**Гальвано́метр** (гальвано — від прізвища ученого [*Луїджі Гальвані*](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9B%D1%83%D1%97%D0%B4%D0%B6%D1%96_%D0%93%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D1%96) і [дав.-гр.](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%B0%D0%B2%D0%BD%D1%8C%D0%BE%D0%B3%D1%80%D0%B5%D1%86%D1%8C%D0%BA%D0%B0_%D0%BC%D0%BE%D0%B2%D0%B0) *metréo* — вимірюю) — високочутливий прилад для вимірювання малих постійних і змінних [електричних струмів](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%95%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%87%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D1%81%D1%82%D1%80%D1%83%D0%BC). На відміну від звичайних мікроамперметрів, [шкала](https://uk.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%A8%D0%BA%D0%B0%D0%BB%D0%B0_%D0%B7%D0%B0%D1%81%D0%BE%D0%B1%D1%83_%D0%B2%D0%B8%D0%BC%D1%96%D1%80%D1%96%D0%B2&action=edit&redlink=1) гальванометра може бути проградуйована не лише в одиницях [сили струму](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B8%D0%BB%D0%B0_%D1%81%D1%82%D1%80%D1%83%D0%BC%D1%83), але й в одиницях [напруги](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%95%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%87%D0%BD%D0%B0_%D0%BD%D0%B0%D0%BF%D1%80%D1%83%D0%B3%D0%B0), інших [фізичних величин](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D1%96%D0%B7%D0%B8%D1%87%D0%BD%D0%B0_%D0%B2%D0%B5%D0%BB%D0%B8%D1%87%D0%B8%D0%BD%D0%B0), або мати умовне, безрозмірне градуювання, наприклад, при використанні як нуль-індикаторів.

**Різновиди і будова**

**Магнітоелектричний**

Являє собою провідну рамку (зазвичай намотана тонким проводом), закріплену на осі в магнітному полі постійного магніту[[1]](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%BE%D0%BC%D0%B5%D1%82%D1%80#cite_note-1). При відсутності струму в рамці вона утримується пружиною в деякому нульовому положенні. Якщо ж по рамці протікає струм, то рамка відхиляється на кут, пропорційний силі струму, що залежить від жорсткості пружини й індукції магнітного поля. Стрілка, закріплена на рамці, показує значення струму в тих одиницях, в яких відградуйована шкала гальванометра.

Від інших конструкцій магнітоелектрична система відрізняється найбільшою лінійністю градуювання шкали приладу (в одиницях сили струму або напруги) і найбільшою чутливістю (мінімальним значенням струму повного відхилення стрілки). Історично найперша конструкція гальванометра містить нерухому котушку зі струмом і рухливий магніт (у приладах постійного струму) або сердечник з магнітного матеріалу (для приладів, які вимірюють і постійний, і змінний струм), що втягується в котушку або повертається щодо неї.

Дана конструкція відрізняється більшою простотою, відсутністю необхідності робити котушку можливо меншого розміру і ваги (що потрібно для магнітоелектричної системи), відсутністю проблеми підведення струму до рухомої котушки. Однак такі прилади відрізняються значною нелінійністю шкали (через нерівномірності магнітного поля осердя і [крайових ефектів](https://uk.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%9A%D1%80%D0%B0%D0%B9%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D1%97_%D0%B5%D1%84%D0%B5%D0%BA%D1%82&action=edit&redlink=1) котушки) і відповідною складністю градуювання. Тим не менше, застосування даної конструкції приладів як амперметрів змінного струму відносно великої величини виправдане більшою простотою конструкції та відсутністю додаткових випрямних елементів і шунтів. Вольтметри ж змінного і постійного струму електромагнітної системи найзручніші для контролю вузького діапазону значень напруги, оскільки початкова ділянка шкали приладу сильно стиснута, а контрольована ділянка може бути розтягнута.

**Електродинамічний**

Як рухомий і нерухомий елементи використовуються котушки зі струмом.

**Тепловий**

* Містять провідник зі струмом, що подовжується при нагріванні, та важільну систему, що перетворює це подовження в рух стрілки.

**Інші елементи і особливості конструкції**

* Елементи балансування. При їх відсутності гальванометр розрахований на роботу тільки в горизонтальному положенні шкали, або тільки у вертикальному.
* [Арретир](https://uk.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%90%D1%80%D1%80%D0%B5%D1%82%D1%96%D1%80&action=edit&redlink=1) — елементи конструкції приладу, що забезпечують фіксацію механізму у транспортному, неробочому положенні.
* Заспокоювач — повітряний (у вигляді пелюстки, що переміщається всередині спеціального профілю) або електромагнітний (короткозамкнений виток). Служить для зведення до мінімуму часу вимірювання. Може відображатися в балістичного гальванометра.
* Пружини, як правило, є провідниками, по яких струм подається до рамки магнітоелектричного або до рухомої рамки електродинамічного приладу. У деяких конструкціях віссю і одночасно крутильними пружинами є провідники, на яких розтягується рамка.
* Кріплення однієї з пружин виготовляється поворотним і служить для встановлення стрілки в нульове положення шкали при відсутності струму.
* Як і в інших стрілочних вимірювальних приладах, шкала, крім градуювання, може для підвищення точності зчитування показань приладу мати дзеркало, в якому відображається частина стрілки приладу. Це дзеркало полегшує правильне позиціювання ока спостерігача, при якому промінь зору перпендикулярний до площини шкали.

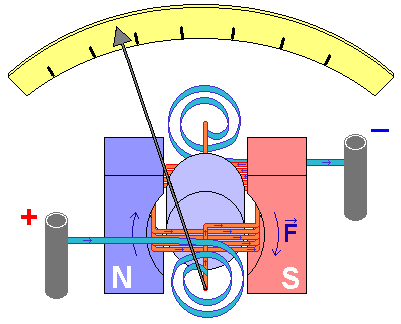
**Дзеркальний гальванометр**

Великої точності вимірювань, а також найбільшої швидкості реакції стрілки можна досягти, використовуючи дзеркальний гальванометр, в якому вказівником слугує невелике дзеркальце. Відбитий від нього промінь світла грає роль стрілки.

**Струнний гальванометр**

[Струнний гальванометр](https://uk.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%A1%D1%82%D1%80%D1%83%D0%BD%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D0%B3%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%BE%D0%BC%D0%B5%D1%82%D1%80&action=edit&redlink=1)[[en]](https://en.wikipedia.org/wiki/String_galvanometer) був розроблений Еклером та Ейтнговеном на початку XX століття.[[2]](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%BE%D0%BC%D0%B5%D1%82%D1%80#cite_note-2)

Запис коливань струни гальванометра здійснювався за допомогою фотографічного апарата та [кімографа](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D1%96%D0%BC%D0%BE%D0%B3%D1%80%D0%B0%D1%84).[[3]](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%BE%D0%BC%D0%B5%D1%82%D1%80#cite_note-3)



**Автомати́чні потенціо́метри** служать для контролю малих значень [напруги](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D0%B0%D0%BF%D1%80%D1%83%D0%B3%D0%B0) ([ерс](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%95%D1%80%D1%81" \o "Ерс)) [постійного струму](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%96%D0%B9%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D1%81%D1%82%D1%80%D1%83%D0%BC). Як первинний датчик можуть застосовуватися [термопари](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B5%D1%80%D0%BC%D0%BE%D0%BF%D0%B0%D1%80%D0%B0), [п'єзоперетворювачі](https://uk.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%9F%27%D1%94%D0%B7%D0%BE%D0%BF%D0%B5%D1%80%D0%B5%D1%82%D0%B2%D0%BE%D1%80%D1%8E%D0%B2%D0%B0%D1%87&action=edit&redlink=1) тощо. На рис. 1 подана схема підключення термопари до автоматичного потенціометра типу КСП.

Вимірювальна схема складається з [моста](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D1%96%D1%81%D1%82) постійного струму зі [стабілізованим джерелом живлення](https://uk.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%A1%D1%82%D0%B0%D0%B1%D1%96%D0%BB%D1%96%D0%B7%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B5_%D0%B4%D0%B6%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%BB%D0%BE_%D0%B6%D0%B8%D0%B2%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F&action=edit&redlink=1) і послідовно з ним підімкненої [термопари](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B5%D1%80%D0%BC%D0%BE%D0%BF%D0%B0%D1%80%D0%B0) (ТП).

Для забезпечення можливості використання підсилювача змінного струму [постійна напруга](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%96%D0%B9%D0%BD%D0%B0_%D0%BD%D0%B0%D0%BF%D1%80%D1%83%D0%B3%D0%B0) (=U), що знімається з вимірювальної схеми, за допомогою [перетворювача](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%B5%D1%80%D0%B5%D1%82%D0%B2%D0%BE%D1%80%D1%8E%D0%B2%D0%B0%D1%87) (П) формується в змінну.

Зі схеми видно, що на вхід перетворювача подається напруга:

ΔU = UАБ — Ех,

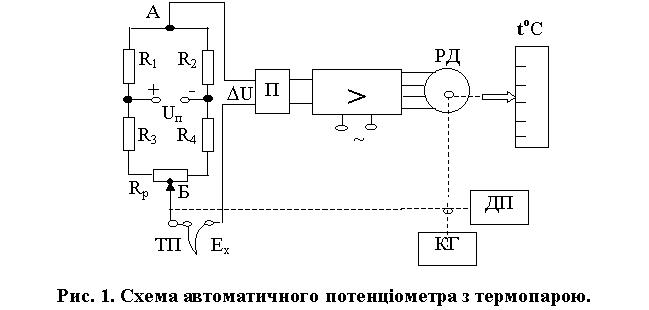
де UАБ — напруга, що знімається з діагоналі моста;

Ех — напруга, що виробляється термопарою.

Функціонування приладу пояснюється схемою. Принцип [компенсації](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D0%BC%D0%BF%D0%B5%D0%BD%D1%81%D0%B0%D1%86%D1%96%D1%8F) тут реалізований шляхом формування в діагоналі моста компенсувальної напруги (UАБ), включеної назустріч термоерс (Ех).

На схемі показані додатковий перетворювач (ДП), сигнал якого може використовуватися в системі регулювання, і контактна група (КГ) для сигналізації, блокування і релейного регулювання, які вбудовуються в деякі модифікації [потенціометрів](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BE%D1%82%D0%B5%D0%BD%D1%86%D1%96%D0%BE%D0%BC%D0%B5%D1%82%D1%80) типу КСП.

У розвитку аналогових вторинних приладів спостерігаються дві тенденції: створення простіших, малогабаритних, але надійних і дешевих приладів для [АСУТП](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%A1%D0%A3%D0%A2%D0%9F), де вони виконують роль зручних для оператора пристроїв надання [інформації](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%86%D0%BD%D1%84%D0%BE%D1%80%D0%BC%D0%B0%D1%86%D1%96%D1%8F) і зв'язувальних елементів між [давачами](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%B0%D0%B2%D0%B0%D1%87) і [ЕОМ](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%95%D0%9E%D0%9C), та створення високоточних, швидкодіючих і багатограничних [вторинних приладів](https://uk.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%92%D1%82%D0%BE%D1%80%D0%B8%D0%BD%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D0%BF%D1%80%D0%B8%D0%BB%D0%B0%D0%B4&action=edit&redlink=1) для дослідження об'єктів.

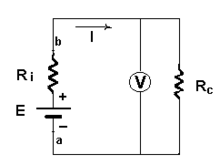


**Вольтме́тр** ([рос.](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%BE%D1%81%D1%96%D0%B9%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B0_%D0%BC%D0%BE%D0%B2%D0%B0) *вольтметр*, [англ.](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BD%D0%B3%D0%BB%D1%96%D0%B9%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B0_%D0%BC%D0%BE%D0%B2%D0%B0) *voltmeter*, [нім.](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D1%96%D0%BC%D0%B5%D1%86%D1%8C%D0%BA%D0%B0_%D0%BC%D0%BE%D0%B2%D0%B0) *Voltmeter n*) — [прилад](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D1%80%D0%B8%D0%BB%D0%B0%D0%B4) для розмірювання [напруги](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D0%B0%D0%BF%D1%80%D1%83%D0%B3%D0%B0) між двома точками [електричного кола](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%95%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%87%D0%BD%D0%B5_%D0%BA%D0%BE%D0%BB%D0%BE).

**Загальна характеристика**

Вольтметр вимірює власне [силу струму](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%95%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%87%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D1%81%D1%82%D1%80%D1%83%D0%BC), яка проходить через його [опір](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D0%BF%D1%96%D1%80), тож його можна охарактеризувати як [амперметр](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BC%D0%BF%D0%B5%D1%80%D0%BC%D0%B5%D1%82%D1%80) із великим опором. Вольтметр підключається паралельно до ділянки кола, на якій потрібно виміряти напругу. Великий опір вольтметра забезпечує те, що прилад лише в незначною мірою впливає на проходження струму через коло.

**Принцип дії**

[](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%B0%D0%B9%D0%BB:Volt%C3%ADmetro.png)

* За принципом дії вольтметри поділяються на:
  + електромеханічні — магнітоелектричні, електромагнітні, електродинамічні, електростатичні, випрямні, термоелектричні;
  + електронні — аналогові і цифрові
* За призначенням:
  + постійного струму;
  + змінного струму;
  + імпульсні;
  + фазочутливі;
  + селективні;
  + універсальні
* За конструкцією і способу застосування:
  + щитові;
  + переносні;
  + стаціонарні

**Розширення діапазону вимірювань**

Розширення діапазону вимірювання вольтметра здійснюють за допомогою послідовного вмикання до нього додаткових резисторів або, при вимірюванні напруги змінного струму, за допомогою вимірювального трансформатора змінної напруги.

**Амперме́тр** ([рос.](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%BE%D1%81%D1%96%D0%B9%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B0_%D0%BC%D0%BE%D0%B2%D0%B0) *амперметр*, [англ.](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BD%D0%B3%D0%BB%D1%96%D0%B9%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B0_%D0%BC%D0%BE%D0%B2%D0%B0) *ammeter*; [нім.](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D1%96%D0%BC%D0%B5%D1%86%D1%8C%D0%BA%D0%B0_%D0%BC%D0%BE%D0%B2%D0%B0) *Amperemeter n*) — [прилад](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D1%80%D0%B8%D0%BB%D0%B0%D0%B4), яким вимірюють [силу електричного струму](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B8%D0%BB%D0%B0_%D1%81%D1%82%D1%80%D1%83%D0%BC%D1%83). Амперметр завжди [вмикають послідовно](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BE%D1%81%D0%BB%D1%96%D0%B4%D0%BE%D0%B2%D0%BD%D0%B5_%D1%96_%D0%BF%D0%B0%D1%80%D0%B0%D0%BB%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B5_%D0%B7%27%D1%94%D0%B4%D0%BD%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8F_%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B2%D1%96%D0%B4%D0%BD%D0%B8%D0%BA%D1%96%D0%B2) з тією ділянкою електричного кола, силу струму у якій вимірюють. Електричний опір амперметра є малим.

**Зміст**

* [1 Загальна характеристика](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BC%D0%BF%D0%B5%D1%80%D0%BC%D0%B5%D1%82%D1%80#.D0.97.D0.B0.D0.B3.D0.B0.D0.BB.D1.8C.D0.BD.D0.B0_.D1.85.D0.B0.D1.80.D0.B0.D0.BA.D1.82.D0.B5.D1.80.D0.B8.D1.81.D1.82.D0.B8.D0.BA.D0.B0)
* [2 Принцип дії](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BC%D0%BF%D0%B5%D1%80%D0%BC%D0%B5%D1%82%D1%80#.D0.9F.D1.80.D0.B8.D0.BD.D1.86.D0.B8.D0.BF_.D0.B4.D1.96.D1.97)
* [3 Розширення діапазону вимірювань](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BC%D0%BF%D0%B5%D1%80%D0%BC%D0%B5%D1%82%D1%80#.D0.A0.D0.BE.D0.B7.D1.88.D0.B8.D1.80.D0.B5.D0.BD.D0.BD.D1.8F_.D0.B4.D1.96.D0.B0.D0.BF.D0.B0.D0.B7.D0.BE.D0.BD.D1.83_.D0.B2.D0.B8.D0.BC.D1.96.D1.80.D1.8E.D0.B2.D0.B0.D0.BD.D1.8C)
* [4 Окремі різновиди](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BC%D0%BF%D0%B5%D1%80%D0%BC%D0%B5%D1%82%D1%80#.D0.9E.D0.BA.D1.80.D0.B5.D0.BC.D1.96_.D1.80.D1.96.D0.B7.D0.BD.D0.BE.D0.B2.D0.B8.D0.B4.D0.B8)
* [5 Див. також](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BC%D0%BF%D0%B5%D1%80%D0%BC%D0%B5%D1%82%D1%80#.D0.94.D0.B8.D0.B2._.D1.82.D0.B0.D0.BA.D0.BE.D0.B6)
* [6 Література](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BC%D0%BF%D0%B5%D1%80%D0%BC%D0%B5%D1%82%D1%80#.D0.9B.D1.96.D1.82.D0.B5.D1.80.D0.B0.D1.82.D1.83.D1.80.D0.B0)

**Загальна характеристика**

Найпоширеніші амперметри, в яких рухома частина приладу зі стрілкою повертається на кут, пропорційний вимірюваній величині струму.

Амперметри бувають магнітоелектричні, електромагнітні, електродинамічні, теплові, індукційні, детекторні, термоелектричні та фотоелектричні.

Магнітоелектричними амперметрами вимірюють силу постійного струму; індукційними і детекторними — силу змінного струму. Амперметри інших систем вимірюють силу будь-якого струму. Найточнішими і найчутливішими є магнітоелектричні та електродинамічні амперметри

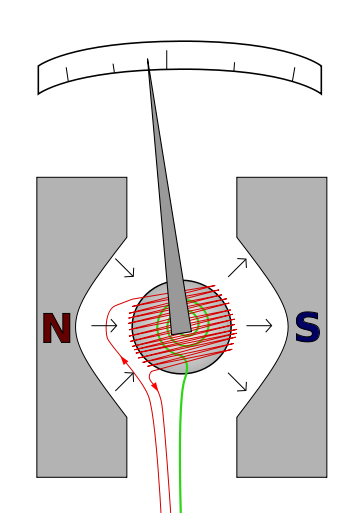
**Принцип дії**

Принцип дії магнітоелектричного приладу оснований на створенні обертального моменту завдяки взаємодії між полем постійного магніту і струмом, що проходить крізь обмотку рамки. З рамкою з'єднана стрілка, яка переміщується по шкалі. Кут повороту стрілки пропорційний щодо сили струму.

Електродинамічні амперметри складаються з нерухомої і рухомої котушок, з'єднаних паралельно або послідовно. Взаємодія між струмами, що проходять крізь котушки, викликає відхилення рухомої котушки і з'єднаної з нею стрілки. В електричне коло А. вмикаються послідовно з навантаженням, а при високій напрузі, великих струмах—через трансформатор.

**Розширення діапазону вимірювань**

Розширення діапазону вимірювання амперметра здійснюють за допомогою [шунта](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A8%D1%83%D0%BD%D1%82_(%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D1%82%D0%B5%D1%85%D0%BD%D1%96%D0%BA%D0%B0)) або, при вимірюванні сили [змінного струму](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D0%BC%D1%96%D0%BD%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D1%81%D1%82%D1%80%D1%83%D0%BC), за допомогою [вимірювального трансформатора змінного струму](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D1%80%D0%B0%D0%BD%D1%81%D1%84%D0%BE%D1%80%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%BE%D1%80_%D1%81%D1%82%D1%80%D1%83%D0%BC%D1%83).



**Реохорд (Вольтагометр)** - реостат. дозволяє проводити вимірювання електричного опору мостовим методом Уитстона і визначати електрорушійні сили в гальванічних елементах компенсаційним методом. Реохорд являє собою однорідний провідник у вигляді металевого дроту або струни з рухомим контактом і градуйованою шкалою. Переміщаючи контакт по струні, можливо досягти зміни величини струму або напруги в ланцюзі.

Перший реохорд був побудований німецьким фізиком Йоганном Поггендорф в 1841 році. Це була пряма калиброванная дріт довжиною близько метра, по якій ковзав контакт, який утворює два плеча. Проти кожної точки реохорда було відзначено на лінійці ставлення його плечей.

Кількома роками пізніше академік Борис Якобі сконструював схожий прилад, який був названий ним вольтагометром. На відміну від реохорда Поггендорф вольтагометр Якобі складається з барабана і намотаною на нього калиброванной дроту. Обертаючи барабан, можна включити в ланцюг будь-яку частину опору-лення, яка при цьому може бути отсНовомосковскна за шкалою. У прак-тику вимірювань Якобі потім удосконалив вольтагометр. Помітивши, що опір контакту між катящимся коліщатком і дротом не відрізняється постійністю, він влаштовуються-кість в вольтагометре ртутні контакти. А пізніше переходить на конструкцію ртутного вольтагометра, в якому опором є ртуть. 