

# Диоды Ганна

Студента IV курса:  
Аникеева Ильи

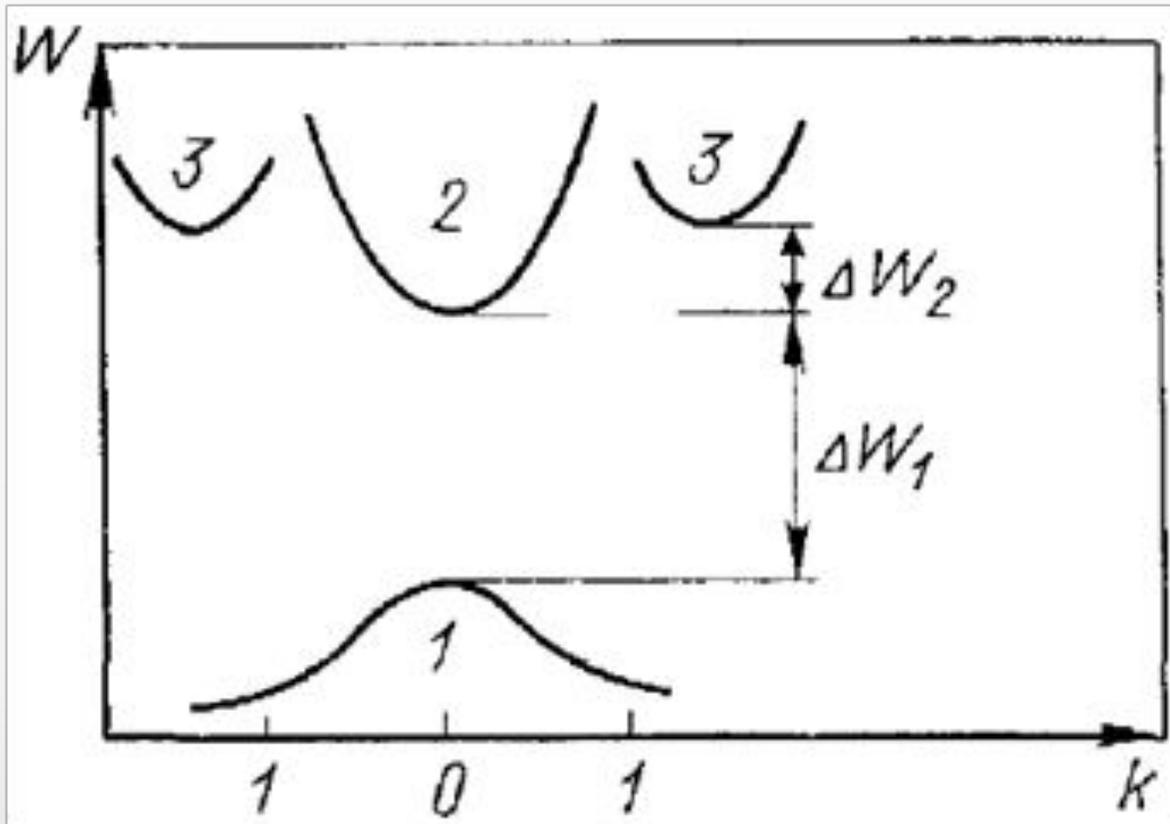


Рис. 1 Зависимость энергии электронов в валентной зоне 1 и зоне проводимости 2, 3 арсенида галлия от волнового числа  $k$ .

$$\Delta W_1 = 1,43 \text{ эВ}$$

$$\Delta W_2 = 0,36 \text{ В}$$

Плотность тока через образец в условиях малых напряжённостей электрических полей  $E$  можно выразить следующим соотношением:

$$j = en_1\mu_1 E$$

где  $n_1$  – концентрация электронов в нижней долине. Плотность тока через образец, начиная с некоторого критического значения электрического поля  $E_t$ :

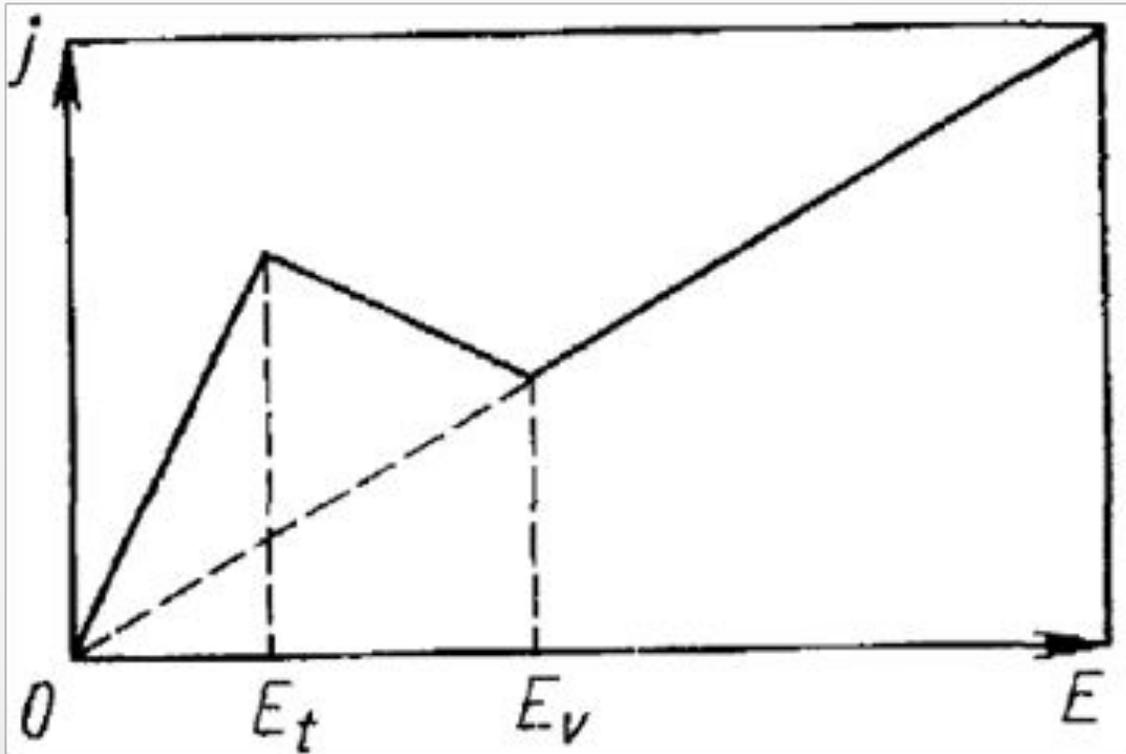
$$j = e \frac{n_1\mu_1 + n_2\mu_2}{n_1 + n_2} E$$

Здесь  $n_2$  – концентрация электронов в верхней долине, зависящая от напряжённости поля  $E$

При очень больших полях  $E > E_v$  все электроны перейдут в верхнюю долину и плотность тока через образец:

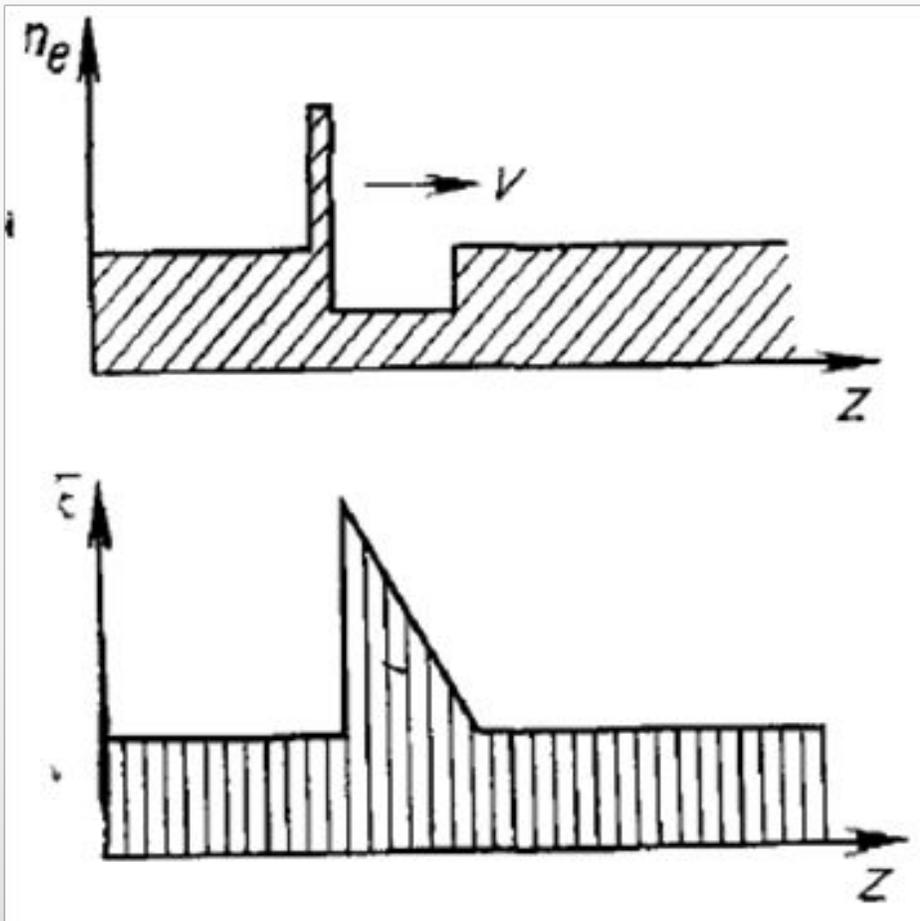
$$j = en_2\mu_2 E$$

где  $n_2 = n_1$  – концентрация электронов в зоне проводимости.



Наличие падающего участка на ВАХ объясняет возникновение эффекта Ганна. При этом следует иметь в виду, что форма ВАХ, полученная выше, соответствует равномерному распределению напряжённости поля вдоль образца, а в реальном случае поле резко неоднородно.

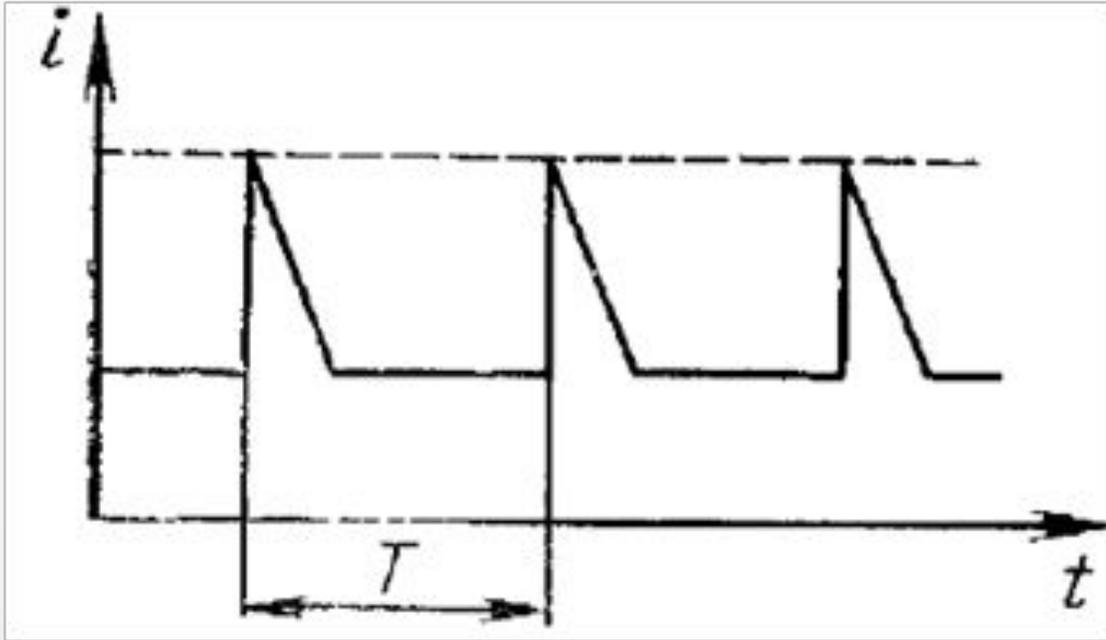
Рис. 2. ВАХ прибора.



Область высоких значений напряжённости электрического поля называется **доменом сильного поля**.

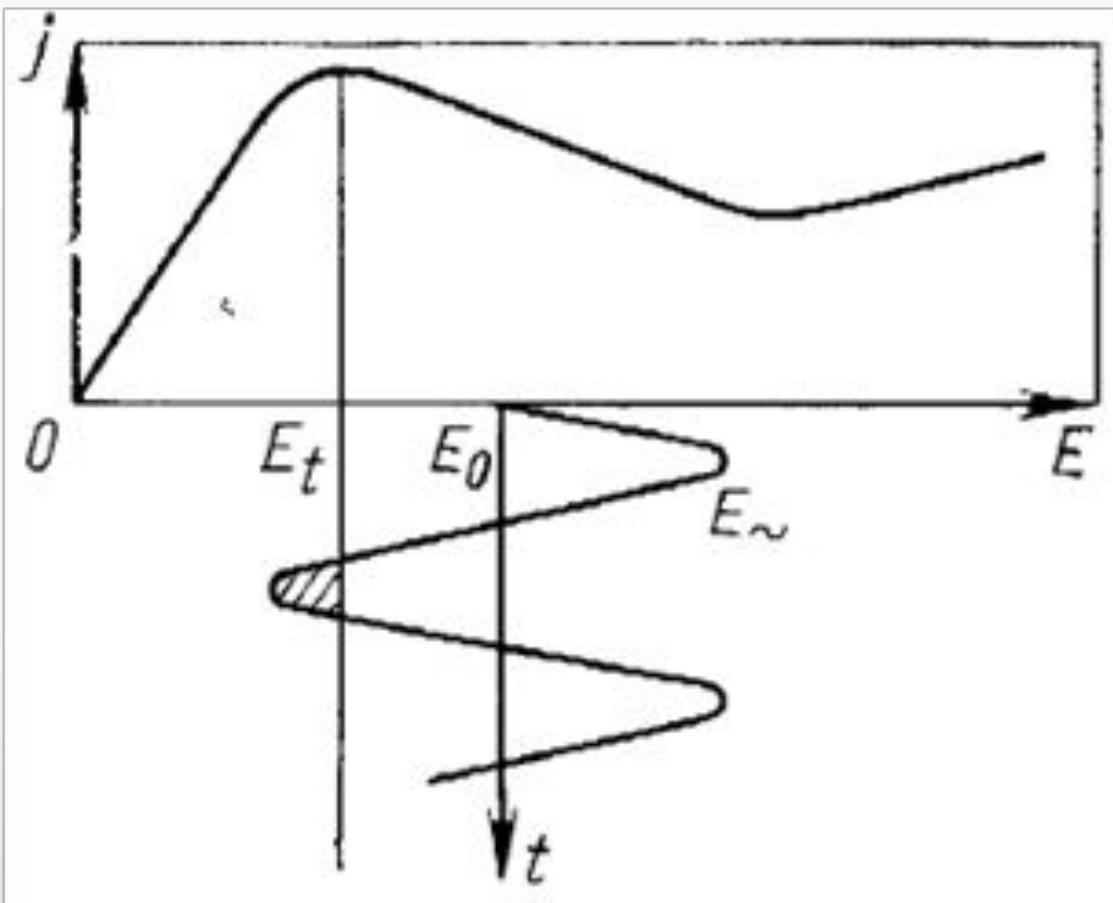
Обычно в образце возникает лишь один домен, поскольку напряжённость поля вне его падает ниже критической. Домен в диодах Ганна образуется непосредственно у катодного электрода, и пройдя через образец со скоростью порядка  $10^7 \text{ см} \cdot \text{с}^{-1}$ , исчезает у анода. После этого у катода формируется новый домен и цикл повторяется.

Рис. 3 Установившиеся распределения зарядов и напряжённости поля вдоль кристалла по оси  $z$ .



Период ганновских осцилляций составляет  $T=l/v$ . По техническим причинам длину образца  $l$  не удаётся сделать меньшей нескольких микрон. Кроме того, при  $l > 2,5$  мм, вследствие хаотически меняющихся мест зарождения доменов, осцилляции приобретают шумовой характер. Эти обстоятельства определяют диапазон частот осцилляций:  $2 \cdot 10^7 - 10^{10}$  Гц.

Рис. 4 Ток во внешней цепи прибора.

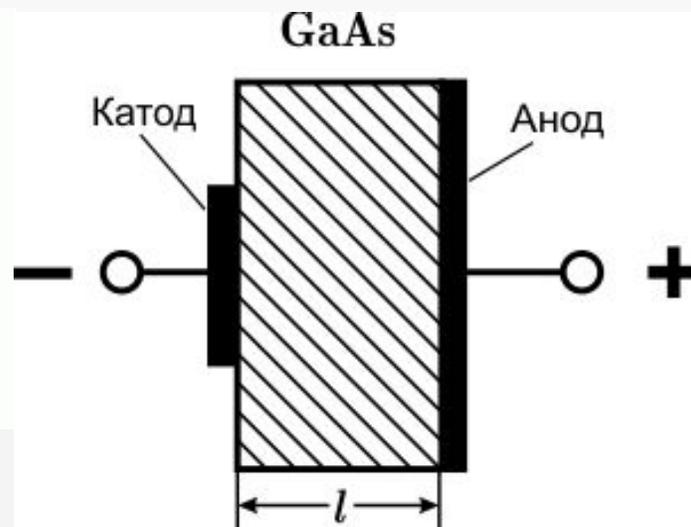


Дальнейшая разработка теоретических и экспериментальных проблем, связанных с эффектом Ганна, привела к открытию нового типа колебаний при напряжённостях, значительно превышающих пороговое значение ганновских осцилляций. Частота колебаний в этом режиме может быть выше пролётной, а её зависимость от длины образца  $l$  прямо пропорциональная: с увеличением длины диода частота колебаний увеличивается. Этот режим назван **режимом ограниченного накопления объёмного заряда (ОНОЗ)**.

Рис. 5 ВАХ диода по действию поля смещения, превышающее пороговое значение, и переменного СВЧ-поля, возникающего при возбуждении резонатора.

Диапазон частот, ГГц	Выходная мощность, Вт		КПД, %	Примечание
	непрерывный	импульсный		
1—2	—	250	4—6	Доменный режим осцил- ляций
4—8	1	35	4—6	То же
40	0,075	—	—	»
1—2	—	6000	25	Режим ОНОЗ
4—8	—	2000	10—12	»
12—18	—	200	10	»

Табл. 1 Параметры приборов СВЧ-диапазона, в которых используются диоды Ганна на основе GaAs.



**СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ !**