| Исследуемый раствор, $t = 20°$ С | pH | Плотность, $\rho$, г/см³ | Вязкость, $\eta$, сантипуаз | Скорость, м/сек | Гидратация, $h$, г/г | $\alpha/f^2 \cdot 10^{17}$, см⁻¹·сек², 20 Мгц |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Вода | | 0,9831 | 1,09 | 1484,2 | — | 25,0 |
| Альбумин $C = 0{,}57 \cdot 10^{-3}$ М | 4,5* | 0,9993 | 1,26 | 1512,9 | 1,293 | 72,0 |
| Гепарин $C = 0{,}5 \cdot 10^{-3}$ М | 4,5 | 1,0134 | 2,24 | 1501,6 | 4,960 | 51,0 |
| $\Sigma\eta$, $\alpha/f^2$ с вычетом растворителя | | — | 2,41 | — | — | 98,0 |
| Смесь альбумина с гепарином | 4,5 | 1,0260 | 2,94 | 1528,5 | 1,785 | 116,0 |
| Изменение измеряемых величин за счет комплексообразования | — | — | +0,53 | — | — | +18,0 |
| Альбумин $C = 3{,}1 \cdot 10^{-4}$ М | 6,2 | 0,9976 | 1,21 | 1492,0 | 0,890 | 51,0 |
| Сульфатдекстран М = 500 000; $C = 2 \cdot 10^{-5}$ М | 6,2 | 0,9933 | 8,58 | 1489,2 | 0,693 | 36,8 |
| $\Sigma\eta$, $\alpha/f^2$ с вычетом растворителя | — | — | 8,70 | — | — | 62,8 |
| Смесь альбумина с сульфат-декстраном М = 500 000 | 6,2 | 0,9948 | 7,57 | 1496,6 | 0,515 | 49,0 |
| Изменение измеряемых величин за счет комплексообразования | — | — | —1,13 | — | — | +13,8 |
| Альбумин $C = 1{,}8 \cdot 10^{-4}$ М | 5,1 | 0,9958 | 1,13 | — | — | 48,0 |
| Декстран М = 70 000; $C = 2{,}86 \cdot 10^{-4}$ М | 5,1 | 0,9959 | 1,67 | — | — | 32,0 |
| $\Sigma\eta$, $\alpha/f^2$ с вычетом растворителя | — | — | 1,71 | — | — | 55,0 |
| Смесь альбумина с декстраном М = 70 000 | 5,1 | 0,9960 | 1,69 | — | — | 55,0 |
| Изменение измеряемых величин за счет комплексообразования | — | — | Нет | — | — | Нет |

* Наблюдаемый эффект больше выражен в кислой, чем в щелочной среде.

декстрана (то же относится и к гепарину) с белком подтверждают также и данные спектрофотометрии. Как видно из фиг. 2, величина оптического поглощения в смеси белка и высокомолекулярного сульфатдекстрана (кривая *3*) больше суммы оптического поглощения составляющих компонентов (кривые *1*, *2*). Спектр смеси белка и низкомолекулярного декстрана с молекулярным весом 70 000 (кривая *4*) полностью совпадает со спектром самого белка, поэтому кривые *2* и *4* совпадают.

## ЛИТЕРАТУРА


1. И. Е. Эльпинер, К. П. Фурсов, О. М. Зорина. Влияние денатурирующих агентов на коэффициент поглощения ультразвуковых волн белковых растворов. Докл. АН СССР, 1970, **192**, № 5, 1160—1163.
2. О. М. Зорина, К. П. Фурсов, И. Е. Эльпинер. О затухании ультразвука в растворах белка и его гидролизатах. Акуст. ж., **17**, 1, 1971, 155—156.
3. E. Ponder, M. Ponder. Age and molecular weight of dextrans their coating effects and their interaction with serum albumin. Nature, 1961, **190**, 277—278.
4. С. М. Золотухин. Специфическое действие гепарина в присутствии антибиотиков разного химического строения. Сб. «Физиология, биохимия, фармакология и клиническое применение гепарина», 1968, 91—95.
5. А. А. Зарецкий, К. П. Фурсов. Импульсная установка для измерения затухания ультразвуковых волн в биологических растворах. Ультразвук. техн., 1968, 2, 39—46.



Московский стоматологический институт



Поступило в редакцию 1 марта 1971 г.

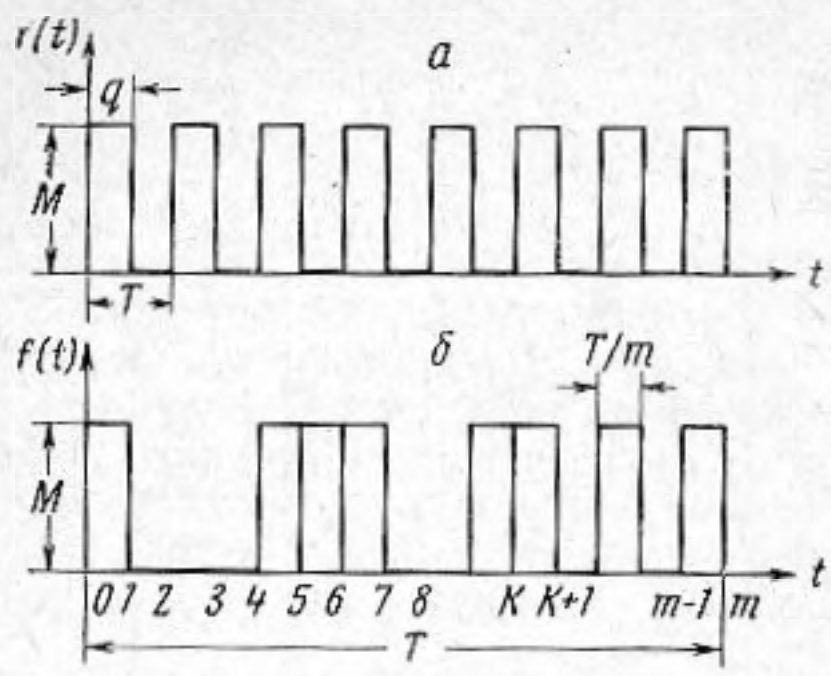

---


УДК 534.422


# ОДНОРОТОРНАЯ СИРЕНА ДЛЯ ГЕНЕРАЦИИ ШИРОКОПОЛОСНОГО ШУМА


*Ю. А. Каштальян, Л. Е. Матохнюк*


Сирены, как известно, относятся к самым мощным источникам звука. Однако до настоящего времени они создавались в основном для генерирования узкополосного шума, хотя сейчас имеется потребность и в широкополосных источниках. В узкополосной сирене модуляция воздушного потока достигается простым периодическим перекрытием его и временну́ю функцию можно представить (с известным приближением) как серию одинаковых по длительности $q$ равномерно расположенных с периодом $T$ прямоугольных импульсов (фиг. 1, *а*).




Фиг. 1

Для получения широкого спектра необходимо чтобы временна́я функция, которая реализуется в виде окон на роторе сирены, а следовательно, и функция модуляции были такими, как показано на фиг. 1, *б*, т. е. промежутки между импульсами были не одинаковы, а сами импульсы могли находиться рядом, образуя более длинные импульсы. Ротор сирены в этом случае будет иметь вид, показанный на фиг. 2, *а*. Окна на нем имеют различные размеры и расстояния между ними не одинаковы. Размер окна на статоре (фиг. 2, *б*) равен наименьшему из окон ротора. Перемычки между окнами статора имеют такой размер, что они полностью перекрывают наибольшее из окон ротора.

Реализация временной функции на диске ротора и ее анализ производится следующим образом. Весь период $T$, равный длине окружности диска, разбивается на $m$ одинаковых участков (фиг. 1, *б*). Продолжительность единичного импульса $q$ принимается равной $T/m$, что и определяет минимальный размер окна. Коэффициенты ряда Фурье для такой временной функции будут:

$$C_0 = \frac{1}{T}\int_0^T f(t)\,dt, \tag{1}$$

$$A_n = \frac{2}{T}\int_0^T f(t)\cos n\omega t\,dt, \tag{2}$$

$$B_n = \frac{2}{T}\int_0^T f(t)\sin n\omega t\,dt. \tag{3}$$

Проведя интегрирование по участкам и подставив значение $T = 2\pi$, получим

$$C_0 = \frac{Mpq}{T} = \frac{Mp}{m}, \tag{4}$$

где $p$ — число единичных импульсов за период

$$A_n = \frac{2M}{\pi n}\sin\frac{\pi n}{m}\sum_{k=0}^{k=m}{}' \cos\frac{\pi n}{m}(2k+1), \tag{5}$$

$$B_n = \frac{2M}{\pi n}\sin\frac{\pi n}{m}\sum_{k=0}^{k=m}{}' \sin\frac{\pi n}{m}(2k+1). \tag{6}$$

Значения $k$ в формулах (5) и (6) берутся не подряд, а только для участков, где находятся импульсы, т. е. там, где $f(t) = M$. Амплитуды составляющих гармоник спектра будут

$$C_n = \sqrt{A_n^2 + B_n^2}. \tag{7}$$

Приведенный расчет спектра выполнен при условии, что на статоре имеется только одно окно, мимо которого последовательно проходят все окна ротора. Поскольку статор имеет несколько окон, как показано на фиг. 2, *б*, то функция модуляции всего потока воздуха, проходящего через сирену, будет равна суммарной функции модуляции для отдельных окон. Рассчитаем спектр суммарной функции модуляции, приняв одно из окон за начало отсчета. Функция модуляции для $k$-го окна, которое отстоит на угол $\varphi_k$ от первого окна, очевидно, будет такой же, но сдвинутой от начала отсчета на угол $\varphi_k$. Ряд Фурье для нее при разложении в промежутке от $\varphi$ до $\varphi + T$ можно

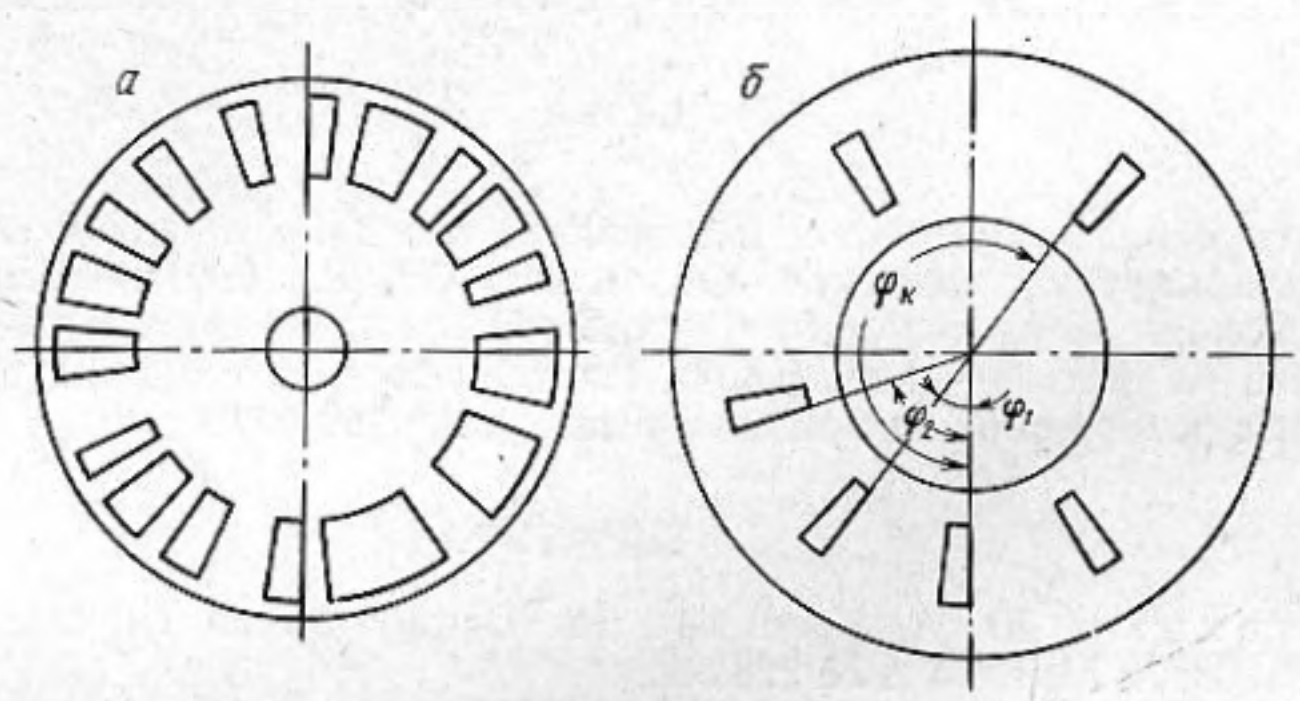
написать в виде

$$f(t-\varphi_k)=C_0+\sum_{n=1}^{\infty}[A_n\cos n\omega(t-\varphi_k)+B_n\sin n\omega(t-\varphi_k)]. \qquad (8)$$

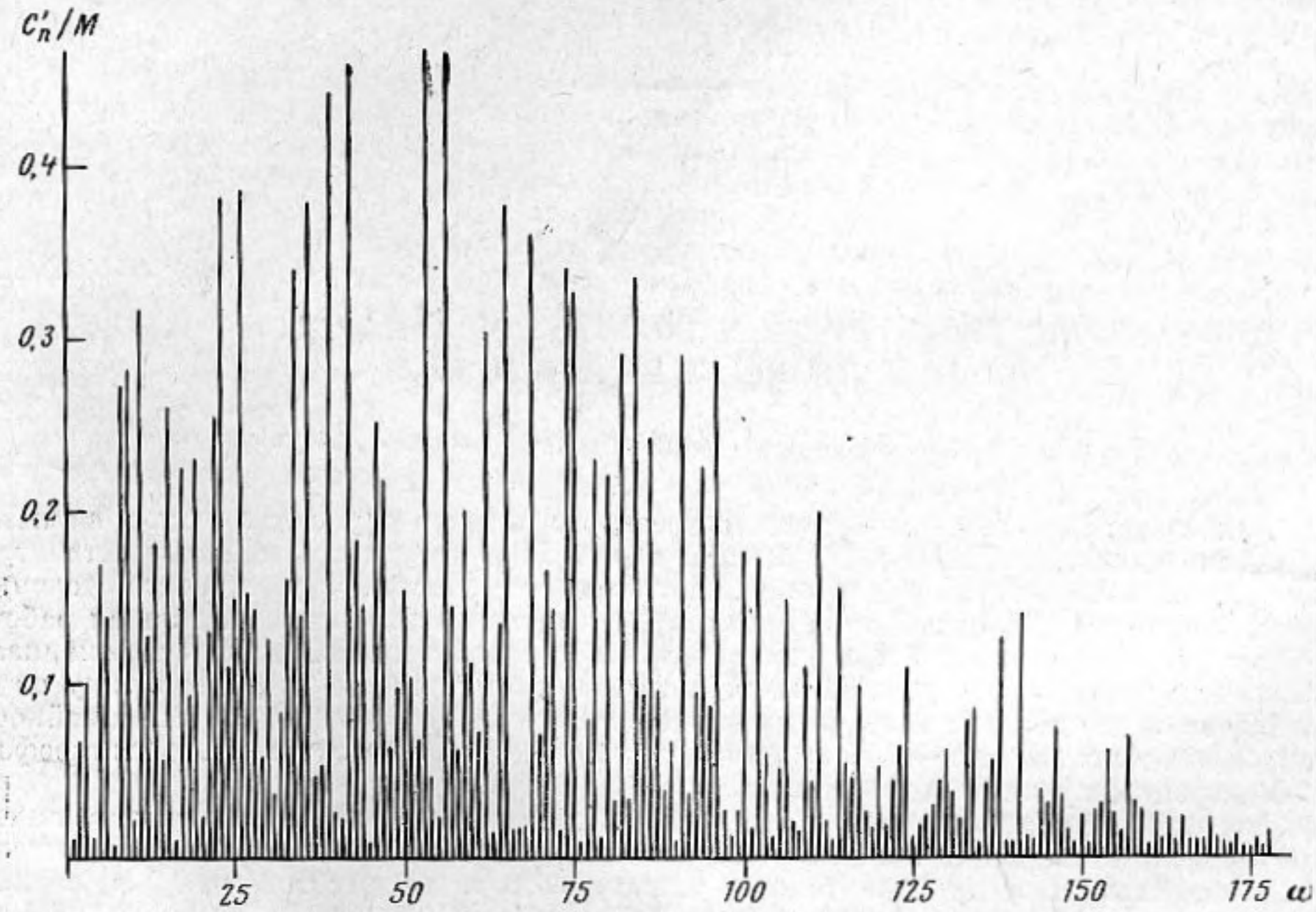
Коэффициенты ряда Фурье будут одинаковы для функций модуляции первого и всех остальных окон. Суммируя ряды Фурье для функций модуляции всех окон, мы получаем ряд Фурье для суммарной функции модуляции, из которого определяются коэффициенты $A_n$ и $B_n$ и значения амплитуд составляющих гармоник спектра суммарной функции. Если число всех окон равно $S$, то формула для расчета амплитуд гармоник спектра суммарной функции будет

$$C_n'=C_n\left[\sum_{k,l=1}^{k,l=S}\cos(\varphi_k-\varphi_l)\right]^{1/2}. \qquad (9)$$

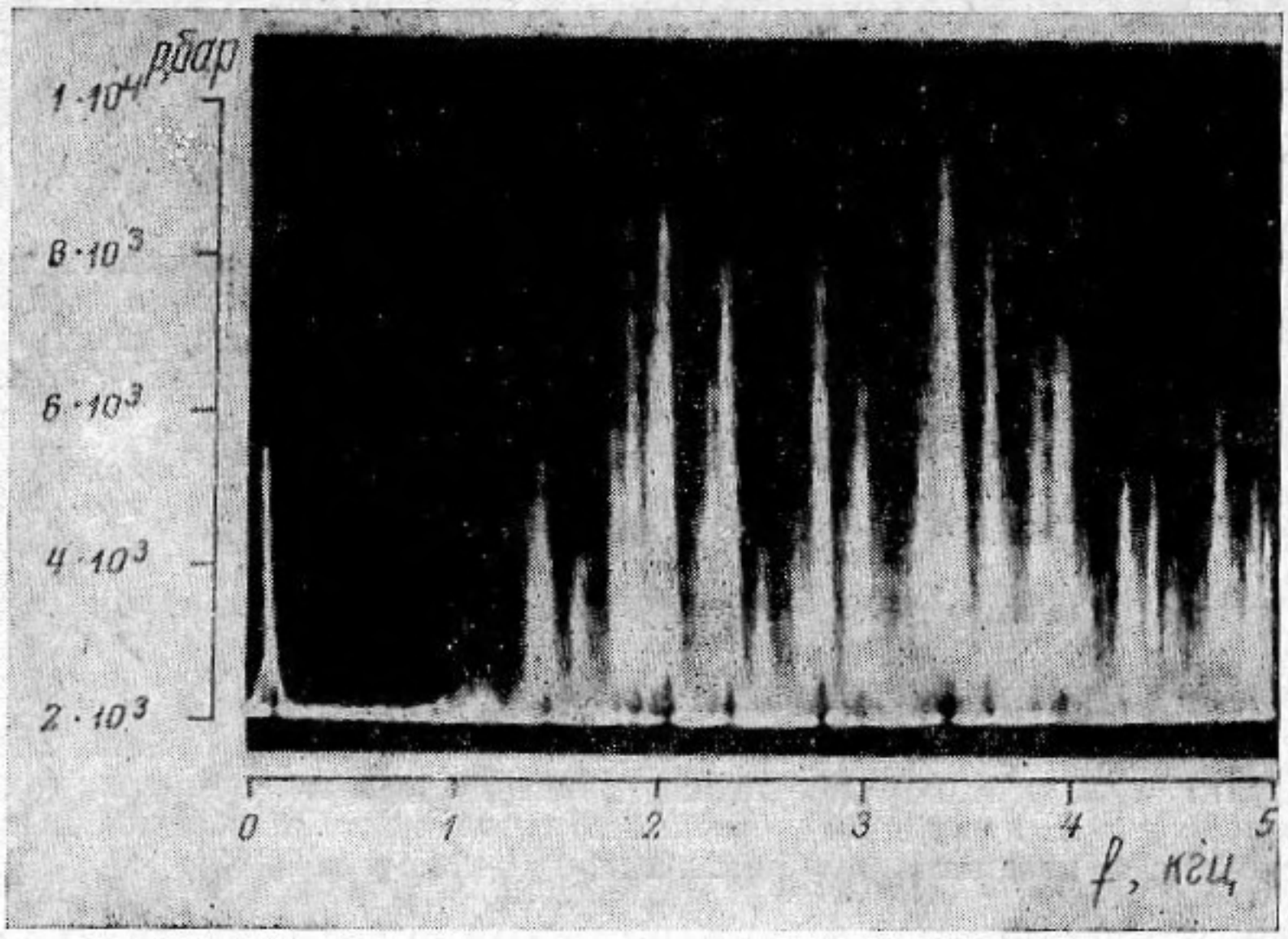
Так как порядок следования импульсов временнóй функции определяет спектр временной функции, то этот порядок должен назначаться в зависимости от требуемой спектральной функции или при необходимости получения произвольной широкополосной функции по квадратичному циклическому цепкому коду [2].




Фиг. 2




Фиг. 3




Фиг. 4

Нами была сконструирована и изготовлена сирена, у которой окна на роторе нанесены по упомянутому закону с числом мест 179. На статоре имеется 14 неравномерно расположенных одинаковых по размеру окон. На фиг. 3 показан расчетный спектр сирены, на фиг. 4 — фотография спектра сирены, с экрана анализатора. Скорость вращения ротора сирены при этом была равна 750 *об/мин*.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Л. Е. Матохнюк, Ю. А. Кашталян. Однороторная сирена. Авт. свид. Бюл. изобрет., 1968, № 31, К 74 2, № 228 565.
2. А. К. Сушкевич. Теория чисел. Изд-во ХГУ, 1956.

Институт проблем прочности
АН УССР
Киев

Поступило в редакцию
11 марта 1970 г.

---

УДК 534.781

# ИНФРАЗВУКИ, ГЕНЕРИРУЕМЫЕ ГОЛОСОВЫМ АППАРАТОМ ЧЕЛОВЕКА В ПРОЦЕССЕ РЕЧИ И ПЕНИЯ

*В. П. Морозов, П. А. Пуолокайнен, А. Д. Хохлов*

Как известно, спектральный анализ речевого сигнала осуществляется в звуковом диапазоне частот, начиная с 40, 50 *гц* и выше. Нам не удалось найти в литературе данных, касающихся исследования спектрального состава звука голоса человека в инфразвуковой области. В этой связи нами и была предпринята настоящая работа.

Приемником звука служил измерительный конденсаторный микрофон специальной конструкции, имеющий практически линейную частотную характеристику от 0,3 до 1000 *гц* (нелинейность в этом диапазоне составляла не более $\pm 1$ *дб*). Нелинейность микрофона в полосе 1000—4000 *гц* не превышала $\pm 4$ *дб*. Чувствительность микрофона с микрофонным усилителем составляла 150 *мв / м² / Н*.

Исследования проводились в звукоизмерительной камере Института эволюционной физиологии и биохимии им. И. М. Сеченова АН СССР. Микрофон подвешивался в центре камеры на уровне головы испытуемого и на расстоянии 0,5 *м* от испытуемого.

Сигнал с микрофонного усилителя подавался на спектрометр инфразвуковых частот с целью визуального наблюдения инфразвукового спектра на экране и с филь-