

## Псевдосферические поверхности и связанные с ними электромагнитные поля

Крюк В.Г.

В статье обсуждается связь электромагнитных полей с псевдосферическими поверхностями. Эта связь является основой ряда фундаментальных изобретений [[www.riegt.org](http://www.riegt.org)].

\* \* \*

Известное о псевдосферических поверхностях обобщённо изложено в работе [1]. В этой работе в частности утверждается: “Обращение в середине XIX в. геометров к псевдосферическим поверхностям – поверхностям постоянной отрицательной кривизны  $K = -1$  явилось важным шагом в развитии математики. Псевдосферические поверхности имели большое значение для наглядной интерпретации неевклидовой гиперболической геометрии, открытой Н.Н. Лобачевским. Последующее развитие математики обнаружило тесную связь псевдосферических поверхностей с теорией сетей, теорией солитонов, аттракторами, нелинейными уравнениями математической физики, преобразованиями Бэклунда и др.” Такая “тесная”, универсальная связь псевдосферических поверхностей с рядом объектов математической физики вызывает интерес к связи электромагнитных полей с этими поверхностями.

Наиболее характерной из класса псевдосферических поверхностей является псевдосфера фиг. 1, которая есть телом вращения трактрисы вокруг асимптоты  $X'X$  фиг. 2. Трактриса – это геометрическое место точек, которые оставляет за собой один из концов отрезка  $a$ , если его второй конец движется по прямой  $X'X$ . Отрезок  $AO = a$  – это высота трактрисы ( $\varphi_0 = 90^\circ$ ),  $M$  – точка касания к трактрисе отрезка  $MP = a$  ( $\varphi < 90^\circ$ ). Уравнение, описывающее трактрису, имеет вид:

$$\begin{aligned}x &= a \cos \varphi + a \ln \operatorname{tg} \frac{\varphi}{2}, \\y &= \sin \varphi,\end{aligned}$$

[2 стр. 822-829].

Среди многочисленных неординарных свойств псевдосферы выделяется следующее: при бесконечной протяженности псевдосферы в пространстве она имеет конечную площадь поверхности ( $S_{\text{п}}$ ), равную площади поверхности сферы ( $S_{\text{с}}$ ) и конечный объем ( $V_{\text{п}}$ ), равный половине объема сферы  $\left(\frac{1}{2} V_{\text{с}}\right)$ ; то есть

$$\begin{aligned}S_{\text{п}} &= S_{\text{с}} = 4\pi a^2 = 4\pi r^2, \\V_{\text{п}} &= \frac{1}{2} V_{\text{с}} = \frac{2}{3} \pi a^3 = \frac{1}{2} \left(\frac{4}{3} \pi r^3\right),\end{aligned}\tag{1}$$

где  $r$  – радиус сферы, равный высоте трактрисы  $a$  [2].

Общеизвестна формула Остроградского-Гауса в векторной форме, которая применительно к потоку электромагнитной энергии – вектору Пойнтинга  $\vec{W} = [\vec{E} \vec{H}]$ , утверждает равенство

$$\oint_S \vec{W} d\vec{S} = \int_V \operatorname{div} \vec{W} dV$$

или в деталях

$$\oint_S [\vec{E} \vec{H}] d\vec{S} = \int_V \operatorname{div} [\vec{E} \vec{H}] dV;$$

то есть, интеграл от дивергенции (истечения, излучения) потока электромагнитной энергии из некоторого объема  $V$ , равен потоку этой энергии через замкнутую поверхность  $S$ , ограничивающую данный объем.

На основе (2), с учетом соотношений (1), имеет место равенство

$$\oint_{S=S_n=S_c} [\vec{E} \vec{H}] d\vec{S} = 2 \int_{V_n=\frac{1}{2}V_c} \operatorname{div} [\vec{E} \vec{H}] dV_n \begin{matrix} \nearrow = 0 \\ \searrow = 1 \end{matrix}, \quad (3)$$

где рассматриваются два варианта: первый – составляющие равенства (3) приравниваются нулю, второй – некоторой величине, например, пока абстрактной единице.

Рассмотрим первый вариант.

Этим вариантом равенство (3) трансформируется в следующее:

$$\underbrace{\int_{V_n=\frac{1}{2}V_c} \operatorname{div} [\vec{E} \vec{H}] dV_n}_{S=S_c} = - \int_{V_n=\frac{1}{2}V_c} \operatorname{div} [\vec{E} \vec{H}] dV_n. \quad (4)$$

Равенством (4) утверждается существование энергетически замкнутой электромагнитной субстанции, которая содержит два объема псевдосферы, равных объему сферы; эти объемы ограничены площадью поверхности  $S$ , равной площади поверхности сферы  $S_c$ .

Энергетически замкнутая электромагнитная субстанция – что это?

Общеизвестно, что направление потока электромагнитной энергии  $\vec{W} = [\vec{E} \vec{H}]$  – направление вектора Пойнтинга, изменяется на противоположное при изменении на противоположное направление векторов  $\vec{E}$  либо  $\vec{H}$ . Общеизвестно также, что два встречных потока электромагнитной энергии создают стоячее электромагнитное поле – стоячие электромагнитные волны длиной кратной длине  $\lambda/2$ , где  $\lambda$  – длина бегущей электромагнитной волны; эти кратные  $\lambda/2$  части являются энергетически замкнутыми, в них происходит (резонансный) обмен энергией электрического  $E$  и магнитного  $H$  полей.

С учетом общеизвестного, равенством (4) утверждается существование энергетически замкнутой, объемной в форме сферы стоячей электромагнитной

волны кратной длине  $\lambda/2$ . То есть, по сути равенством (4) утверждается существование электромагнитного солитона. Действительно, поскольку по определению солитон – это уединенная волна, сохраняющая свою энергию, форму и скорость при распространении, то в электромагнитном солитоне отсутствует лишь “скорость распространения”, которая присуща бегущей волне длиной  $\lambda$  и не может определять стоячую волну кратную длине  $\lambda/2$ ; в электромагнитном солитоне “скорость распространения” присутствует неявно.

Существование электромагнитного солитона подтверждается экспериментом. Но, прежде отметим следующие, сопутствующие излагаемому, математические факторы:

а) солитоны описываются общеизвестным уравнением синус-Гордона

$$Z_{(xy)} = \sin Z,$$

где  $Z_{(xy)}$  – производные второго порядка от функции  $Z$ ,

б) поверхность псевдосферы – это односолитонное решение уравнения синус-Гордона [3],

в) уравнение синус-Гордона является центральным в алгоритме построения псевдосферических поверхностей, предложенных Бэклундом [1].

На фиг. 3 изображена схема эксперимента. Она содержит катушки индуктивности  $L_1$  и  $L_2$  в форме полупсевдосфер, резистор нагрузки  $R_n$  и источник электроэнергии  $U_r$  (генератор ГЗ-112 и усилитель ГЗ-112/1 с э.д.с.  $\varepsilon = 30$  В и  $R_i = 350$  Ом). Катушки  $L_1$  и  $L_2$  имеют встречную правую и левовинтовую намотки, что позволяет создавать встречные собственные и согласные взаимные магнитные поля током от напряжения  $U_r$ ; напротив, ток от напряжения  $U_n$  на резисторе  $R_n$  создает встречные взаимные и согласные собственные магнитные поля. Переключатель  $\Pi$  позволяет подключать эквивалентный резистор  $R_3$ . Безкаркасные катушки  $L_1$  и  $L_2$  образуют псевдосферу с линейными размерами  $\pm x = \pm y = \pm a = \pm 10$  см (симметрия по  $x$  и  $y$ ). Эти катушки намотаны проводом ПЭЛШО-0,23 и имеют по 375 витков каждая. Индуктивность этих катушек  $L = L_1 = L_2 = 12$  мГн и геометрическая емкость псевдосферы с этими катушками  $C = a = 10$  см  $\approx 10$  пФ (совпадает с  $C = r$  для сферы) образуют колебательный контур с резонансной частотой

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{2L \cdot C}} = 320 \text{ кГц} \quad (\lambda = 937 \text{ м}), \quad (5)$$

где  $\lambda$  – длина волны в свободном пространстве. Волновое сопротивление этого контура

$$Z_0 = \sqrt{\frac{2L}{C}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 12 \cdot 10^{-3}}{10 \cdot 10^{-12}}} = 50 \text{ к.}$$

На фиг. 4 изображена резонансная кривая, снятая при согласованной нагрузке  $R_n = Z_0 = 50$  к. В ней просматриваются два явно выраженных резонанса: последовательный и параллельный. Существенно, что такие же два резонанса имеют общеизвестные кварцевые резонаторы.

Общеизвестно, что закрытые, с сосредоточенными величинами  $L$  и  $C$  резонансные контуры при нагрузке  $R_n = Z_0$  вырождаются (резонанс отсутствует). Следовательно, величины  $L$  и  $C$  в резонансе (5) должны рассматриваться не только как сосредоточенные, но и как распределенные в пространстве (и во времени) по поверхности катушек  $L1$  и  $L2$ , т.е., резонансный колебательный контур фиг. 3 – это открытый колебательный контур. Это автоматически приводит к существованию некоторой стоячей электромагнитной волны длиной  $\frac{\Delta\lambda}{2}$ , соизмеримой с линейными размерами

модели фиг. 3; т.е.  $\frac{\Delta\lambda}{2} \approx 20$  см. При этом, длина бегущей волны составляет величину

$$\Delta\lambda = 2 \cdot \frac{\Delta\lambda}{2} \approx 40 \text{ см} = 0,4 \text{ м.}$$

Излучение на этой волне фиксировалось при помощи магнитного и электрического зондов на расстоянии  $\geq 0,4$  м (магнитный зонд – 3 витка диаметром 2 см соединенных с вольтметром В6-26; электрический зонд – металлический штырь – антенна длиной 10 см нагруженный светодиодом и экспериментатором в качестве заземления). Волна  $\Delta\lambda = 0,4$  м является замедленной волной (квантом) волны (5) с коэффициентом замедления (квантования)

$$n = \frac{937}{0,4} = 2342,$$

который более чем на два порядка больше коэффициента замедления известных спиральных замедляющих систем СВЧ [4].

И, наконец, о сути эксперимента; о энергетической замкнутости, утверждаемой равенством (4).

Напряжение  $U_n = 100 \div 420$  В на резисторе  $R_n = 51 \div 570$  к, соответственно определяют мощность  $P_n = 0,2 \div 0,31$  Вт соответственно; при этом, напряжение  $U_r = 27 \div 18$  В на эквивалентном резисторе  $R_r = 3,3 \div 0,51$  к соответственно, определяют мощность потребления  $P_r = 0,22 \div 0,63$  Вт соответственно. Отношение этих двух мощностей определяет коэффициент полезного действия (КПД) электромагнитной модели солитона – КПД =  $0,9 \div 0,49$  соответственно.

О чем свидетельствует величина этого КПД?

Согласно равенству (4) один из потоков электромагнитной энергии может рассматриваться как излучаемый, второй – как уравнивающий это излучение. Поскольку энергетическое равновесие между потоками равенства (4) может быть только при КПД  $\approx 0,5$ , то это есть режим близкий к режиму холостого хода ( $R_n = 570$  к), режим близкий к режиму стоячей волны. Напротив, в режиме согласованной нагрузки ( $R_n = Z_0 = 50$  к) КПД  $\approx 1$ , поскольку в этом режиме почти вся энергия излучаемого потока равенства (4) выделяется на согласованной нагрузке; уравнивать нечего.

Основные результаты эксперимента иллюстрируются на фиг. 5.

Возможность извлекать из электромагнитной модели солитона мощность с КПД  $\approx 1$  имеет чрезвычайное значение с учетом того, что такая модель является основой термоядерного реактора с прямым преобразованием энергии синтеза в электрическую [5], [6] и [7].

Рассмотрим теперь второй вариант, отмеченный в равенстве (3).

В этом варианте равенство (3) преобразуется к виду

$$\frac{1}{2} \oint_{S=S_n=S_c} [\vec{E} \vec{H}] d\vec{S} = \int_{V_n} \text{div} [\vec{E} \vec{H}] dV_n = \frac{1}{2} \oint_{S_\oplus=S_n=S_c} [\vec{E}_\oplus \vec{H}_\oplus] d\vec{S}_\oplus, \quad (6)$$

где абстрактная единица равенства (3), из соображения равенства размерностей, определена некоторым неизвестным потоком электромагнитной энергии  $\vec{W}_\oplus = [\vec{E}_\oplus \vec{H}_\oplus]$ . Но, суть не только в равенстве размерностей. В работах [8] и [9] теоретически обоснована и экспериментально зафиксирована связь излучения антенн на основе псевдосферы с электрическим  $\vec{E}_\oplus$  и магнитным  $\vec{H}_\oplus$  полями Земли. Следовательно, равенством (6) утверждается: искусственно созданный поток электромагнитной энергии  $\vec{W} = [\vec{E} \vec{H}]$ , истекающий (дивергенция) из объема псевдосферы, равен двум потокам электромагнитной энергии – искусственному  $\vec{W} = [\vec{E} \vec{H}]$  и естественному  $\vec{W}_\oplus = [\vec{E}_\oplus \vec{H}_\oplus]$ , но, не через замкнутую поверхность, ограничивающую данный объем, а через половины двух замкнутых поверхностей, ограничивающих данный объем.

Равенство (6) подтверждается экспериментом.

Вследствие равенства искусственного и естественного потоков через половины замкнутых поверхностей в равенстве (6), оно представляется в форме

$$\int_{V_n} \text{div} [\vec{E} \vec{H}] dV_n = \oint_{S=S_n=S_c} ([\vec{E} \vec{H}] + [\vec{E}_\oplus \vec{H}_\oplus]) d\vec{S}, \quad (7)$$

где две половины замкнутых поверхностей искусственного и естественного потоков равенства (6) замыкаются суммой этих двух половин.

Равенством (7) утверждается, что существует излучатель в форме псевдосферы с КПД  $> 1$ , поскольку правая часть равенства (7), кроме искусственного потока электромагнитной энергии, содержит и некоторую часть (добавку) естественного потока электромагнитной энергии.

С таким излучателем проведен эксперимент по схеме фиг. 3 и по аналогичной методике – в режимах согласованной нагрузки и холостого хода. Такой излучатель имел линейные размеры  $\pm x = \pm 2a = \pm 20$  см и  $\pm y = \pm a = \pm 10$  см (асимметрия по  $x$  и  $y$ ); катушки L1 и L2 в форме полу-псевдосфер содержали по 750 витков провода ПЭЛШО-0,23; такой излучатель резонировал на частоте  $f = 245$  кГц ( $\lambda = 1224$  м).

Режим согласованной нагрузки определился величинами:  $R_n = Z_0 = 130$  к и  $U_n = 250$  В; при этом, эквивалентный резистор  $R_s$  и напряжение  $U_r$  зафиксированы величинами:  $R_s = 1,5$  к и  $U_r = 24,5$  В. Расчетные мощности на

основе этих величин:  $P_n = 0,48$  Вт и  $P_r = 0,4$  Вт. Отношение этих мощностей определяет величину

$$\text{КПД} = \frac{P_n}{P_r} = \frac{0,48}{0,4} = 1,2. \quad (8)$$

Многократное повторение описанных измерений (фиксаций) определяли КПД в рамках  $1,17 \div 1,25$ . В режиме согласованной нагрузки наблюдалось минимальное излучение, поскольку вся энергия, излучаемая левой частью равенства (7), с некоторой минимальной добавкой, утверждаемой правой частью равенства (7), отражена в результате (8).

В режиме близком к режиму холостого хода – при  $R_n = 620$  к  $U_n = 340$  В мощность на нагрузке составила величину  $P_n = 0,19$  Вт; при этом, напряжение  $U_r = 15$  В на эквивалентном резисторе  $R_s = 350$  Ом определили мощность  $P_r = 0,64$  Вт. Отношение этих мощностей определяет величину

$$\text{КПД} = \frac{P_n}{P_r} = \frac{0,19}{0,64} = 0,3. \quad (9)$$

В этом режиме наблюдалось максимальное излучение, которое достигало еще большей величины при отключении резистора  $R_n = 620$  к; это переводило работу излучателя в режим холостого хода и увеличивало напряжение в точках измерения  $U_n$  до  $U_{xx} = 460$  В.

Величина (9) свидетельствует о том, что лишь небольшая часть энергии, излучаемой левой частью равенства (7) выделяется на нагрузке; большая часть этой энергии излучается. При этом, есть основания предполагать, что эта большая часть энергии связана с естественным потоком электромагнитной энергии правой части равенства (7).

Разумеется, что описанный излучатель с асимметрией по координатам  $x$  и  $y$  получит также практическое применение и в режиме согласованной нагрузки, и в режиме холостого хода.

И в заключение.

Катушки  $L1$  и  $L2$  в форме полупсевдосфер, описанных излучателей с симметрией и асимметрией по координатам  $x$  и  $y$ , также являются излучателями-антеннами. Экспериментальные и теоретические исследования этих антенн изложены в уже упомянутой работе [9].

## Литература

[1] Попов А.Г. Псевдосферические поверхности и некоторые задачи математической физики. *Фундаментальная и прикладная математика*. МГУ, 2005, том II, № 1, с. 227-239.

[2] Выгодский М.Я. «Справочник по высшей математике», Москва, «Наука», 1963.

[3] Кадомцев С.Б. Геометрия Лобачевского и физика. Москва, «Знание», 1984.

[4] Лебедев И.В. Техника и приборы СВЧ. Москва, «Высшая школа», 1977.

[5] *Крюк В.Г.* Термоядерный реактор. Патент UA № 76788, 2008, Бюл. № 9, 2006.

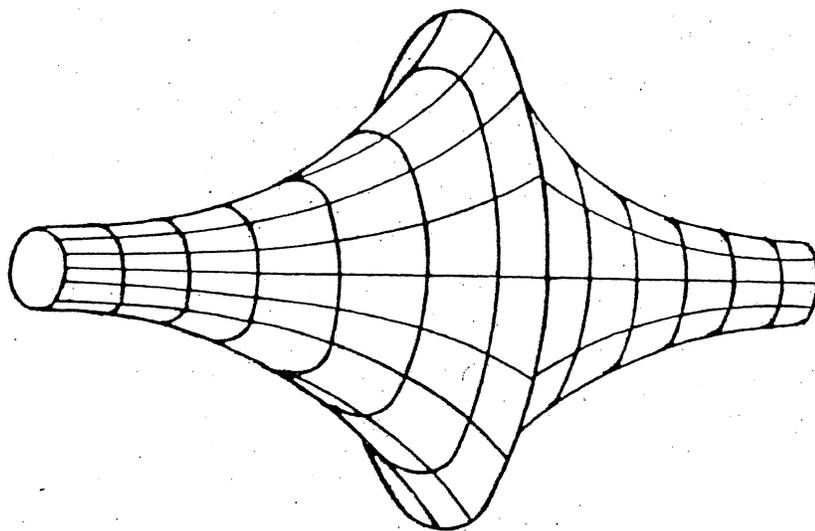
[6] *Крюк В.Г.* Шлях до невичерпного джерела енергії. (riegt.org).

[7] *Крюк В.Г.* Термоядерный реактор. Патент UA № 84514, Бюл. №20, 2008.

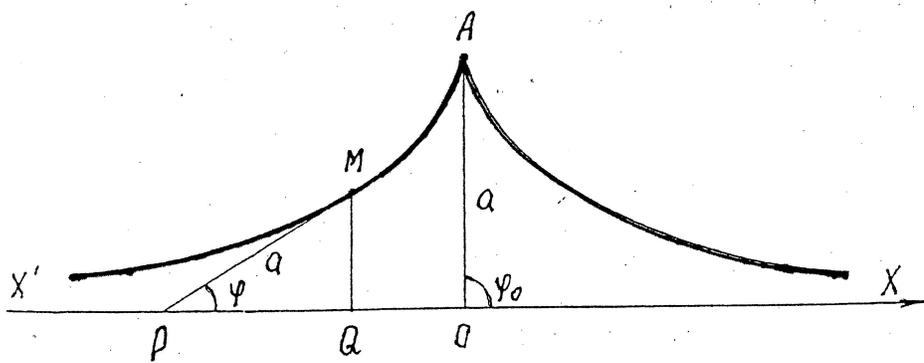
[8] *Крюк В.Г.* Теоретические предпосылки работоспособности электромагнитных устройств в форме псевдосферы и ее частей. (riegt.org).

[9] *Крюк В.Г.* Экспериментальные исследования антенн на основе псевдосферы. (riegt.org).

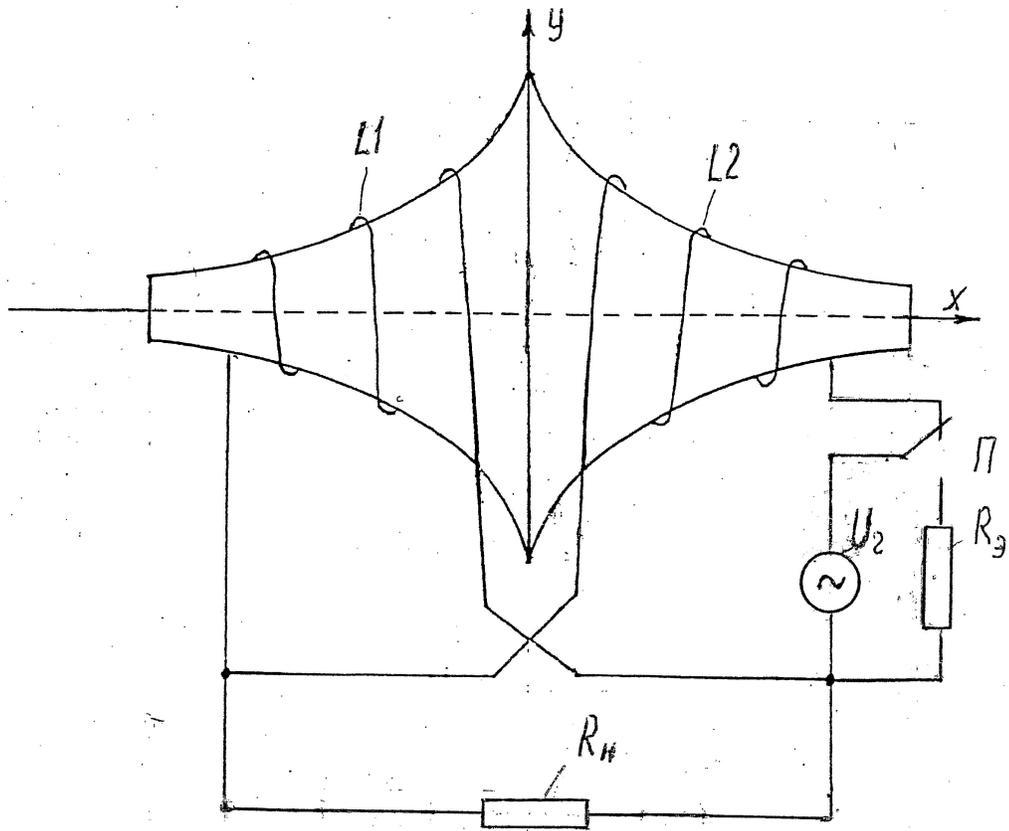
Приложения: Фиг. 1÷ Фиг. 5



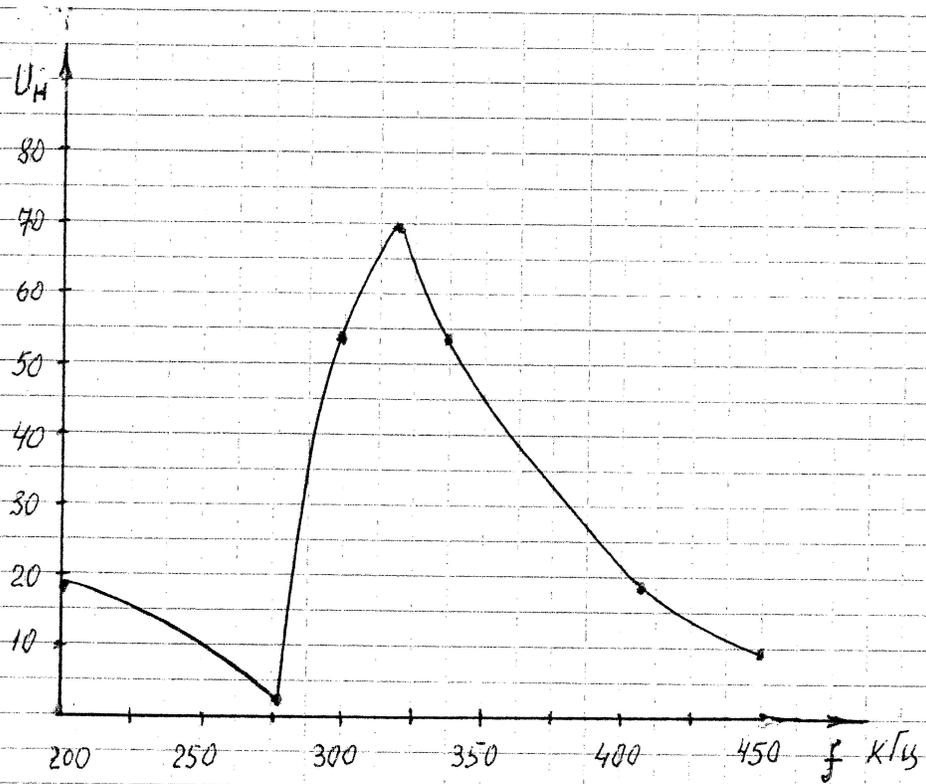
$\varphi_{u2.1}$



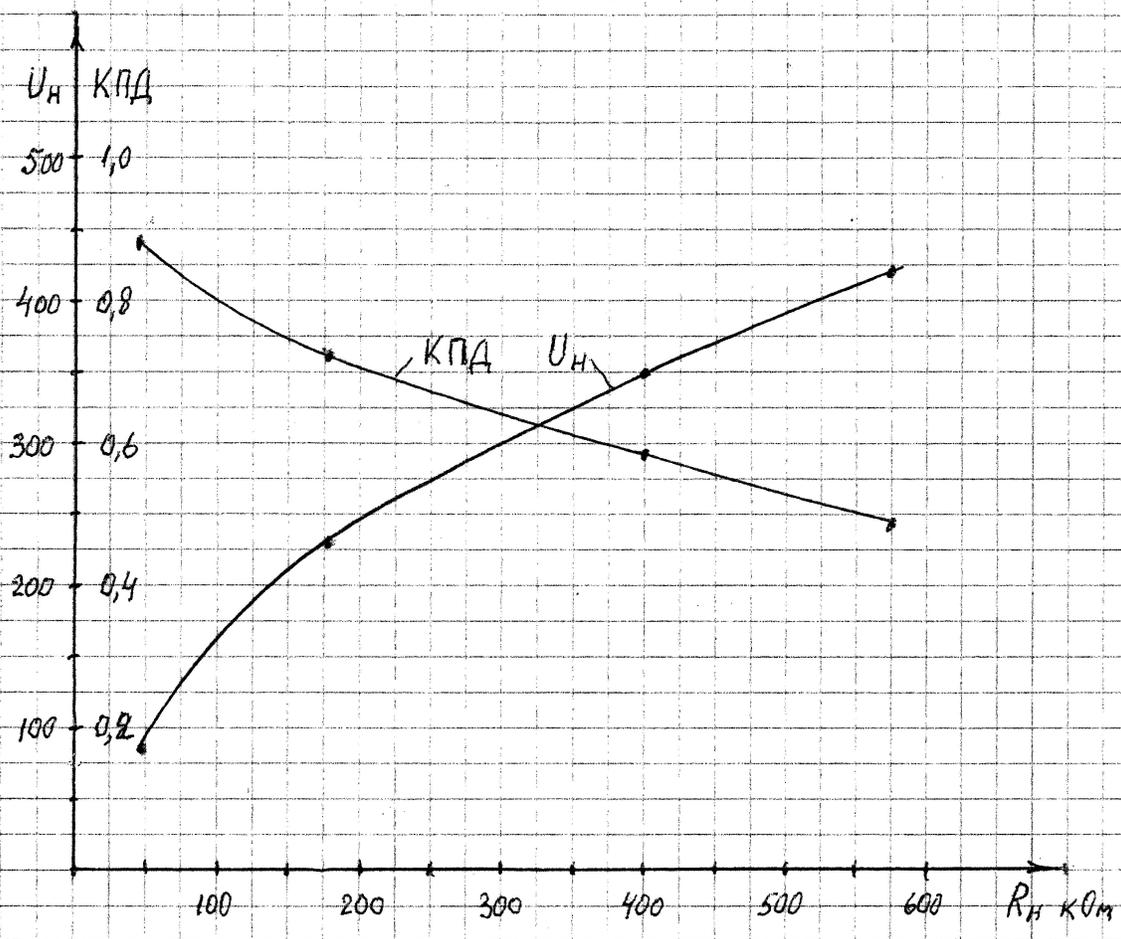
$\varphi_{u2.2}$



$\varphi_{u2.3}$



$\varphi_{u2.4}$



$\varphi_{u2.5}$