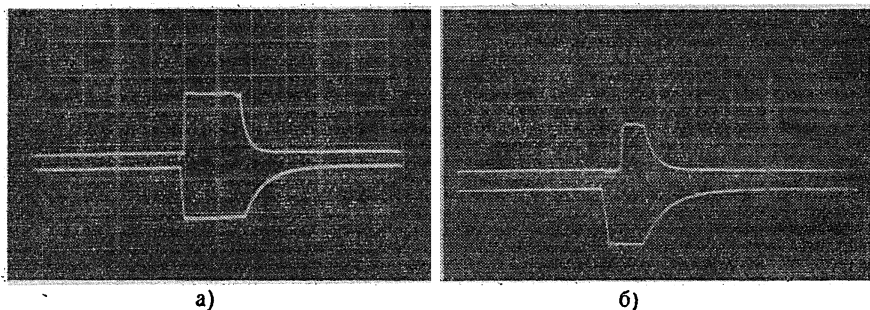
Таблица 2

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
$U_0, \text{ В}$	1970	2150	2260	2320	2620	2830	2810	2980	2680	2839	2562
$f, \text{ Гц}$	600	500	500	1000	600	600	600	600	600	550	550

При напряжениях  $U_0 \geq 3300 \text{ В}$  наблюдались импульсы «лововских» колебаний [3], которые по сравнению с сигналами ГДИ имели сильные искажения вершины (рис. 3, сигнал 12,  $U_0 = 3300 \text{ В}$ ).

3. Конструктивные недостатки ИГДИ-2 не позволили провести исследования прибора при длительности импульсов  $\tau < 1 \text{ мкс}$ . Дальнейшие исследования при меньших  $\tau$  проводились на приборах отпаянной конструкции ИГДИ-2, ИГДИ-3. Нагруженная добротность ОР этих устройств составляла 2000—3000 (в зависимости от вида колебаний). Расстояние между зеркалами ОР при перестройке резонаторов изменялось от 17 до 34 мм. В диапазоне частот от 103 до 112 ГГц в ИГДИ-2 воз-

буждались импульсы длительностью от 0,1 до 10 мкс. Частота следования импульсов изменялась от 500 ( $5 \text{ мкс} \leq \tau \leq 10 \text{ мкс}$ ) до 2000 Гц ( $\tau = 0,1 \text{ мкс}$ ), амплитуда напряжения импульса модулятора не превышала 3,5 кВ. Максимальная импульсная мощность генерации при  $I = 2 \div 4 \text{ А}$ ,  $\tau = 0,1 \text{ мкс}$  и скважности импульсов равной 5000 составляла 10 Вт (в постоянном режиме работы генератора при токе пучка 250 мА мощность генерации — 1,5 Вт).



а) б)

Рис. 4. Импульсы генерации и модулятора:

а)  $\tau_1 = 10 \text{ мкс}$ ,  $\tau = 9,8 \text{ мкс}$ ,  $f = 500 \text{ Гц}$ ; б)  $\tau_1 = 1 \text{ мкс}$ ,  $\tau = 0,6 \text{ мкс}$ ,  $f = 1000 \text{ Гц}$ .

На рис. 4 приведены фотографии сигналов генерации. Из фотографий видно, что искажения (вблизи переднего фронта) вершины импульсов модулятора задерживают по времени импульс сигнала. Поэтому импульсы генерации и модулятора отличны по длительности.

В отличие от предыдущих исследований в ИГДИ-3 для фокусировки электронного потока использовался постоянный магнит ( $H \approx 3000 \text{ Э}$ ). Прибор работал на длительностях импульсов от 0,3 до 10 мкс в диапазоне частот 92,45—127 ГГц при импульсных напряжениях  $U_0 = 1500 \div 2500 \text{ В}$  и частоте следования импульсов 250—1000 Гц. Минимальный импульсный пусковой ток составил 100 мА. На частотах выше 100 ГГц большинство импульсов генерации имели «завал» вершины заднего фронта, что объяснялось недостаточной величиной фокусирующего магнитного поля (рис. 6).

4. Экспериментально исследовалось влияние на форму ВЧ колебаний различных параметров генератора. Было установлено, что общая форма импульсов колебаний в ГДИ существенно зависит от формы импульсов напряжения модулятора, величины фокусирующего магнитного поля, тока электронного пучка, разъюстировки генератора и расстройки резонатора.

*Влияние формы импульса модулятора.* Уменьшение или увеличение скорости нарастания импульса напряжения модулятора относительно некоторого оптимального значения приводит к изменению формы импульса генерации. Увеличение крутизны нарастания  $U_0$  до появления выбросов у переднего фронта приводит к завалу заднего фронта импульсов ВЧ колебаний. Уменьшение скорости нарастания переднего фронта  $U_0$  влияет на передний фронт импульса: возникают дрожания переднего фронта, уменьшается  $\tau$ . Изменения формы импульса электронного тока (дифракционной решетки или коллектора) соответствуют в этом случае изменениям формы импульса напряжения модулятора. Искажения вершины импульсов модулятора (выбросы до 20 В и более) приводят к завалу вершины импульса ВЧ колебаний, импульс генерации расщепляется (рис. 5).

*Влияние магнитного поля.* Изменение величины фокусирующего магнитного поля влияет как на форму импульса ВЧ колебаний, так и

на мощность генерации. Как и в непрерывном режиме ГДИ [3, 4], в данном случае существует оптимальная величина магнитного поля (рис. 6), при котором мощность и форма импульсов меняются незначительно ( $H \geq 5,5$  кЭ). Уменьшение магнитного поля приводит к уменьшению крутизны переднего фронта, мощности генерации и амплитуды импульса ( $H_1 = 3,5$  кЭ,  $H_2 = 4,5$  кЭ), постепенно увеличивается завал вершины заднего фронта ( $H_1 = 2,7$  кЭ,  $H_2 = 4,2$  кЭ), и при дальнейшем уменьшении напряженности магнитного поля генерация срывается ( $H_1 = 2,2$  кЭ,  $H_2 = 3,75$  кЭ). С физической точки зрения рассмотренный процесс формирования импульсов генерации в зависимости от магнитного поля связан с изменением параметров электронного пучка, что приводит к нарушению условий взаимодействия электронного потока с полем резонатора.

Рис. 5. Влияние формы импульса модулятора на импульс генерации

( $U_0 = 2,83$  кВ,  $\tau_i = 10$  мкс,  $f = 600$  Гц,  $\lambda = 3,93$  мм).

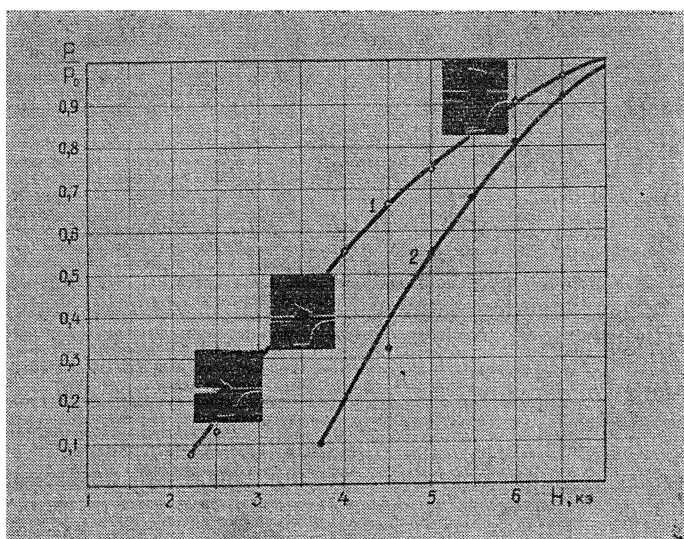
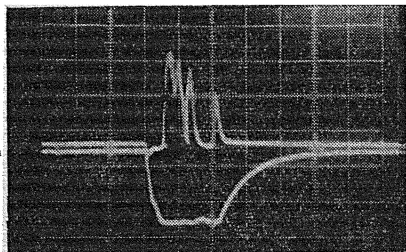


Рис. 6. Зависимость мощности генерации от магнитного поля

1 —  $U_0 = 2,96$  кВ,  $\tau_i = 10$  мкс,  $f = 500$  Гц,  $\lambda = 3,84$  мм;  
2 —  $U_0 = 3,5$  кВ,  $\tau_i = 10$  мкс,  $f = 800$  Гц,  $\lambda = 2,7$  мм).

**Влияние тока пучка.** На рис. 7 приведены зависимости длительности  $t_{п.ф}$  (графики 1, 2) и крутизны  $K_{п.ф}$  (графики 1а, 2а) переднего фронта импульсов ГДИ от величины тока ( $I_{п}$  — пусковой ток,  $\tau = 9,8$  мкс,  $\lambda_1 = 3,89$  мм,  $\lambda_2 = 4,2$  мм). Из графиков видно, что  $t_{п.ф}$  уменьшается, а крутизна возрастает с увеличением  $I/I_{п}$ . В этом случае возрастают амплитуда импульса и мощность генерируемых колебаний. Характерной особенностью является то, что при  $I/I_{п} < 1,4$  с уменьшением  $K_{п.ф}$  уменьшение тока пучка усиливает дрожания переднего фронта, длительность импульсов уменьшается.



Аналогичные искажения формы импульсов ВЧ колебаний в ГДИ наблюдались при изменении накала катода (что приводило к изменению тока пучка), разъюстировке прибора, при механической перестройке ОР генератора в области перехода на другой вид колебаний или на другую резонансную частоту.

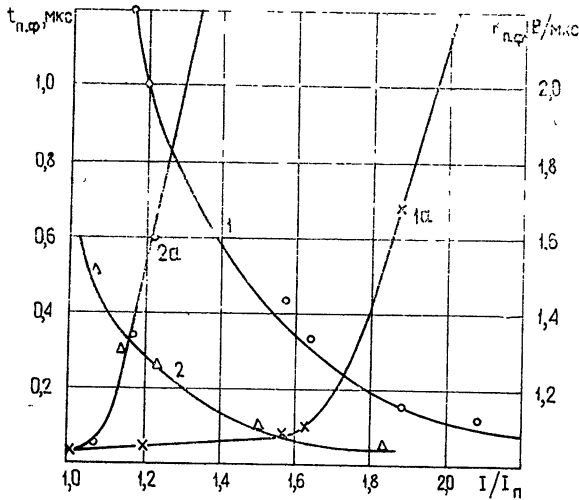


Рис. 7.

Полученные экспериментальные результаты возбуждения ГДИ в импульсном режиме указывают на то, что принципиально возможно создание ИГДИ миллиметрового диапазона, генерирующих импульсы длительностью до 100 нс.

### ВЫВОДЫ

1) Основная энергия импульса ДИ, которое возбуждается импульсом тока, образованного движущимся над периодической структурой электронным потоком, сосредоточена в конечной ширине спектра.

2) Время установления колебаний в ГДИ, в основном, определяется величиной тока пучка, добротностью резонатора и частотой генерации.

3) Предварительные экспериментальные исследования ГДИ в импульсном режиме показывают, что практически возможно создание ИГДИ миллиметрового диапазона, генерирующих импульсы ВЧ колебаний длительностью до 100 нс.

4) Экспериментально установлено, что форма импульсов высокочастотных колебаний ГДИ существенно зависит от формы импульсов модулятора, токораспределения в генераторе и величины фокусирующего магнитного поля.

### ЛИТЕРАТУРА

1. О. А. Третьяков, С. С. Третьякова, В. П. Шестопапов, Радиотехника и электроника, 10, 7 (1965).
2. В. П. Шестопапов, И. М. Балаклицкий, О. А. Третьяков, Б. К. Скрынник, Вісник Академії наук Української РСР, 3, Березень (1972).
3. И. М. Балаклицкий, В. Г. Курин, Б. К. Скрынник, О. А. Третьяков, В. П. Шестопапов, Радиотехника, изд. ХГУ, вып. 20 (1972).
4. В. В. Нерубенко, А. И. Цвык, Радиотехника, изд. ХГУ, вып. 19 (1971).
5. А. И. Цвык, Л. И. Цвык, Радиотехника, изд. ХГУ, вып. 20 (1972).

6. Л. А. Вайнштейн, В. А. Солнцев, Лекции по сверхчастотной электронике, изд. Сов. радио, М., 1973
7. Б. Р. Белостоцкий, Ю. В. Любавский, В. М. Овчинников, Основы лазерной техники, Под редакцией А. М. Прохорова, изд. Сов. радио, М., 1972.

Институт радиофизики и электроники  
АН УССР

Поступила в редакцию  
17 декабря 1973 г.  
после доработки  
28 января 1975 г.

## ON THE POSSIBILITY OF CREATING PULSE OSCILLATORS OF DIFFRACTION RADIATION

*I. M. Balaklitskii, B. K. Skrynnik, A. I. Tsvyk, V. P. Shestopalov*

The possibility of creating pulsed diffraction radiation oscillators (DRO) in millimeter and submillimeter wave range is considered. The basic relations for investigation of spectral characteristics of diffraction radiation pulses and the choice of the quality of the open cavity of DRO are given. The process of setting the oscillations is qualitatively described. The mm ( $\lambda=2.76-4.6$  mm) DRO operating in a pulse regime is experimentally investigated. The pulses of HF oscillations durated from 10  $\mu$ s to 100 ns are obtained. The influence of DRO parameters on the shape of HF oscillation pulses is investigated.

---