

**Рязанское гвардейское высшее воздушно-десантное командное училище,  
Рязанский государственный радиотехнический университет.**



**51 Международная Тулиновская конференция по Физике Взаимодействия  
Заряженных Частиц с Кристаллами (МТК-51).**

**Авторы: М.В. ЧИРКИН, В.В. КЛИМАКОВ, В. Ю. МИШИН, А.Е. СЕРЕБРЯКОВ,  
С.В. УСТИНОВ (докладчик, [ustinow62@yandex.ru](mailto:ustinow62@yandex.ru)).**

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ НЕУСТОЙЧИВОСТИ ГАЗОВОГО РАЗРЯДА И  
ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ НАДЕЖНОСТИ КОЛЬЦЕВОГО ГЕЛИЙ-НЕОНОВОГО  
ЛАЗЕРА В СИСТЕМЕ ИНЕРЦИАЛЬНОЙ НАВИГАЦИИ**

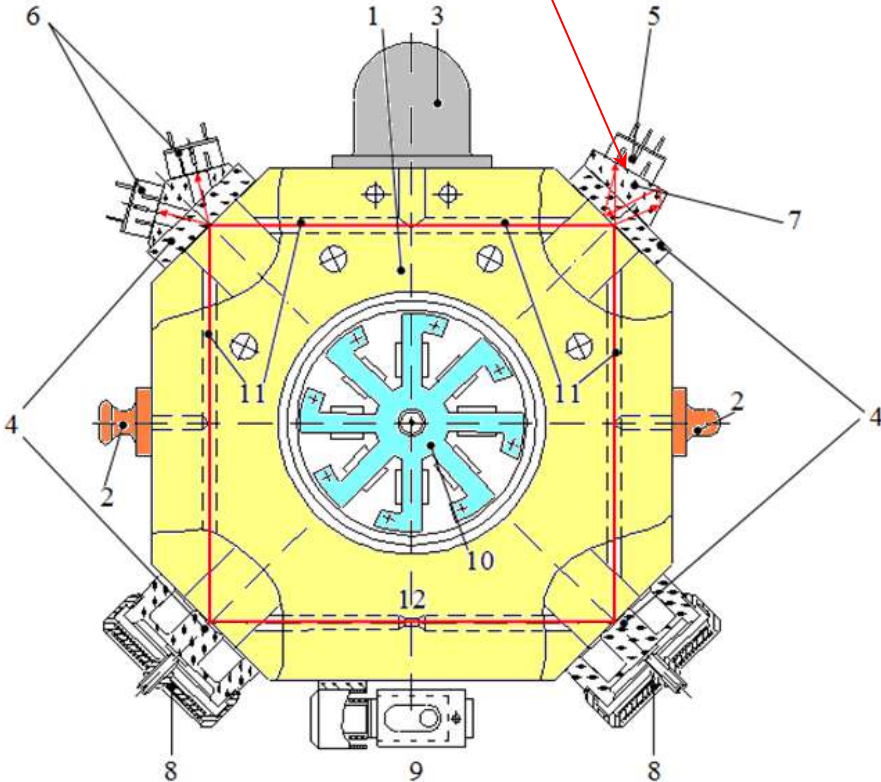


**МГУ имени М.В. Ломоносова г. Москва, 26.05.2022г.**

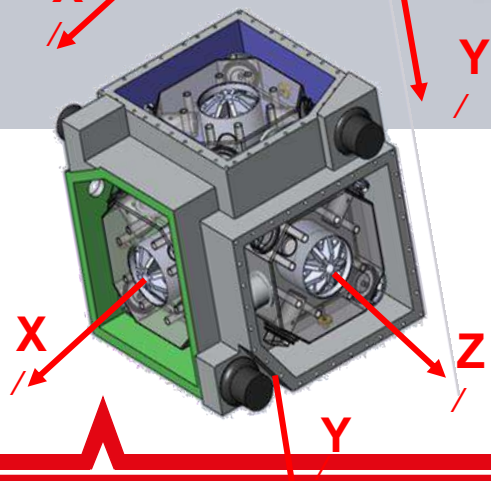
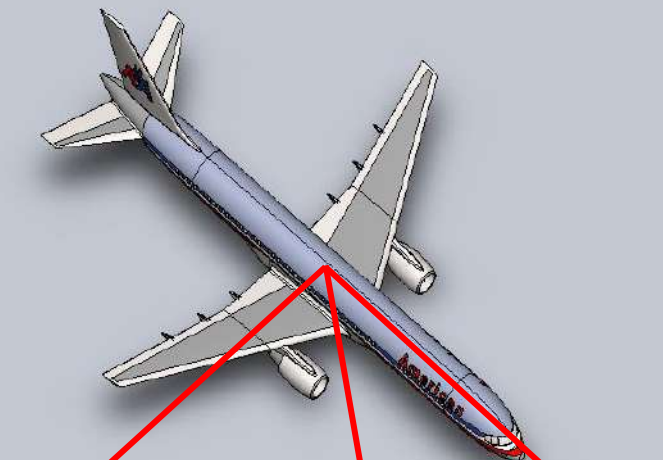


# Кольцевой лазерный гироскоп

## Интерференционные полосы



- 1 – ситалловый моноблок,
- 2 – аноды,
- 3 – холодный катод,
- 4 – зеркала,
- 5 – фотоприемник для первичных сигналов,
- 6 – фотодиоды системы регулирования периметра,
- 7 – смесительная призма,
- 8 – пьезоэлектрические преобразователи,
- 9 – магнитоэлектрический датчик угловой скорости,
- 10 – виброподвес,
- 11 – просверленные каналы,
- 12 – диафрагма



Требование к точности ЛГ в авиационных системах навигации:  $\omega_{\min} \leq 0,01 \text{ } ^\circ/\text{час}$

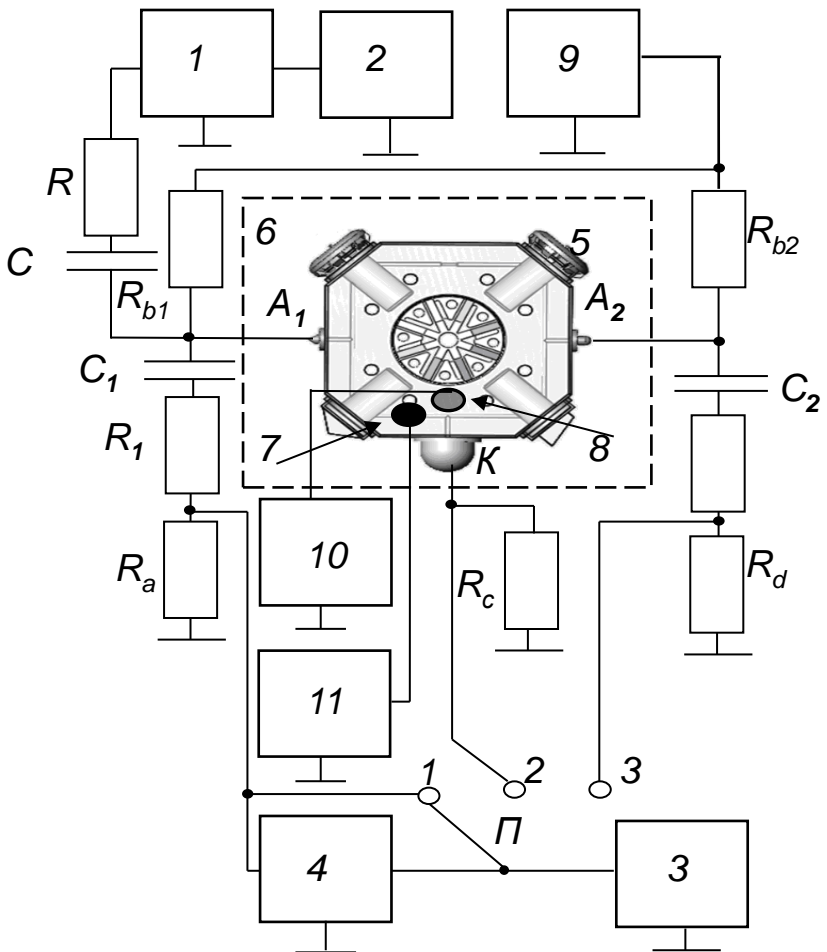
Неконтролируемое смещение:  
 $\delta x \sim 0,5 v \omega_{\min} t^2$



## **Цель работы:**

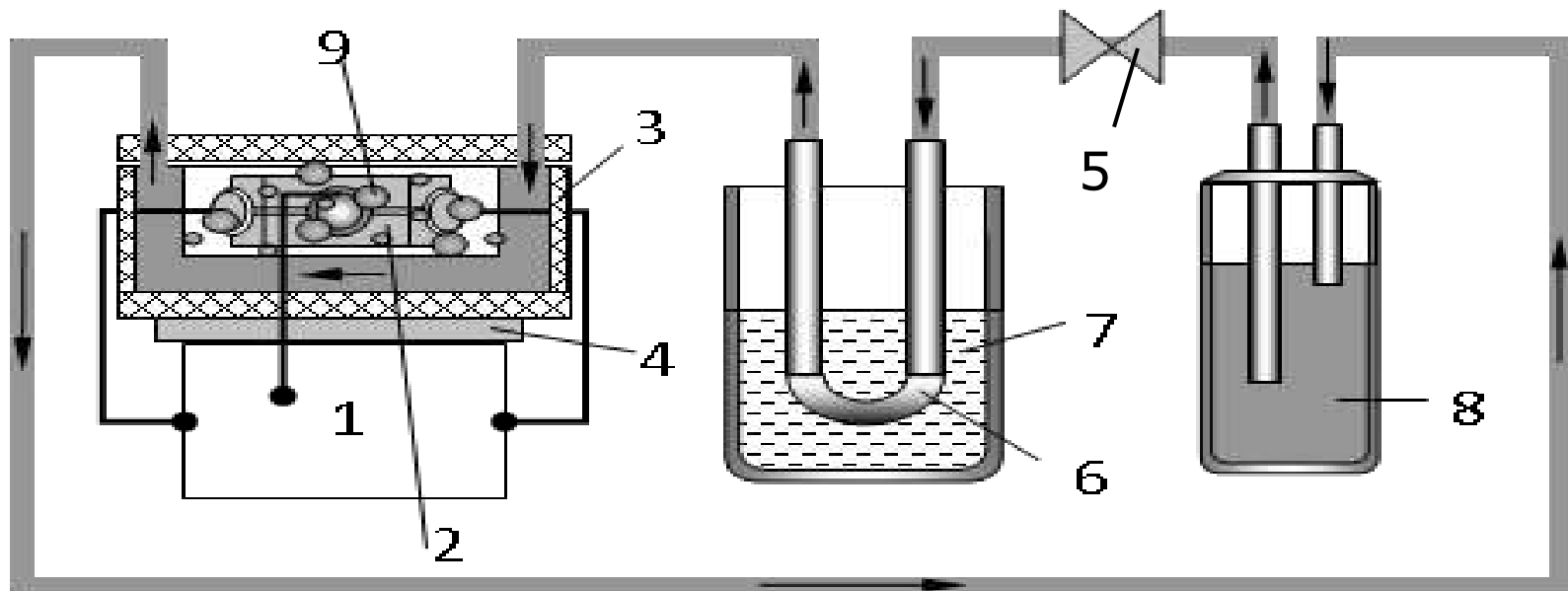
увеличение эксплуатационной надежности лазерного гироскопа на основе подавления неустойчивости стационарного состояния двухплечевого газового разряда в кольцевом лазере в широком диапазоне температур.





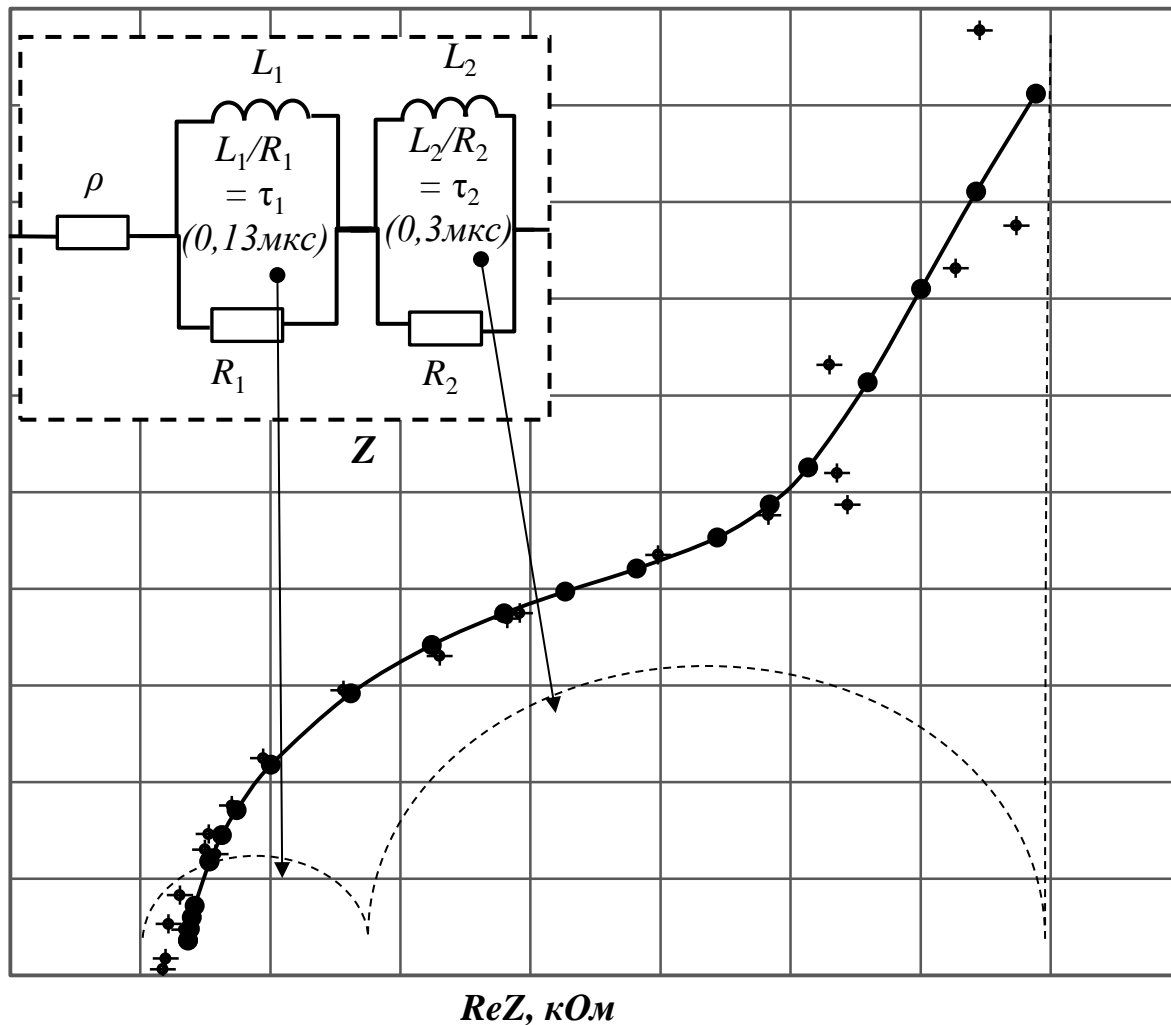
**1** – генератор ГЗ – 111, **2** – частотомер ЧЗ-34, **3** – милливольтметр В7-27А/1, **4** – измеритель разности фаз Ф2-16, **5** – кольцевой лазер, **6** – термоизолированный объем, **7** и **8** – термодатчики ТА-300S (установлены около катода на ситалловом моноблоке лазера), **9** – источник высокого напряжения, **10** и **11** – мультиметры цифровые АРРА-207,  $A_1$  и  $A_2$  – аноды,  $K$  – катод,  $\Pi$  – трехпозиционный переключатель;  $\dot{U}_1, \dot{U}_2, \dot{U}_3$  – комплексные амплитуды переменных составляющих регистрируемых напряжений

**Экспериментальная установка.**

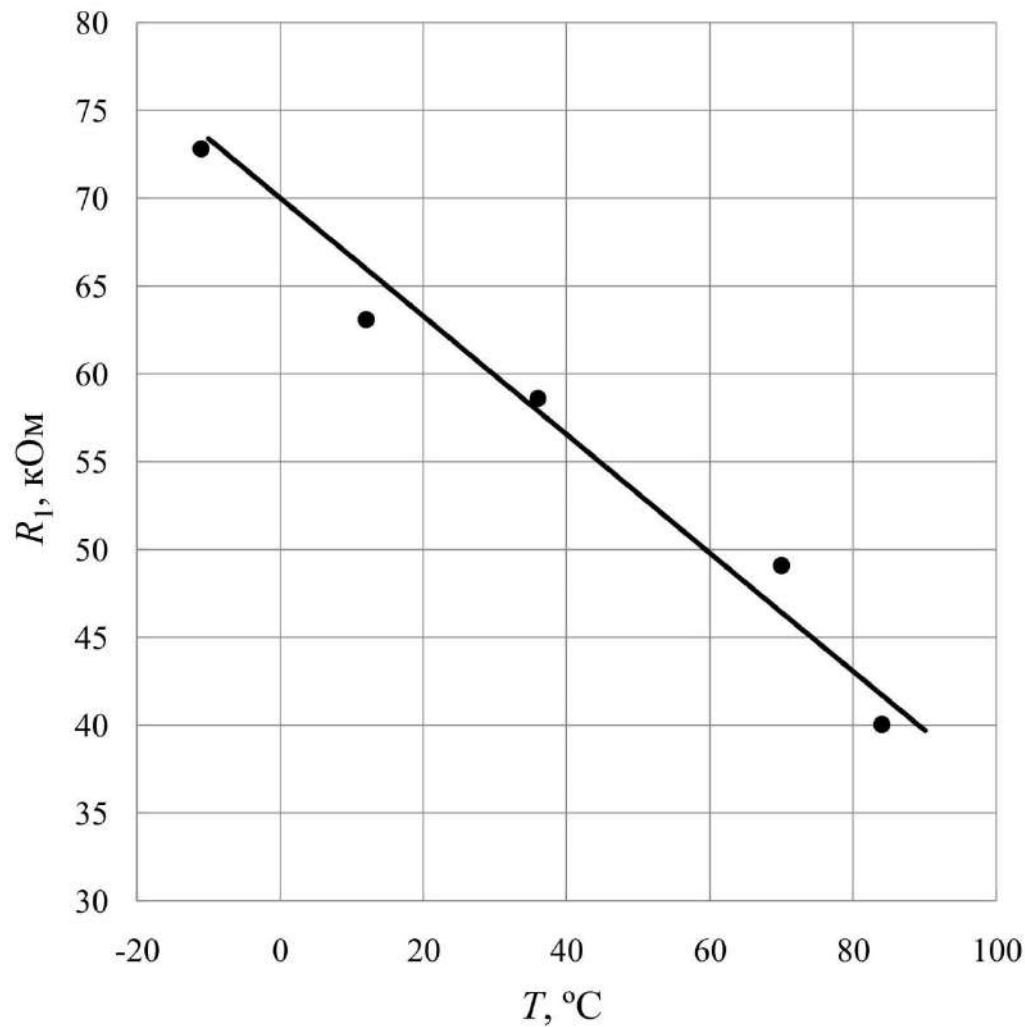


**Схема установки для исследования температурной зависимости комплексного сопротивления положительного столба и прикатодной области разряда: 1 – блок измерения комплексного сопротивления, 2 – кольцевой лазер, 3 – теплоизолированная камера, 4 – теплоизоляционная пластина, 5 – насос, 6 – теплообменник, 7 – емкость с жидким азотом, 8 – расширительный бак, 9 – силикагель.**

$ImZ, \kappa\Omega$

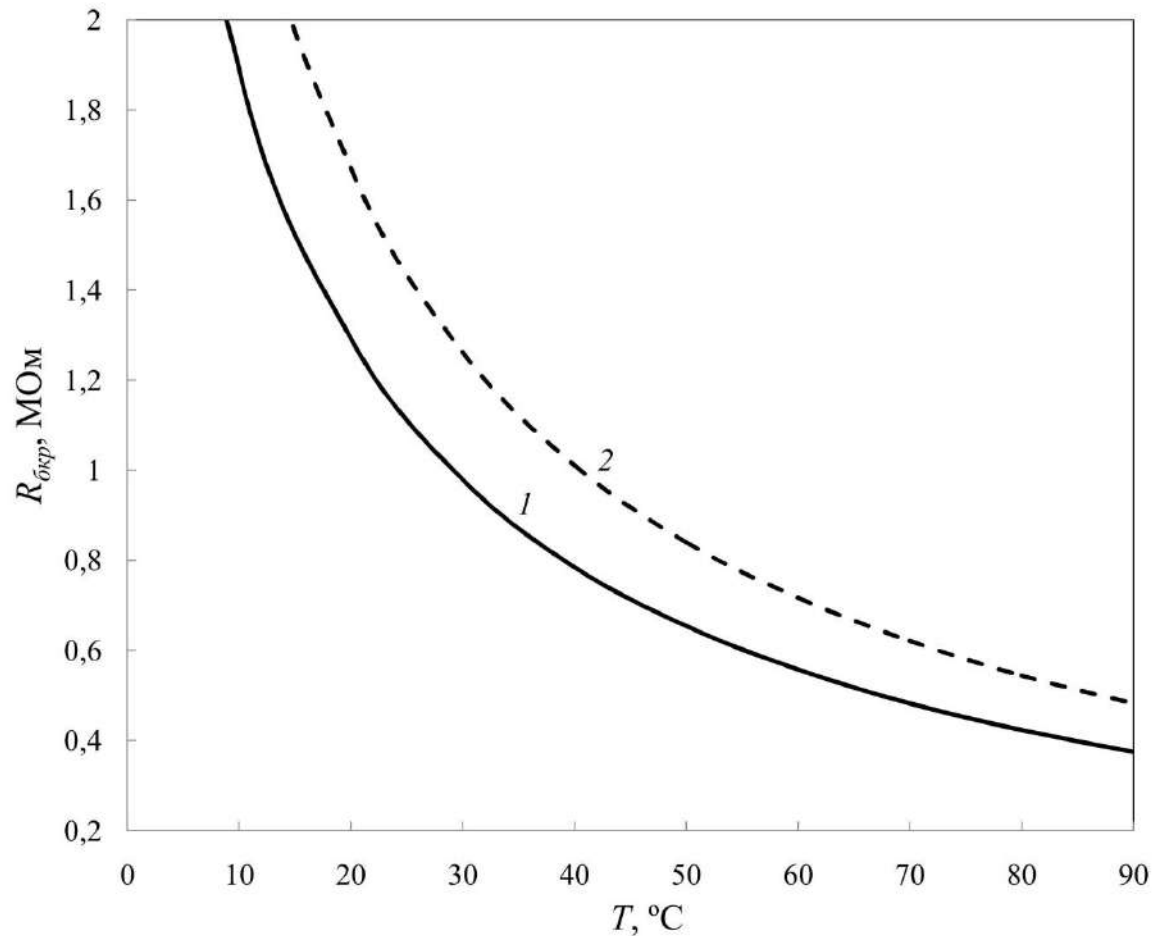


Частотная  
зависимость  
комплексного  
сопротивления  
разряда  
положительного  
столба в одном  
из плеч  
кольцевого  
лазера и её схема  
замещения.

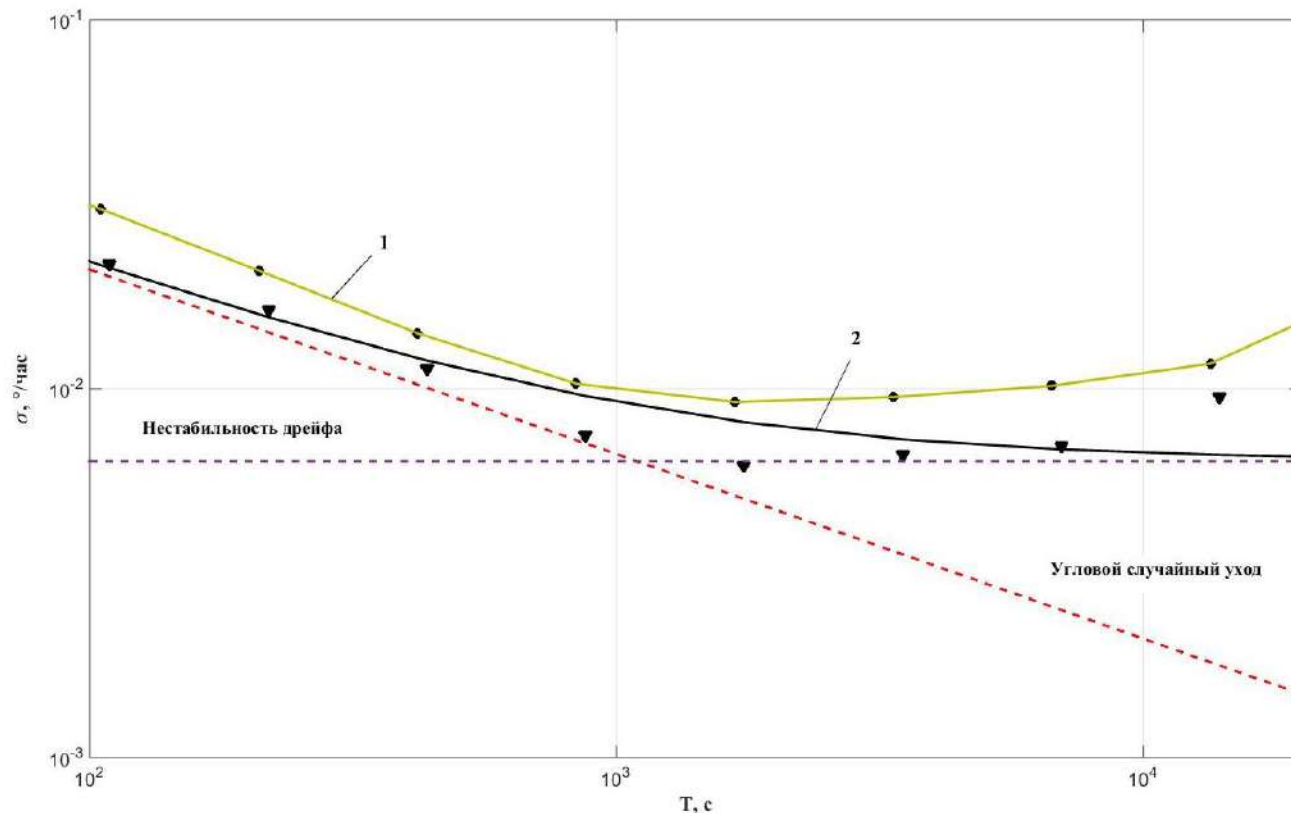


Температурная зависимость сопротивления  $R_1$  в синтезированной эквивалентной схеме положительного столба. Ток в плече разряда 750 мкА.





Активная линия передачи «положительный столб разряда в КЛ – корпус» и зависимости критического значения балластного сопротивления от температуры. Ток в плече разряда 750 мкА, монтажная емкость  $C_0$ , пФ: 1 – 3,0, 2 – 1,5. Ниже критической кривой разряд устойчив.



Зависимость девиации Аллана от времени усреднения отсчетов лазерного гироскопа (кривая 1), 2– с учетом изменений напряженности продольного электрического поля в зависимости от концентрации посторонних примесей в активной среде.

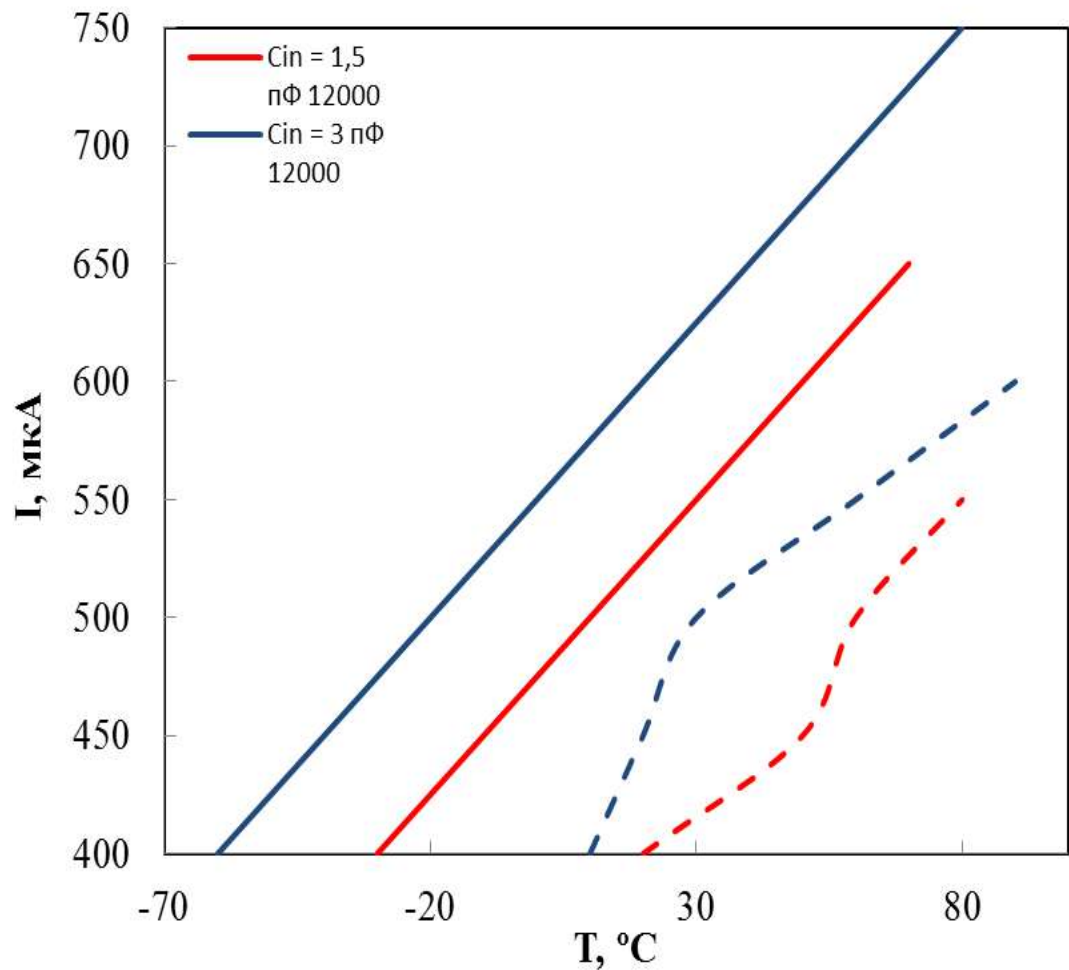
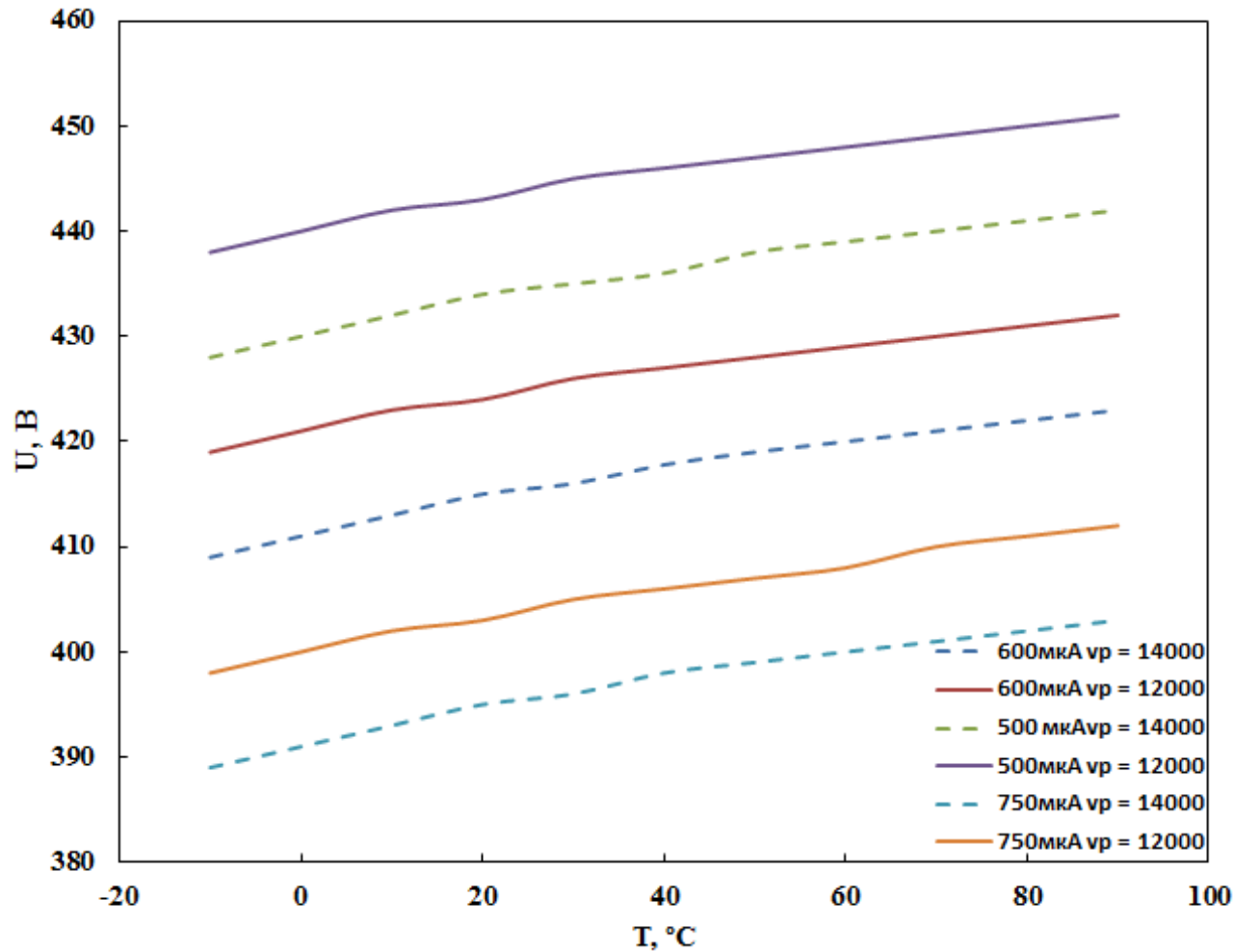


График устойчивости симметричного двухплечевого разряда в КЛ, построенный на плоскости параметров «ток разряда – температура» при различных значениях входной емкости ( $C_{in}$ ) и частоты реакции Пеннинга (12000).

Зависимость  
напряжения горения  
разряда в КЛ от  
температуры.



## **Выводы**

1. Нестабильность дрейфа выходного сигнала лазерного гироскопа вследствие переноса газа в каналах кольцевого гелий-неонового лазера под действием газового разряда обусловлена изменениями напряженности продольного электрического поля в зависимости от концентрации посторонних примесей в активной среде и снижается при уменьшении тока разряда.

2. Рост температуры газового наполнения кольцевого гелий-неонового лазера сопровождается изменением концентрации метастабильных атомов в положительном столбе и, как следствие, увеличением частоты изменения знака у действительной части его комплексного сопротивления.

3. Пороговое значение тока разряда в кольцевом гелий-неоновом лазере, при котором стационарное состояние электрической цепи теряет устойчивость, является монотонно возрастающей функцией температуры газового наполнения.