

**МНОГОЭЛЕКТРОДНЫЕ ДАТЧИКОВЫЕ СИСТЕМЫ КАК ОСНОВА ПОВЫШЕНИЯ
ДОСТОВЕРНОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ ПРИ РЕГИСТРАЦИИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ
КОЖНОГО ПОКРОВА**

**SENSORS WITH TWO AND MORE ELECTRODES AND REGISTRERING SYSTEMS AS BASE OF
INCREASING OF VALIDITY OF MEASUREMENTS AT REGISTRATIONS OF ELECTRIC
PARAMETERS OF SKIN COVER**

г. Воронеж, Воронежский институт высоких технологий
g. Voronezh, Voronezh Institute of high technologies

Increasing of validity of measurements are at registrations of electric parameters of skin possible to get when use the sensors with three and more electrodes and special converting systems. In report are considered the variants of developed systems, including three and four electrodes that provides inaccuracy of measurements one percent and less.

Электрические параметры кожного покрова, в частности электрокожное сопротивление, широко используются при медико-биологических исследованиях, достоверность которых в значительной степени определяется погрешностями измерений. При этом погрешности измерений зависят как от используемых датчиковых систем, так и методов регистрации.

При контактных методах измерений для подключения к кожному покрову наиболее широко применяется двухэлектродные датчиковые системы, включающие два металлических (измерительный и индифферентный) электрода, а определение значений электрокожного сопротивления осуществляется по методу вольтметра и амперметра при создании в цепи электродов выбранного измерительного тока. В этом случае погрешности измерений определяются конструкцией и размерами электродов, сопротивлением контакта электродов с кожным покровом, электрокожными потенциалами, электрокожным сопротивлением зоны расположения индифферентного электрода, а также параметрами измерительных сигналов.

Исследование возможностей создания достоверных датчиковых систем показало, что повышение точности измерений можно обеспечить при использовании датчиковых систем с трех- и четырехточечным подключением к кожному покрову (одним измерительным, одним индифферентным и одним, или двумя дополнительными электродами), а также новых методов регистрации, к числу которых относятся активные, пассивные и квазипассивные методы с трех- и четырехточечным подключением [1].

Для иллюстрации отмеченного ниже приведены варианты функциональных схем разработанных датчиковых систем, реализующих активный метод с трехточечным подключением, пассивный метод с трехточечным подключением, квазипассивный метод с потенциальным подключением индифферентного электрода и активный метод с четырехточечным подключением (рис. 1 – рис. 4).

Здесь кожный покров, рассматриваемый как объект исследований ОИ, представлен в виде моделей Шеффера и Филиппсона [1] с электрокожными сопротивлениями Z_x , Z_1 , Z_2 , сопротивлениями контакта $Z_{к1}$ - $Z_{к4}$ и электрокожными потенциалами E_1 - E_3 в зонах расположения измерительного $\mathcal{E}_1$, индифферентного $\mathcal{E}_2$ и дополнительных электродов $\mathcal{E}_3$, $\mathcal{E}_4$, ИН – источник напряжения, ПТН – преобразователь “ток-напряжение, ДУ – дифференциальный усилитель, ПН – повторитель напряжения, Кл - ключ.

Активные методы измерений характеризуются использованием для создания измерительного тока в цепи объекта исследований внешних источников электропитания. При этом активные методы широко применяются в настоящее время при проведении практических исследований. Представленный на рис. 1 вариант датчиковой системы [2] реализует активный метод для режима измерений с опорным источником напряжения, что позволяет при трехточечном подключении к объекту исследований исключить погрешности от влияния электрокожных сопротивлений зон расположения индифферентного и дополнительного электродов.

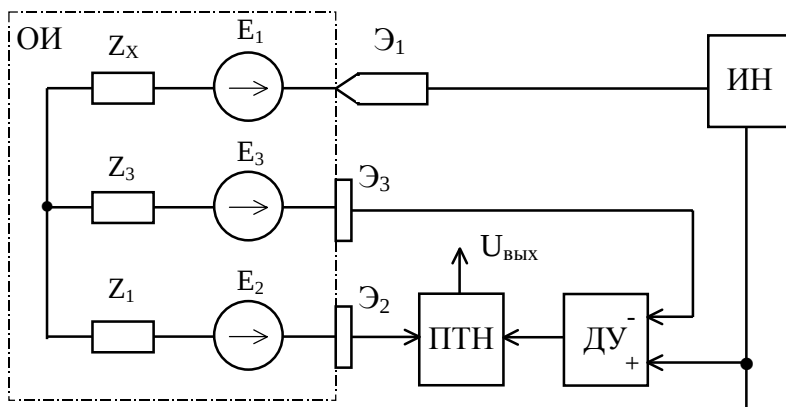


Рис. 1. Датчиковая система на основе активного метода с трехточечным подключением.
System on base of active method with three electrodes.

При использовании переменного измерительного тока также обеспечивается возможность исключения влияния на результаты измерений электрокожных потенциалов объекта исследований, влияние которых для режимов измерений на постоянном токе может приводить к значительным погрешностям регистрации.

Отмеченный недостаток активных методов измерений исключается при использовании датчиковых систем, реализующих пассивные методы измерений с трехточечным подключением, при которых измерительный ток создается за счет электрокожных потенциалов объекта исследования.

Вариант датчиковой системы (рис. 2) [3] выполнен на основе пассивного метода с постоянным значением сопротивления нагрузки [1] и может использоваться при режимах измерений для постоянного и переменного измерительного тока.

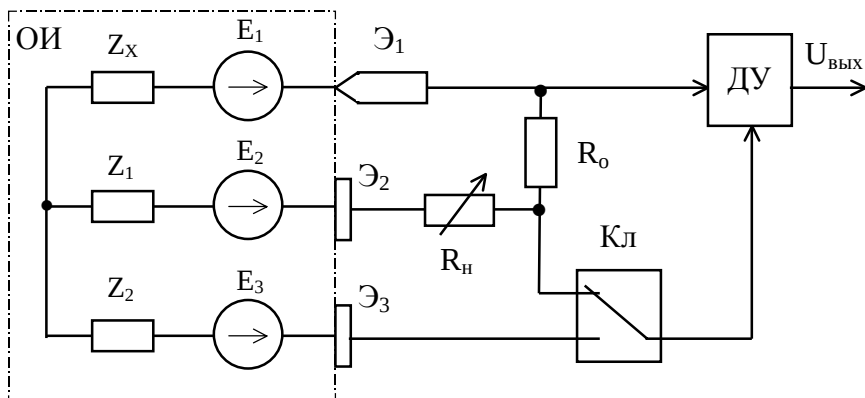


Рис. 2. Датчиковая система на основе пассивного метода с трехточечным подключением.
System on base of passive method with three electrodes.

Использование трехточечного подключения и пассивного метода измерений обеспечивает исключение погрешностей как от электрокожных сопротивлений зон расположения индифферентного и дополнительного электродов, так и от электрокожных потенциалов цепей трех точек подключения. К недостаткам пассивных методов можно отнести необходимость использования тестового режима получения результатов измерений, определяющего снижение быстродействия измерительной системы. При этом использование минимального значения измерительного тока при минимальных значениях погрешностей измерений определяет широкие возможности применения отмеченных вариантов систем, реализующих пассивные методы.

Широкие перспективы создания датчиковых систем открывает использование квазипассивных методов измерений, занимающих промежуточное положение между активными и пассивными методами. При квазипассивных методах в цепи измерительного электрода обеспечивается режим, соответствующий пассивным методам, а в цепях индифферентного и дополнительного электродов – активным. В результате этого при квазипассивных методах появляются возможности сочетания положительных качеств активных и пассивных методов измерений.

Вариант системы с использованием квазипассивного метода с потенциальным подключением дополнительного электрода (рис. 3) позволяет реализовать различные датчиковые системы [4, 5] в зависимости от задач исследований и выбранных режимов измерений.

Возможности исключения погрешностей измерений от изменения сопротивления контакта измерительного электрода открывает использование

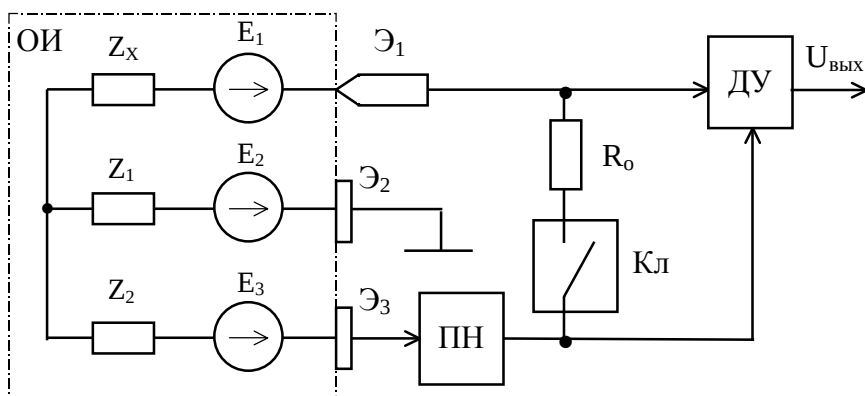


Рис. 3. Датчиковая система на основе квазипассивного метода с трехточечным подключением.
System on base of passive method with active cut.

датчиковых систем с четырехточечным подключением, один из вариантов которых приведен на рис. 4 [6]. Здесь за счет включения второго дополнительного электрода $\mathcal{E}_4$ в состав датчиковой системы совместно с измерительным электродом $\mathcal{E}_1$ в значительной степени обеспечивается компенсация погрешностей от влияния сопротивлений контакта Z_{K1} и Z_{K2} измерительного $\mathcal{E}_1$ и второго дополнительного электрода $\mathcal{E}_4$. При этом влияние сопротивлений контакта Z_{K3} и Z_{K4} индифферентного и первого дополнительных электродов исключается аналогично датчиковой системе (рис. 1), реализующей активный метод с трехточечным подключением, за счет исключения влияния сопротивлений зон расположения индифферентного и дополнительного электродов.

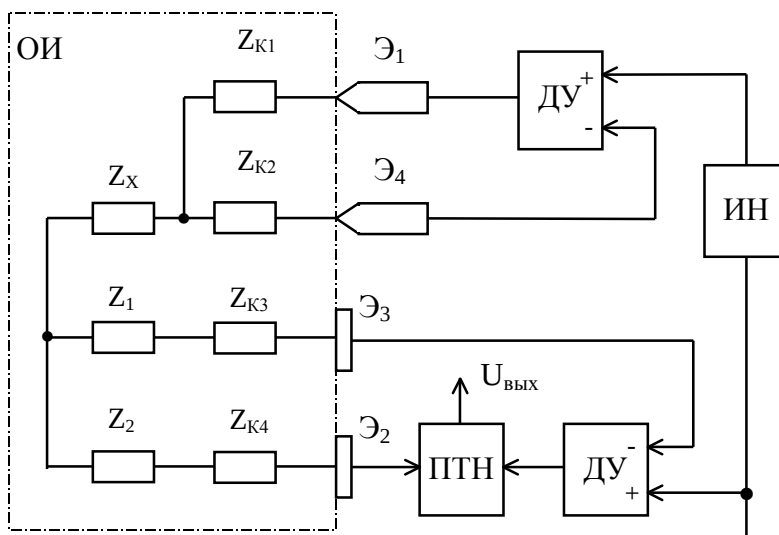


Рис. 4. Датчиковая система на основе активного метода с четырехточечным подключением.
System on base of active method with four electrodes.

Разработанные варианты датчиковых систем с первичными регистрирующими звеньями позволяют значительно уменьшить погрешности регистрации от десятков (в известных системах) до единиц и долей процента и могут быть с успехом использованы при реализации диагностических информационно-измерительных систем, основанных на регистрации электрических параметров кожного покрова.

Литература

1. Селезнев А.Т. Электрические измерения при электропунктуре: монография. - Воронеж: Изд-во ВГПУ, 1999. - 192 с.
2. Патент России № 2121291. МПК А61В 5/05, А61Н 39/02. Устройство для измерения электрокожного сопротивления. / А.Т.Селезнев, 1998.
3. А.с. № 1111760 СССР. А61Н 39/02. Способ измерения электрокожного сопротивления точек акупунктуры. / А.Т.Селезнев, С.С.Селезнева, М.И.Щевелев.
4. Патент России № 2132154. МПК А61В, А61Н 39/02. Способ измерения электрокожного сопротивления. / А.Т.Селезнев, Н.А.Селезнева, 1999.
5. Заявка № 2001119913/14. МПК А61В 5/05, А61Н 39/02. Способ измерения электрокожного сопротивления точек акупунктуры, устройство для осуществления способа и его варианты. / И.Я.Львович, А.Т.Селезнев, 2001.
6. Патент России № 2146877. МПК А61В 5/05, А61Н 39/02. Устройство для измерения электрокожного сопротивления. / А.Т.Селезнев, Н.А.Селезнева, 2000.