

ЗАВОД НИЗКОВОЛЬТНОГО И ВЫСОКОВОЛЬТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

СПРАВОЧНИК В ВОПРОСАХ И ОТВЕТАХ

Б. И. ПАНЕВ

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ

МОСКВА ИЗДАТЕЛЬСТВО «АГРОПРОМИЗДАТ» 1987

ББК 40.76 П16 УДК 631.171:621.317(031)

Рецензенты: канд. техн. наук Р. Г. Агаев (ВИЭСХ) и инженер В. И. Галинский (Госагропром СССР). Панев Б. И. П 16 Электрические измерения: Справочник (в вопросах и ответах). — М.: Агропромиздат, 1987. — 224 с: ил. В справочнике приведены сведения о средствах и методах измерения электрических и неэлектрических величин в сельскохозяйственном производстве. Предназначен для специалистов, инженерно-технических работников АПК, имеющих дело с электрическими измерениями. Может быть полезен для студентов факультетов электрификации сельского хозяйства. 3802040200-405 035(01)-87© ВО «Агропромиздат», 1987

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие

Раздел первый. ЭЛЕКТРОИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ И ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА

Глава 1. Общие сведения о средствах измерений

- 1.1. Что такое средство измерений?
- 1.2. Какие параметры и свойства средств измерений следует учитывать при их выборе?
- 1.3. Какие бывают погрешности средства измерений?
- 1.4. Какие условные обозначения наносят на электроизмерительные приборы?
- 1.5. Что означает класс точности прибора?
- 1.6. Какие требования техники безопасности предъявляются к электроизмерительным приборам?

Глава 2. Магнитоэлектрические приборы

- 2.1. Как устроен магнитоэлектрический прибор?
- 2.2. Как работает магнитоэлектрический прибор с подвижной рамкой?
- 2.3. Какие достоинства и недостатки имеют магнитоэлектрические приборы?
- 2.4. Что такое гальванометры, где их применяют?
- 2.5. В чем заключается особенность магнитоэлектрических логометров?

Глава 3. Электромагнитные приборы

- 3.1. Как устроены электромагнитные приборы?
- 3.2. Как работают электромагнитные приборы?
- 3.3. Какие достоинства и недостатки имеют электромагнитные приборы?
- 3.4. В чем особенность электромагнитных приборов с высокой чувствительностью?
- 3.5. Как устроены и работают электромагнитные логометры?

Глава 4. Электродинамические и ферродинамические приборы

- 4.1. Как устроен электродинамический прибор?
- 4.2. Как работает электродинамический прибор?
- 4.3. Как включают катушки электродинамического прибора при измерении напряжения и

ЗАВОД НИЗКОВОЛЬТНОГО И ВЫСОКОВОЛЬТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

тока?

- 4.4. Как включают катушки электродинамического прибора при измерении мощности?
- 4.5. В чем особенность ваттметра для измерения активной мощности в цепи переменного тока?
- 4.6. Какие достоинства и недостатки имеют электродинамические приборы?
- 4.7. В чем особенность электродинамического логометра?
- 4.8. Как устроены и работают ферродинамические приборы?

Глава 5. Индукционные приборы

- 5.1. Как устроен и работает индукционный прибор?
- 5.2. Как устроен и подключается индукционный счетчик электроэнергии?
- 5.3. Как работает индукционный счетчик электрической энергии?
- 5.4. Почему не весь магнитный поток Φ_2 направляют через алюминиевый диск?
- 5.5. Почему возникает самоход счетчика?

Глава 6. Электростатические приборы и приборы с преобразователями

- 6.1. Как устроен и работает электростатический прибор?
- 6.2. В чем особенность термоэлектрических приборов?
- 6.3. В чем особенность электроизмерительных приборов с полупроводниковым выпрямителем?
- 6.4. Что такое аналоговый электронный измерительный прибор (АЭИП)? Какие АЭИП выпускаются промышленностью?
- 6.5. Как устроен и работает электронный вольтметр?
- 6.6. Как классифицируются цифровые измерительные приборы? В чем их особенность?
- 6.7. Какие основные характеристики цифровых приборов следует учитывать при их выборе?

Глава 7. Самопишущие и регистрирующие приборы

- 7.1. Как устроены и работают самопишущие приборы?
- 7.2. Как устроен и работает электронно-лучевой осциллограф?
- 7.3. Какие основные характеристики электронно-лучевых осциллографов необходимо учитывать при их выборе?
- 7.4. Как устроены и работают светолучевые осциллографы?
- 7.5. Что необходимо учитывать при выборе светолучевых осциллографов?

Глава 8. Измерительные мосты

- 8.1. Как устроены и работают одинарные мосты постоянного тока?
- 8.2. Как устроен двойной мост постоянного тока?
- 8.3. В чем особенность мостов переменного тока?
- 8.4. Как работает автоматический мост?
- 8.5. В чем особенность неуравновешенных мостов постоянного тока?

Глава 9. Потенциометры

- 9.1. Как устроен и работает потенциометр постоянного тока?
- 9.2. В чем особенность потенциометров переменного тока?
- 9.3. Как работает автоматический потенциометр?

Глава 10. Преобразователи электрических величин в электрические

- 10.1. Как можно преобразовать электрическое напряжение при помощи резисторов?

ЗАВОД НИЗКОВОЛЬТНОГО И ВЫСОКОВОЛЬТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

- 10.2. Как можно преобразовать электрическое напряжение при помощи трансформаторов?
- 10.3. Как можно преобразовать ток при помощи резисторов? Что такое шунт?
- 10.4. Как устроен и работает измерительный трансформатор тока?
- 10.5. Почему вторичную обмотку трансформатора тока нельзя оставлять разомкнутой?

Глава 11. Преобразователи неэлектрических величин в электрические

- 11.1. Какие бывают преобразователи неэлектрических величин в электрические?
- 11.2. Как устроены и работают индукционные преобразователи?
- 11.3. Что такое датчик Холла и для чего его можно применять?
- 11.4. Как устроен и работает фотоэлектрический преобразователь?
- 11.5. Как работают пьезоэлектрические преобразователи?
- 11.6. В чем особенность термоэлектрических преобразователей? Как устроены термоэлектрические термометры?
- 11.7. Как устроены термометры сопротивления (терморезисторы)? Какие термометры сопротивления используют в измерительной технике?
- 11.8. Что такое реостатный преобразователь и как его можно использовать?
- 11.9. Как устроены проволочные преобразователи и где их можно применять?
- 11.10. Как устроены и работают индуктивные преобразователи?
- 11.11. В чем особенность емкостных преобразователей?

Раздел второй. ИЗМЕРЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН

Глава 12. Измерение силы тока

- 12.1. Какие методы измерения силы электрического тока применяют на практике?
- 12.2. Как измерить силу постоянного тока компенсационным методом?
- 12.3. Как правильно выбрать гальванометр для измерения малых постоянных токов?
- 12.4. Как правильно рассчитать сопротивление шунта?
- 12.5. Как правильно выбрать трансформатор тока для расширения пределов измерений приборов в цепях переменного тока?
- 12.6. Как измерить силу тока повышенной и высокой частоты потенциометром переменного тока?
- 12.7. В чем особенность измерения силы переменного тока в трехфазных сетях?

Глава 13. Измерение напряжений

- 13.1. Какие методы измерения напряжения применяют на практике?
- 13.2. Как правильно подобрать добавочный резистор для расширения предела измерений вольтметра постоянного тока?
- 13.3. Как измерить постоянное напряжение при помощи потенциометра постоянного тока?
- 13.4. В чем особенность работы цифровых электронных вольтметров для измерения постоянного напряжения?
- 13.5. Что необходимо знать при измерении больших напряжений приборами, подключенными через измерительный трансформатор напряжения?
- 13.6. Как измерить напряжение в трехфазной сети?
- 13.7. Как измерить напряжение в высоковольтной сети трехфазного переменного тока?
- 13.8. Как измерить напряжение при помощи электронно-лучевого осциллографа?

Глава 14. Измерение мощности

- 14.1. Как и какими средствами измерений можно измерить мощность в цепи постоянного

ЗАВОД НИЗКОВОЛЬТНОГО И ВЫСОКОВОЛЬТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

тока?

- 14.2. Как включить ваттметр в цепь постоянного тока?
- 14.3. Как рассчитать сопротивления добавочного резистора и шунта для подключения ваттметра в цепь постоянного тока?
- 14.4. Какими методами можно измерить активную мощность в однофазной цепи переменного тока?
- 14.5. Как включить ваттметр в цепь переменного тока, если ток нагрузки больше допустимого?
- 14.6. Как включить ваттметр в высоковольтную сеть переменного тока?
- 14.7. Как измерить активную мощность в трехфазной трехпроводной сети?
- 14.8. Как измерить активную мощность в трехпроводной сети, если нагрузка несимметричная?
- 14.9. В чем особенность измерения мощности при помощи двух ваттметров?
- 14.10. Как выполнены ваттметры для измерения активной мощности в трехфазной сети?
- 14.11. Как измерить активную мощность в трехфазной четырехпроводной сети?
- 14.12. Как измерить активную мощность в трехфазной высоковольтной цепи?
- 14.13. Как устроен варметр для измерения реактивной мощности в трехфазной сети?
- 14.14. Какими косвенными методами можно измерить реактивную мощность?

Глава 15. Измерение потребляемой электрической энергии

- 15.1. Какими методами и какими средствами измерений можно измерить потребляемую электрическую энергию в цепи постоянного и однофазного переменного тока?
- 15.2. Какие приборы применяют для измерения потребления активной электрической энергии в трехфазных цепях?
- 15.3. Как включить трехфазный счетчик в низковольтную сеть с большим током?
- 15.4. Как включить трехфазный счетчик активной электрической энергии в высоковольтную сеть?
- 15.5. Какими средствами измерений и как измеряют потребление реактивной электрической энергии в трехфазной сети

Глава 16. Измерение активных сопротивлений

- 16.1. Какие методы применяют на практике для измерения активных сопротивлений постоянному току?
- 16.2. Как измерить активное сопротивление при помощи амперметра и вольтметра в цепи постоянного тока?
- 16.3. Как устроен и работает омметр?
- 16.4. Как устроен и работает мегомметр?
- 16.5. Как измерить сопротивление при помощи мостов?
- 16.6. Как измерить сопротивление при помощи одного вольтметра?
- 16.7. Как измерить сопротивление заземления?

Глава 17. Измерение емкости, индуктивности и взаимной индуктивности

- 17.1. Какие параметры конденсаторов и катушек индуктивности можно измерить электроизмерительным прибором?
- 17.2. Как измерить индуктивность и добротность при помощи моста переменного тока?
- 17.3. Какие косвенные методы измерения индуктивности и взаимной индуктивности можно применять?
- 17.4. Как измерить емкость и угол потерь конденсаторов при помощи мостов?

ЗАВОД НИЗКОВОЛЬТНОГО И ВЫСОКОВОЛЬТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

- 17.5. Как измерить емкость при помощи фарадометра?
- 17.6. Как измерить емкость при помощи баллистического гальванометра?
- 17.7. Как измерить емкость методом замещения?
- 17.8. Какие косвенные методы измерения емкости можно применить?

Глава 18. Измерение коэффициента мощности и фазового сдвига

- 18.1. Как измерить коэффициент мощности?
- 18.2. Как измерить фазовый сдвиг и $\cos \varphi$ при помощи фазометра?
- 18.3. Какие фазометры выпускает промышленность?
- 18.4. Какими осциллографическими методами можно воспользоваться для определения фазового сдвига?

Глава 19. Измерение частоты тока

- 19.1. Как и какими средствами можно измерить частоту тока?
- 19.2. Как измерить частоту тока косвенным методом?
- 19.3. Как измерить частоту методом заряда — разряда конденсатора?
- 19.4. Как измерить частоту при помощи цифровых измерительных приборов?

Раздел третий. ИЗМЕРЕНИЕ НЕЭЛЕКТРИЧЕСКИХ «ВЕЛИЧИН В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Глава 20. Измерение температуры

- 20.1. Какими методами и средствами измерений пользуются при измерении температуры?
- 20.2. Как измерить температуру при помощи термоэлектрического термометра?
- 20.3. Как измерить температуру при помощи термометра сопротивления?
- 20.4. В чем особенность измерения температуры термометром сопротивления, вторичным измерительным прибором которого является уравновешенный мост?
- 20.5. Как использовать неуравновешенный мост для измерения температуры в комплекте с термометром сопротивления?
- 20.6. Какие автоматические мосты для измерения температуры выпускает промышленность? Как они работают?
- 20.7. В чем особенность измерения температуры термометром сопротивления в комплекте с магнитоэлектрическим логометром?
- 20.8. Как использовать диоды и транзисторы для измерения температуры?
- 20.9. Как измерить температуру тела животных?
- 20.10. Как измерить температуру воздуха в помещении?
- 20.11. Как можно измерить температуру пола в животноводческом помещении?
- 20.12. Как измерить температуру воды, молока и других жидкостей?
- 20.13. Как измерить температуру сена и силоса?
- 20.14. Как измерить температуру почвы?

Глава 21. Измерение влажности

- 21.1. Какие электрические методы измерения влажности твердых, сыпучих и жидких веществ получили распространение в агропромышленном комплексе?
- 21.2. Какими методами и средствами измерений можно измерить влажность зерна и других сыпучих материалов?
- 21.3. Как измерить влажность кормов и кормосмесей?
- 21.4. Как измерить влажность воздуха и газов?

ЗАВОД НИЗКОВОЛЬТНОГО И ВЫСОКОВОЛЬТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Глава 22. Применение электрических средств измерений для анализа свойств и состава молока и кормосмесей

- 22.1. Какими методами можно определить качество смешивания кормов?
- 22.2. Какими электрическими методами можно измерить жирность молока?
- 22.3. Как измерить количество белка в молоке?

Глава 23. Измерение уровня

- 23.1. Какие электрические методы используются в агропромышленном комплексе для измерения уровня?
- 23.2. Как измерить уровень жидкости?
- 23.3. Как измерить уровень сыпучих материалов?

Глава 24. Измерение давления

- 24.1. Какие методы измерения давления используются в агропромышленном комплексе?
- 24.2. Как измерить положительное избыточное давление?
- 24.3. Как измерить отрицательное избыточное давление?

Глава 25. Измерение скорости воздуха и расхода газов и жидкостей

- 25.1. Как измерить скорость движения воздуха?
- 25.2. В чем особенность анемометров, измеряющих среднюю скорость движения воздуха?
- 25.3. Как измерить расход жидкости или газа?

Глава 26. Погрешности измерений

- 26.1. Какие бывают погрешности измерений?
- 26.2. Как оценить и исключить систематические погрешности измерений?
- 26.3. Как оценить, и исключить случайные погрешности прямых измерений?
- 26.4. Как оценить погрешность косвенных измерений?
- 26.5. Как исключить грубые погрешности?

Указатель литературы

[Скачать книгу](#) Панев Б. И. Электрические измерения. Справочник (в вопросах и ответах). Издательство "Агропромиздат", Москва, 1987