

Криогенные СВЧ усилители

Новосибирский государственный технический университет

Д.И. Вольхин, И.Л. Новиков, А.Г. Вострецов

E-mail: d.i.volkhin@mail.ru

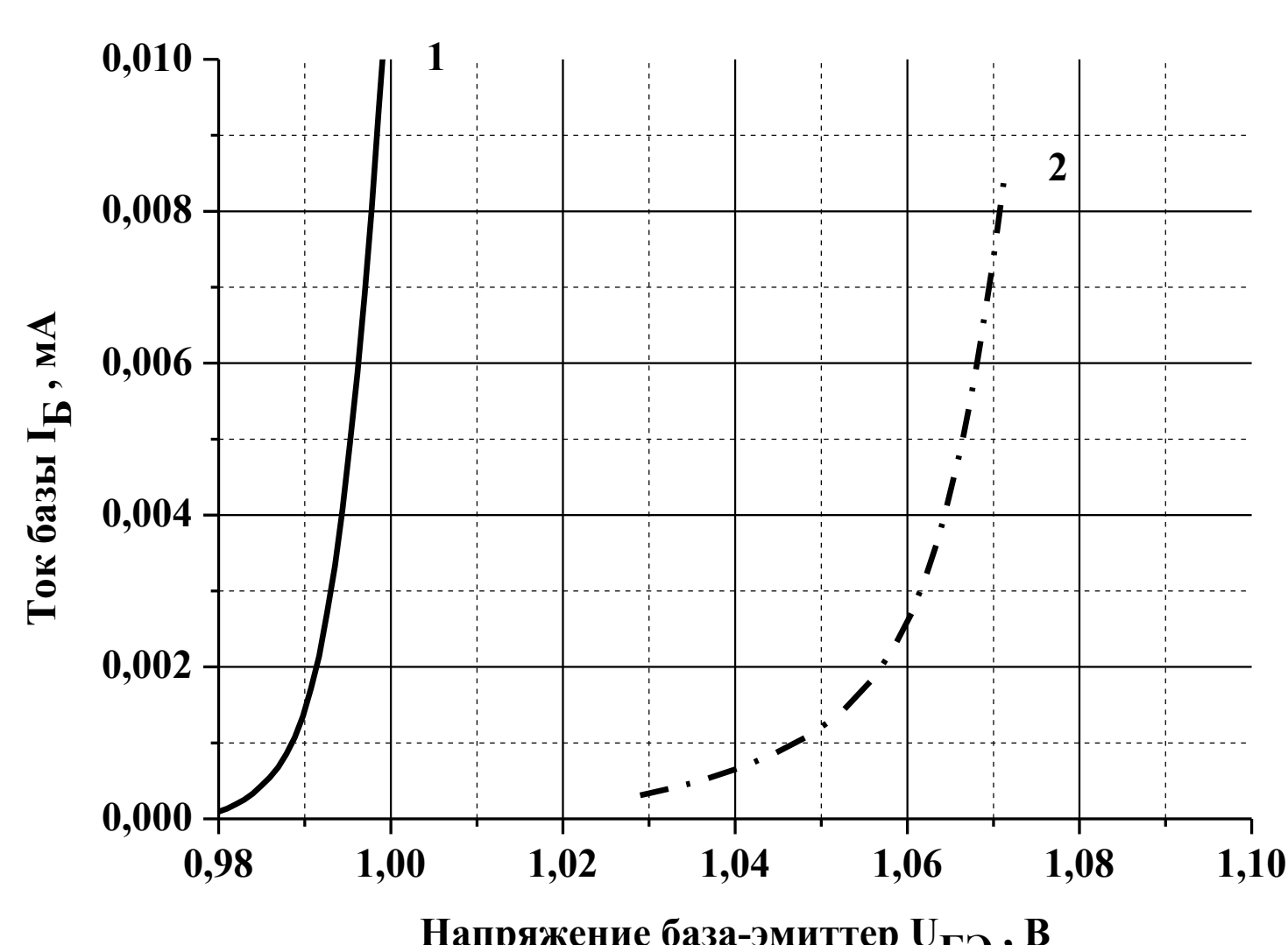
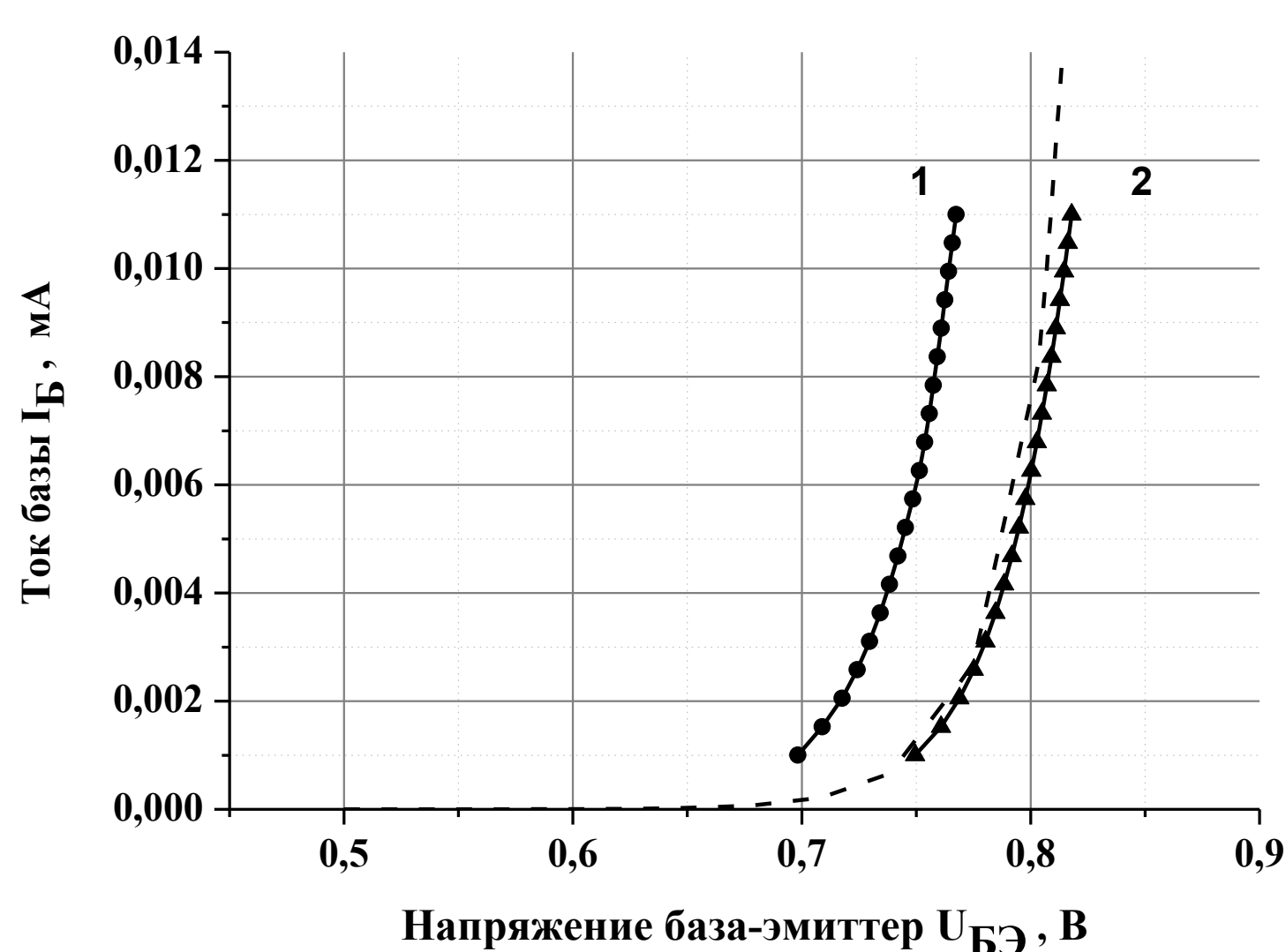
Криогенная электроника широко используется в различных измерительных системах на основе сверхпроводящих детекторов, таких, как СКВИДы, болометры и однофотонные детекторы. Криогенные электронные устройства для контроля, управления и регистрации сигналов при низких температурах состоят из активных и пассивных компонентов. Активные компоненты находят применение при создании различных усилителей слабых сигналов. Применение коммерчески доступных электронных компонентов при температурах ниже 213 К не регламентируется производителями, поэтому является областью исследований.

Характеристики SiGe HBT BFP840FESD при 300 К и 4 К

Маломощный СВЧ усилитель

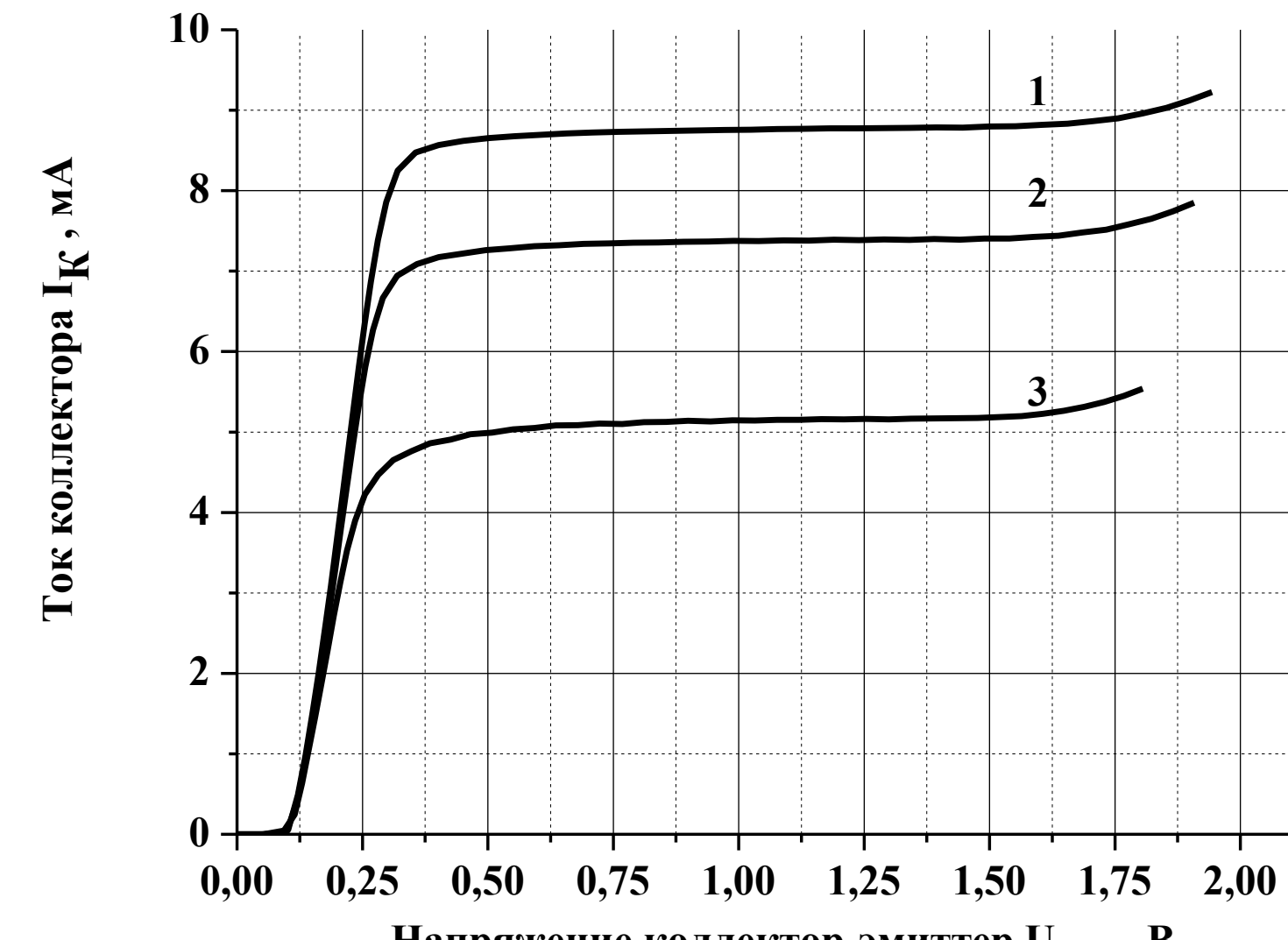
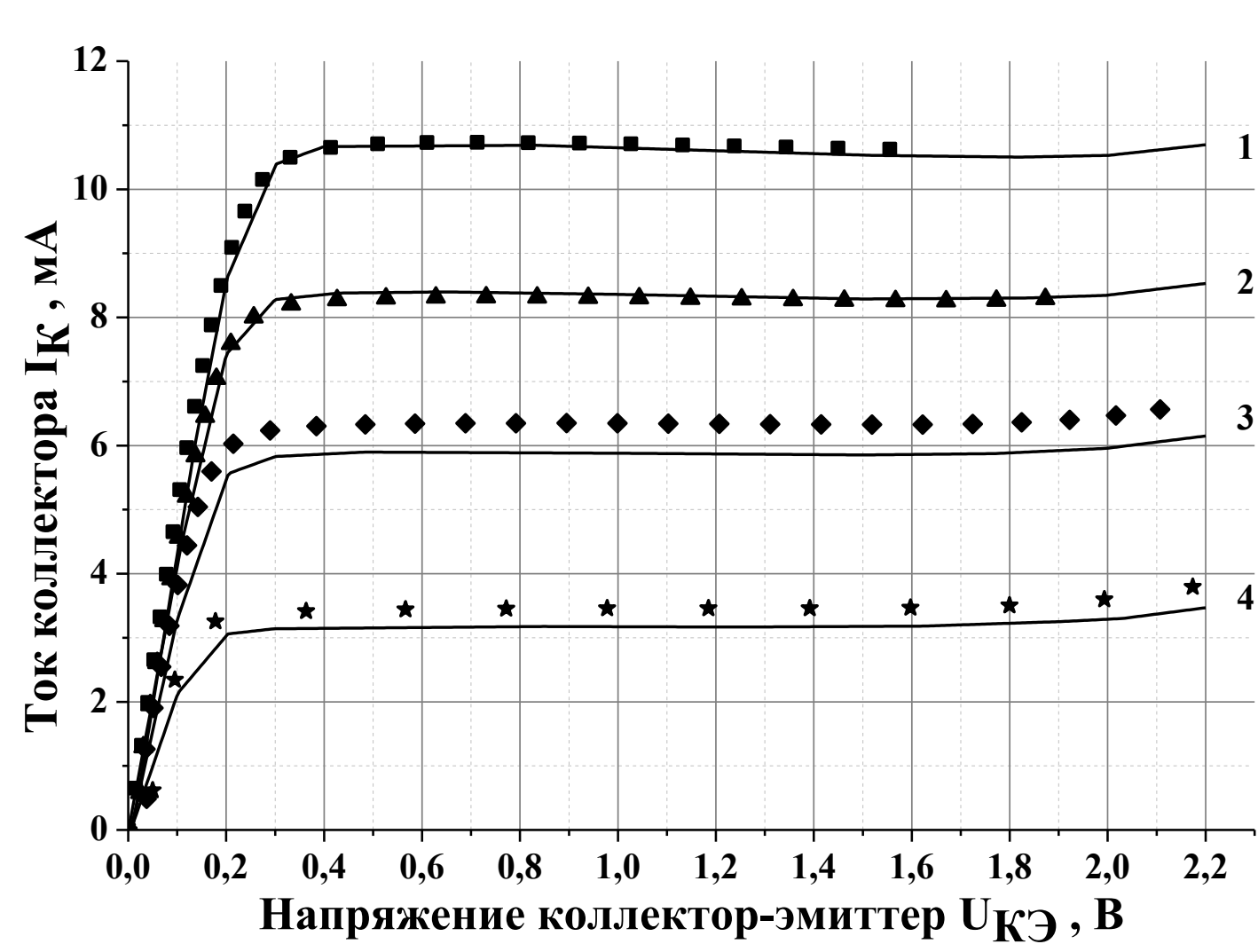
300 К

4 К



1: $U_{КЭ} = 0$ В, 2: $U_{КЭ} = 1,8$ В

1: $U_{КЭ} = 0$ В, 2: $U_{КЭ} = 1$ В

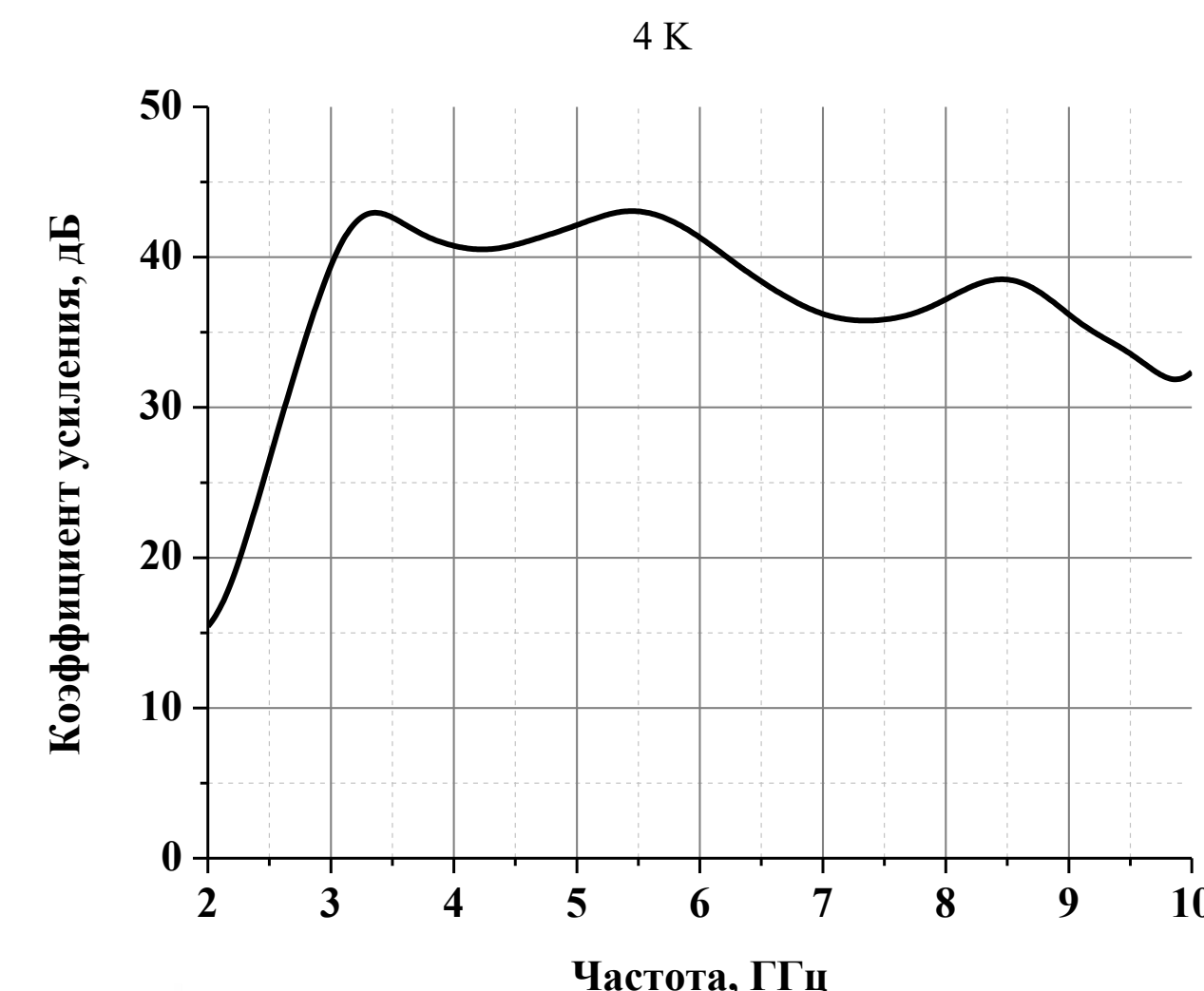
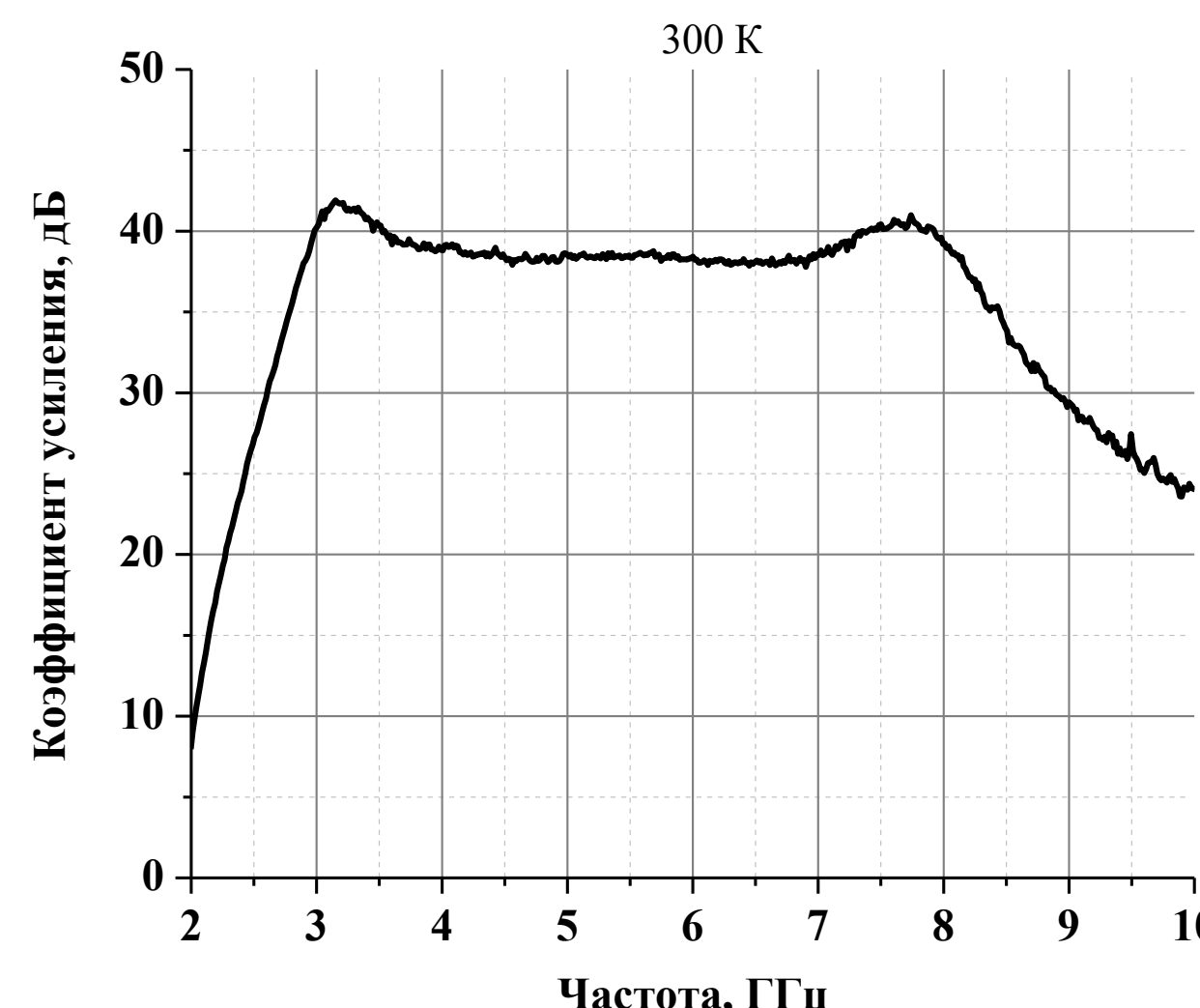


1: $I_B = 40$ мкА, 2: $I_B = 30$ мкА,
3: $I_B = 20$ мкА, 4: $I_B = 10$ мкА

1: $I_B = 6$ мкА, 2: $I_B = 4$ мкА, 3: $I_B = 2$ мкА

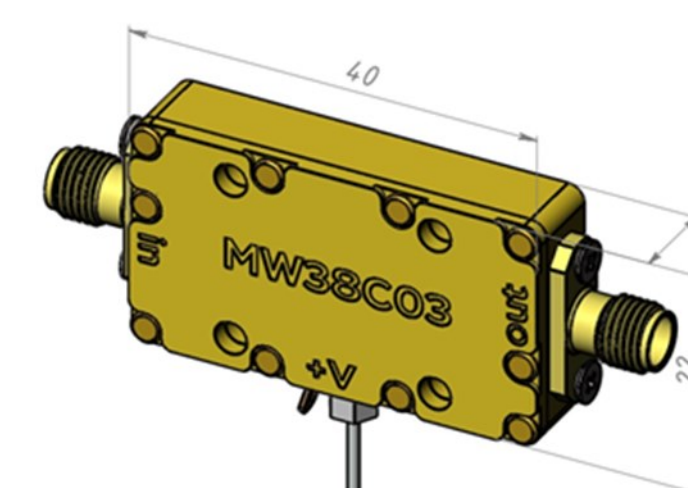
300 К

4 К



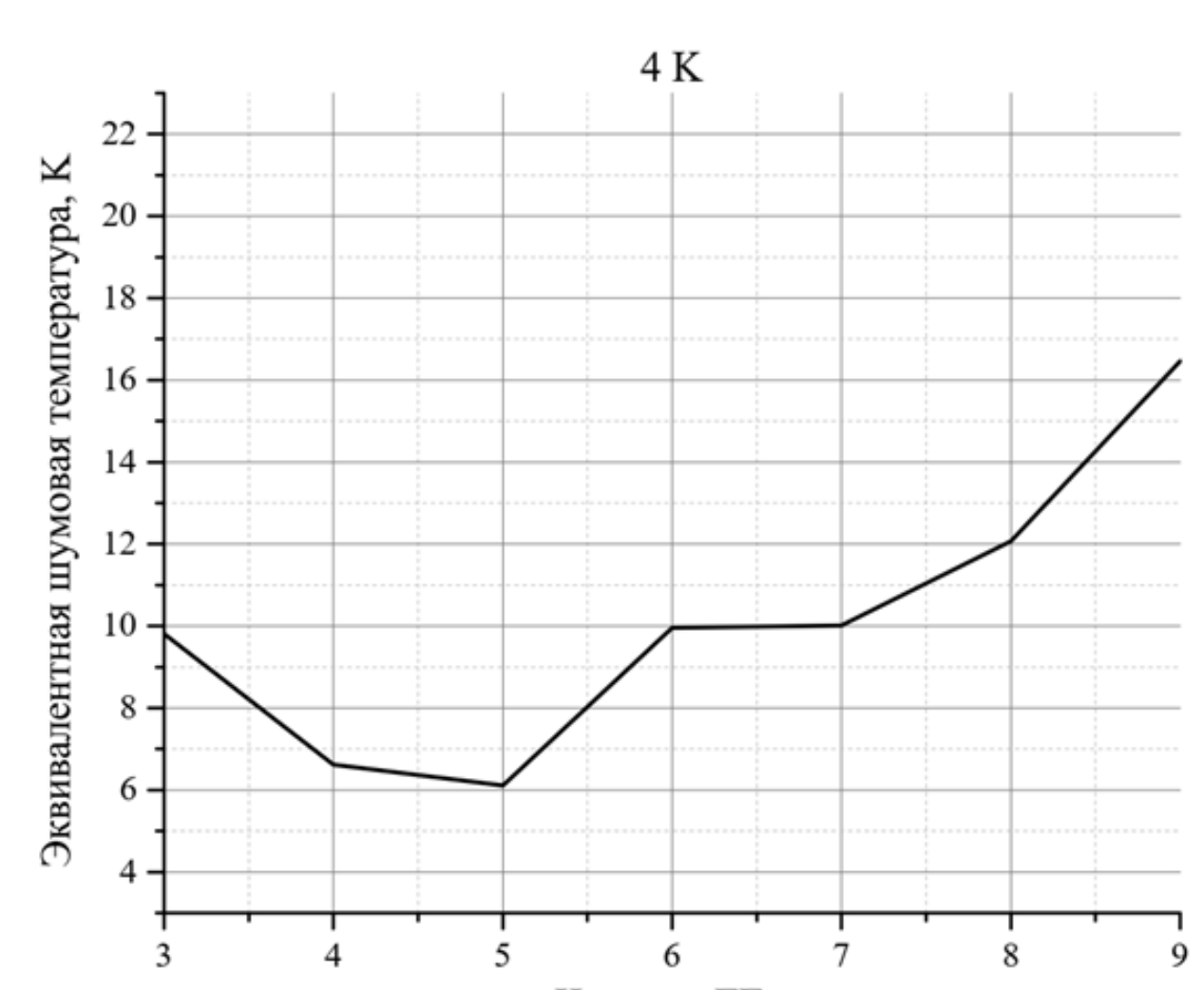
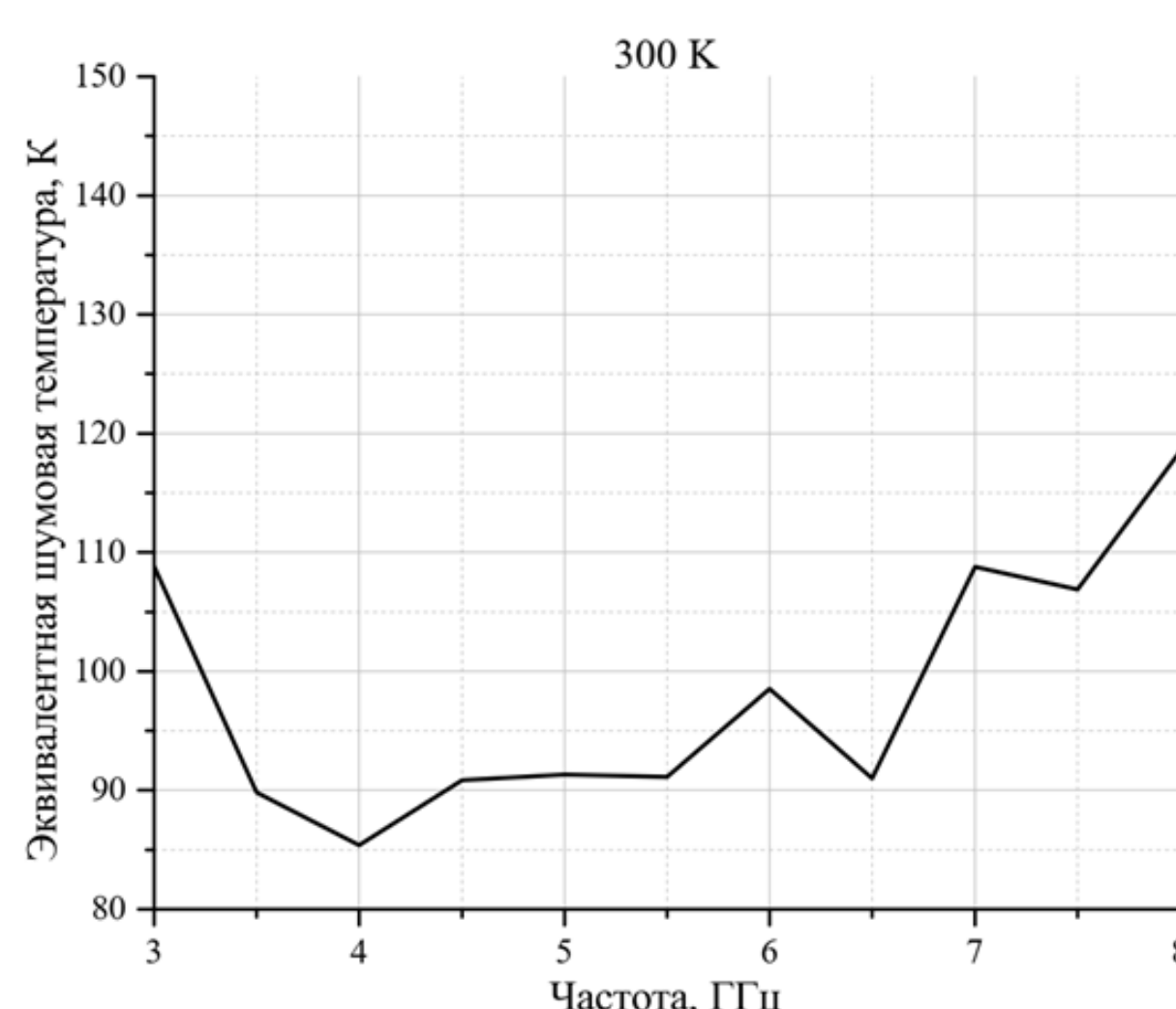
Режим работы:

Напряжение питания – +4 В
Ток потребления – 16 мА



Режим работы:

Напряжение питания – +1,8 В
Ток потребления – 9 мА

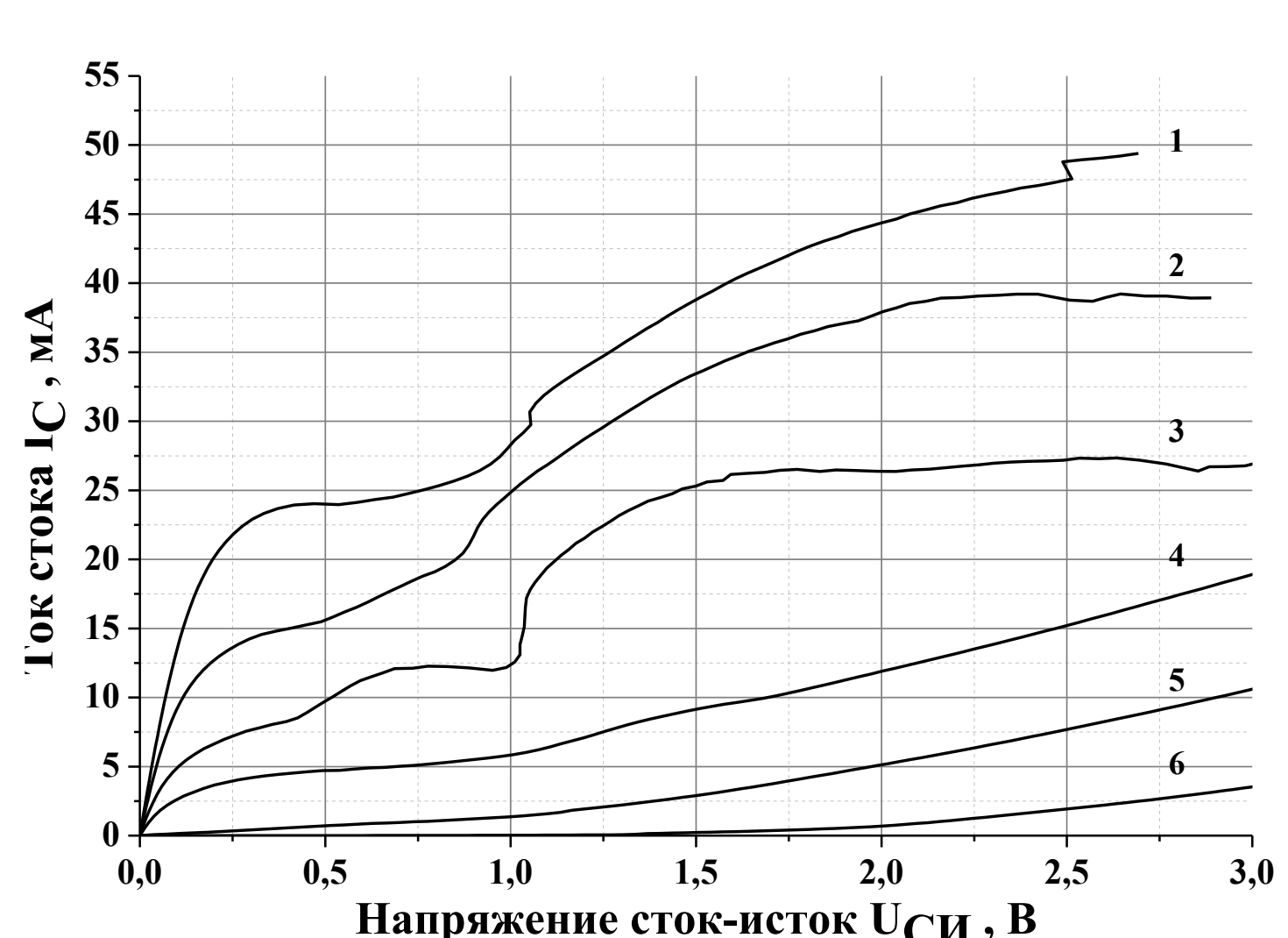
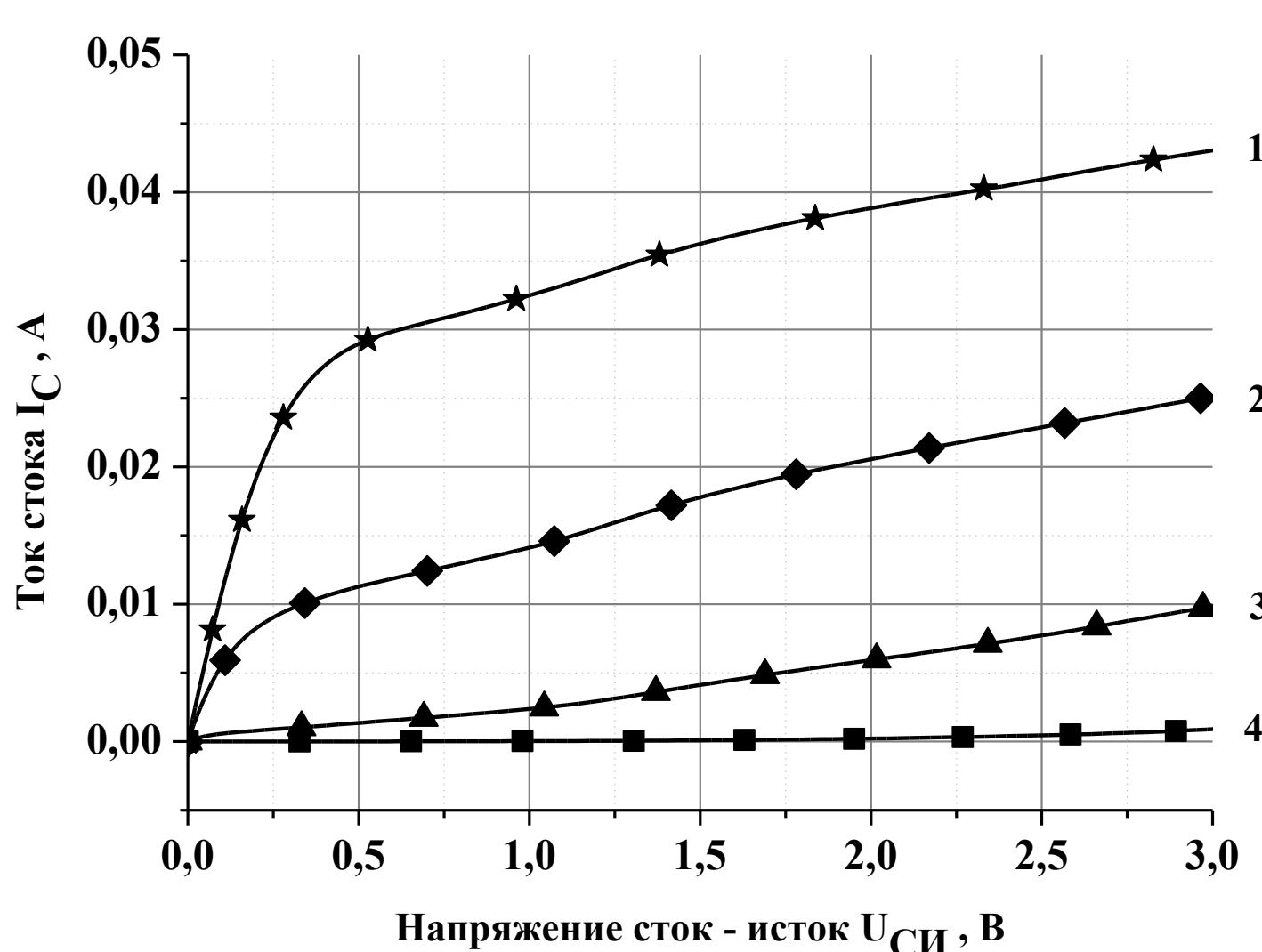


Характеристики GaAs HEMT CE3512 при 300 К и 77 К

Маломощный СВЧ усилитель

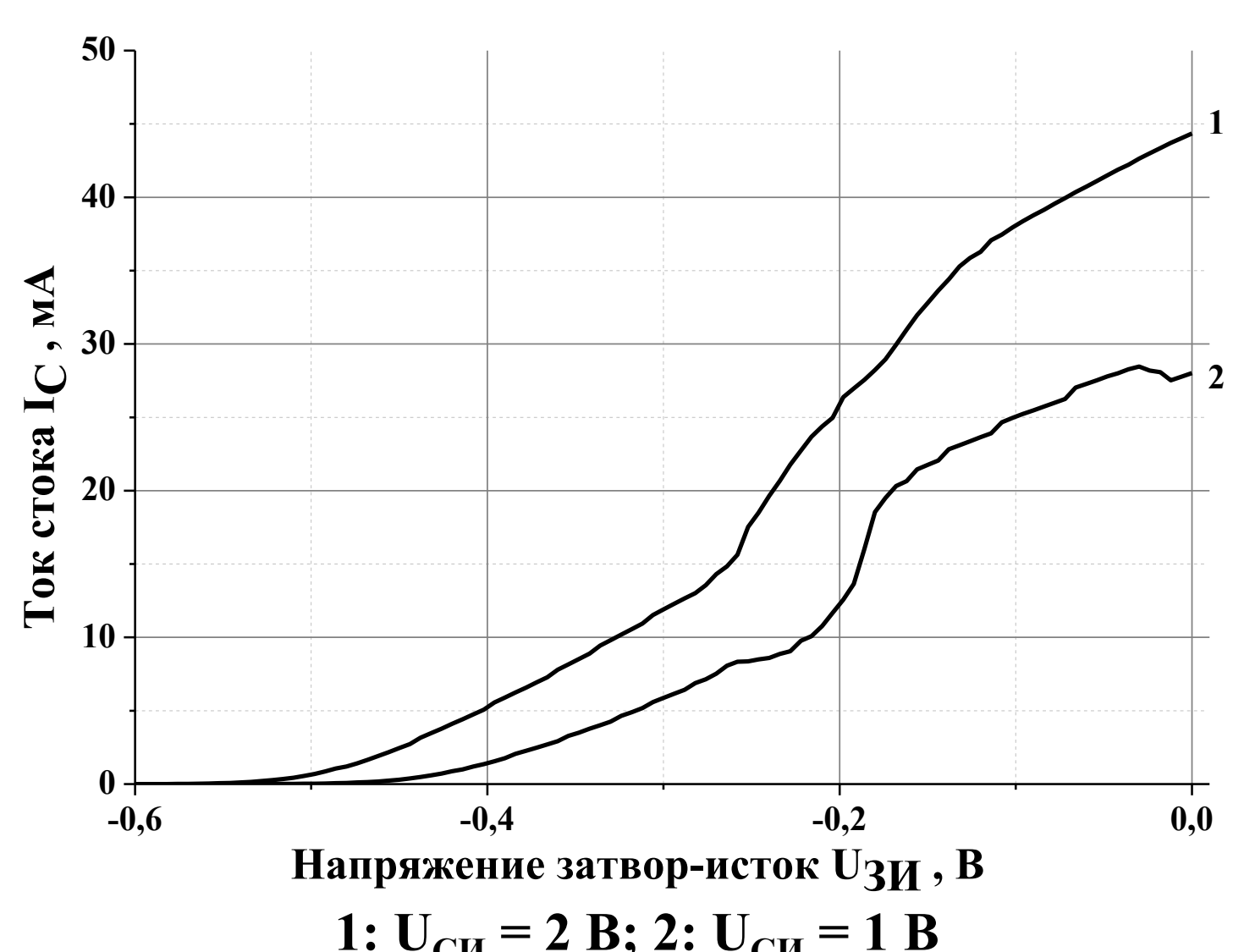
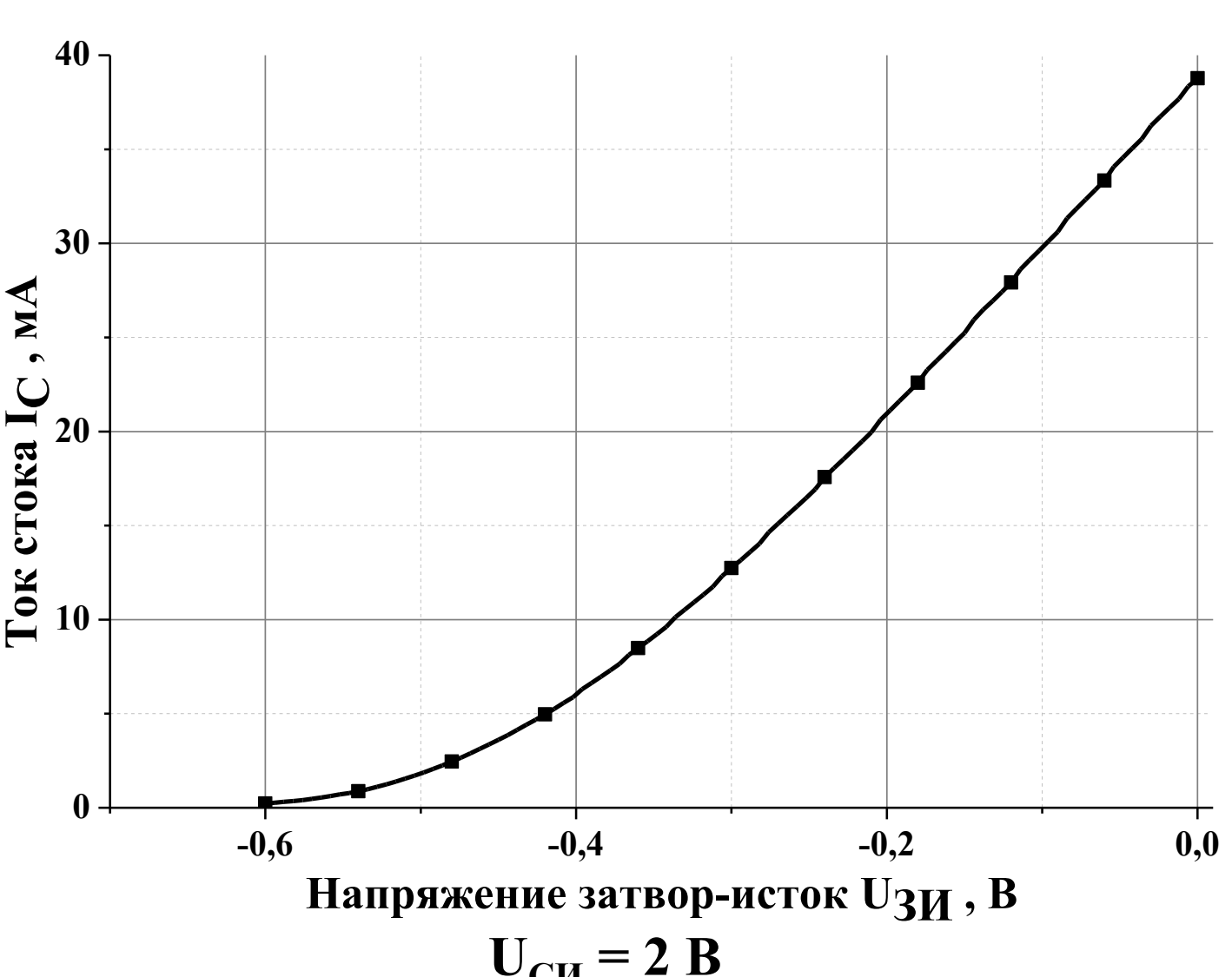
300 К

77 К



1: $U_{ДС} = 0$ В; 2: $U_{ДС} = -0,2$ В;
3: $U_{ДС} = -0,4$ В; 4: $U_{ДС} = -0,6$ В

1: $U_{ДС} = 0$ В; 2: $U_{ДС} = -0,1$ В; 3: $U_{ДС} = -0,2$ В;
4: $U_{ДС} = -0,3$ В; 5: $U_{ДС} = -0,4$ В; 6: $U_{ДС} = -0,5$ В

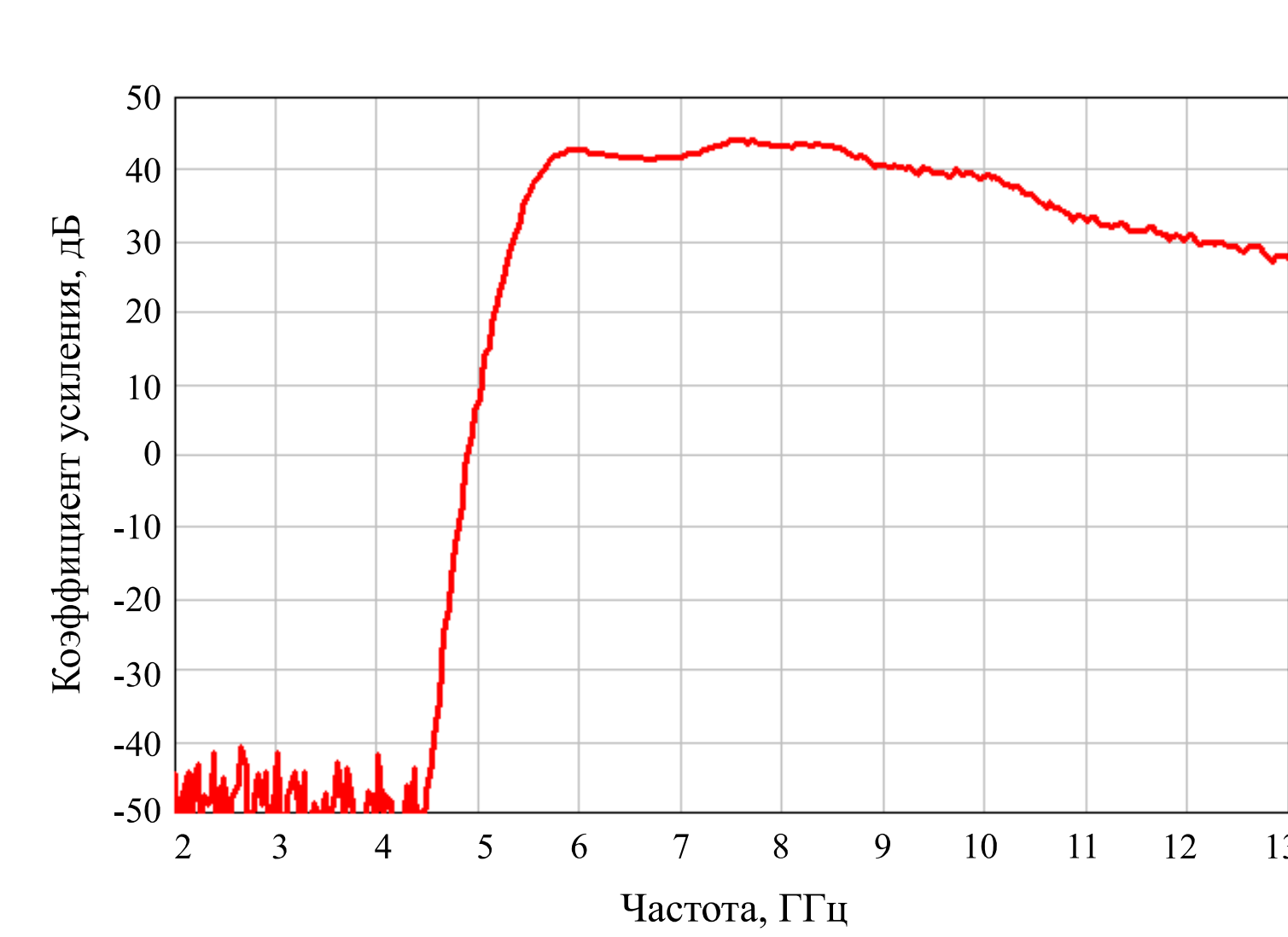
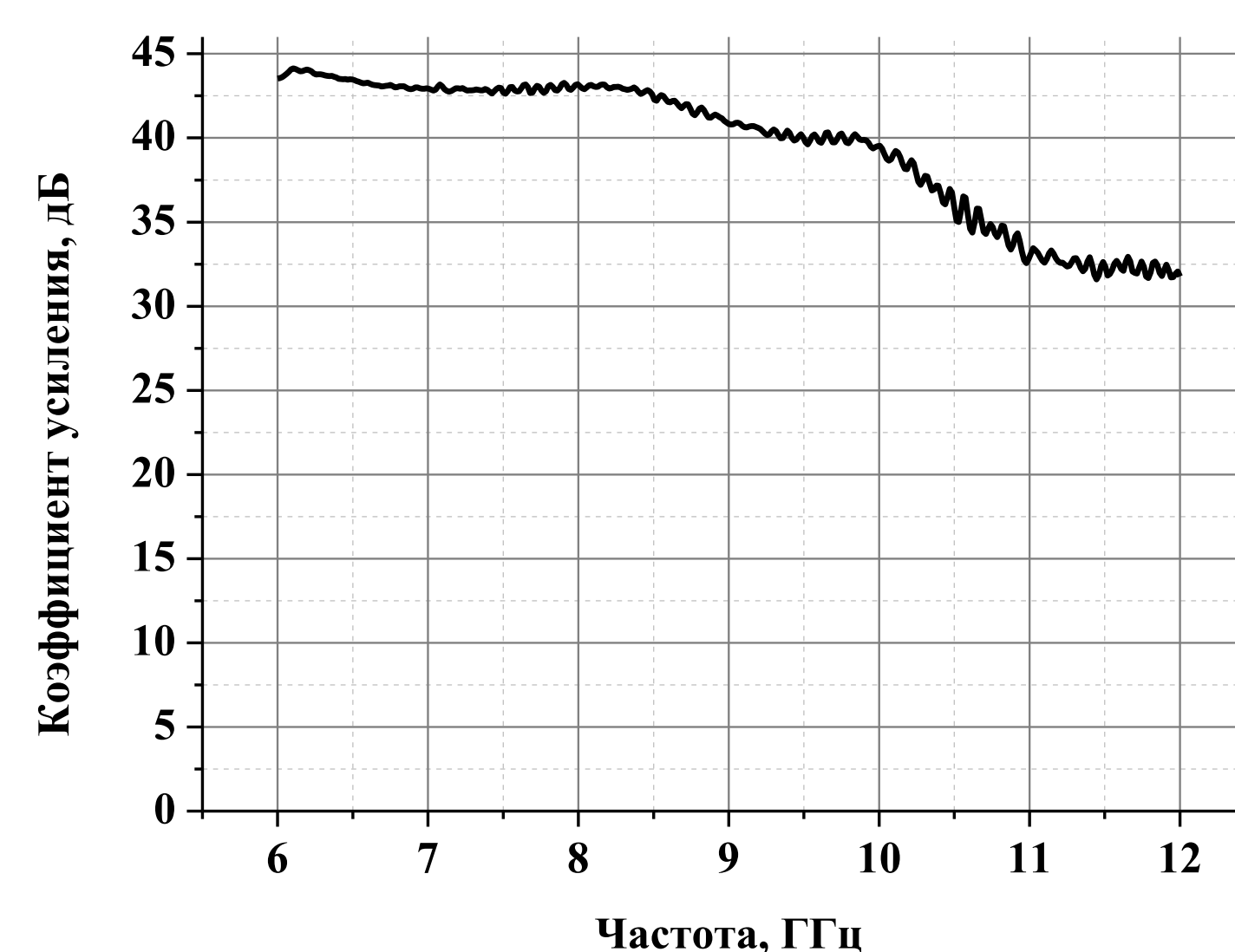


$U_{ДС} = 2$ В

1: $U_{ДС} = 2$ В; 2: $U_{ДС} = 1$ В

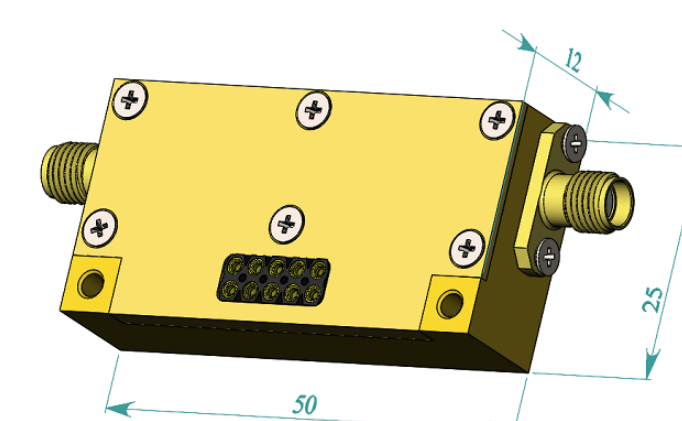
300 К

4 К



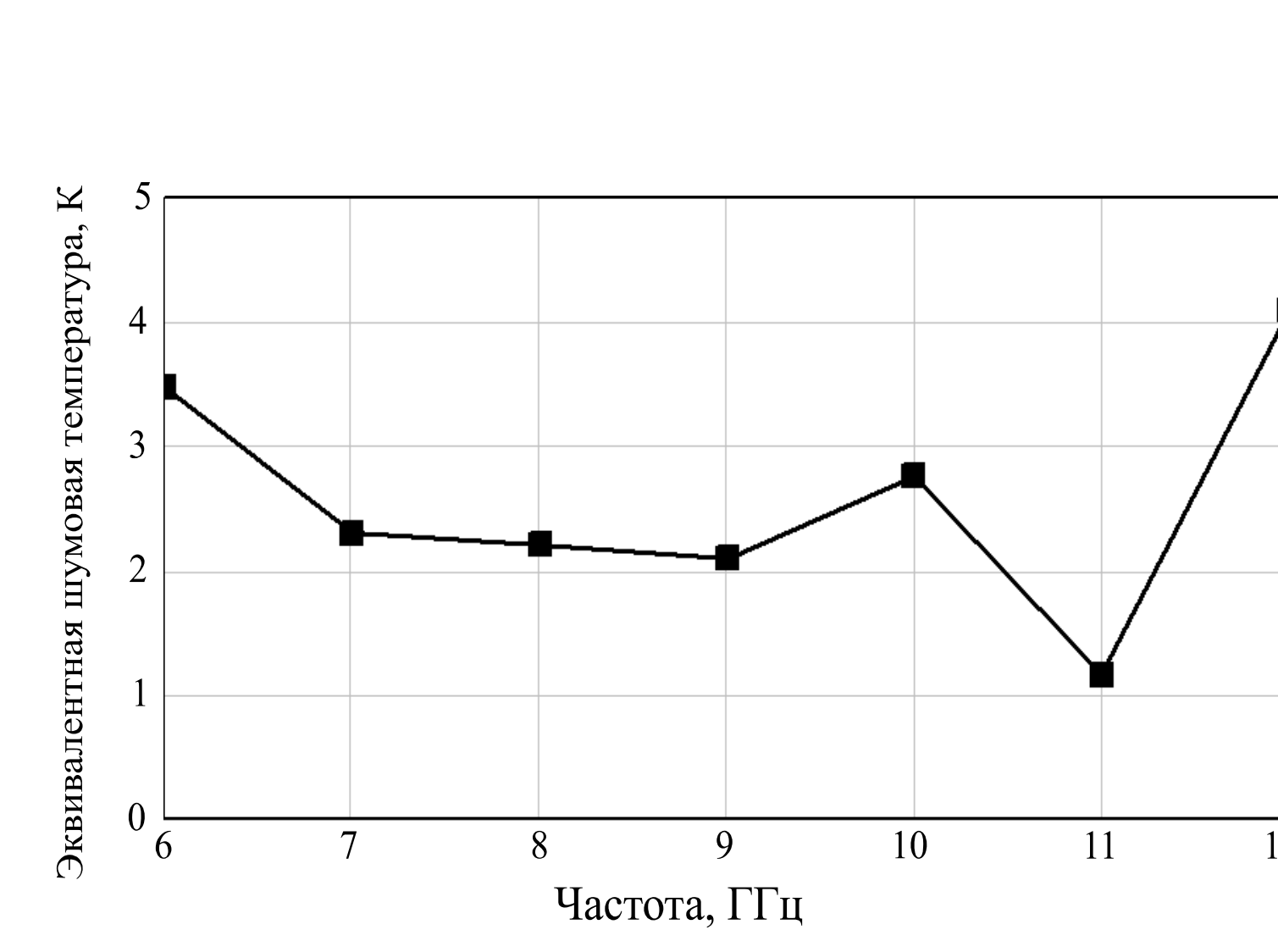
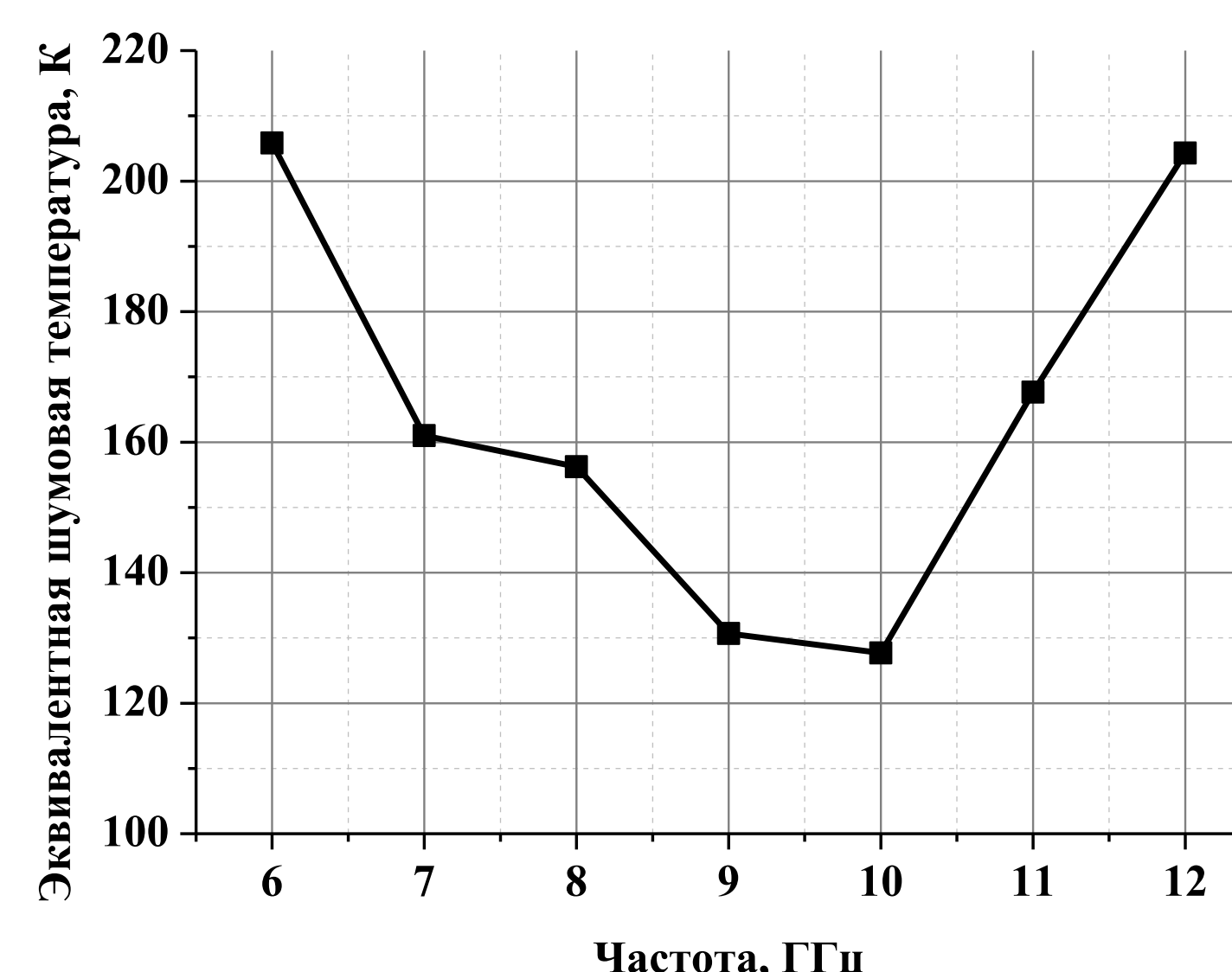
Режим работы:

Напряжение питания – +4 В
Ток потребления – 40 мА



Режимы работы:

$U = +1$ В
Ток потребления – 17 мА



Публикации: 1. RU209911U1 Криогенный маломощный СВЧ усилитель, Бюл. 9, 2022 г.; 2. Boris I. Ivanov, Dmitri I. Volkhin, Ilya L. Novikov et. al. A wideband cryogenic microwave low-noise amplifier Beilstein J. Nanotechnol. 11 (2020), p. 1484. DOI: 10.3762/bjnano.11.131; 3. D. I. Volkhin, I.L. Novikov, A.G. Vostretsov, Cryogenic Low-Noise Amplifier 1-3GHz. In IEEE 24th Inter. Conf. of Young Professionals in Electron Devices and Materials (EDM) (2023), p. 800. DOI:10.1109/edm58354.2023.10225128; 4. I. L. Novikov, D. I. Volkhin and A. G. Vostretsov Surface Mount Resistors at Cryogenic Temperatures: Performance Below 1 GHz IEEE 3rd Inter. Conf. on Problems of Informatics, Electronics and Radio Engineering (PIERE), Novosibirsk, Russian Federation, p. 300 (2024). DOI: 10.1109/PIERE62470.2024.10804918

Работа выполнена при поддержке Российского Научного Фонда (грант № 24-79-00071) в части постановки физического эксперимента по измерению вольт-амперных характеристик HEMT транзистора при криогенных температурах (результаты получены Д.И. Вольхиным) и Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (проект № FSUN-2023-0007) в части исследования гетероструктурного биполярного транзистора при криогенных температурах и создания маломощных СВЧ усилителей (результаты получены И.Л. Новиковым, А.Г. Вострецовым).