

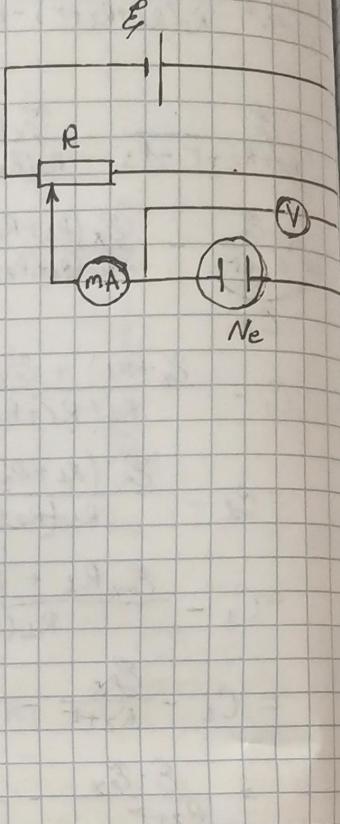
Лабораторная работа №22.  
Изучение электрического разряда в  
нейлоновой пленке.  
Гробогол.

1. Синтез ВАХ нейлоновой пленки.

90° 180°

$U_3$ , В	$I_1$ , мА	$U_1$ , В	$I_2$ , мА	$U_2$ , В	$I_3$ , мА
129,5	8,1	186,0	14,4	132,0	3,3
133,7	3,9	190,2	15,6	128,1	2,8
143,8	5,7	185,9	14,7	126,3	2,5
148,0	6,5	178,6	18,0	123,9	2,2
153,6	4,5	171,9	11,5	120,2	1,7
159,2	8,6	168,3	10,3	116,9	1,2
166,8	10,1	157,4	8,4	U <sub>2</sub>	144,2 0 ?
170,0	10,8	150,2	8,9	U <sub>32</sub>	128,8 3,1
175,5	12,0	142,9	5,5	U <sub>33</sub>	129,0 3,2
182,0	13,5	135,3	4,0	U <sub>22</sub>	113,8 0
				U <sub>23</sub>	113,8

Схема:



2. Исследование работы генерационного генератора на нейлоновой пленке.

а) Варьирование  $R$  (сопротивления)

N <sup>o</sup>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$R$ , $\Omega$	4800	2200	880	680	500	450	350	300	220	60
$T$ , мс	720,0	382,0	145,0	118,7	86,0	72,3	64,7	54,0	41,5	30
$\Delta t$ ,										

$$C = 0,25 \text{ мкФ}, \quad \xi = 150 \text{ мВ}$$

б) Варьирование  $C$  (емкость конденсатора)

N <sup>o</sup>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$C$ , мкФ	0,25	0,33	0,5	0,75	0,88	1,0	1,25	1,38	1,5	
$T$ , мс	65,3	84,5	124,0	146,0	184,0	229,3	280,0	302,0	344,0	
$\Delta t$ ,										

$$R = 350 \text{ } \Omega, \quad \xi = 150 \text{ мВ}$$

б) Вариант  
№  
 $E$ , В  
 $T$ , мс  
 $\Delta t$ , мс

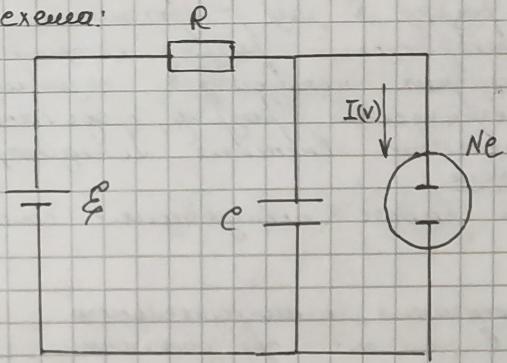
Номер  
Работы  
удовлетворен

6) Варсированиe  $\xi$  (ЭДС)

$N^{\circ}$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$E, \text{В}$	140,5	145,2	150,3	155,3	160,1	165,1	170,1	175,9		
$I, \text{А}$	100,0	80,5	64,3	56,0	48,5	43,5	40,5	37,0		
$R, \Omega$										

$$R = 350 \text{ } \Omega, C = 0,25 \text{ } \mu\text{F}$$

Принципиальная схема:



Мод. звуковых генераторов  
с однородностью.

Работает однородно  
если под батареи, в присоединенных  
массах.

иначе.

03.12.21 Бж

Одёт по изобретению работа № 222.  
Изучение электрического разряда в газе.

Цель работы: исследовать самоограниченный разряд в газе.

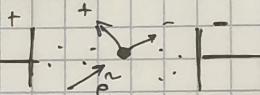
Приборы и оборудование: ацилоскоп ВДС-71022, вольтметр ВДМ-8245, потенциометр, реостат, амперметр, плата с различными щитками "самоограниченный разряд".

### Геометрический разряд

Электрический разряд в газе - проходящее электрическое тело, герметично заключенное в среду. Электрический разряд, который не возникает без воздействия внешних ионизаторов, называется самоограниченным разрядом. Электрический разряд, пробегающийся и после прекращения действия внешнего ионизатора, называется самоограниченным разрядом.

В данной работе исследуется самоограниченный разряд.

Процесс самоограниченного разряда состоит в том, что при доставке внешней зарядки электрического поляя электроном на один из электродов разряда происходит энергия, достаточная для ионизации газоразрядного пространства.



В результате соприкосновения электронов с атомами, возникает ионизационный цикл "энергия заряда + электрон" - ионизация газа.

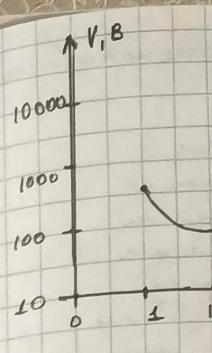
~ побежденный ионизация.

Ко этого ионизации, кроме механизма, облегчающего возникновение первичных электронов в области около катода, т.е. в начальном их пути в атмосфере.

На рис. 1-3 схематично, показаны схематические расположения пространственного заряда, направление электрического поля и изменения в зоне разряда пространства.

При газовом разряде в разреженном пространстве образуется газоразрядное поле, которое: газоразрядное газоразрядное, токи первичные, токи вторичные, токи троичные, токи пространственные, токи ионизационные.

Первые три вида являются конечными видами и образуют газоразрядное поле пространственное. Газоразрядное, ускоряющее в сущности поля конечного пространства образует ускоряющее ионизацию, ионизационное ионизацию, разложившуюся в зоне близко катода. Но они не могут ионизировать атомы, дробить, способствуя воспроизведению электронов с механизмами катода. Это электронов и воспроизведения первичных для образования катодов.



Видно

I

I<sub>3</sub>

I<sub>2</sub>

V<sub>0</sub>

При

Для газа  
зарядки  
зарядки  
превратит в  
Если

V<sub>2</sub> < V<sub>3</sub>.

Реша

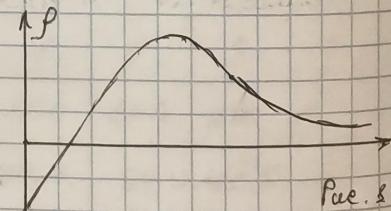


Рис. 3.

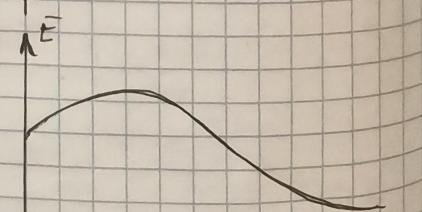


Рис. 2.

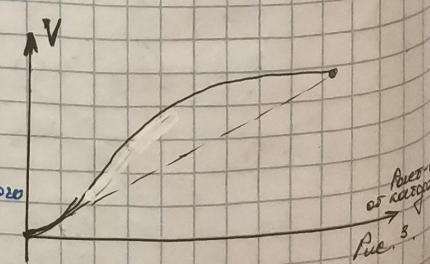
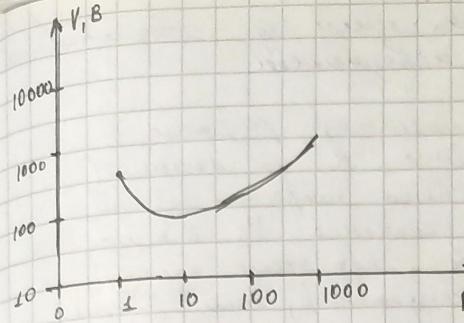


Рис. 1.

В сущ

Предоста  
ередине  
Как зре  
домой не  
и падаю

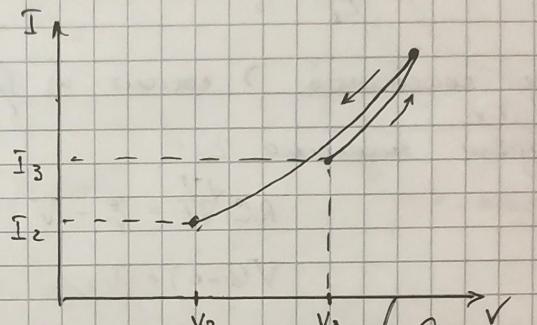
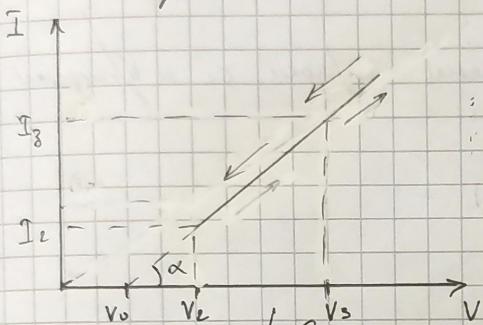


Повышенное засорение завышает общий газа (энергия ионизирующей частицы), что снижает напряжение (работа выхода).

Повышенное засорение завышает давление газа.

Экспериментально установлено, что повышение давления  $V_3$  зависит от пропорции  $p/d$ , где  $p$ -давление газа,  $d$ -расстояние между электродами в плазмодиоде.

Вольтамперная характеристика неоновой лампы:



При малых напряжениях иона пропускает не пропускает газа. Так в начальном возникает газо-ионный пробег газа между электродами до тех пор, пока не достигнет "напряжение зажигания"  $V_3$ . При этом ионизированный газ становится кондуктором иона газа  $I_3$ . Дальнейшее увеличение приводит к возрастанию тока по закону Ома согласно закону Ома.

Если напряжение уменьшить, то ионизация погаснет лишь при  $V_2 < V_3$ .

Резонансный генератор на неоновой лампе.

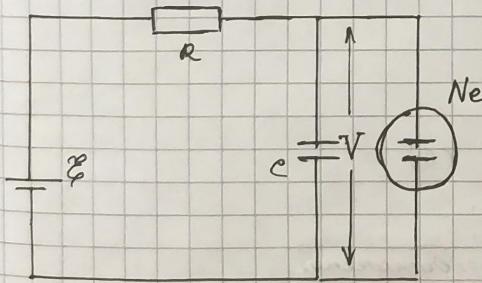


Рис. 4.

$$C \frac{dV}{dt} + I(V) = \frac{E - V}{R} \quad (1)$$

Такое, что  $V_2 < V_3$ , подавляет последующее неизлучающее смещение в схеме, содержащей ионизацию и сопротивление (рис. 4).

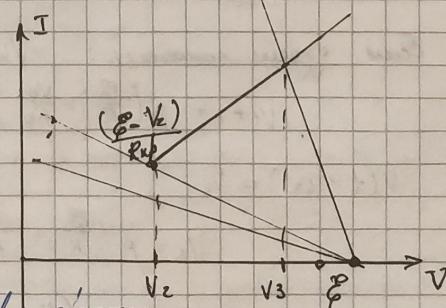
Рассмотрим переход, изображенный схематически, приведенного на рис. 4.

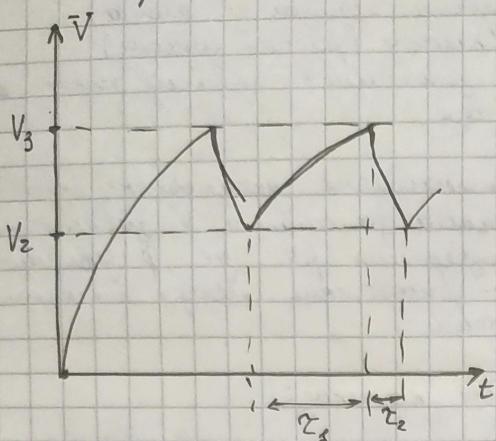
Уравнение тока:

В симметричном режиме:

$$I_{es} = \frac{E - V}{R} \quad (2)$$

Представление графическое (2) графически изображено на рис. 5. На графике решение однородных дифференциальных уравнений вида (2).





$$\text{При } R = R_{\text{спр.}} = \frac{\mathcal{E} - V_2}{I_2}$$

в конденсаторе разряжается, через сопротивление  $R$  при котором заряжается. Когда напряжение на конденсаторе становится  $V_3$  в начале цикла ток  $I$ , при этом будет разряжаться конденсатор, пока  $V$  на конденсаторе не достигнет  $V_2$ , после чего он будет снова заряжаться и так удастся.

В начале конденсатор разряжен, через сопротивление  $R$  при котором заряжается. Когда напряжение на конденсаторе становится  $V_3$  в начале цикла ток  $I$ , при этом будет разряжаться конденсатор, пока  $V$  на конденсаторе не достигнет  $V_2$ , после чего он будет снова заряжаться и так удастся.

Период колебаний  $T$  состоит из времени зарядки  $T_1$  и времени разряда  $T_2$ .

Найдём значение  $T_1$ :

$$RC \frac{dV}{dt} = \mathcal{E} - V \quad (3)$$

$$V(t=0) = V_2.$$

$$V(t) = \mathcal{E} - (\mathcal{E} - V_2) \exp\left(-\frac{t}{RC}\right). \quad (4)$$

$$\text{При } t = T_1, \quad V = V_3.$$

$$V_3 = \mathcal{E} - (\mathcal{E} - V_2) \exp\left(-\frac{T_1}{RC}\right)$$

$$T_1 = RC \ln \frac{\mathcal{E} - V_2}{\mathcal{E} - V_3} \quad (5)$$

Найдём время  $T_2$ . Представим выражение для времени разряда конденсатора в виде:

$$I(V) = \frac{V - V_0}{R_0}$$

$I_3$  (2):

$$C \frac{dV}{dt} + \frac{V - V_0}{R_0} = \frac{\mathcal{E} - V}{R} \quad (6)$$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{R} + \frac{1}{R_0} \quad \text{переобразование}$$

$$f C \frac{dV}{dt} + V = f \left( \frac{\mathcal{E}}{R} + \frac{V_0}{R_0} \right)$$

$$\text{Если будем предполагать: } -V(t=0) = V_0.$$

$$V(t) = f \left( \frac{\mathcal{E}}{R} + \frac{V_0}{R_0} \right) + \left[ V_3 - f \left( \frac{\mathcal{E}}{R} + \frac{V_0}{R_0} \right) \right] \exp\left(-\frac{t}{fC}\right)$$

$$V(t=T_2) = V_2.$$

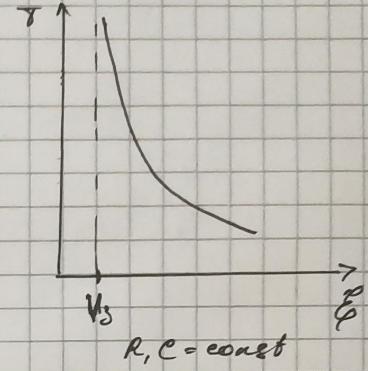
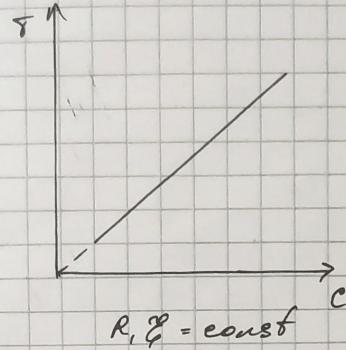
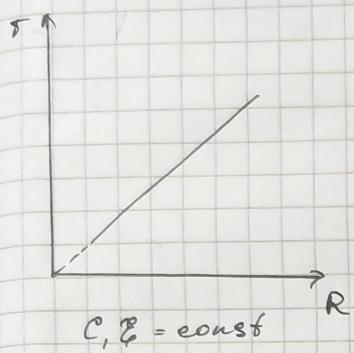
$$V_2 = f \left( \frac{\mathcal{E}}{R} + \frac{V_0}{R_0} \right) + \left[ V_3 - f \left( \frac{\mathcal{E}}{R} + \frac{V_0}{R_0} \right) \right] \exp\left(-\frac{T_2}{fC}\right)$$

$$T_2 = f C \ln \frac{(V_3 - V_0)R + (V_3 - \mathcal{E})R_0}{(V_2 - V_0)R + (V_2 - \mathcal{E})R_0} \quad (7)$$

Тогда первый закономерий:

$$\tau = \tau_1 + \tau_2 \quad \text{где } \tau_1 \text{ и } \tau_2 \text{ определяются равенствами} \\ (5), (7)$$

В реальности  $\tau_2 \ll \tau_1$ , поэтому, что можно пренебречь.  
При постоянных характеристиках гирлянд  $T = f_1(R)$ ,  $T = f_2(C)$ ,  $T = f_3(\mathcal{E})$   
и их комбинированных выражениях это упрощает задачу.

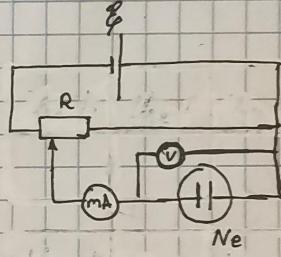


Двигающееся зонд.

1. Существо волатильной характеристики:

$U, В$	$I, мА$	$\Delta U, В$	$\Delta I, мА$
129,5	3,1	0,4085	0,0031
133,7	3,9	0,4211	0,0039
143,8	5,7	0,4514	0,0057
148,0	6,5	0,4640	0,0065
153,6	7,5	0,4808	0,0075
159,2	8,6	0,4976	0,0086
166,6	10,1	0,5198	0,0101
170,0	10,8	0,5300	0,0108
176,5	12,0	0,5485	0,0120
182,0	13,5	0,5680	0,0135
186,0	14,4	0,5780	0,0144
190,2	15,6	0,5905	0,0156
185,9	14,7	0,5777	0,0147
178,6	13,0	0,5558	0,0130
171,9	11,5	0,5357	0,0115

$U, В$	$I, мА$	$\Delta U, В$	$\Delta I, мА$
186,3	10,3	0,5189	0,0103
157,4	8,4	0,4922	0,0084
150,2	6,9	0,4708	0,0069
142,9	5,5	0,4487	0,0055
135,3	4,0	0,4259	0,0040
131,0	3,8	0,413	0,0038
128,1	2,8	0,4043	0,0028
126,3	2,5	0,3989	0,0025
123,9	2,2	0,3917	0,0022
120,2	1,7	0,3806	0,0017
116,9	1,2	0,3707	0,0012
114,2	0	0,3626	0
128,8	3,1	0,4084	0,0031
113,8	0	0,3614	0
129,0	3,2	0,407	0,0032
113,8	0	0,3614	0

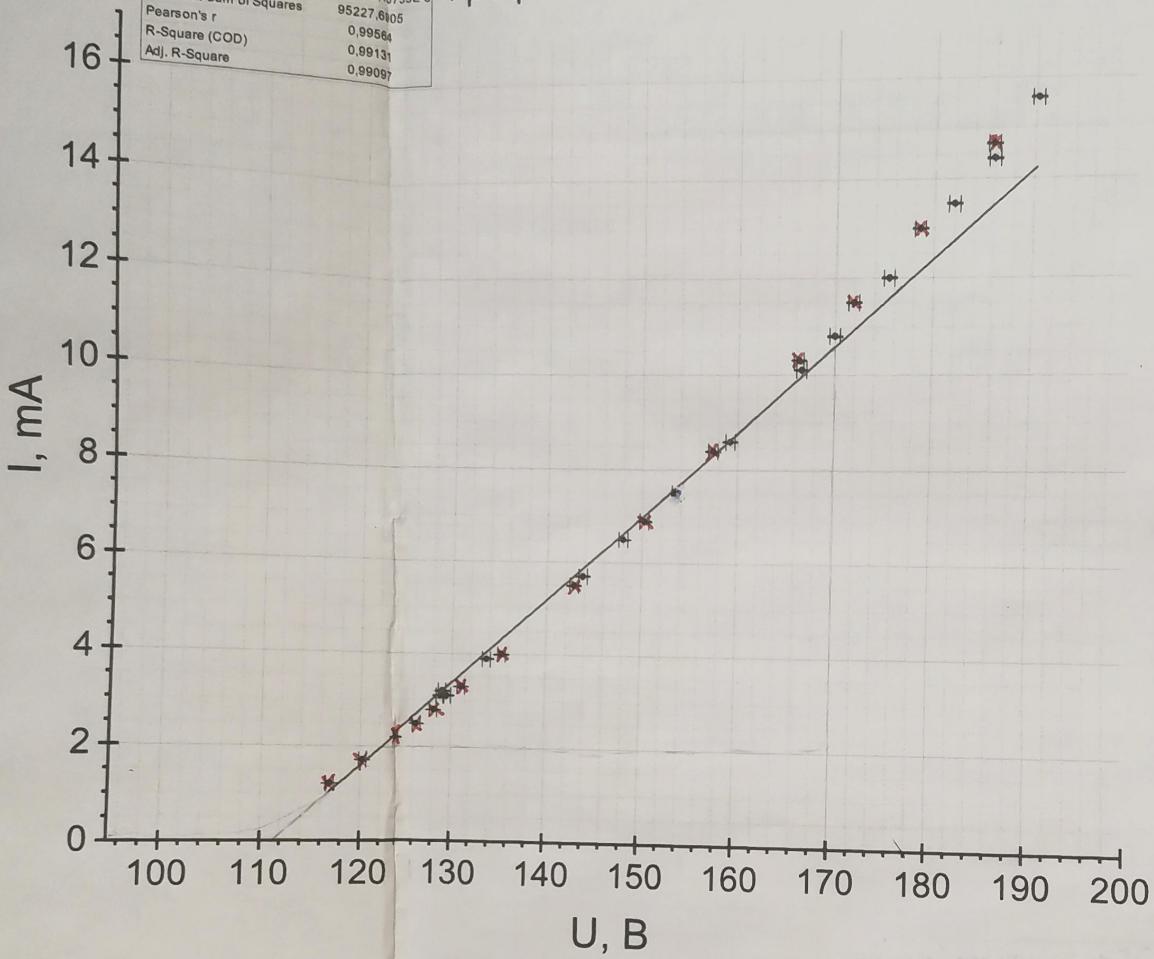


ЗАХ

Equation	$y = a + b \cdot x$
Plot	I, mA
Weight	
Intercept	-19.99464 ± 0.00693
Slope	0.17984 ± 5.4579E-5
Residual Sum of Squares	95227.6105
Pearson's r	0.99564
R-Square (COD)	0.99131
Adj. R-Square	0.99097

## Апроксимация программой

$x$  - обратный ход



Абсолютная погрешность измерения определяется в формуле:

$$\Delta U = \pm (0,002 \cdot X + 2 \cdot K), \text{ где } X - \text{измеряемое значение}$$

$K = 0,01$  - зажимы для измерения разности

Однако погрешность измерения амперметра не превышает величину:

$$\Delta I = 0,002. = \frac{R_1}{R_V}$$

Тогда абсолютная погрешность:

$$\Delta I = I \cdot \Delta U$$

Определение  $V_0$  и  $R_0$  по графику:

$V_0$  определяется по оси пересечения с осью общей:

$$V_0 \approx 111,8 \text{ В.}$$

$R_0$  определяется по ходу линейки для показания:

$$R_0 = \frac{1}{K} \approx 5,56 \text{ кОм}$$

Определение среднее значение  $V_3$  и  $V_2$ :

$$\underline{\underline{V_3}} = \frac{V_{31} + V_{32} + V_{33}}{3} \approx 129,1 \text{ В}$$

$$\underline{\underline{V_2}} = \frac{V_{21} + V_{22} + V_{23}}{3} \approx 113,9 \text{ В}$$

Горизонтальное среднего величина его по формуле:

$$\Delta V_{\text{ср.}} = \frac{|V_{\text{ср.}} - V_1| + |V_{\text{ср.}} - V_2| + |V_{\text{ср.}} - V_3|}{3}$$

$$\Rightarrow \Delta V_3 \approx 0,26 \text{ В} ; \quad \Delta V_2 \approx 0,17 \text{ В.}$$

$$\Rightarrow V_3 \approx 129,1 \pm 0,26 \text{ В}$$

$$V_2 \approx 113,9 \pm 0,17 \text{ В.}$$

2. Направление редукции показанийного генератора на паспортные:

a) Варировование  $R$  (вариометр):

$N^{\circ}$	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$R, \text{кОм}$	4300	2200	880	660	500	460	350	300	220
$T, \text{sec}$	720,0	382,0	145,0	118,7	86,0	72,3	64,7	54,0	48,5

$$R = C \cdot P = 0,25 \text{ мкФ} \cdot 150 \text{ В} = 37,5 \text{ кОм}$$

b) Варировование  $C$  (диаметр конденсатора):

$N^{\circ}$	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$C, \text{мкФ}$	0,25	0,33	0,5	0,75	0,88	1,0	1,25	1,33	1,5
$T, \text{sec}$	65,3	84,5	124,0	176,0	194,0	229,3	280,0	302,0	344,0

$$R = 350 \text{ кОм}, \quad C = 150 \text{ В.}$$

б) Варьирование  $E$  (24C).

$N^{\circ}$	1	2	3	4	5	6	7	8
$E, В$	140,5	145,2	150,3	155,3	160,1	165,1	170,1	174,9
$T, мс$	100,0	80,5	64,3	56,0	48,5	43,5	40,5	37,0

$$R = 350 \text{ кОм}$$

$$C = 0,25 \text{ мкФ}$$

Переход можно видеть на графике:

$$T = \tau_1 + \tau_2, \text{ где}$$

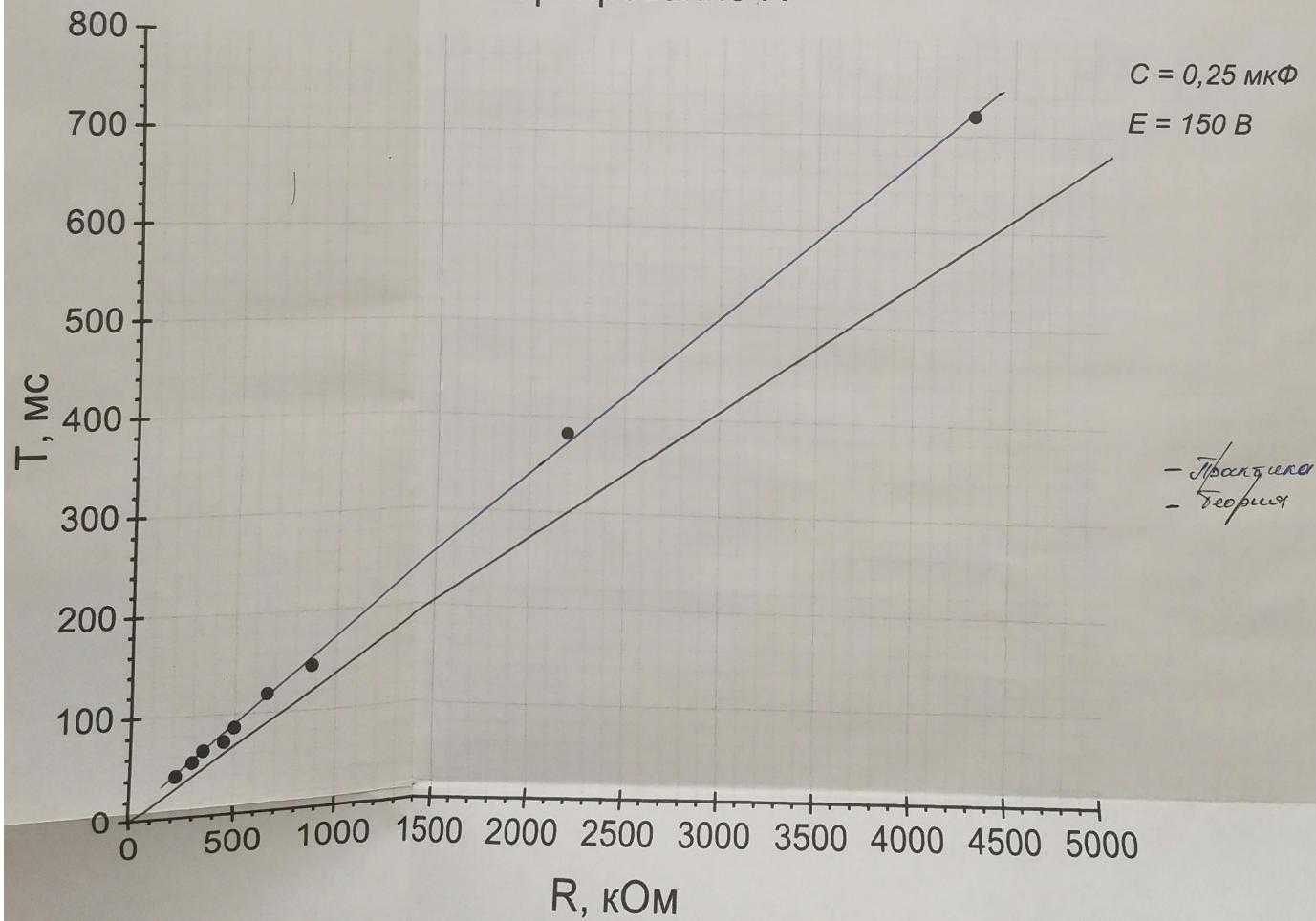
$$\tau_1 = RC \ln \frac{E - V_2}{E - V_3}, \quad \alpha$$

$$\tau_2 = \frac{(V_3 - V_0)R + (V_3 - E)R_0}{C(V_2 - V_0)R + (V_2 - E)R_0}, \quad \beta = \frac{1}{R} + \frac{1}{R_0}$$

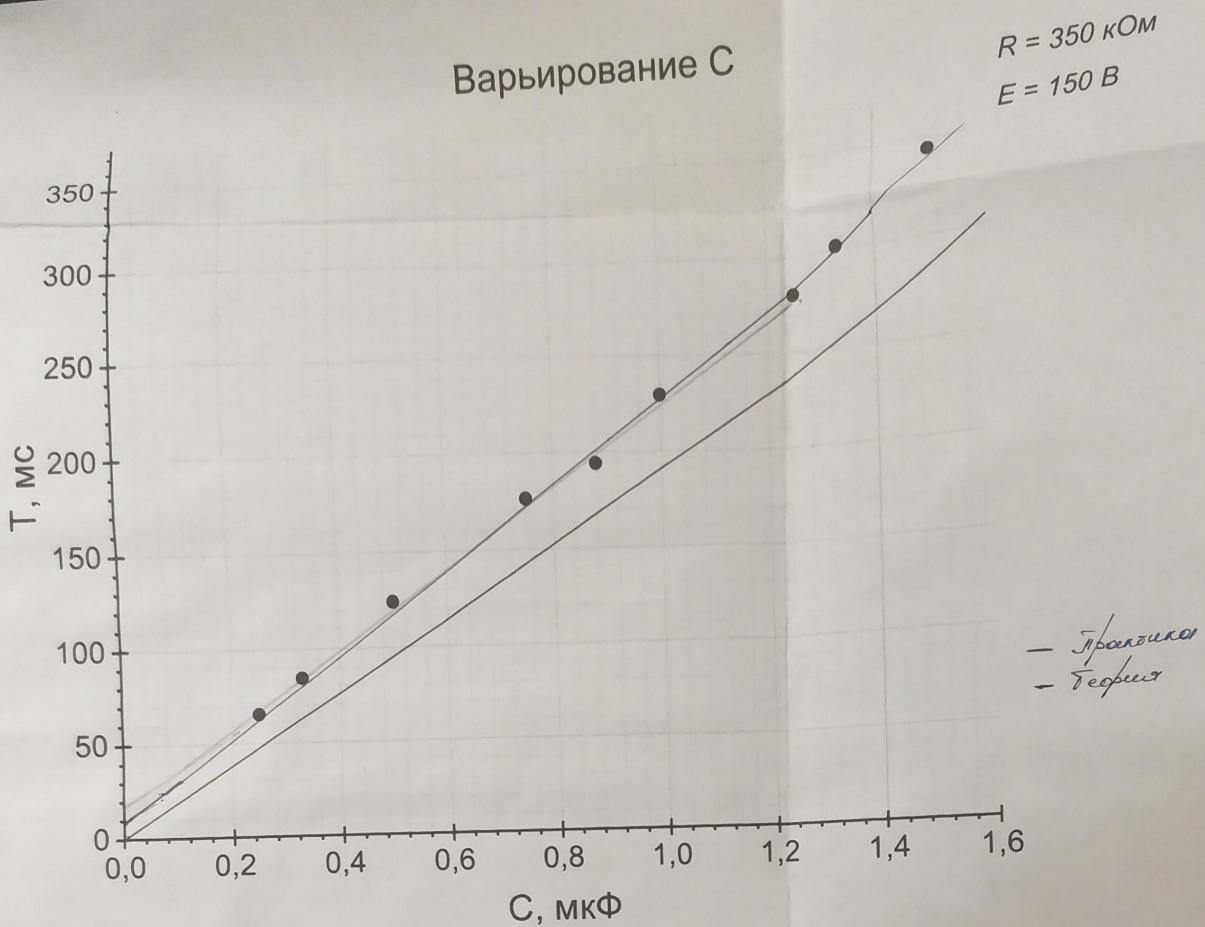
Приближение, что  $\tau_2 \ll \tau_1$ :

$$T \approx RC \ln \frac{E - V_2}{E - V_3}$$

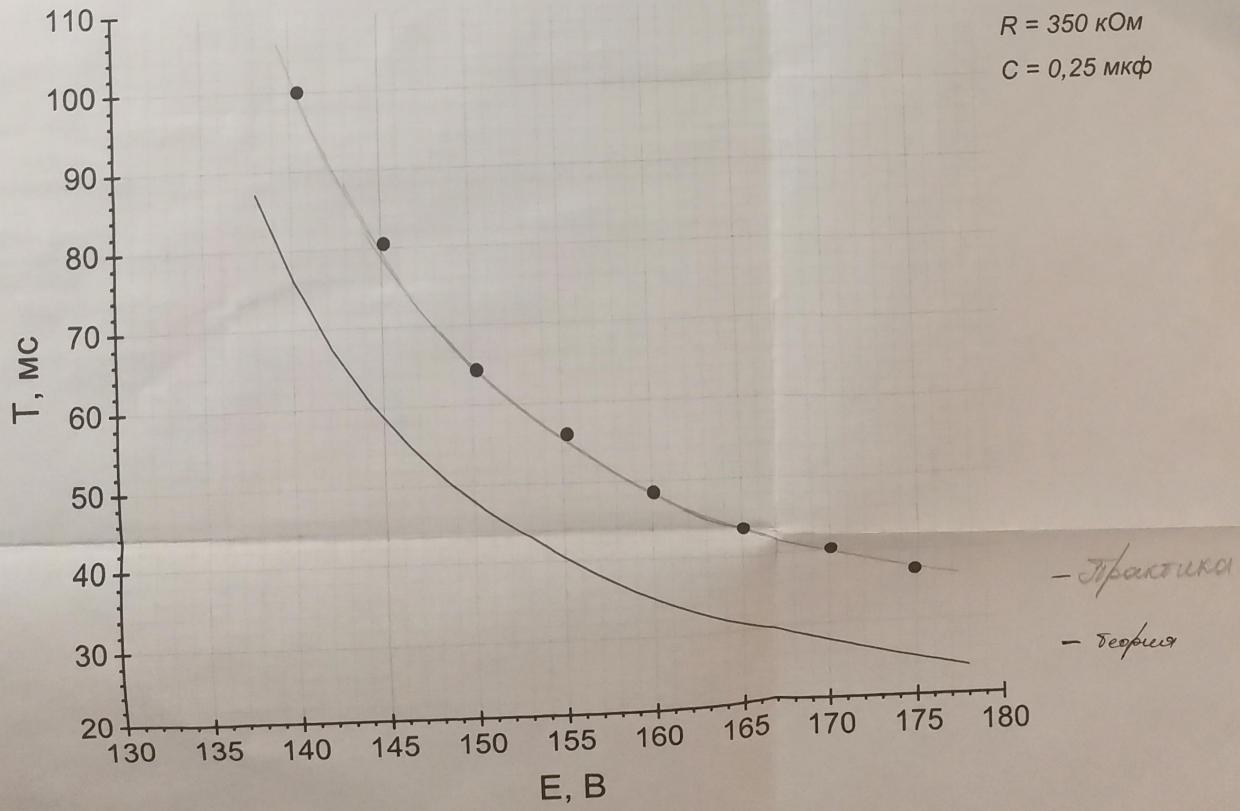
### Варьирование $R$



### Варьирование С



### Варьирование Е



2) Напряжение на выходе конденсатора при колебаниях:

Про зарядное напряжение зависит от времени и определяется

$$U(t) = E - (E - V_0) \exp\left(-\frac{t}{RC}\right)$$

Напряжение при разрядке убывает по закону:

$$U(t) = p \left( \frac{E}{R} + \frac{V_0}{R_0} \right) + \left[ V_3 - p \left( \frac{E}{R} + \frac{V_0}{R_0} \right) \right] \exp\left(-\frac{t}{RC}\right)$$

$$p = \left( \frac{1}{R} + \frac{1}{R_0} \right)^{-1} \approx 5,49 \text{ кОм}$$

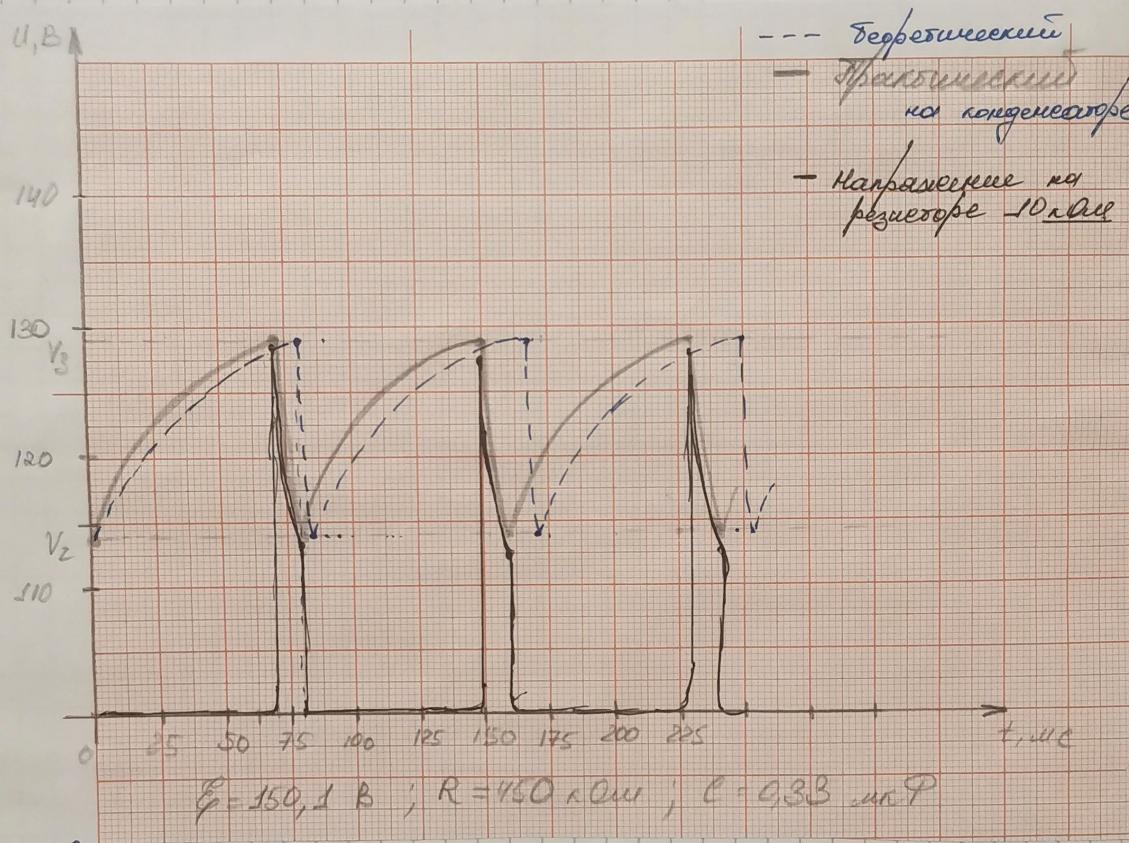
$$V_0 \approx 115,8 \text{ В} ; R_0 \approx 5,56 \text{ кОм} ; V_3 \approx 129,1 \text{ В} ; V_2 \approx 113,9 \text{ В.}$$

$$R = 450 \text{ мОм} ; C = 0,33 \text{ мкФ} ; E = 150,1 \text{ В}$$

4) Рассмотрим  
связь  
и т.д.

Но я

Еще  
будут



Вывод: 1) Стационарное характеристика имеет срезы.  
Про регуляторные характеристики получены следующими зависимостями  $V_0 \propto R_0$ :

$$V_0 \approx 115,8 \text{ В} ; R_0 \approx 5,56 \text{ кОм.}$$

Найдено значение напряжения генератора и сопротивления:

$$V_3 \approx (129,1 \pm 0,26) \text{ В}$$

$$V_2 = (113,9 \pm 0,17) \text{ В}$$

2) На графиках приведены зависимости  $T(R)$ ,  $T(C)$ ,  $T(E)$ .

Далее на графиках узловых георгических превое.

3) С помощью осциллографа сравни, например, на конденсаторе (противоположной и георгической) - п. 2-2).

4) Рассмотрим в т.2 георгических и противоположных фазиков связь с тем, что в георгических выражениях в  $\tau(R)$ ,  $\tau(C)$ ,  $\tau(E)$  нет ее присутствия единство синхронности.

Ее можно обозначить, например, по формуле  $\tau(C)$ .

$$\tau \approx R(C + C_1) \cdot \ln \frac{E - V_2}{E - V_3} = RC \ln \frac{E - V_2}{E - V_3} + RC_1 \cdot \ln \frac{E - V_2}{E - V_3}$$

По формуле:

$$RC_1 \cdot \ln \frac{E - V_2}{E - V_3} = 20 \text{ мс}$$

$$\Rightarrow C_1 \approx 0,094 \text{ мкФ}$$

Если учет  $C_1$  в георгических выражениях, то формулы будут очень близки.

✓ 10.12.21