



УДК 621.317.33

## **ОБЗОР И АНАЛИЗ ИЗВЕСТНЫХ ПРИБОРОВ И ДИАГНОСТИЧЕСКИХ КАНАЛОВ ДЛЯ РЕОГРАФИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ**

*П.В. Кременской, В.Н. Радченко, С.И. Зайтов*

Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова,  
г. Новочеркасск

В данной статье проведен обзор и анализ известных приборов и диагностических каналов для реографических исследований. Суть реографических исследований заключается в нахождении полного электрического сопротивления биологического объекта, а именно отдельных участков или всего человеческого тела. При этом получаемые картины сопротивлений отражают работу многих систем человеческого организма: дыхательной системы, гемодинамики, сердечно-сосудистых ритмов и т.д. Существующие на данный момент приборы используют различные методики диагностики со своими реализациями процессов измерений. Различаются такие устройства и по типам исследований, которые они могут проводить. К уникальным особенностям некоторых приборов можно отнести и возможность многоканального исследования, и реализацию программной обработки реограммы с помощью специализированного программного обеспечения

**Ключевые слова:** реографическое исследование, реографы, импеданс, диагностика биологического объекта

## **REVIEW AND ANALYSIS OF KNOWN INSTRUMENTS AND DIAGNOSTIC CHANNELS FOR RHEOGRAPHIC STUDIES**

*P.V. Kremenskoy, V.N. Radchenko, S.I. Zaitov*

Platov South-Russian State Polytechnic University (NPI), Novocherkassk

This article provides a review and analysis of known instruments and diagnostic channels for rheographic studies. The essence of rheographic research is to find the total electrical resistance of a biological object, namely, individual areas or the entire human body. In this case, the resulting pictures of resistances reflect the work of many systems of the human body: the respiratory system, hemodynamics, cardiovascular rhythms, etc. The devices existing at the moment use various diagnostic techniques with their own implementations of measurement processes. Such devices also differ in the types of research that they can conduct. The unique features of some devices include the possibility of multichannel research and the implementation of software processing of a rheogram using specialized software

**Keywords:** rheographic research, rheographs, impedance, diagnostics of a biological object

Реографические исследования позволяют проводить диагностику различных областей тела по их полному электрическому сопротивлению. Существуют различные по своим функциональным возможностям устройства, обзор и анализ которых представлен в этой статье.

Программно-аппаратный комплекс «Диамант-Р» (рис. 1).

Программно-аппаратный комплекс для объективного контроля и оценки состояния центральной, периферической, органной гемодинамики и соотношения жидкостных секторов организма человека

"Диамант-Р" предназначен для исследования кровообращения в конечностях мозгового кровотока, центральной гемодинамики во взаимосвязи с изменениями дыхательной системы и состояния водного баланса организма человека, для диагностики и контроля эффективности лечебно-профилактических мероприятий в кардиологии, пульмонологии, анестезиологии и реанимации, спор-



тивной медицине, при скрининговых обследованиях населения и в других областях здравоохранения.



Рис. 1 – Реограф «Диамант-Р»

"Диамант-Р" позволяет проводить:

- реовазографию
- реоэнцефалографию
- интегральную реографию тела
- торакальную реографию
- функциональные пробы
- автоматизированную оценку состояния гемодинамики
- интегральную двухчастотную импедансометрию (оценку соотношения жидкостных секторов организма)
- Опция - поставляется программа автоматического анализа ритма сердца Достоинства Реоанализатора "Диамант-Р":
- Автоматическая разметка - контроль качества выполнения разметки, выявление двигательных артефактов и расчет необходимых показателей
- Автоматизированная оценка - синдромальные заключения по ИРГТ, РВГ, РЭГ, ТРГ
- Временное мультиплексирование – полностью отсутствует взаимовлияние каналов
- Гигиеничность - применяемые электроды легко дезинфицируются.

Реограф ДИАМАНТ-Р Технические характеристики

- Метод исследования - реография (импедансометрия)
- Способы измерения - тетраполярный и биполярный
- Измерение импеданса: 10 - 500 Ом
- Рабочие частоты зондирующего тока: 28, 115, 230 (кГц)
- Количество каналов регистрации: 4-РЕО, 1-ЭКГ
- Обработка данных: IBM-совместимый ПК
- Количество одновременно запоминаемых тестов в одном исследовании - 16 (длительность каждого теста до 120 с.)

Основные отображаемые показатели:



Ударный и минутный объемы крови, ударный и сердечный индексы, количество внеклеточной жидкости, количество внутриклеточной жидкости, общее количество жидкости, частота сердечных сокращений, показатели гемодинамической обеспеченности, реографический, дикротический, диастолический индексы, длительность анакротической и дикротической фаз, время распространения систолической волны, венозный отток и др.

Рео-Спектр-2 - 4-канальный многофункциональный компьютерный реограф (рис. 2).

Специализация: оборудование для кабинетов и палат, функциональная диагностика.

Технические характеристики: 4 реографических канала с временным разделением и задаваемой программно частотой измерительного тока; индивидуальная настройка всех параметров пользователем «под себя»; уникальный набор поддерживаемых методик: РЭГ, РВГ, РКГ, РЭКГ, ИР, ПРКГ, РПГ, РОГ, РГГ, РРГ, РУГ, РПрГ; оптимальные с точки зрения качества регистрации реограмм частоты зондирующего тока для каждой методики; безболезненность, безопасность, информативность; расширенные математические методы анализа реограмм; все реографические методики могут работать на одном компьютере как изолированно, так и во взаимосвязи друг с другом, что позволяет получить диагностический суперэффект; запись трендов параметров реограмм и их спектральный анализ; регистрация одновременно с реограммой одного отведения ЭКГ.

Методики, входящие в базовый комплект поставки Рео-Спектр-2: 4-канальная биполярная реоэнцефалография (РЭГ); 4-канальная реовазография (РВГ); реокардиография (РКГ) по Кубичеку; интегральная реография (ИР) по Тищенко; 2-канальная РЭКГ по Палееву и Каевицеру.

Особенности реографа «Рео-Спектр».

4 реографических канала с временным разделением и задаваемой программно частотой измерительного тока обеспечивают регистрацию «идеально чистой» реограммы без взаимовлияния каналов даже в условиях функциональных проб благодаря применению специальных цифровых методов обработки сигналов.

Безболезненность и безопасность реографии в сочетании с высокой информативностью компьютерной обработки позволяют исследовать центральную и регионарную гемодинамику даже у детей, а также использовать прибор при массовых осмотрах и проведении диспансеризации.

В реографе Рео-Спектр2 используются индивидуальные для каждой методики оптимальные с точки зрения качества регистрации реограмм частоты зондирующего тока.

Врач может настроить свои схемы реографических отведений под собственный набор методик (при этом часть отведений может работать в би-, часть — в тетраполярном режиме), выбрать необходимый список вычисляемых параметров из большого перечня, задать собственные нормы, настроить протокол под свои нужды.

По завершении обследования программа автоматически генерирует протокол с учетом возрастных особенностей пациента. После этого в любое время



протокол, а также отдельные реограммы, таблицы или ЭКГ по выбору пользователя можно распечатать на обычной бумаге.

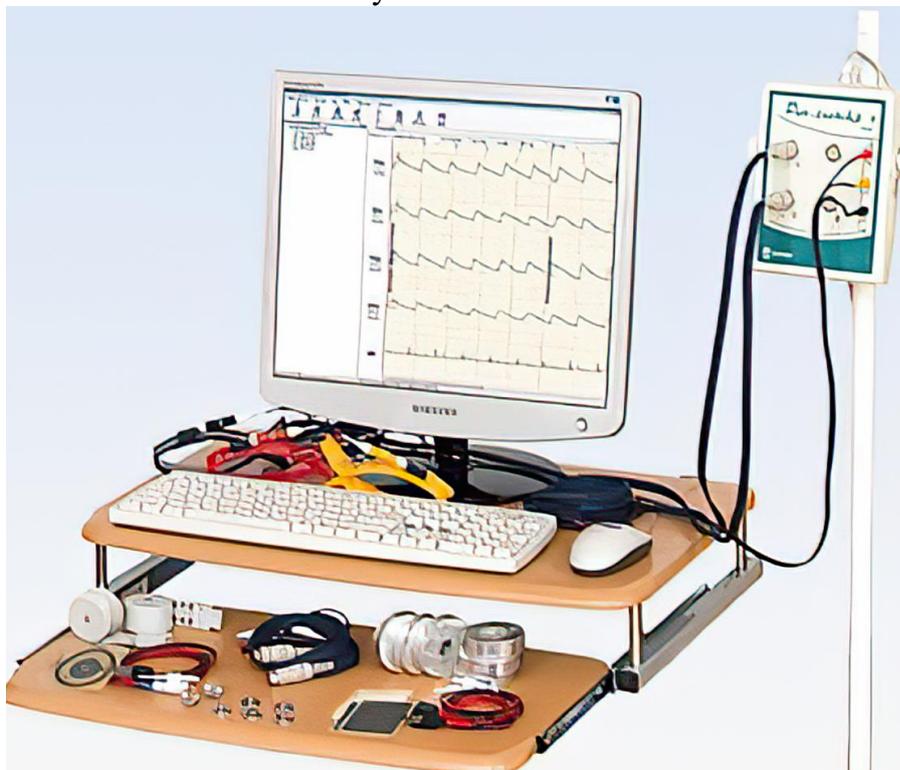


Рис. 2 – Реограф «Рео-спектр2»

Реограф-полианализатор «РЕАН-ПОЛИ» (рис. 3).

Реограф-полианализатор для комплексного исследования параметров кровообращения "РЕАН-ПОЛИ" разработаны на базе сигнального процессора *ADSP-2181 KS-133* и 22-разрядных АЦП, выпускаются в 8 модификациях и обеспечивают регистрацию и анализ сигналов импедансной плетизмографии (реографии) по 6 каналам и физиологических сигналов по 6 полиграфическим каналам в любом сочетании: электрокардиограммы (ЭКГ), фотоплетизмограммы (ФПГ), кожно-гальванической реакции (КГР), сейсмокардиограммы (СКГ), пневмограммы (ПГ), температуры, давления.

Программное обеспечение позволяет осуществлять исследования мозгового, периферического и кровообращения внутренних органов, центральной гемодинамики (импедансная кардиография) с возможностью мониторинга показателей гемодинамики и анализа адаптационных реакций сердечно-сосудистой системы. Осуществляется оценка гомеостатической функции сердца, типа гемодинамики, выявление компенсаторных и патологических звеньев сердечно-сосудистой системы по переходным процессам различных показателей центрального, мозгового и периферического кровообращения с использованием провоцирующих воздействий. Проводится автоматический анализ и интерпретация пульсового кровенаполнения, эластико-тонических свойств артерий разного калибра, состояния венозного оттока.

Предусмотрены питание прибора от аккумуляторов и связь с ПК через *USB*-порт. Предназначен для широкого клинического применения, реабилитации с *biofeedback* и проведения научных исследований.

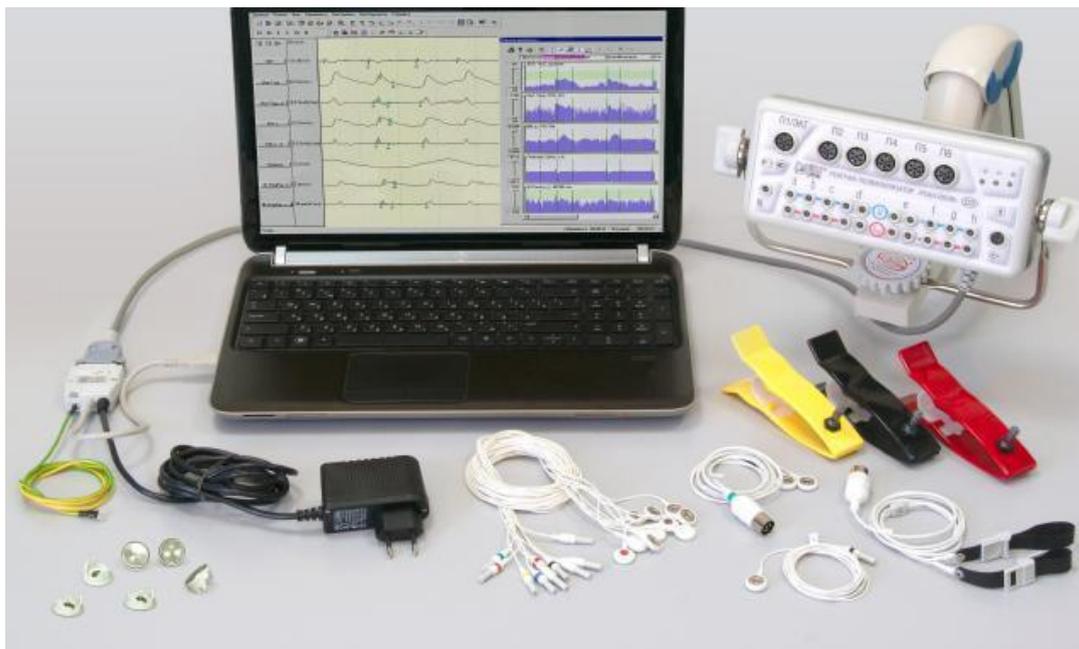


Рис. 3 – Реограф «Реан-Поли»

Цифровой портативный реограф «МИЦАР-РЕО» (рис. 4).

Комплекс предназначен для проведения клинических исследований системы кровоснабжения методом реографии как в условиях медицинских учреждений, так и при выездных обследованиях.



Рис. 4 – Реограф «МИЦАР-РЕО»

Прибор, комплекты кабелей и электродов, пакеты программного обеспечения для *DOS* и *Windows* позволяют проводить регистрацию и компьютерный анализ реограмм по методикам: реоэнцефалографии (РЭГ), реовазографии (РВГ), тетраполярной грудной реографии (ТГР) по Кубичеку, интегральной реографии (ИРГТ) по Тищенко, реографии легочной артерии (РЛА), реогепатогра-



фии (РГГ), реофтальмографии (РОГ) и кардиоритмографии (КРГ) как на стационарном персональном компьютере, так и на портативном компьютере типа Notebook. Подключение к компьютеру через последовательный (COM) порт.

Оцифрованная РЕО (8 каналов РЕО, из них 4 дифференциальных, и 1 канал ЭКГ) отображается в реальном времени на экране монитора в ходе ее регистрации и записи на жесткий диск. Схема регистрации: биполярная или тетраполярная.

Параллельно с записью реограммы выполняется контроль и регистрация базового сопротивления электродов. Длительность регистрации ограничена только объемом жесткого диска. Обеспечивается удобная регистрация функциональных проб для последующего анализа.

Питание прибора осуществляется от четырех пальчиковых батарей типа-размера АА напряжением 1.5 В. Одного комплекта батарей достаточно не менее чем для 50-ти часов непрерывной регистрации реограммы или кардиограммы.

Комплект реографический Валента РЕО (рис. 5).

Для проведения реографического исследования к универсальному регистратору ПБС Валента® подключается активный реографический разветвитель с кабелями и электродами.

Прибор позволяет синхронно записать: до 4-х реографических сигналов и соответствующих им дифференциальных реограмм; отведение ЭКГ (*I* или *II* по выбору); сигнал ФКГ (запись фонокардиограммы позволяет уточнить положение начала анакроты и инцизуры реоволны).

В память компьютера записывается 6-ти (или 8-ми) секундный фрагмент реограммы.

Методики реографического исследования: реовазография (РВГ); реоэнцефалография (РЭГ); тетраполярная грудная; реография по Кубичеку (ТГР); интегральная реография по Тищенко (ИРГТ); реогепатография (РГГ); реография легочной артерии (РЛА); реофтальмография (РОГ).



Рис. 5 – Реограф «Валента РЕО»



Реограф "Кредо" (рис. 6).

Реограф позволяет осуществлять одновременную визуализацию на мониторе компьютера в реальном времени и в режиме стоп-кадра реограмм и их первых производных по 4 каналам, а также ЭКГ по 1 каналу.



Рис. 6 – Реограф «Кредо»

Возможности реографа: реоэнцефалография; реовазография верхних и нижних конечностей; автоматическое измерение параметров реоволны и вычисление реографических индексов; выдача на экран или принтер результатов анализа РЭГ в текстовом виде с учётом возраста пациента, предварительного диагноза и результатов предшествующих обследований; хранение результатов обследований в базе данных; меню из восьми функциональных проб с поэтапной фиксацией сигнала во времени в процессе физиологической нагрузки или фармакологических проб с последующим анализом.