

Глава 3.2.2. Вторично-электронные умножители (ВЭУ)

Вторично-электронные умножители (ВЭУ) предназначены для регистрации заряженных частиц малых энергий, а также жесткого ультрафиолетового и мягкого рентгеновских излучений. Эти излучения сильно поглощаются элементами конструкции, поэтому ВЭУ, в отличие от ФЭУ, не имеют фотокатода и изготавливаются с открытым входом, т. е. без входного окна. Они являются основными детекторами масс-спектрометров.

Вторично-электронные умножители находят широкое применение в ядерной физике, космических исследованиях, метрологии и др.

3.2.2.1. Вторично-электронные умножители ВЭУ-1А, ВЭУ-1Б, ВЭУ-2А, ВЭУ-2Б, ВЭУ-2В, ВЭУ-3, ВЭУ-4, ВЭУ-5, ВЭУ-6, ВЭУ-6М, ВЭУ-6С, ВЭУ-7М

ВЭУ-1А, ВЭУ-1Б, ВЭУ-2А, ВЭУ-2Б, ВЭУ-2В - вторично-электронные умножители жалюзийного типа, с электростатической фокусировкой электронов и открытым входом предназначены для регистрации заряженных частиц в масс-спектрометрической аппаратуре. Катод – первый динод. Вход – торцевой открытый. Форма входного окна – круглая. Делитель напряжения – встроенный. Оформление безбаллонное.

ВЭУ-3 Вторично-электронный умножитель жалюзийного типа с электростатической фокусировкой электронов и открытым входом предназначены для регистрации и усиления ионных токов в индикаторных узлах электровакуумных приборов. Вход - торцевой открытый. Форма входного окна — круглая. Катод — первый динод. Оформление – стеклянный баллон и стеклянный цоколь.

ВЭУ-4. Вторично-электронный умножитель каналового типа с электростатической фокусировкой электронов и открытым входом для регистрации заряженных частиц малых энергий, ультрафиолетового и мягкого рентгеновского излучений, а также для регистрации нейтральных частиц. Вход - открытый. Форма входного окна - прямоугольная.

ВЭУ-5 Вторично-электронный умножитель для регистрации и усиления ионных токов в индикаторных узлах электровакуумных приборов. Вход — открытый. Форма входного окна — круглая. Катод — первый динод. Оформление безбаллонное, с керамической ножкой.

ВЭУ-6 (ВЭУ-6М, ВЭУ-6С) Вторично-электронный умножитель каналового типа с электростатической фокусировкой электронов и открытым входом для регистрации заряженных частиц малых энергии ультрафиолетового и мягкого рентгеновского излучений, а также для регистрации нейтральных частиц. Вход — открытый. Форма входного окна — круглая.

ВЭУ-7М состоит из двух микроканальных пластин; соединение - типа шеврон. Корпус изделия металлокерамический паяный. МКП разделены зазором.

Непосредственными приемниками исследуемого излучения для жалюзийных ВЭУ (ВЭУ-1; ВЭУ-2, ВЭУ-3, ВЭУ-5) является первый динод, а для каналовых (ВЭУ-4; ВЭУ-6) – катод.

В приборах ВЭУ-4 и ВЭУ-6 функции делителя напряжения выполняют собственно каналовые эмиттеры.

Все приборы предназначены для эксплуатации в диапазоне рабочих температур $20 \pm 10^\circ\text{C}$. ВЭУ ВЭУ-6М должен быть работоспособен после прогрева в вакууме с остаточным давлением не более $1,33 \times 10^{-3}$ Па (1×10^{-5} мм рт.ст.) при температуре плюс 200°C в течение 5 часов.

Гарантированный ресурс работы составляет от 300 до 1000 ч.

Основные параметры ВЭУ приведены в табл. 3.2.2.1. Габаритные размеры и схемы включения приведены на рис. 3.2.2.1...3.2.2.2.

Таблица 3.2.2.1. Основные параметры вторично-электронных умножителей при температуре $20 \pm 5^\circ\text{C}$

| Тип прибора | Размеры входного окна, мм | Рабочий размер катода, мм (материал) | Число динодов (каскадов усиления) | Темновой ток, приведенный ко входу, мкА, не более | Коэффициент усиления, о.е. | Ток встроенного делителя напряжения, мА | Ток анода, мкА | Ток канала, мкА | Рабочее напряжение питания, В | Напряжение между источником электронов и первым динодом, В | Напряжение между управляющим электродом и первым динодом, В | Габаритные размеры, мм, не более | Масса, г, не более | № рис. |
|-------------|---------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|---|----------------------------|---|----------------|-----------------|-------------------------------|--|---|----------------------------------|--------------------|--------|
| ВЭУ-1А | Ø19 | 16 x 16 (Al) | 25 | $5 \cdot 10^{-19}$ | $1 \cdot 10^5$ | 50...150 | - | - | $4,5 \cdot 10^3$ | 200...600 | 20±10 | Ø46 x 125 | 92 | 3-170 |
| ВЭУ-1Б | | | | $1 \cdot 10^{-17}$ | | | | | | | | | | |
| ВЭУ-1В | | | | $1 \cdot 10^{-17}$ | | | | | | | | | | |
| ВЭУ-2А | Ø19 | 16 x 16 (Al) | 25 | $5 \cdot 10^{-19}$ | $1 \cdot 10^6$ | 50...150 | - | - | $4,5 \cdot 10^3$ | 200...600 | 20±10 | Ø46 x 125 | 92 | 3-170 |
| ВЭУ-2Б | | | | $2 \cdot 10^{-18}$ | | | | | | | | | | |
| ВЭУ-2В | | | | $1 \cdot 10^{-17}$ | | | | | | | | | | |
| ВЭУ-3 | Ø16 | (Cu-Al-Mg) | 19 | $3 \cdot 10^{-9}$ | $1 \cdot 10^5$ | - | | | $(1,5...2,5) \cdot 10^3$ | - | - | Ø39 x 115 | 188 | 3-171 |
| ВЭУ-4 | 2 x 4 или 2 x 6 | | 1 | 1 имп/с (темновой фон) | $1 \cdot 10^7$ | - | 0,5 | 4...20 | $(3,5...4,5) \cdot 10^3$ | 200...600 | - | 60 x 31 x 15 | 34 | 3-172 |
| ВЭУ-5 | 6,5 x 6,5 | 6,5 x 6,5 (Cu-Al-Mg) | 10 | $2 \cdot 10^{-8}$ | $3 \cdot 10^4$ | - | 50 | | $(1,5...3) \cdot 10^3$ | 200...400 | 20...150 (между модулятом и первым динодом) | Ø29 x 45 | 15 | 3-173 |
| ВЭУ-6 | Ø8 | | 1 | 1 имп/с (темновой фон) | $1 \cdot 10^8$ | - | 5...20 | 5...20 | $(3,5...4) \cdot 10^3$ | 200...600 | | 35 x 35 x 20 | 28 | 3-174 |
| ВЭУ-6М | | | | | | | | | | | | 36 x 36 x 21 | 30 | 3-175 |
| ВЭУ-6С | | | | | | | | | | | | | | |
| ВЭУ-7М | 5 см ² | | 1 | 3 имп/с (темновой фон) | $1 \cdot 10^7$ | - | - | 25 ток МКП | $2,8 \cdot 10^3$ | - | - | Ø50 x 10 | 25 | 3-176 |

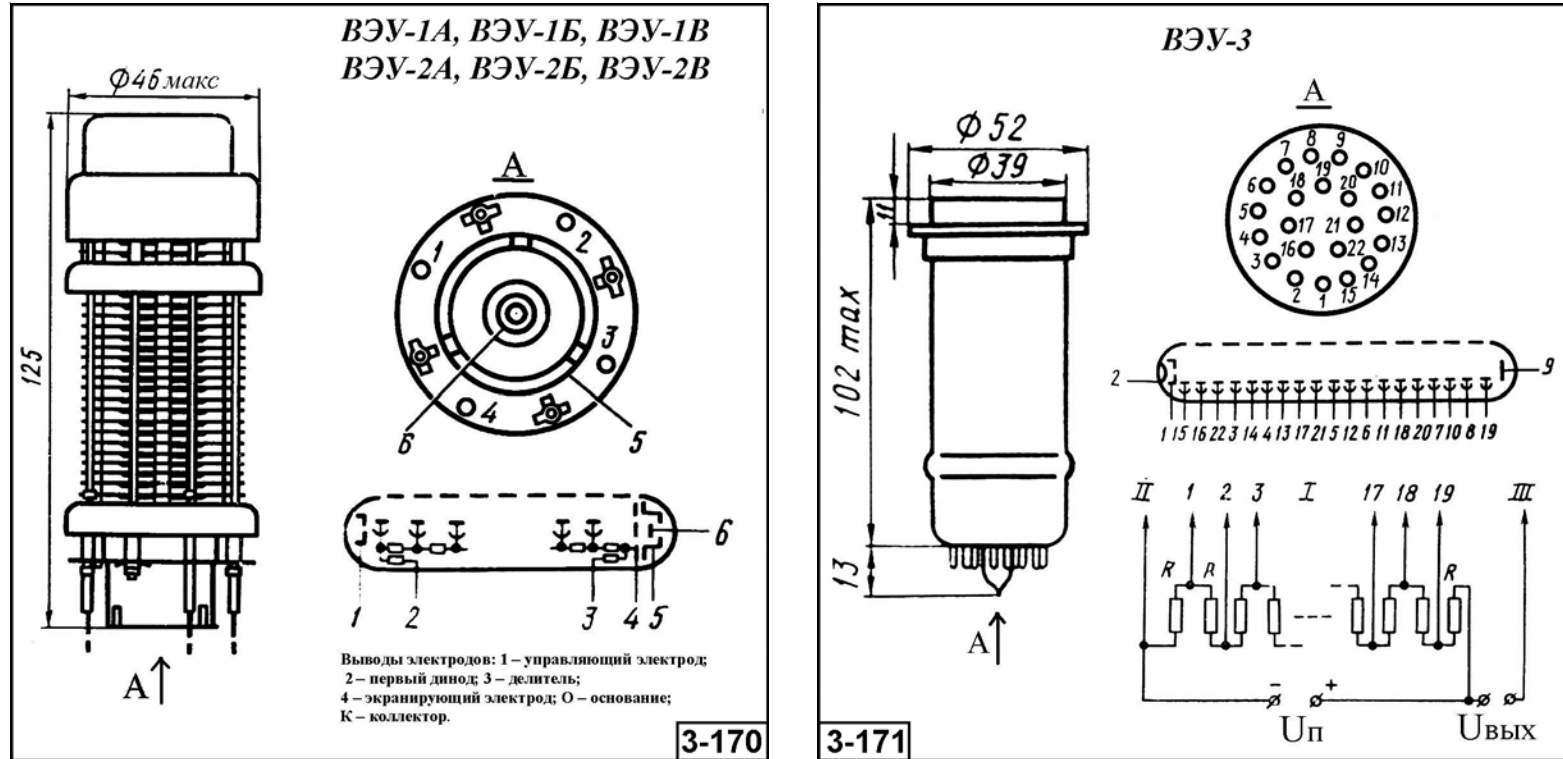


Рис. 3.2.2.1д.
Умножитель ВЭУ-1А в
технологической
капсуле.



Рис. 3.2.2.1. Внешний вид, габаритные размеры, и схемы включения вторично-электронных умножителей

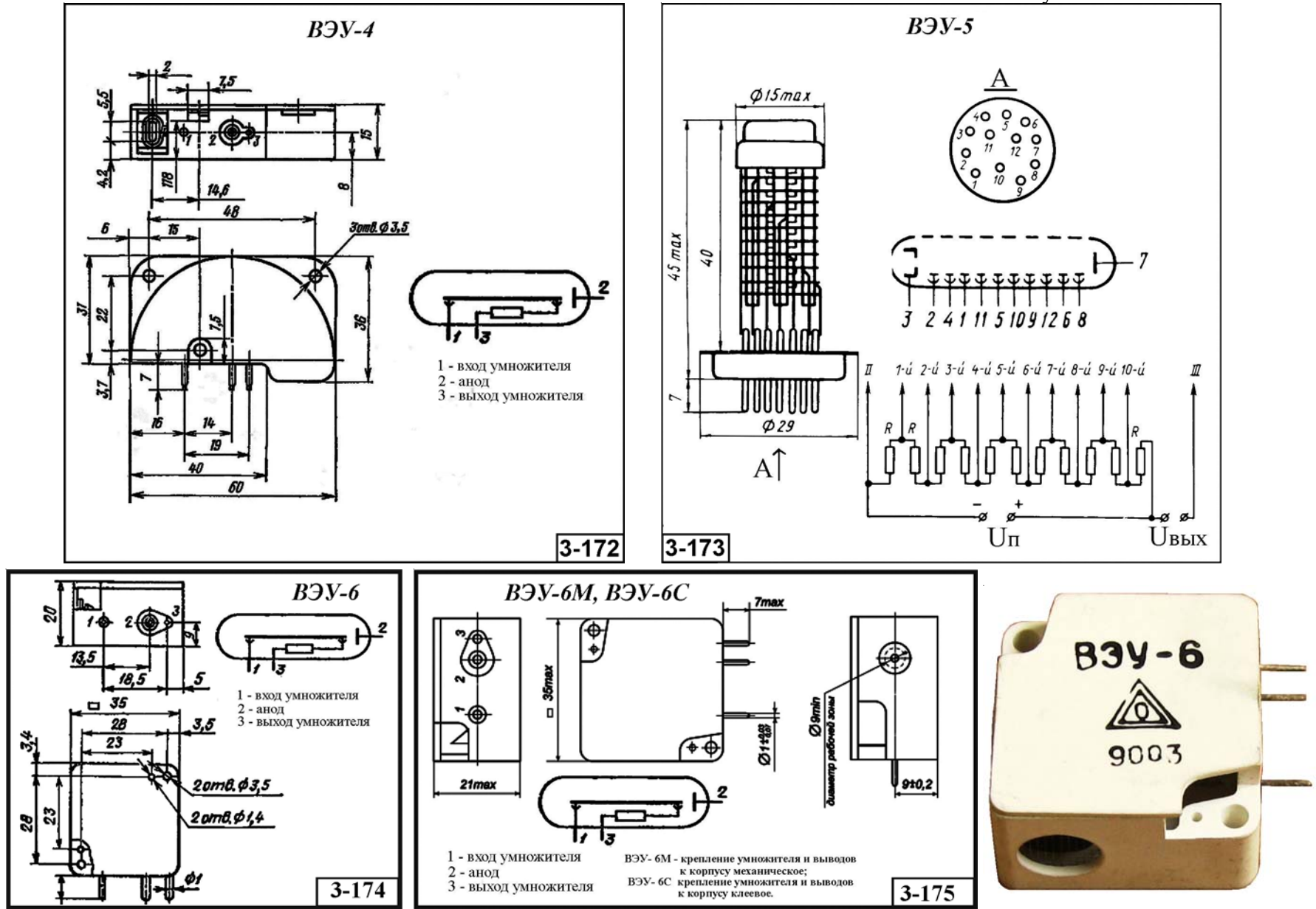


Рис. 3.2.2.1а. Внешний вид, габаритные размеры, и схемы включения вторично-электронных умножителей

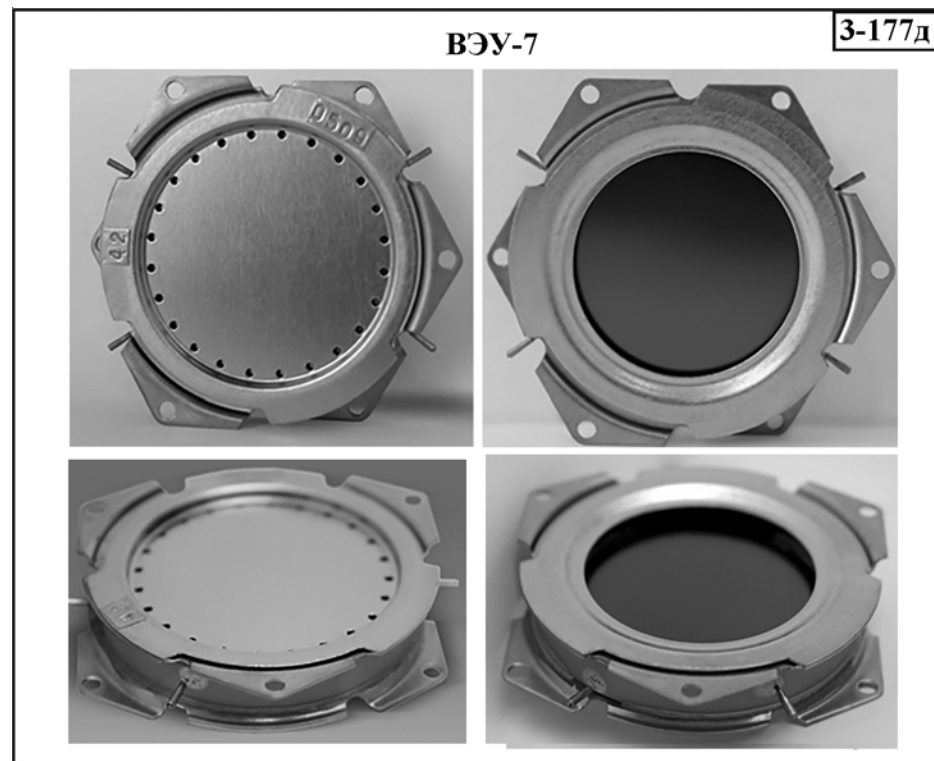
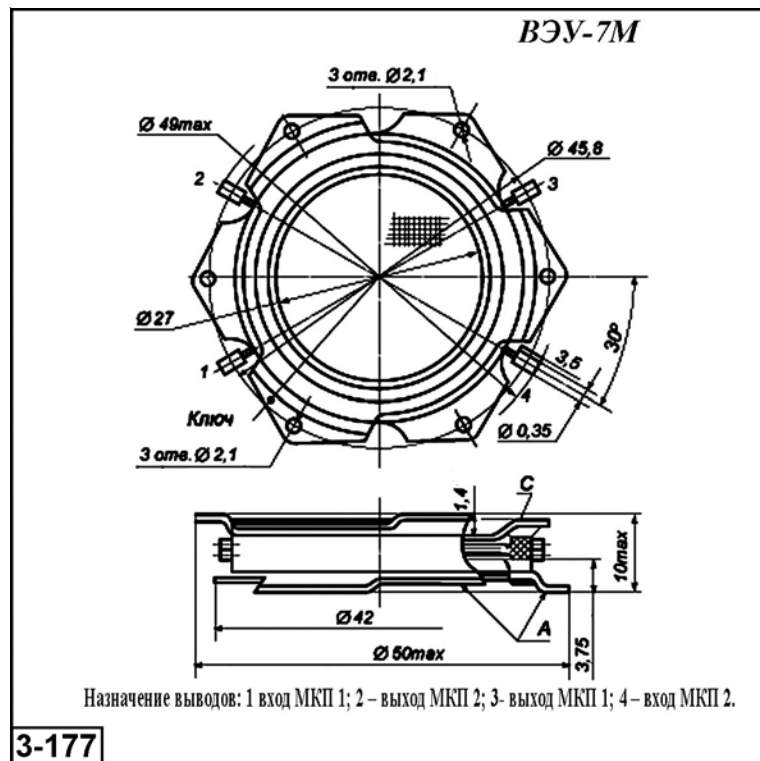


Рис. 3.2.2.16. Внешний вид и габаритные размеры вторично-электронных умножителей ВЭУ-7М.

ВЭУ-7М выпускается в 8 модификациях:

с МКП 25-10 Ф:

1. с сеткой в управляющем электроде и металлическим анодом;
2. с управляющим электродом и металлическим анодом;
3. с сеткой в управляющем электроде (без анода);
4. с управляющим электродом (без анода);

с МКП 25-12 Ф:

5. с сеткой в управляющем электроде и металлическим анодом;
6. с управляющим электродом и металлическим анодом;
7. с сеткой в управляющем электроде (без анода)
8. с управляющим электродом (без анода).

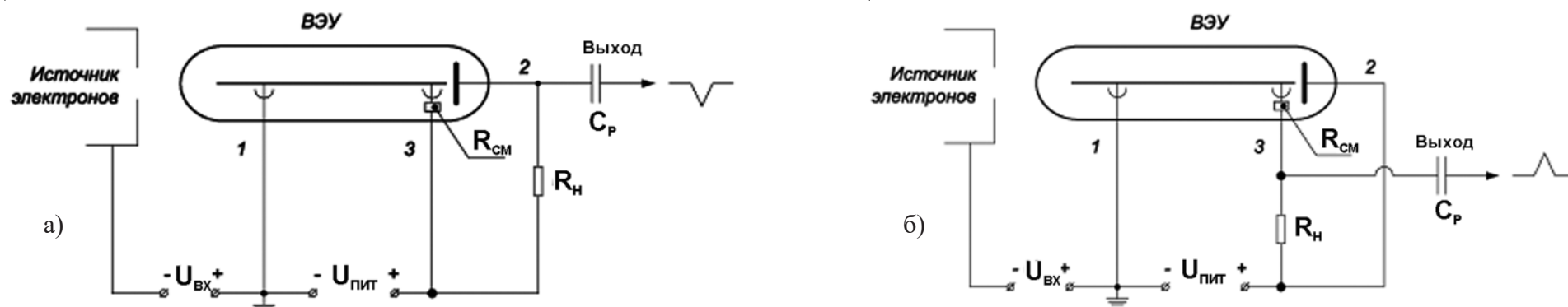


Рис.3.2.2.2. Схемы включения ВЭУ-6 при использовании измерительного усилителя, работающего а – с отрицательными импульсами; б – с положительными импульсами.