Міністерство освіти і науки, молоді та спорту України
Вінницький національний технічний університет

РЕЄСТРАЦІЯ, ОБРОБКА ТА КОНТРОЛЬ БІОМЕДИЧНИХ СИГНАЛІВ

Навчальний посібник

Вінниця
ВНТУ
2011

УДК [621.37:57.087.1+615.47](075)
ББК 32.811.3:53.4я73
Р33

Автори:
В. Г. Абакумов, З. Ю. Готра, С. М. Злепко, С. В. Павлов, В. Б. Василенко, О. І. Рибін

Рекомендовано Міністерством освіти і науки України як навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів, які навчаються за напрямком підготовки «Радіоелектронні апарати». Лист № 1/11-177 від 12.01.2011 р.

Рецензенти:
І. І. Хаїмзон, доктор технічних наук, професор
А. І. Бих, доктор фізико-математичних наук, професор
О. Т. Кожухар, доктор технічних наук, професор
В. Г. Петрук, доктор технічних наук, професор

Р33 **Реєстрація**, обробка та контроль біомедичних сигналів : навчальний посібник / В. Г. Абакумов, З. Ю. Готра, С. М. Злепко та ін. – Вінниця : ВНТУ, 2011. – 352 с.
ISBN 978-966-641-445-1

У навчальному посібнику проаналізовано сучасний стан контролю, реєстрації та обробки біомедичних електрографічних та фотоплетизмографічних сигналів. Розглянуто біосигнали серцево-судинної системи, мозку, м'язів, органів зору, слуху, травлення, опорно-рухової системи. Коротко наведено основи анатомії органів людини, біосигнали яких розглянуто. Навчальний посібник рекомендовано для студентів та аспірантів, які навчаються на стику інженерії та медицини.

УДК [621.37:57.087.1+615.47](075)
ББК 32.811.3:53.4я73

ISBN 978-966-641-445-1

© В. Абакумов, З. Готра, С. Злепко, С. Павлов, В. Василенко, О. Рибін, 2011

ЗМІСТ

ВСТУП…… 8
1. БІОСИГНАЛИ СЕРЦЕВО-СУДИННОЇ СИСТЕМИ…….. 14
1.1 Будова та провідникова система серця…..…… 14
1.2 Механізм формування електрокардіографічних (ЕКГ)сигналів……...…… 24
1.3 Основні параметри ЕКГ-сигналів в нормі……. 28
1.4 Типи ЕКГ-відведень. Особливості ЕКГ у різних відведеннях……. 31
1.5 Електрічна вісь серця. Методи визначення положення електричної осі серця……. 36
1.6 Зміни форми ЕКГ-сигналів та формування комплексів ЕКГ при різних функціональних та патологічних станах організму…….…….. 38
1.7 Методи та засоби вимірювання і реєстрації біопотенціалів серця……...….. 47
1.8 Технології обробки ЕКГ-сигналів…….. 54
1.9 Реосигнали та їх параметри……. 64
1.10 Фотоплетизмографічні технології оцінювання периферійного кровообігу……..……..... 76
2 АРТЕРІАЛЬНИЙ ТИСК КРОВІ……. 105
2.1 Інвазивні методи вимірювання тиску крові……..…… 108
2.1.1 Клінічне використання прямих методів вимірювання тиску крові……...……..……... 113
2.2 Неінвазивні методи вимірювання тиску крові……...…….. 115
2.3 Апаратура для контролю параметрів тиску крові……. 125
2.4 Інформаційно-вимірювальна система для контролю за артеріальним тиском…… 133
2.4.1 Вимірювання АТ за допомогою пальцевого датчика…...… 137
3. БІОСИГНАЛИ МОЗКУ…….. 133
3.1 Будова мозку. Електроенцефалографічні (ЕЕГ) відведення……. 142
3.2 Механізм утворення, форма та основні ритми ЕЕГ сигналів в нормі……... 142
3.3 Зміни форми ЕЕГ сигналів та формування комплексів ЕЕГ при різних функціональних та патологічних станах

організму……..……. 147
3.4 Методи та засоби вимірювання та реєстрації біопотенціалів мозку…….…….. 160
3.5 Методи та засоби контролю та аналізу ЕЕГ-сигналів…….. 162
4 БІОСИГНАЛИ М’ЯЗІВ……..…….. 165
4.1 Будова м’язів та механізм формування в них біопотенціалів……...… 165
4.2 Електроміографічні (ЕМГ)сигнали та їх параметри…… 170
4.3 Зміни форми ЕМГ-сигналів та формування комплексів ЕМГ при різних функціональних та патологічних станах організму..... 173
4.4 Методи аналізу ЕМГ……...……. 177
4.5 Методи та засоби вимірювання і реєстрації біопотенціалів м’язів……..……..... 183
5 БІОПОТЕНЦІАЛИ ШКІРИ……. 187
5.1 Електричні процеси на ділянці «шкіра-електрод»……...… 187
5.2 Моделі аналізу шкірно-гальванічної реакції (ШГР)……. 192
5.2.1 Традиційна модель формування сигналу ШГР……...….. 192
5.2.2 Іонна модель формування сигналу ШГР……..……. 194
5.2.3 Оцінювання параметрів ШГР за традиційною і логарифмічною шкалами……...…….. 198
5.3 Методи і засоби вимірювання параметрів ШГР……...… 203
5.3.1 Методика вимірювань ШРГ людини……..….... 206
5.3.2 Відведення сигналу ШГР і вимірювальні сенсори…..……. 207
6 БІОСИГНАЛИ ОРГАНІВ ЗОРУ…….…… 209
6.1 Будова органів зору та механізм формування біопотенціалів органів зору……...…..…… 209
6.2 Ретинограми (РЕГ) та їх параметри……..……. 214
6.3 Електроокулограми (ЕОГ) та їх параметри……..…… 222
6.4 Методи аналізу РЕГ та ЕОГ…… 225
6.5 Методи та засоби вимірювання та реєстрації біопотенціалів органів зору…….. 227
7 БІОСИГНАЛИ ОРГАНІВ СЛУХУ……. 234
7.1 Будова слухової системи людини……...…… 234
7.2 Параметри слуху……..…… 239
7.3 Методи та засоби дослідження слуху...…… 242

8 БІОСИГНАЛИ ОРГАНІВ ТРАВЛЕННЯ..…… 249
8.1 Будова, основні функції та параметри, які характеризують функціональний стан органів травлення…..……. 249
8.2 Механізм формування та параметри електрогастрограм…. 253
8.3 Методи аналізу електрогастрограм сигналів…… 257
9 БІОПОТЕНЦІАЛИ АКТИВНИХ АКУПУНКТУРНИХ ЗОН…….. 266
9.1 Класифікація та параметри акупунктурних мередіанів….. 266
9.2 Основні методи електропунктурної діагностики……. 269
9.3 Розробка програмного інтерфейсу з нелінійною картою Ріодораку……... 289
10 БІОСИГНАЛИ ОПОРНО-РУХОВОЇ СИСТЕМИ (ОРС)…….. 294
10.1 Структура та функції ОРС людини…… 294
10.2 Регуляція функцій ОРС……... 305
10.3 Особливості нервово-хребетного та судинно-хребетного комплексів ОРС……...……. 307
10.4 Методи функціональної діагностики стану ОРС…….. 312
11 РЕЧОВИННО-ПОЛЬОВИЙ АНАЛІЗ БІОСИГНАЛІВ…….. 321
11.1 Вплив електромагнітних випромінювань на біологічні системи……...……... 321
11.2 Поля, що випромінюються біологічними об’єктами…… 323
11.3 Результати проведених експериментальних досліджень…. 324
ГЛОСАРІЙ……... 330
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ……..…….. 334

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

АКГ – аспексокардіографія
АТ – артеріальний тиск
АЦП – аналого-цифровий перетворювач
БД – база даних
БІ – біомедична інформація
БКГ – балістокардіографія
БМС – біомедична система
БО – біологічний об’єкт
ГЛШ – гіпертонія лівого шлуночка
ГПШ – гіпертонія правого шлуночка
ГТІ– генератор тактових імпульсів
ДКГ – динамокардіографія
ЕГГ – електрогастрографія
ЕДА – електродермальна активність
ЕЕГ – електроенцефалографія
ЕКГ – електрокардіографія
ЕКС – електрокардіосигнал
ЕМГ – електроміографія
ЕОГ – електроокулографія
ЕОМ – електронна обчислювальна машина
ЕРГ – електроретинографія
ЕРС – електрорушійна сила
ЕхоКГ – ехокардіографія
ЕФГ – езофагокардіографія
ЗПСО – загальний периферичний судинний опір
ІХС – ішемічна хвороба серця
ІФ – інтерфейсні схеми
ІЧ – інфрачервоний
КІГ – кардіоінтервалографія
КЛ – клавіатура
КС – кардіосигнал
МІС – метод інтегрувальної схеми
МКГ – механокардіографія
МП – мікропроцесор

ОГ – окулограма
ОЗП – оперативний запам’ятовуючий пристрій
ОЦК – об’єм циркулюючої крові
ПЗ – програмне забезпечення
ПК – персональний комп’ютер
ПО – периферичний опір
ПП – постійний потенціал
ПХ – пульсова хвиля
РЕГ – реоенцефалограма
РЕО – реографія
РІ – реографічний індекс
РПВ – рівняння перенесення випромінювання
РПГ – реопульмонографія
РПР – рівняння променистої рівноваги
РРГ – ранні рецепторні потенціали
СІ – серцевий індекс
СІН – схема індикації
СО – систолічний об’єм
ССС – серцево-судинна система
СФГ – сфігсографія
СЧВ – системний червоний вовчак
ТГРГ – тетраполярна грудна реовазографія
ФПГ – фотоплетизмографія
ФВП – фотоплетизмографічний вимірювальний перетворювач
ФКГ – фонокардіографія
ФСГ – флебосфігмографія
ФПМ – фотоплетизмографічний метод
ХОК – хвилинний об’єм кровообігу
ХРС – хребетно-рухомі сегменти
ЦАП – цифро-аналоговий перетворювач
ЦВТ – центральний венозний тиск
ЦНС – центральна нервова система
ЧСС – частота серцевих скорочень
ША – шина адрес
ШД – шина даних
ШПК – шина персонального комп’ютера

ВСТУП

Функціональний стан людини з точки зору медицини є одним з важливих показників її здоров'я. В медичній практиці його оцінку проводять під час діагностично-лікувальних та профілактичних заходів. Показники здоров'я також важливі для систем медичного страхування, охорони праці, розробки медичних експертних систем. Одним з перспективних напрямків є створення інформаційних баз даних параметрів, що характеризують функціональний стан органів та організму людини в цілому та критерії їх порівняння з відповідними параметрами в нормі для електронного паспорта здоров'я людини.

Для контролю функціонального стану організму людини проводять дослідження параметрів біомедичних сигналів, візуалізацію тканин, органів, аналіз біохімічних параметрів, ультразвукові та рентгенографічні дослідження та ін.

У медичній практиці для діагностичних цілей та контролю функціонального стану людини найчастіше використовуються електрографічні методи, які забезпечують вимірювання та контроль біопотенціалів, що виникають природно або під впливом зовнішніх факторів у різних ділянках та органах організму людини. *Біопотенціал* – це узагальнена характеристика взаємодії зарядів досліджуваних клітин, тканин та органів. Різниця потенціалів між збудженою та незбудженою частинами окремих клітин характеризується тим, що потенціал збудженої частини клітини менший потенціалу незбудженої частини. Для тканини різниця потенціалів визначається сукупністю потенціалів окремих клітин. Зняття біопотенціалів проводиться за допомогою електродів, які встановлюються на поверхні тіла чи органів людини. Вимірюється не абсолютний потенціал, а різниця потенціалів між двома точками поверхні, яка відображає її біоелектричну активність та характер метаболічних (обмінних) процесів. Біопотенціали використовують для отримання інформації про стан і функціонування різних органів. До сучасних електрографічних методів відносяться: електрокардіографія, реографія, електроенцефалографія, електроміографія, електрогастрографія тощо.

На основі даних, опублікованих у вітчизняній та зарубіжній літературі, нами зроблена спроба узагальнити існуючі методи та засоби отримання та обробки медичних електрографічних сигналів, для студентів

та інженерів технічних вузів, які розробляють медичну техніку, для студентів медичних спеціальностей, а також спеціалістів, що працюють на стику медицини та техніки.

Для дослідження стану **серця та діагностики серцевих захворювань** у медичній практиці використовують:

- електрокардіографію (ЕКГ) – це основний метод графічної реєстрації з поверхні тіла біопотенціалів, які виникають у серцевому м'язі під час серцевого циклу. Криву, яка відображає електричну активність серця, називають електрокардіограмою (ЕКГ). Крім електрокардіографічного (основного) методу дослідження стану серця у медичній практиці також використовують інші електрографічні методи (фонокардіографія, апексокардіографія, кардіоінтервалографія, сфігмографія та інші);

- фонокардіографію (ФКГ) - неінвазивний метод графічної реєстрації тонів і шумів серця, найбільш часто застосовується для діагностики уроджених пороків серця;

- апексокардіографію (АКГ), чи верхівкову кардіографію, що являє собою запис руху верхівки лівого шлуночка при його скороченні;

- кардіоінтервалографію (КІГ), що є одним з методів оцінки ритму серця. Це новий спосіб вивчення синусового серцевого ритму з використанням сучасних методів математичного аналізу;

- сфігмографію (СФГ) - метод графічної реєстрації артеріального пульсу;

- полікардіографію (синхронну реєстрацію ЕКГ, ФКГ і каротидної сфігмограми) - метод дослідження серцевої діяльності, спрямований на вивчення фазових компонентів серцевого циклу;

- механокардіографію (МКГ) – метод графічної реєстрації артеріального тиску. Крива, яку отримують при цьому, носить назву - тахоосцилограма. Цей метод дозволяє визначити систолічний та діастолічний тиски. Механокардіографія, крім цього, дозволяє визначати бічний, середній, ударний, пульсовий тиск, а також розраховувати ударний і хвилинний об'єми і величину периферійного опору кровотоку;

- езофагокардіографію (ЕФГ) - метод графічної реєстрації рухів серця і, зокрема, лівого передсердя через стравохід;

- флебосфігмографію (ФСГ) - метод графічної реєстрації венозного пульсу. Звичайно проводиться запис пульсу яремної вени, і

крива, що отримується при цьому, називається центральним венозним пульсом;

- б а л і с т о к а р д і о г р а ф і ю (БКГ**)** - метод реєстрації рухів тіла, зумовлених роботою серця. Вона використовується для оцінки скорочувальної функції міокарда;

- д и н а м о к а р д і о г р а ф і ю (ДКГ) - метод графічної реєстрації переміщення центра ваги грудної клітки людини;

- е х о к а р д і о г р а ф і ю (ЕхоКГ) - метод вивчення будови і положення структури серця за допомогою ультразвуку. Зображення серця, яке отримують при реєстрації, називається ехокардіограмою (ЕхоКГ).

Для дослідження стану *судин в медичній діагностиці* застосовують реографічні методи.

Р е о г р а ф і я (РЕО) – неінвазивний метод дослідження кровопостачання органів, в основі якого лежить принцип реєстрації зміни електричного опору тканин внаслідок зміни кровонаповнення судин. Чим більший приток крові до тканин, тим менший їх опір. В залежності від того, у якій ділянці тіла проводиться дослідження судинної системи, розрізняють різні типи реографічних сигналів, наприклад, реоенцефалографія – метод дослідження судин головного мозку, реопульманографія – досліджує стан судин легенів, реовазографія – стан судинної системи кінцівок тощо.

Для дослідження **електричної активності мозку** застосовують е л е к т р о е н ц е ф а л о г р а ф і ю (ЕЕГ**)** - метод дослідження сумарної електричної активності (біопотенціалів) мозку. Біопотенціал мозку – це узагальнена характеристика взаємодії зарядів у досліджуваній ділянці мозку із зарядом електрода, який накладається на цю ділянку. Електроенцефалографія дає можливість якісного та кількісного аналізу функціонального стану головного мозку та його реакції на дію подразників. ЕЕГ використовується у діагностиці захворювань та лікувальній практиці, а також для дослідження таких функцій головного мозку як пам’ять, адаптація, сприйняття інформації та ін. Якщо електроди встановлюються на поверхню кори головного мозку, то реєструється енцефалокортикограма.

Для дослідження стану **м’язової системи людини** застосовують е л е к т р о м і о г р а ф і ю (ЕМГ) – метод дослідження біоелектричних потенціалів, які виникають у м’язах людини при збудженні

м’язових волокон, та реєстрації електричної активності м’язів. Розрізняють спонтанну електроміограму, яка відображає стан м’язів у стані спокою або при м’язовому напруженні, а також викликану ЕМГ, яка виникає як реакція на електричну стимуляцію м’яза або нерва. ЕМГ дозволяє проводити діагностику уражень нервової та м’язової систем, оцінювання важкості, стадії, перебігу захворювань, ефективності терапії.

До електрографічних методів дослідження **органів зору** відносять:

- електроретинографію (ЕРГ**)** – метод дослідження функціонального стану сітківки ока, який оснований на реєстрації біопотенціалів, які виникають у ній при світловому подразненні;

- векторелектроретинографію – різновид електроретинографії, коли реєструється зміна сумарного вектора електричного поля сітківки;

- електроокулографію (ЕОГ) – метод дослідження функції м’язів руху ока або функціонального стану зовнішніх шарів сітківки, який полягає у графічній реєстрації зміни біопотенціалів ока при його рухах;

- векторелектроокулографію – різновид ЕОГ, при якій реєструється зміна сумарного вектора електричного поля ока;

- адаптоелектроокулографію – електроокулографію, яка проводиться в умовах темнової та світлової адаптації.

До основних методів дослідження **слуху** відносять:

- тональну граничну аудіометрію - дослідження порогів слуху на різних частотах;

- акустичну імпедансометрію застосовують при диференціальній діагностиці захворювань середнього вуха та для одержання уяви про функціональний стан черепно-мозкових нервів і стовбура мозку;

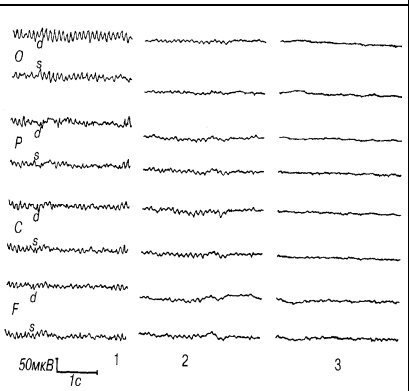
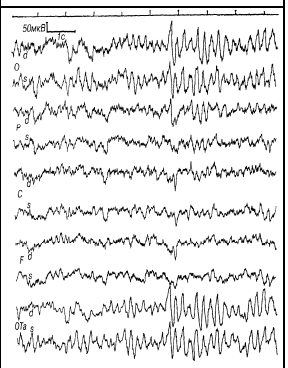
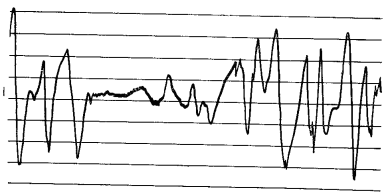
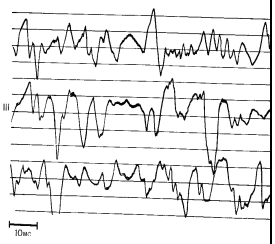
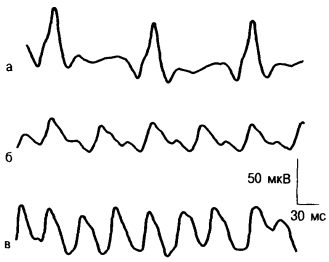
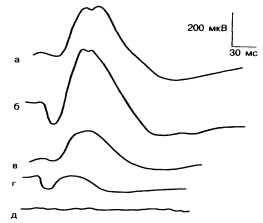
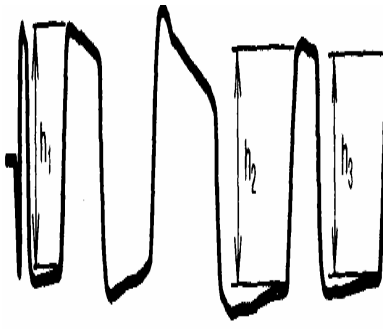
- дослідження акустичних викликаних потенціалів мозку - реєструють відповідь мозку на звукові стимули;

- електрокохлеографію, яка являє собою реєстрацію електричної відповіді внутрішнього вуха (завитки) на звуковий стимул.

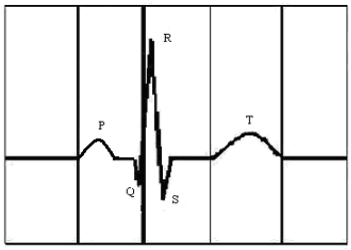
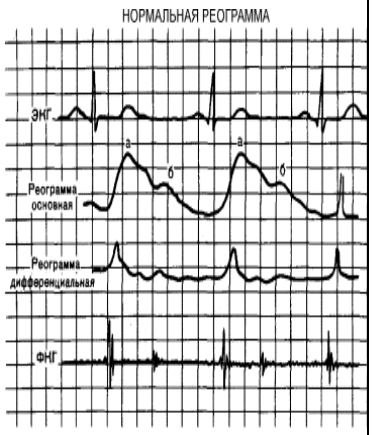
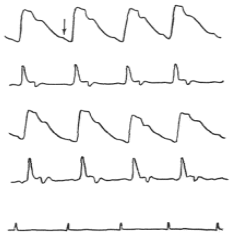
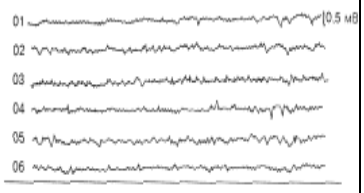
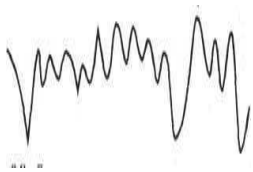
До електрографічних методів дослідження стану *шлунково-кишкового тракту* відносяться методи електрогастроентерографії. Електрогастрографія (ЕГГ) – метод запису біопотенціалів шлунка з

поверхні тіла, що характеризують електричну активність шлунка, яка змінюється синхронно з ритмом перистальтики шлунка.

Таблиця В. 1 – Параметри електрокардіографічних методів

Сигнал	Амплі-туда, мВ	Час-тота, Гц	Трива-лість, мс	Форма	Патологія
1	2	3	4	5	6
ЕЕГ	50-125 20-70	10 10	1-2 3		
ЕМГ	0,05- 0,15 1,2 -2 3 - 5	6-20 50-100 21-50	6-10 до 10 до 15		
РЕГ	0,1 0,25-0,3 0,07	> 80 70 < 90	48 123 160		
ЕОГ	2 4-6	80-800 2500	35-175 180-350		

Подовження таблиці В. 1

1	2	3	4	5	6
ЕКГ	< 0,25 < 2,6 < 2,5 2,5 1,18-2,13 < 0,5	60 -80 уд/хв > 100 < 40	80 30 30-50 <30 <160 60-160		
РГ	Амплітудою вважається max відстань від основи до вершини кривої		0,1+/- 0,01 0,12 – 0,2		
ЕГГ	0,05 0,1	0,2-0,5 2-5	180000-300000		

1 БІОСИГНАЛИ СЕРЦЕВО-СУДИННОЇ СИСТЕМИ

1.1 Будова та провідна система серця

Серце – порожнистий м’язовий орган. Вертикальна перетинка поділяє його на ліву (артеріальне серце) і праву (венозне серце) половини. Кожна половина, в свою чергу, має дві камери: передсердя та шлуночок. Таким чином, серце людини складається з чотирьох камер: двох передсердь і двох шлуночків. Між правим передсердям та правим шлуночком знаходиться тристулковий клапан, а між лівим передсердям та лівим шлуночком – двостулковий (мітральний) клапан. Півмісячні клапани відокремлюють шлуночки від аорти та легеневої артерії.

При скороченні (систолі) передсердь кров з них надходить до шлуночків. Під час скорочення шлуночків кров викидається в аорту і легеневий стовбур. Розслаблення (діастола) передсердь і шлуночків сприяє наповненню порожнин серця кров’ю. Таким чином, насосна функція серця ґрунтується на злагодженій роботі клапанів серця та чергуванні скорочення та розслаблення різних його відділів (рис. 1.1).

В праве передсердя впадають верхня на нижня порожнисті вени. Місце впадання порожнистих вен називають венозним синусом, який у людини є частиною правого передсердя. В цю камеру серця відкривається також коронарний синус, що збирає кров із серцевих вен. У передсердя відкриваються невеликими отворами і численні дрібні вени серця. Кров надходить з правого передсердя в правий шлуночок через отвір, по краю якого знаходиться тристулковий клапан, кожна стулка якого є складкою внутрішньої оболонки серця. До вільних країв стулок чіпляються сухожилкові нитки, які своїми протилежними кінцями прикріплені до верхівок трьох папілярних м’язів. Ці м’язи своїми основами переходять у стінку передсердя. Сухожилкові нитки та папілярні м’язи не дають змоги стулкам клапана вигинатися у праве передсердя під час скорочення шлуночка, коли під тиском крові тристулковий клапан закривається. Площа загальної поверхні клапанів значно перевищує площу атріовентрикулярного отвору, і тому стулки клапанів щільно закривають отвір навіть при зміні об’єму шлуночків.

З правого шлуночка виходить легеневий стовбур, у гирлі якого знаходяться три півмісяцеві клапани. Вони мають форму кишень у вигляді півмісяця і вигнуті в просвіт легеневого стовбура. Під час діастоли

клапани щільно закриваються, причому чим більша швидкість кровообігу, тим щільніше закриваються стулки клапанів у вигляді півмісяця.

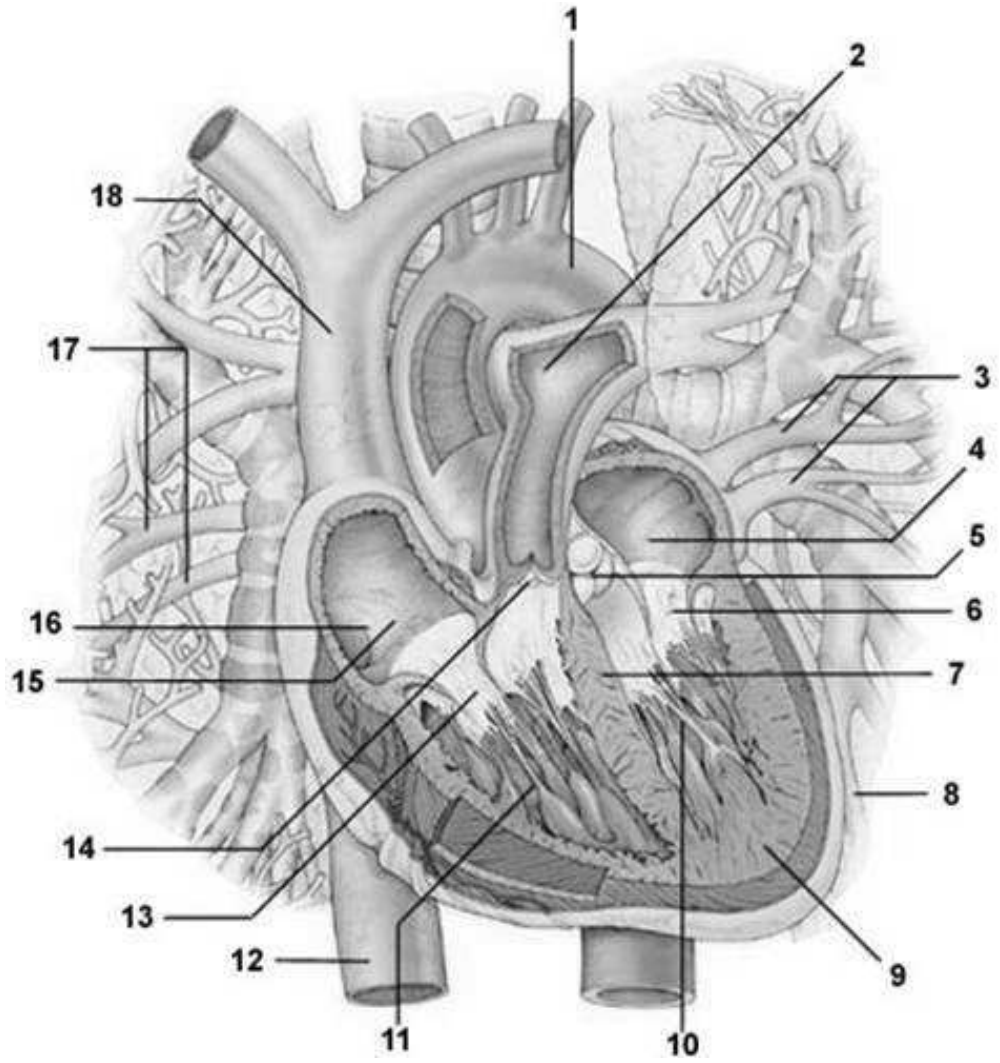
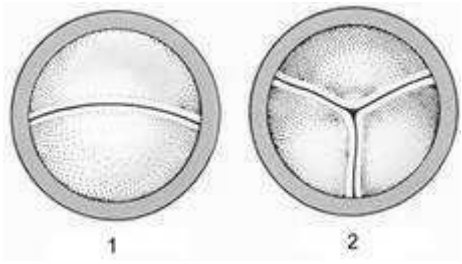


Рисунок 1.1 – Будова та схема внутрішньої серцевої геодинаміки:
1- аорта; 2 – легеневий стовбур; 3 – легеневі вени; 4 – ліве передсердя; 5 – клапан аорти; 6 – мітральний клапан; 7 – перегородка; 8 – перикард; 9 – міокард; 10 – лівий шлуночок; 11 – правий шлуночок; 12 – нижня порожниста вена; 13 – тристулковий клапан; 14 – клапан легеневого стовбура; 15 – ендокард; 16 – праве передсердя; 17 – легеневі вени; 18 – верхня порожниста вена

Ліве передсердя розташоване ззаду та зліва в основі серця; в нього впадають чотири легеневі вени. Отвір між лівими передсердям та шлуночком закривається двостулковим (мітральним) клапаном. До вільних країв стулок прикріплені сухожилкові нитки, які чіпляються до двох папілярних м’язів. Від лівого шлуночка починається аорта. В гирлі аорти

знаходяться три півмісяцеві клапани такої ж будови, як і клапани легеневого стовбура. Робота клапанів серця необхідна для того, щоб кров внаслідок чергування скорочення та розслаблення серця пересувалась від вен до артерій. Будова клапанів серця наведена на рис. 1.2.



Типи клапанів:
1 – двостулковий; 2 – тристулковий

Клапан легеневого стовбура

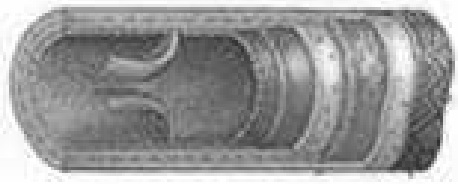
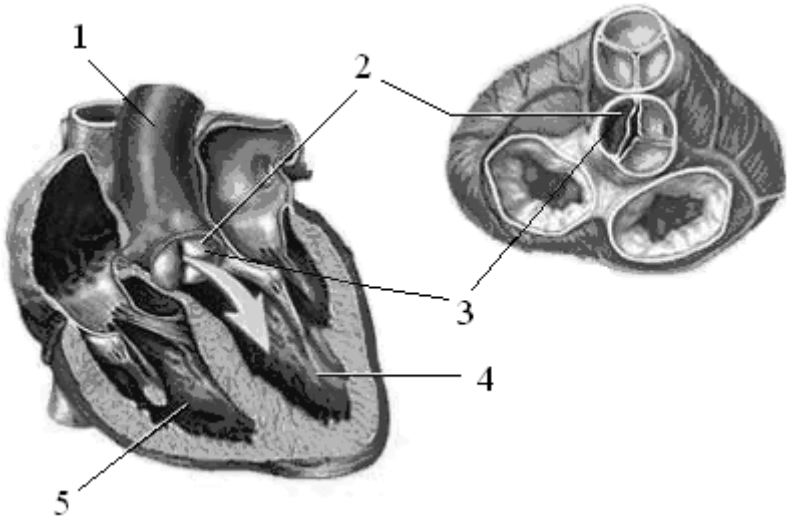


Схема кишенькового клапана вени, який попереджує зворотну течію крові

а



б

Рисунок 1.2 – Клапани серця:
1 – аорта; 2 – регургітація; 3 – аортальний клапан;
4 – лівий шлуночок; 5 – правий шлуночок

У стінці серця розрізняють три шари: зовнішній – епікард, середній – міокард, внутрішній – ендокард. Епікард являє собою серозну оболонку, яка є дуже рухомою; гладкий і вологий епікард зменшує тертя серця. Біля основи серця епікард переходить у власне серцеву сумку – перикард. Між епікардом і перикардом міститься щілиноподібна серозна порожнина з незначною кількістю рідини. Завдяки цьому серце ізольоване від усіх сусідніх органів і вільно скорочується. Середній шар серця – міокард – утворює основну масу стінки серця. Міокард складається з поперечносмугастих м'язових клітин – кардіоміоцитів. Внутрішня оболонка серця – ендокард – складається із сполучнотканинної основи з великою кількістю еластичних та гладких м'язових волокон. Внутрішня поверхня порожнин серця вкрита ендотелієм. Стулкові та півмісяцеві клапани являють собою складки ендотелію, всередині яких розміщені сполучна тканина, судини та нерви.

Товщина стінок шлуночків є різною, що зумовлено неоднаковим навантаженням на міокард правого та лівого шлуночків. Особливості роботи шлуночків відбиваються не тільки на їх м'язовій масі, але й на будові. Стінка лівого шлуночка складається в основному з потужної циркулярної мускулатури. Його волокна утворюють ніби порожнистий циліндр, ззовні і всередині якого від основи до верхівки серця проходять спіральні волокна. Стінка правого шлуночка складається головним чином із спіральних м'язів, а циркулярна мускулатура розвинута відносно слабо.

Залежно від морфологічних і функціональних особливостей у серці розрізняють два типи волокон: волокна міокарда передсердь та шлуночків, що становлять основну масу серця і забезпечують його насосну функцію та волокна водіїв ритму та провідної системи, що відповідають за виникнення збудження та проведення його до клітин робочого міокарда.

Клітини робочого міокарда шлуночків мають більшу товщину і об'єм порівняно з робочими клітинами передсердь.

П р о в і д н а с и с т е м а с е р ц я – система м'язових волокон особливої структури (вузлів, пучків) та нервово-м'язових утворень (шляхів) для передачі імпульсів збудження по серцевому м'язу.

Для всієї тканини серця властиве проведення збудження. Провідна система складається з вузлів і провідних шляхів (рис. 1.3).

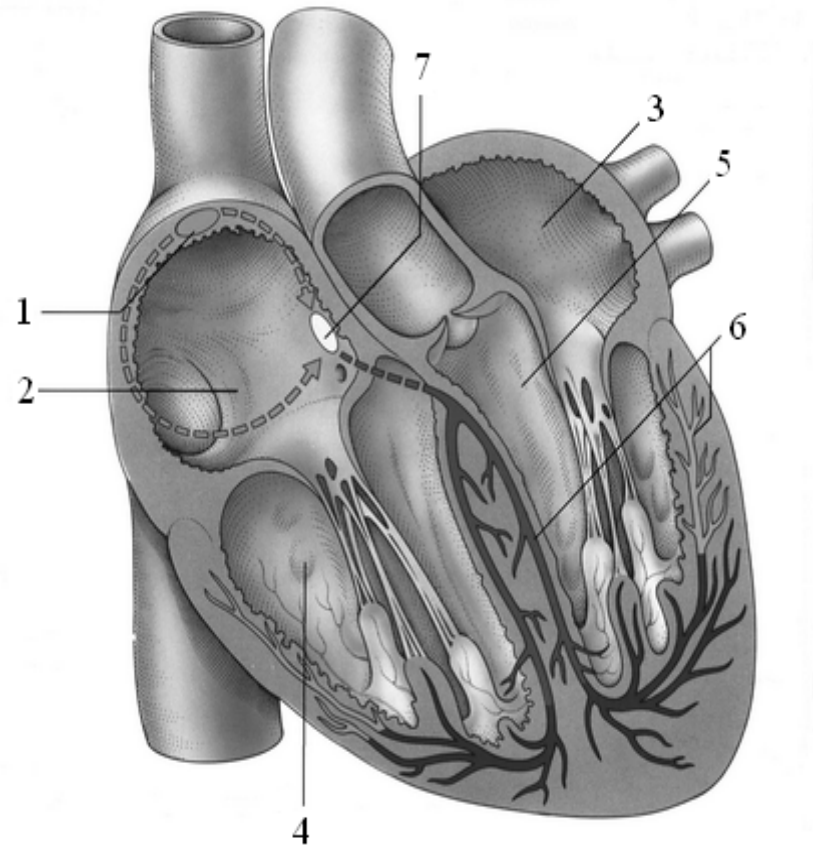


Рисунок 1.3 – Схема провідної системи серця:
1 – синусопередсердний вузол; 2 – праве передсердя; 3 – ліве передсердя; 4 – правий шлуночок; 5 – лівий шлуночок; 6 – провідні волокна; 7 – передсердно-шлуночковий вузол

Тканини провідної системи мають особливості порівняно з робочим міокардом. Вони характеризуються високою стійкістю до гіпоксії. Другою особливістю є стійкість цієї системи до підвищеної концентрації внутрішньоклітинного калію. Це забезпечує проведення збудження в таких умовах, коли кардіоміоцити стають незбудливими.

За функціональними, морфологічними та структурними особливостями провідну систему поділяють на такі відділи:

- синусно-передсердний вузол (синоатріальний) вузол;
- міжпередсердний та міжвузловий провідні шляхи;
- передсердно-шлуночковий або атріовентрикулярний вузол;
- передсердно-шлуночковий пучок (пучок Гіса);
- права та ліва ніжки Гіса;
- волокна Пуркіньє.

Вважають, що поряд з вказаними відділами провідної системи серця існують додаткові передсердно-шлуночкові шляхи. Це пучки Кента, Джеймса, Махайма, Паладіна. Імпульси, які проходять по цих шляхах, досягають шлуночків в обхід передсердно-шлуночкового вузла. Внаслідок цього можуть виникнути різноманітні шляхи надходження збудження в довільну точку шлуночка, що сприяє умовам для виникнення аритмій.

Провідна система серця починається в правому передсерді біля гирла верхньої та нижньої порожнистих вен атиповими м'язовими клітинами (Р-клітини), що утворюють синоатріальний вузол. Біля нього міститься багато нервових клітин, волокон та їх закінчень. Три міжвузлових тракти – Бахмана, Венкебаха і Торела – сполучають його з атріовентрикулярним вузлом, а міжпередсердний пучок Бахмана – з лівим передсердям.

Атріовентрикулярний (АВ) вузол розміщений у правому передсерді, в ділянці міжпередсердної перетинки, поблизу сполучнотканинного кільця, що відділяє праве передсердя від шлуночка. АВ-вузол має довжину близько 5 мм та товщину 2-3 мм.

Від атріовентрикулярного вузла відходить добре розвинута внутрішньошлуночкова провідна система, що складається з передсердно-шлуночкового пучка (Гіса) та двох основних його ніжок – правої та лівої – для кожного зі шлуночків серця. Ліва ніжка пучка Гіса розгалужується на передню та задню гілки. Кожна з ніжок поділяється далі на тонкі волокна (Пуркіньє).

Функцію проведення імпульсів мають як волокна спеціалізованої провідної системи серця, так і скоротного міокарда; в останньому випадку швидкість проведення імпульсу є значно меншою.

Вони передають імпульси від синусного вузла до скоротного м'яза серця. Обидва типи клітин мають багато контактів між собою. Для синусного вузла характерною є наявність щільної сполучної тканини, багатої на еластичні волокна, численних нервових волокон та нервових клітин. Схожу будову має і атріовентрикулярний вузол.

Ритмічну роботу серця забезпечують імпульси, що виникають у синусному вузлі (водії ритму) провідної системи серця (центр автоматизму першого порядку) . Ці імпульси розповсюджуються по провідній системі серця, яка задає необхідну частоту, рівномірність і синхронність скорочень передсердя і шлуночків. Вони проходять через передсердя, примушуючи їх скорочуватися, до атріовентрикулярного (передсердно-шлуночкового)

вузла, розташованого на межі передсердя і шлуночків. Потім збудження по провідних тканинах (пучок та ніжки Гіса, волокна Пуркіньє) розповсюджується в шлуночках, викликаючи їх скорочення. Після цього серце очікує наступного імпульсу, з якого починається новий цикл. Такий ритм роботи серця називається синусним (правильним). Якщо імпульси збудження виникають в інших ділянках серця (існують інші центри автоматизму), то ритм роботи серця називається ектопічним (неправильним).

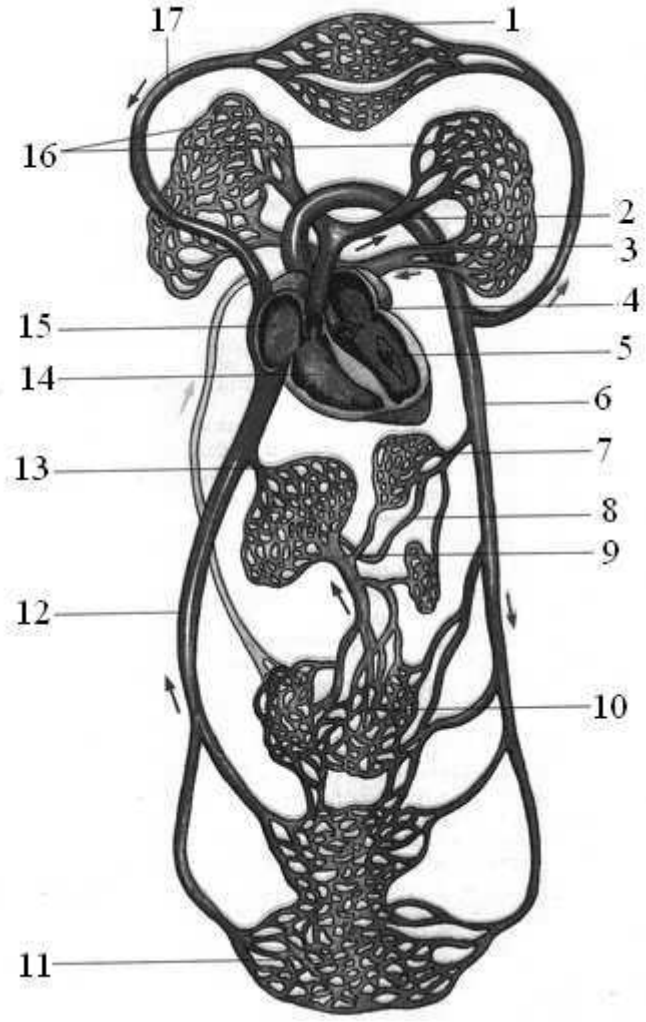


Рисунок 1.4 – Система кровообігу людини:
1 – капілярна сітка верхньої частини тіла; 2 – легенева артерія; 3 – легеневі вени; 4 – ліве передсердя; 5 – лівий шлуночок; 6 – аорта; 7 – капіляри шлунка; 8 – печінкова артерія; 9 – ворітна вена; 10 – капіляри кишок; 11 – капілярна сітка нижньої частини тіла; 12 – нижня порожниста вена; 13 – печінкова вена; 14 – правий шлуночок; 15 – праве передсердя; 16 – капілярна сітка легенів; 17 – верхня порожниста вена

ГЛОСАРІЙ

Адекватність вимірювань *(adequacy of measurings)* – відповідність сигналу процесам регуляції фізіологічного стану не тільки на рівні якісних змін, але більшою мірою відповідність кількісних параметрів сигналу процесу активації, що оцінюється.

Артеріальний тиск крові (АТ) *(arterial pressure of blood)* є найважливішим показником, широковикористовуваним у клінічній діагностиці. Зміна артеріального тиску за один серцевий цикл складається з постійної складової тиску і пульсового коливання. Найбільшого розмаху пульсові коливання тиску досягають у великих артеріях, у міру звуження судин пульсації падають, стаючи нерозрізненими в артеріолах. У клінічній практиці найбільш часто використовуються наступні параметри, що характеризують АТ крові: мінімальний (діастолічний), середній (динамічний) і максимальний (систолічний) тиск.

Аускультативний метод *(auscultative method)* виміру АТ або ***метод Н. С. Короткова*** – оснований на аналізі характерних звуків, так званих тонів Н. С. Короткова (далі тонів), які реєструються у найпростішому випадку за допомогою фонендоскопа, у дистальному відрізку артерії, безпосередньо біля нижнього краю оклюзійної манжетки при певній величині тиску повітря в манжетці.

Бічний систолічний тиск *(lateral systolic pressure)* – складова, діюча на бічну стінку артерії в період систоли

Гідростатичний метод *(hydrostatical method)* вимірювання венозного тиску – полягає в переміщенні обстежуваного за допомогою поворотного стола з горизонтального положення у вертикальне і спостереженні за зміною характеру пульсацій у манжеті, накладеної навколо шиї. Величина падіння гідростатичного тиску відповідає величині ЦВТ і близька до даних прямих вимірювань.

Гіповолемічні гіпотензії *(gipovolemical gypotenzies)* – форма зміни артеріального тиску внаслідок крововтрати. На початку помірної

крововтрати (до *10%* ОЦК) ефект перерозподілу (централізації) кровотоку виражається нормальним чи злегка підвищеним систолічним АТ внаслідок підтримки венозного притоку (перенавантаження правого шлуночка) за рахунок підвищення тонусу периферичних вен. ХОК і ЗПСО нормальні чи трохи підвищені.

Діастолічний тиск *(diastolic pressure)* являє собою величину мінімального тиску крові, що досягається до кінця діастолічного періоду серцевого циклу. Мінімальний тиск залежить від ступеня чи прохідності величини відтоку крові через систему передкапілярів, частоти серцевих скорочень, пружньов'язких властивостей артеріальних судин.

Електрична активність шкіри *(electric activity of skin)* – описує не тільки опір, але і виникнення в шкірі власних електричних потенціалів.

Інформативність вимірювань *(informing of measurings)* – забезпечення реєстрації всіх компонентів сигналу, у тому числі і тих, які простежуються у вигляді мінімальних змін сигналу.

Максимальний тиск *(maximal pressure)* – характеризує запас енергії, який має маса крові, що рухається, на даній ділянці судини.

Метод Гертнера *(method of Gertnera)* – спостерігають за тильною поверхнею руки при її повільному піднятті і фіксують момент спаду вен. Відстань від максимальної точки піднятої руки до передсердя відповідає величині венозного тиску. Метод неточний, однак підкуповує своєю простотою і доступністю.

Метод Тарханова *(method of Tarkhanova)* – метод вимірювання параметрів електродермальної активності, оснований на вимірюванні біопотенціалів на поверхні шкіри.

Метод Фере *(method of Fere)* – оснований на вимірюваннях електрошкіряної провідності (ЕШП) або електроопору шкіри. Сигнал, що отримується при цьому методі, традиційно називається шкірно-гальванічною реакцією.

Механічний *(mechanical)* спосіб вимірювання – реалізований за допомогою мікрофона або датчика тиску, що накладається на пульсуючу ділянку шкіри, наприклад, у ліктьовій ямці.

Оптичний *(optical)* спосіб вимірювання (фотоплетизмографічний) – реалізований за допомогою фотометрування змін оптичної щільності тканин з артеріальною кров'ю, наприклад, при просвічуванні нігтьової фаланги пальця руки.

Осцилометричний метод *(oscilometric method)* вимірювання параметрів АТ пов'язаний з аналізом пульсацій тиску (осциляцій), що виникають в оклюзійній манжетці, що стискає артерію, у режимі компресії (декомпресії) повітря. Для реєстрації осциляцій у повітряну магістраль манжетки вводять датчик тиску з необхідними динамічними характеристиками (аналогічно датчику прямих інвазивних вимірів).

Реографічний *(reographical)* спосіб вимірювання артеріальної пульсації – оснований на вимірюванні змін електричного опору змінного струму ділянки тканин, що містить артеріальну судину.

Середній динамічний тиск *(middle dynamic pressure)* – визначається інтегруванням поточного значення АТ за час серцевого циклу.

Серцеві гіпотензії *(cardiac gypotenzies)* – форма зміни артеріального тиску. Можуть виникнути внаслідок інфаркту міокарда, серцевої астми, декомпенсації функцій серця, токсичних і інших ушкоджень міокарда. Гемодинамичні зміни: знижується переважно артеріальний тиск, зменшується пульсовий артеріальний тиск, серцевий індекс знижений; хвилинний об'єм кровообігу нормальний чи знижений, загальний периферичний судинний опір підвищений, центральний венозний тиск підвищений.

Систолічний тиск *(systolic pressure)* – дорівнює максимальному тиску, що досягається в момент, який відповідає викиду крові із серця в аорту.

Судинні гіпотензії *(vascular gypotenzies)* (колапс). Причиною може послужити глибокий наркоз, висока спинномозкова чи перидіальна анестезія, гострі отруєння снотворними, анестезіологічними й адренолітичними засобами, гангліоблокаторами, надниркова недостатність, септичний шок. Знижується переважно діастолічний артеріальний тиск і меншою мірою систолічнй, тому пульсовий тиск збільшений. Систолічний об'єм спочатку збільшений (при легкій гіпотензії), надалі нормальний чи знижений, хвилинний об'єм кровообігу збільшений, нормальний або знижений (при різкій гіпотензії); загальний периферичний судинний опір знижений; центральний венозний тиск нормальний обо знижений.

Ударний тиск *(shock pressure)* – гемодинамічний удар.

Шкірно-гальванічна реакція (ШГР) *(leather-galvanic reaction)* – коливання електричного опору шкіри, оскільки вони супроводжуються зміною гальванічного потенціалу шкіри.

Список літератури

1. Свиридов О. І. Анатомія людини : [підручник] / Свиридов О. І. за редакцією І. І. Бобрика. – К. : Вища школа, 2000. – 399 с.
2. Людина. Навчальний посібник з анатомії та фізіології / [переклад з англ. за наук. ред. О. Заячківська, М. Гжегоцький]. – Львів : Бак, 2003. – 240 с.
3. Ганонг Вільям Ф. Фізіологія людини / Ганонг Вільям Ф. [переклад з англ., за наук. редакцією М. Гжегоцький, В. Шевчук, О. Заячківська]. – Львів : Бак, 2002. – 784 с.
4. Федонюк Я. І. Функціональна анатомія / [Федонюк Я. І., Мицкан Б. М., Попель С. Л. та ін.] за ред. Федонюка Я. І. – Тернопіль : Навчальна книга-Богдан, 2007. – 552 с.
5. Гайда С. П. Анатомія і фізіологія людини / Гайда С. П. – К. : Вища школа, 1980. – 216 с.
6. Анатомический атлас человека тела в 3-х томах / [под. редакцией Ф. Кишш, Я. Сентаготаі]. – Будапешт : Медицина, 1973.
7. Ємчик Л. Ф. Медична і біологічна фізика : [підручник] / Л. Ф. Ємчик, Я. М. Кміт. – Львів : Світ, 2003. – 592 с.
8. Покровский В. М. Физиология человека в 2-х томах / Покровский В. М., Коротько Г. Ф., Кобрин В. И. – М. : Медицина, 1997.
9. Морман Д. Физиология сердечно-сосудистой системы / Д. Морман, Л. Хеллер. – СПб. : Питер, 2000. – 256 с.
10. Синельников Р. Д. Атлас анатомии человека в 4-х томах / Р. Д. Синельников, Я. Р. Синельников. – М. : Медицина, 1996.
11. Абакумов В. Г. Біомедичні сигнали та їх обробка / В. Г. Абакумов, В. О. Геранін В. О. – К. : Век., 1998. – 402 с.
12. Дощицин В. Л. Клинический анализ электрокардиограмм / Дощицин В. Л. – М. : Медицина, 1982. – 233 с.
13. Мурашко В. В., Струтынский А. В. Электрокардиография. 5-е изд. / В. В. Мурашко, А. В. Струтынский. – М. : МЕДпресс-информ, 2001. – 312 с.
14. Витрук С. К. Пособие по функциональным методам исследования сердечно-сосудистой системы / Витрук С. К. – М. : Медицина, 1990. – 224 с.

15. Іванушкіна Н. Г. Технології високого розрізнення в електрокардіографії: Навч. посіб. / Н. Г. Іванушкіна, В. О. Фесечко. – К. : НТТУ «КІЛ», 2007. – 116 с.
16. Шанин В. В. Вычислительная электрокардиография / Шанин В. В. – М. : Мир, 1991. – 265 с.
17. Циммерман Ф. Клиническая электрокардиография / Циммерман Ф. – М. : БИНОМ, 2008.
18. Суворов А. В. Клиническая электрокардиография / Суворов А. В. – Нижний Новгород : НМИ, 1993. – 124 с.
19. Псахис М. Б. Исследование РЕГ - кривых на ЭВМ / Псахис М. Б. – М. : Медицина, 1990.
20. Лищук В. Л. Математическая теория кровообращения / Лищук В. Л. – М. : Медицина, 1991. – 230 с.
21. Полищук В. И. Техника и методика реографии и реоплетизмографии / Полищук В. И., Терехова Л. Г. – М. : Медицина, 1983.
22. Орлов В. Н. Руководство по электрокардиографии / Орлов В. Н. – М. : МИА, 1997. – 528 с.
23. Хэмптон Дж. Р. Основы ЭКГ / Хэмптон Дж. Р. – М. : Мед. лит., 2006. – 224 с.
24. Зенков Л. Р. Функциональная диагностика нервных болезней / Л. Р. Зенков , М. А. Ронкин. – М. : Медицина, 1991. – 534 с.
25. Зенков Л. Р. Клиническая эпилептология (с элементами нейрофизиодогии) / Зенков Л. Р. – М. : МИА, 2002.
26. Зенков Л. Р. Клиническая электроэнцефалография (с элементами эпилептологии). Руководство для врачей. 3-е изд. / Зенков Л. Р. – М. : МЕДпресс-информ, 2004. – 368 с.
27. Русинов В. С. Клиническая электроэнцефалография / Русинов В. С. – М. : Медицина, 1987. – 527 с.
28. Тодорів І. В. Електроенцефалографія в психіатрії / Тодорів І. В. - Івано-Франківськ : Місто НВ, 2004. – 76 с.
29. Жадин М. Н. Биофизические механизмы формирования электроэнцефалограммы / Жадин М. Н. – М. : Наука, 1984.
30. Полторацкий Р. П. Методология неврологического диагноза / Полторацкий Р. П. – К. : Здоров’я, 1991. – 96 с.

31. Шульговский В. В. Основы нейрофизиологии / Шульговский В. В. – М. : Аспект Пресс, 2000.
32. Бехтерева Н. П. Магия мозга и лабиринты жизни / Бехтерева Н. П. – М. : АСТ, Сова, 2007. – 400 с.
33. Андреева Е. А. Спектральный метод анализа электричнои активности мышц / Е. А. Андреева, О. Е. Хуторская. – М. : Наука, 1987. – 284 с.
34. Шамшинова А. М. Функциональные методы исследования в офтальмологи / А. М. Шамшинова, В. В. Волков. – М. : Медицина, 1999. – 416 с.
35. Лисенко О. М. Сучасні методи дослідження слуху людини: монографія / Лисенко О. М. – К. : КВІЦ, 2002. – 176с.
36. Функциональная диагностика в гастроэнтерологии / [Саблин О. А., Гриневич В. Б., Успенский Ю. П., Ратников В. А.]. – Спб. : РВМА, 2002. – 83 с.
37. Смирнова Г. О. Периферическая электрогастроэнтерография в клинической практике. / Г. О. Смирнова, С. В. Силуянов под ред. В. А. Ступина. – М. : Медпрактика-М, 2009. – 20 с.
38. Мачерет Е. Л. Основи електро- и акупунктури / Е. Л. Мачерет, О. О. Коркушко. – К. : Здоров'я, 1993. – 392 с.
39. Агаханян Т. М. Электронные устройства в медицинских приборах / Т. М. Агаханян, В. Г. Никитаев. – М. : БИНОМ, 2005. – 512 с.
40. Akay M. Information Technologies in Medicine / M. Akay, A. Marsh. – John Wiley and Sons Ltd, 2001. – 500 p.
41. Фрейзер О. Микрокомпьютеры в физиологии / Фрейзер О. – М. : Мир, 1990. – 180 с.
42. Дорош Н. В. Розробка алгоритмічної бази для мікроелектронних систем аналізу біомедичних сигналів / Н. В. Дорош, Г. Л. Кучмій // Вісник ДУ «Львівська політехніка». – 2000. – № 401.
43. Дорош Н. В. Моделювання поверхневого розподілу спектра Фур'є для систем нейровізуалізації біопотенціалів / Н. В. Дорош, Г. Л. Кучмій, Г. М. Мандзяк // Вісник НУ «ЛП». «Електроніка». – 2001. – № 430. – С. 109-113.
44. Дорош Н. В. Багатофункціональні генератори-синтезатори сигналів для медичних електронних систем / Н. В. Дорош, Г. Л. Кучмій,

Л. М. Смеркло // Вісник НУ «ЛП». «Електроніка». – 2002. – № 455. – С. 74-79.

45. Дорош Н. В. Методи та алгоритми підвищення точності та інформативності аналізу кардіосигналів / Н. В. Дорош, Г. Л. Кучмій // Вісник НУ «ЛП». «Елементи теорії та прилади твердотілої електроніки». – 2004. – № 512. – С. 55-57.
46. Розробка та моделювання програмного інтерфейсу з нелінійною картою ріодераку для медичних систем електропунктурної експрес-діагностики / [Н. В. Дорош, Ю. В. Кунтий, Г. Л. Кучмій, Л. М. Смеркло] // Вісник НУ «ЛП». «Комп'ютерні системи проектування. Теорія і практика». – 2005. – № 522. – С. 48-53.
47. Дорош Н. В. Моделювання алгоритмів обробки електроенцефалограм для мікрокроелектронних систем контролю електричної активності мозку / Н. В. Дорош, Г. Л. Кучмій, К. Р. Калюжна // Вісник НУ «ЛП». «Елементи теорії таприлади твердотілої електроніки». – 2005. – № 542. – С.80-84.
48. Готра З. Ю. Методи підвищення чутливості біомедичних мікроелектронних сенсорів тиску / З. Ю. Готра, Ц. В. Дорош, Г. Л. Кучмій // Сенсорна електроніка і мікросистемні технології : міжнародна науково-технічна конференція: тези доповідей. – Одеса, 2004 – С. 229.
49. Готра З. Ю. Аналіз сучасних електронних засобів для біометрії / З. Ю. Готра, Н. В. Дорош, Г. Л. Кучмій // Вісник НУ «ЛП». «Елементи теорії та прилади твердотілої електроніки». – 2006. – № 569. – С. 17-21.
50. Dorosh N. Microelektronic sensors for Medical-Biological Researches / N. Dorosh, D. Klepacki, O. Gotra // Proceedings 5-International Symposium on MTM. – Pitesti, 2001. – P. 46-49.
51. Dorosh N. Spektral Metods of Digital Signals Modeling. / N. Dorosh // Proceeding 25-International Conference IMAPS. – Poland, 2001. – P. 229-303.
52. Акулов Л. Г. Адаптивні методи в електроенцефалографічних вимірюваннях / Л. Г Акулов, Ю. П. Муха // Біомедичні технології та радіоелектроніка. – 2007. – № 1. – С. 56-60.
53. Исаков Р. В. Повышение информативности оценки вариабельности сердечного ритма / Р. В. Исаков, Т. Е. Батоцыренова,

Л. Т. Сушкова // Биомедицинские технологии и радиоэлектроника. – 2007. – № 5-6. – С.23-28.

54. Бабкин Н. Ф. Выявление признаков патологической активности на ЭЭГ с использованием вейвлет-анализа / Н. Ф. Бабкин, В. В. Котин // Биомедицинские технологии и радиоэлектроника. – 2006. – № 10. – С. 37-42.
55. Сидоренко А. В. Нелинейный анализ электромиограмм / А. В. Сидоренко, В. И. Ходулев // Биомедицинские технологии и радиоэлектроника. – 2006. – № 11. – С.23-28.
56. Біомедичні оптикоелектронні інформаційні системи і апарати, Ч.3 – Лазерні біомедичні системи: [навчальний посібник] / [Кожем'яко В. П., Готра З. Ю., Микитюк З. М. та ін.]. – Вінниця : ВДТУ, 2000. – 143 с.
57. Биотехнические системы: теория и проектирование / [Б. М. Ахутин, А. Г. Немирко, Н. Н. Перший и др.]. – СПб.: СПб.ГУ, 1981. – 220 с.
58. Паралельно-ієрархічне перетворення як системна модель оптико-електронних засобів штучного інтелекту: [монографія] / Кожем'яко В. П., Кутаєв Ю. Ф., Свєчніков С. В. та ін. – Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2003. – 324 с.
59. Паралельно-ієрархічне перетворення і Q-обробка інформації для систем реального часу: [монографія] / Ковзель М. О., Тимченко Л. І., Кутаєв Ю. Ф., та ін. – К. : КУЕТТ, 2006. – 492 с.
60. Квантові перетворювачі на оптоелектронних логіко-часових середовищах для око-процесорної обробки зображень: [монографія] / Кожем'яко В. П., Мартинюк Т. Б., Суприган О. І., Клімкіна О. Д. – Вінниця : УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2007. – 126 с.
61. Фотоплетизмографічні технології контролю серцево-судинної системи : [монографія] / Павлов С. В., Кожем'яко В. П., Петрук В. Г., Колісник П. Ф. – Вінниця : УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2007. – 254 с.
62. Tuchin V. Handbook of Optical Biomedaical Diagnostics / Tuchin V. – Bellingham : SPIE, 2002. – 1093 p.
63. Кожем'яко В. П. Оптико-електронні методи і засоби для обробки та аналізу біомедичних зображень: [монографія] / Кожем'яко В. П., Павлов С. В. , Станчук К. І. – Вінниця : УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2006. – 203 с.

64. Володарский Е. Т. Планирование и организация измерительного эксперимента / Володарский Е. Т., Малиновский Б. Н., Туз Ю. М. – К. : Вища школа, 1987. – 280 с.
65. Тимчик Г. С. Про дифракцію світлової хвилі на впродовжньо-асимметричній щілині / Тимчик Г. С. // Оптико-електронні інформаційно-енергетичні технології. – 2001. – № 2. – С. 129-134.
66. Чутники електромагнітного випромінювання для біотехнічних досліджень / [Г. С. Тимчик, В. І. Скицюк, М. А. Вайнтрауб, Т. Р. Клочко.]. – К. : МП Леся, 2004. – 64 с.
67. Мікроелектроні сенсори фізичних величин. Том 3. Книга 2 / [Вуйцік В., Готра З. Ю., Готра О. З. та ін.]. під редакцією З. Ю. Готри. – Львів : Ліга-Перес, 2007. – 367 с.
68. Кузовик В. Д. Процедура побудови математичної моделі процесу експлуатації та ремонту медичного обладнання / Кузовик В. Д., Іванець О. Б.,. Шабанова С. Ю. // Електроніка та системи управління. – 2005. – № 4. – С. 105-110.
69. Азаров О. Д. Високолінійні порозрядні АЦП з ваговою надлишковістю для систем реєстрації та обробляння сигналів: монографія / Азаров О. Д., Архипчук О. А., Захарченко С. М. – Вінниця : УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2005. – 125 с.
70. Хаїмзон І. І. Розробка та дослідження ефективності нових інформаційних технологій ведення, обробки та обліку медичної документації в умовах відділення стаціонару: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра техн. наук : спец. 05.13.02 / Хаїмзон І. І. – К., 1995. – 30 с.
71. Основи метрології та вимірювальної техніки. Основи метрології: [підручник]: 1 т. / Дорожець М., Мотало В., Стадник Б. та ін. за ред. Б. Стадника. – Львів : Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2005. – 532 с.
72. Иванов А. П. Оптика рассеивающих сред : [монография] / Иванов А. П. – Минск : Наука и техника, 1969. – 592 с.
73. Чандрасекар С. Перенос лучистой энергии / Чандрасекар С. – М. : Изд. иностр. лит., 1953. – 431 с.
74. Кузьмич В. В. Основные принципы и особенности транскутанной «отражательной» оксиметрии / В. В. Кузьмич // Мед. техника. – 1993. – № 3. – С. 36-42.

75. Прикладная лазерная медицина: учебное и справочное пособие / [под ред. Х. П. Берльена, Г. Й. Мюллера]. – М. : Интерексперт, 1997. – 356 с.
76. Биологическая и медицинская кібернетика: [справочник] / [Минцер О. П., Молотков В. Н. и др.]. – К. : Наукова думка, 1986. – 374 с.
77. Кожем'яко В. П. Оптичний метод діагностики мікроциркуляциркуляторних порушень в хребетно-рухомих сегментах / В. П. Кожем'яко, С. В. Павлов, П. Ф. Колісник [та ін.] // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. – 1998. – № 3. – С. 131-136.
78. Павлов С. В. Анализ оптических методов оценки физиологических свойств кожи / С. В. Павлов, Рами Хамди, П. Ф. Колесник [и др.] // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. – 1998. – № 3. – С.137-141.
79. Кожем'яко В. П. Оптичні методи оцінки мікроциркуляції в щелепно-лицьовій області / В. П. Кожем'яко, С. В. Павлов, Я. О. Гальченко, О. С. Барило // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. – 1999. – № 3. – С. 56-60.
80. Павлов С. В. Лазерний діагностичний комплекс аналізу мікроциркуляторних порушень при запальних процесах щелепно-лицьової ділянки / С. В. Павлов, О. С. Барило, Я. О. Гальченко [та ін.] // Український журнал медичної техніки та технології. – 2000. – № 1-2. – С. 37-39.
81. Кожем'яко В. П. Застосування KVP-перетворень в засобах представлення інформації / В. П. Кожем'яко, С. В. Павлов, О. І. Понура, К. В. Кожем'яко // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. – 2000. – № 1. – С. 101-106.
82. Кожем'яко В. П. Аналіз зображень вторинної флюоресценції при діагностиці захворювань рогівки / В. П. Кожем'яко, Й. Р. Салдан, С. В. Павлов [та ін.] // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. – 2000. – № 3. – С. 147-149.
83. Kozhemyako V. P. Method of Cardio-Vascular System State Estimation by Level of Eye Conjunctiva Microcirculation / V. P. Kozhemyako, S. V. Pavlov, S. V. Chepornyuk // Реєстрація, зберігання і обробка даних. – 2000. – Т.2, № 4. – С. 57-61.

84. Павлов С. В. Ефективність застосування лазерних технологій в медичній практиці / С. В. Павлов, Т. Т. Ошовська, С. Є. Тужанський [та ін.] // Оптико-електронні інформаційно-енергетичні технології. – 2001. – № 2. – С. 120-123.
85. Салдан Й. Р. Застосування оптико-електронних інформаційних систем для аналізу мікроциркуляції кон'юнктиви ока / Й. Р. Салдан, С. В. Павлов, П. Ф. Колісник [та ін.] // Оптико-електронні інформаційно-енергетичні технології. – 2001. – № 2. – С. 124-128.
86. Годованюк В. Н. Состояние и перспективы микрофото-электронного комплекса в Черновицком регионе Украины / В. Н. Годованюк, Ю. Г. Добровольский, С. Э. Остапов [и др.] // Прикладная физика, 2003. – № 3. – С. 72-83.
87. Сахновский М. Ю. Исследование оптических свойств светорассеивающих сред с малым удельным поглощением: дисс. канд. физ.-мат. наук: спец. 05.11.07. / М. Ю. Сахновский – СПб. : ГОИ, 1965. – 154 с.
88. Приезжев А. В. Лазерная диагностика в биологии и медицине / Приезжев А. В.,Тучин В. В., Шубочкин Л. П. – Г. : Наука, 1989. – 238 с.
89. Павлов С. В. Методи обробки біосигналів із застосуванням фільтрації / С. В. Павлов, К. І. Станчук, Мохамед Ель-Хатіб, О. М. Семенець // Вимірювальна обчислювальна техніка в технологічних процесах. – 2001. – № 2. – С. 96-100.
90. Павлов С. В. Метрологічний аналіз інформаційно-вимірювального каналу оптико-електронної системи для дослідження мікроциркуляції / С. В. Павлов, Мохамед Ель-Хатіб, М. В. Матохнюк, О. М. Семенець // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. – 2001. – № 3. – С. 36-39.
91. Кожем'яко В. П. Оптоелектронний метод вивчення судинних і мікроциркуляторних порушень у хребетно-рухомих сегментах за коефіцієнтом асиметрії / В. П. Кожем'яко, С. В. Павлов, П. Ф. Колісник [та ін.] // Український журнал медичної техніки і технології. – 2001. – № 1. – С. 27-32.
92. Володарський Є. Т. Статистична обробка даних / Є. Т. Володарський, Л. О. Кошева. – К. : НАУ, 2008. – 308 с.

93. Кузьмин И. В. Оценка эффективности автоматических систем контроля и управления / Кузьмин И. В. – М. : Советское радио, 1971. – 296 с.
94. Ротштейн О. П. Спосіб оцінки стану серцево-судинної системи методом нечітких множин / О. П. Ротштейн, С. В. Павлов, П. Ф. Колісник [та ін.] // Применение лазеров в медицине и биологии : XXV междунар. науч.-практ. конф., Луцк, 24-28 мая 2006 г. : тезисы докл. – Харьков, 2006. – С. 127-128.
95. Ротштейн А. П. Медицинская диагностика на нечеткой логике / Ротштейн А. П. – Винница : Континент, 1996. – 132 с.
96. Ситько С. П. Аппаратное обеспечение современных технологий квантовой медицины / Ситько С. П., Скрипник Ю. А., Яненко А. Ф. – «Федос Лтд.» – К. : 1999. – 199 с.
97. Шарпан О. Б. Дослідження частотних і часових характеристик протяжних невзаємних об'єктів модифікованим методом спектрометрії // Вісник ЖДТУ / Технічні науки. – 2005. – № 2 (31). – Том 1. – С. 144-149.
98. Шарпан О. Б. Оцінка впливу неоднорідності біотканини на чутливість частотного розподілу комплексного електричного імпедансу / О. Б. Шарпан, Д. В. Безякіна // Наукові вісті НТУУ «КПІ». – 2005. – № 6. – С. 14-18.
99. Рибін О. І. Аналіз пульсограм на базі процедури нормалізації ортогональних перетворень REX / О. І. Рибін, Т. В. Сакалош, О. Б. Шарпан // Наукові вісті НТУУ «КПІ». – 2005. – № 4. – С. 29-33.
100. Рыбин А. И. Коэффициенты трансформант нормализованных ортогональных преобразований и диагностика пульсограмм / А. И. Рыбин, О. Б. Шарпан, Е. Г. Григоренко, Т. В. Сакалош // Вісник НТУУ «КПІ». Сер. приладобудуваня. – 2005. – Вип. 30. – С. 148-156.
101. Гусєва О. В. Оцінка чутливості вимірювань потенціалів при багатоканальній імпедансній томографії / О. В. Гусєва , В. І. Найденко, О. Б. Шарпан // Наукові вісті НТУУ «КПІ». – 2006. – № 1. – С.12-18.
102. Шарпан О. Б. Аналіз характеру залежності між пульсовим тиском в артерії та амплітудою неінвазивно зареєстрованого пульсового сигналу / О. Б. Шарпан, О. П. Мітров // Вісник НТУУ «КПІ». Сер. радіотехніки і радіоапаратобудування. – 2006. – № 33. – С. 136-141.

103. Акаев А. А. Оптические методы обработки информации / А. А. Акаев, С. А. Майоров. – М. : Высшая школа., 1988. – 214 с.
104. Циделко В. Д. Метрологическое обеспечение ЭВМ / В. Д. Циделко, Н. Д. Яремчук. – К. : УМК ВО, 1988. – 100 с.
105. Кожем'яко В. П. Оптико-електронні біотелеметричні системи для підтримки прийняття рішень / В. П. Кожем'яко, С. В. Павлов, П. Ф. Колесник, І. І. Бурденюк // Internet. Education. Science. Proceedings of Fifth International Conference "New Information and Computer Technologies in Education and Science "IES-2006". – Vinnytsia, 2006. – V.2. – P. 621-623.
106. Бариляк А. Я. Ефективність застосування лазерних технологій в стоматології / А. Я. Бариляк, С. В. Павлов, О. С. Барило, І. В. Шевчук // Применение лазеров в медицине и биологии : XXVI междунар. науч.-практ. конф., Ялта, 11-14 октября 2006 г. : тезисы докл. – Харьков, 2006. – С. 14-15.
107. Павлов С. В. Оптоэлектронная информационно-измерительная система анализа гемодинамики сердечно-сосудистой системы / С. В. Павлов, И. В. Мысловский, Н. В. Ганыш // Применение лазеров в медицине и биологии : XXVI междунар. науч.-практ. конф., Ялта, 11-14 окт. 2006 г. : тезисы докл. – Харьков, 2006. – С. 161-162.
108. Павлов С. В. Оптоелектронні технології аналізу мікроциркуляції в щелепно-лицьовій області / С. В. Павлов, О. С. Барило, Ахмед Авад // Сучасні проблеми мікроелектроніки, радіоелектроніки, телекомунікації та приладобудування (СПМРТП-2006) : ІІ міжнар. наук.-техн. конф., Вінниця, 16-19 лист. 2006 р. : тези доп. – Вінниця, 2006 – С. 153-154.
109. Коробов А. М. Перспективність застосування фотонних технологій в біомедичній практиці / А. М. Коробов, С. В. Павлов, А. С. Васюра [та ін.] // Применение лазеров в медицине и биологии. Шестые Васильевские чтения : XXVII междунар. науч.-практ. конф., Харьков, 18-21 апр. 2007 г. : тезисы докл. – Харьков, 2007. – С. 28-29.
110. Кожем'яко В. П. Багатофункціональний прилад віддаленого діагностування / В. П. Кожем'яко., С. В. Павлов, О. В. Шевченко // Применение лазеров в медицине и биологии. ІІ Шахбазовские чтения : XXVIII междунар. науч.-практ. конф., Ялта, 21-24 окт. 2007 г. : тезисы докл. – Харьков, 2007. – С. 130-132.

111. Павлов С. В. Фотоплетизмографічні технології при аналізі периферійної мікроциркуляції у щелепно-лицьовій області / С. В. Павлов, В. Б. Василенко, О. С. Барило // Применение лазеров в медицине и биологии. II Шахбазовские чтения : XXVIII междунар. науч.-практ. конф., Ялта, 21-24 окт. 2007 г. : тезисы докл. – Харьков, 2007. – С. 132-134.
112. Петрук В. Г. Дослідження інтерактивного поляризаційного спектро-екстинкциметра / В. Г. Петрук, С. М. Кватернюк, В. І. Солоненко, С. В. Павлов // Применение лазеров в медицине и биологии. II Шахбазовские чтения : XXVIII междунар. науч.-практ. конф., Ялта, 21-24 окт. 2007 г. : тези доп. – Харьков, 2007. – С. 134-135.
113. Бугер П. Оптический трактат о градации света / Бугер П. – М. : – Л. : Изд. АН СССР, 1950. – 479 с.
114. Гуревич М. М. Поправки к измерениям свойств светорассеивающих веществ при помощи шара Ульбрихта / М. М. Гуревич // Тр. ГОИ. – 1931. – Т.6, № 59. – С. 27-39.
115. Kubelka P. Ein Beitrag zur Optik der Farbanstriche / P. Kubelka, F. Munk / Zeits. fur techn. Physik. – 1931. – Vol. 12. – P. 593-601.
116. Петрук В. Г. Спектрофотометрія світлорозсіювальних середовищ / Петрук В. Г. – Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2000. – 207 с.
117. Захаров И. П. Теория неопределенности в измерениях : учеб. пособ. / И. П. Захаров, В. Д. Кукуш. – Харьков : Консум, 2002. – 256 с.
118. Богачук В. В. Оцінка комбінованої стандартної невизначеності вимірювань вологості сипучих матеріалів / В. В. Богачук, В. В. Кухарчук, С. Ш. Кацив, І. К. Говор // Вісник ВПІ. – 2007. – № 3. – С. 59-66.
119. Утц С. Р. Применение неинвазивных методов диагностики в экспериментальной дерматологии / Утц С. Р., Кнушке П., Синичкин Ю. П. : вестник дерматологии. – 1997. – № 1. – С. 13-16.
120. Продеус А. Н. Экспертные системы в медицине / А. Н. Продеус, Е. Н. Захрабова. – К. : ВЕК, 1998. – 320 с.
121. Arnost Fronek Noninvasive Diagnostic in Vascular Disease / Arnost Fronek – McGraw-hill Book Company, 1989. – P. 22-25.
122. Кирчик В. С. Качественная оценка эффективности систем диагностирования. Повышение качества и надежности

промышленных изделий. / Кирчик В. С., Красников В. С., Толасов В. А. – Л., 1978.
123. Павлов С. В. Разработка и исследование оптоэлектронной информационно-измерительной системы преобразования биомедицинской информации / Дисс. кандидата техн. наук : спец. 05.11.17 / Павлов Сергей Владимирович. – Винница, 1995. – С. 114.
124. Назаренко Л. А. Оптимизация конструкции диффузной интегрирующей сферы и способа измерения спектральных коэффициентов отражения / Л. А. Назаренко, В. И. Полевой, А. Д. Купко [и др.] // Український метрологічний журнал. – 2000. – № 2. – С. 40-44.
125. Spigulis J. Optical non-invasive monitoring of skin blood pulsations / J. Spigulis // Appl. Optics. – 2005. – Vol. 44. – P. 1850-1857.
126. Петрук В. Г. Аналіз спектрів дифузного відбивання інтактної і травмованої біотканини / В. Г. Петрук, М. А. Томчук, О. І. Моканюк // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. – 1998. – № 2. – С. 149-151.
127. Гуревич М. М. Фотометрия :теория, методы и приборы / Гуревич М. М. – СПб. : Энергоатомиздат, 1983. – 204 с.
128. Петрук В. Г. Аналіз трансформації світлового поля у інтегрувальному резонаторі / В. Г. Петрук, М. А. Томчук, В. С. Гаркушевський // Вісник ВПІ. – 1997. – № 1. – С. 88-93.
129. Петрук В. Г. Розробка та аналіз математичної моделі трансформації випромінювання біотканиною / В. Г. Петрук, М. А. Томчук, Г. О. Черноволик , Ю. А. Бозняк // Вісник ВПІ. – 2000. – № 2. – С. 18-22.
130. Ротштейн А. П. Прогнозирование футбольных матчей на основе нечеткой модели с генетико-нейронной настройкой / А. П. Ротштейн , М. Познер, А. Б. Ракитянская // Кибернетика и системный анализ. – 2005. – № 4. – С. 171-183.
131. Петрук В. Г. Компьютерно-измерительная система диагностики онкопаталогий / В. Г. Петрук, В. А. Поджаренко, В. В. Кухарчук [та ін.] // Матер. НТК с междунар. участ. : Приборостроение-92. – Винница–Керчь, 1992. – С. 74.

132. Кожем’яко В. П. Аналіз кореляційних методів обробки зображень / В. П. Кожем’яко, К. І. Станчук // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. – 2000. – № 3. – С. 150-154.
133. Власова С. П. Фотоплетизмограмма в оценке ремоделирования и реактивности артерий у больных с гипертонической болезнью / С. П. Власова , П. А. Лебедев, Л. И. Калакутский // Фундаментальные исследования и прогресс в кардиологии : Конгресс ассоциации кардиологов стран СНГ. – Санкт-Петербург, 2003. – С.164.
134. Allen J. Photoplethysmography and its application in clinical physiological measurements / Allen J. // Physiol. Meas. – 2007. – Vol. 28. – P. Rl-R39.
135. Полішко С. П. Точність засобів вимірювань : [пер. з рос. Клінченко В. В.] / С. П. Полішко, О. Д. Трубенок. – К. : Вища школа, 1992. – 173 с.
136. Новицкий П. В. Оценка погрешностей результатов измерений / П. В. Новицкий, И. А. Зограф. – Л. : Энергоатомиздат, 1985. – 247 с.
137. Поджаренко В. А. Метрологические основы компьютерно-измерительной техники : учебн. пособ. / В. А. Поджаренко, В. В. Кухарчук. – К. : УМК ВО, 1989. – 216 с.
138. Уэлстид С. Фракталы и вейвлеты для сжатия изображений в действии : учебн. пособ. / С. Уэлстид. – М. : Триумф, 2003 – 320 с.
139. Сахновский М. Ю. О точности спектрофотометрических измерений на интегральном шаровом фотометре / Сахновский М. Ю. ред. ЖПС. – Минск, 1981. – 14с. – Деп. ВИНИТИ, № 5467-81.
140. Бухштаб М. А. Измерения малых оптических потерь / Бухштаб М. А. – СПб. : Энергоатомиздат, 1988. –156 с.
141. Багаев С. Н. Спектрометр светового рассеивания для задач медицинской диагностики / С. Н. Багаев, В. А. Орлов, С. В. Панов // Медицинская диагностика. – 1995. – № 3. – С. 8-10.
142. Хайруллина А. Я. Оптические и биофизические параметры биотканей в норме и патологии, методы их определения в видимой и ближней ИК-областях спектра, основанные на многократном рассеянии / А. Я. Хайруллина // Инженерно-физ. журнал. – 1996. – Т.69, № 3. – С.390-398.

143. Гайбуллаев Б. А. Об использовании волоконно-оптических устройств при транскутантной диагностике / Б. А. Гайбуллаев, В. Д. Козлов , А. Я. Хайрулина // ЖПС. – Т. 59, № 5-6. – 1993. – С. 588-590.
144. Хайруллина А. Я. О возможности оптической диагностики одно- и многослойных структур, моделирующих органы человека / А. Я. Хайруллина, Т. В. Олейник, И. Л. Кацев // Оптика и спектроскопия. – 1993. – Т. 75, вып. 1.– С. 130-137.
145. Дерябін Е. І. Застосування фотоплетизмографії для дослідження локального кровотоку щелепно-лицьової області / Е. І Дерябін., Е. Е. Двінянінова, В. Г. Ваганова [та ін.] // Лазерна медицина. – № 3 (2). – 1999. – С. 72-26.
146. Шабаров В. Л. Рассеяние оптического излучения биологическими тканями / В. Л. Шабаров, В. Н. Жогун, А. П. Иванов [и др.] // ЖПС. – Т.47, № 5. – 1987. – С. 825-829.
147. Петрук В. Г. Метод біомедичної експрес-діагностики за спектрами дифузного відбивання з застосуванням виносного інтегруючого зонда / В. Г. Петрук, І. В. Васильківський, М. А. Томчук, В. В. Погорілий // Матер. НК з міжнар. участю. – Хмельницький : ТУП. – 1995. – С. 237.
148. Петрук В. Г. Фізико-хімічний механізм антистоксового поглинання гуморальними середовищами з позиції координаційної теорії кристалічного поля / В. Г. Петрук // Вісник ВПІ. – 1995. – № 2. – с. 78-82.
149. Утц С. Р. Флюоросцентная спектроскопия кожи / С. Р. Утц, Й. Барт, П. Кнушке // Вестник дерматовенерологии. – 1989. – № 6. – С. 20-23.
150. Кравченко В. И. Неинвазивный оптический метод определения коэффициентов раасеяния и удельного объема крови в биологической ткани in vivo / В. И. Кравченко, С. А. Мамилов, Ю. С. Плаксий [и др.] // Журнал прикладной спектроскопии. – 2005. – Т. 72, № 1. – С. 119-123.
151. Науменко Е. К. Выбор длин волн для устойчивого определения концентраций производных гемоглобина по спектрам поглощения эритроцитов / Е. К. Науменко // ЖПС. – 1996. – Т.63, № 1. – С.60-66.
152. Хайруллина А. Я. Определение оптических констант гемоглобина в эритроцитах методами светорассеяния : Механизмы регуляции в

системе крови. Ч. II. / Хайруллина А. Я. – Красноярск, 1978. – С.135-136.
153. Khairullina A. Ja. Multi wavelenght pulse oximetry in the measurement of gemoglobin fractions. SPIE, 1996. – Vol. 2676. – P. 332.
154. Дубова Г. С. Спектры миллимолярных показателей поглощения метгемоглобинов цельной крови в диапазоне длин волн 660-1000 нм / Г. С. Дубова, Э. А. Мишуров, А. Я. Хайруллина // ЖПС. – Т.44, 1986. – № 3. – С. 446-449.
155. Дубова Г. С. Определение спектров поглощения гемоглобина методами светорассеяния / Г. С. Дубова, А. Я. Хайруллина, С. Ф. Шумилина // ЖПС. – Т. 27, № 5. – 1977. – С. 871-878.
156. Kourganoff V. Basic methods in transfer problems / V. Kourganoff, J. W. Busbridge // Clarendon Univ. Press. – Oxford, 1952. – P. 282.
157. Хайруллина А. Я. Исследование биоклеток методами светорассеяния : Распространение света в дисперсной среде. / Хайруллина А. Я. – Минск. : Наука і техніка, 1982. – С. 275-292.
158. Будяк В. Н. Метод и прибор с микропроцессорной обработкой информации для неинвазивного определения гемоглобина в тканях человека / В. Н. Будяк, В. М. Корсунский, А. А. Снегур [и др.] // Український журнал медичної техніки і технології. – 1998. – № 4. – С. 50-56.
159. Медико-технические требования на безманжетный анализатор гемодинамики сердечно-сосудистой системы / В. П. Кожемяко, С. В.Павлов [и др.] / утв. Президией Комитета по новой медицинской технике Украины 29. 06. 94. – К. : 1994. – 11 с.
160. Хайруллина А. Я. Банк данных по оптическим и биофизическим свойствам крови, биотканей и биожидкостей в видимой и ближней ИК-области спектра / А. Я. Хайруллина, Т. В. Олейник, Л. М. Буй // Оптический журнал. – 1997. – Т. 64, № 3.– С. 91-97.
161. Приезжев А. В. Лазерная диагностика в биологии и медицине / Приезжев А. В., Тучин В. В., Шубочкин Л. П. – Г. : Наука, 1989. – 238 с.
162. Хайруллина А. Я. О закономерностях наравленного и диффузного пропускания монослоев частиц с различной плотностью упаковки и оптическими свойствами / А. Я. Хайруллина // Оптика и спектроскопия. – 1982. – Т. 53, № 6. – С. 1043-1048.

163. Петрук В. Г. Неінвазивна експрес-діагностика «КРАШ»-синдрому на основі вимірювального контролю спектрів дифузного відбивання біотканин / В. Г. Петрук, М. А. Томчук, В. В. Столяр, В. В. Мельник // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. – Хмельницький : ТУП. – Вип. № 3. – 1999. – С. 147-151.
164. Думенко В. П. Спектрофотометричні методи для аналізу показників крові / В. П. Думенко, С. В. Павлов, Н. В. Мазур // Оптико-електронні інформаційно-енергетичні технології. // 2006. – № 1 (11). – С. 156-159.
165. Думенко В. П. Інформаційні технології перетворення фотоплетизмографічних сигналів / В. П. Думенко, О. Д. Азаров, С. В. Павлов, В. П. Мисловський // Оптико-електронні інформаційно-енергетичні технології. – 2007. – № 1 (13). – С. 128-133.
166. Думенко В. П. Інформаційні технології для оброблення фотоплетизмографічної інформації / В. П. Думенко, С. В. Павлов, В. І. Солоненко // Оптико-електронні інформаційно-енергетичні технології. – 2007. – № 2 (14). – С.193-197.
167. Думенко В. П. Аналіз методів взаємодії оптичного випромінювання з біотканинами і шляхи їх удосконалення / В. П. Думенко, С. В. Павлов, Т. І. Козловська, С. М. Марков // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах : розділ «Біомедичні вимірювання і технології» – 2008. – № 2. – С. 129-135.
168. Думенко В. П Застосування методу Монте-Карло для аналізу оптичних характеристик біологічного середовища / В. П. Думенко, С. В. Павлов, Т. І. Козловська // Оптико-електронні інформаційно-енергетичні технології. – 2008. – № 2 (16). – С. 139-144.
169. Думенко В. П. Оптоелектронна інформаційна система для дослідження мікроциркуляції периферійних судин / В. П. Думенко, М. В. Матохнюк, І. Я. Островський, А. І. Лученко // Photonics-ODS’01 : міжнар. наук.-техн. конф., 27-28 квіт. 2001 р. : тези доп. – Вінниця, 2001. – С. 47.
170. Думенко В. П. Перспективність оптико-електронних методів при діагностиці уражень судин у хворих на СВЧ / В. П. Думенко, М. А. Станіславчук, С. В. Павлов, С. В. Шевчук // Photonics-ODS’02 :

міжнар. наук.-техн. конф., 27-28 квіт. 2002 р. : тези доп. – Вінниця. – 2002. – С. 55.

171. Думенко В. П. Аналіз лазерних систем для біомедичних досліджень / В. П. Думенко, П. Г. Прудиус, А. С. Чернуха // Photonics-ODS'2005 : III міжнар. наук.-техн. конф. з оптоелектронних інформаційних технологій, 27-28 квіт. 2005 р. : тези доп. – Вінниця, 2005. – С. 157-158.
172. Думенко В. П. Оптичні методи визначення гемодинамічних показників серцево-судинної системи / В. П. Думенко, Н. В. Мазур // Photonics-ODS'2005 : III міжнар. наук.-техн. конф. з оптоелектронних інформаційних технологій, 27-28 квіт. 2005 р. : тези доп. – Вінниця, 2005. – С. 165-166.
173. Думенко В. П. Аналіз біофізичного механізму дії лазерного випромінювання на тканину / В. П. Думенко, З. Ю. Готра, Н. В. Ганиш [та ін.] // Применение лазеров в медицине и биологии : XXV междунар. науч.-практ. конф., 24-28 трав. 2006 р. : тези доп. – Луцк, 2006. – С. 100.
174. Думенко В. П. Біосенсори на основі ефекту поверхневого плазменного резонансу / В. П. Думенко, А. О. Калініна // Применение лазеров в медицине и биологии : XXV междунар. науч.-практ. конф., 24-28 трав. 2006 р. : тези доп. – Луцк, 2006. – С. 101.
175. Думенко В. П. Оптичний метод діагностики стану периферійних судин / В. П. Думенко, П. Ф. Колісник, І. В. Мисловський, В. В. Хомовський // Применение лазеров в медицине и биологии : XXV междунар. науч.-практ. конф., 24-28 трав. 2006. : тези доп. – Луцк, 2006. – С. 69-70.
176. Патент 19123 UA, МКВ A 61 B 10/00. Спосіб виявлення позитивних чутливих точок у хворих на фіброміалгію / Хоменко В. М., Павлов С. В., Станіславчук М. А., Думенко В. П.; заявл. 16. 02. 2006 – Бюл. № 12. – 3 с.
177. Думенко В. П. Нейронные системы на квантрон-автоматах / В. П. Думенко, В. П. Кожемяко, Л. А. Волонтырь, А. А. Штельмах // междунар. науч.-молодеж. шк., 28 сентября – 3 октября 2009 р. : тезисы докл. – Донецк, 2009. – С. 9-11.
178. Делоне Н. Б. Атом в сильном поле лазерного излучения / Делоне Н. Б. – М. : ФИЗМАТДИТ, 2002. – 64 с.

179. Зеге Э. П. Отражение и пропускание света рассеивающим слоем с отражающими границами / Э. П. Зеге, И. Л. Кацев // ЖПС. – 1979.– Т.31, № 2.– С. 327-333.
180. Будяк В. Н. Метод и прибор с микропроцессорной обработкой информации для неинвазивного определения гемоглобина в тканях человека / В. Н. Будяк, В. М. Корсунский, А. А. Снегур [и др.] // Український журнал медичної техніки і технології. – 1998. – № 4. – С. 50-56.
181. Медико-технические требования на безманжетный анализатор гемодинамики сердечно-сосудистой системы / В. П. Кожемяко, С. В. Павлов : утв. Президией Комитета по новой медицинской технике Украины 29. 06. 94. – К., 1994. – 11 с.
182. Хайруллина А. Я. Банк данных по оптическим и биофизическим свойствам крови, биотканей и биожидкостей в видимой и ближней ИК-области спектра / А. Я. Хайруллина, Т. В. Олейник, Л. М. Буй // Оптический журнал. – 1997. – Т.64, № 3. – С. 91–97.
183. Петрук В. Г. Неінвазивна експрес-діагностика «КРАШ»-синдрому на основі вимірювального контролю спектрів дифузного відбивання біотканин / В. Г. Петрук, М. А. Томчук, В. В. Столяр, В. В. Мельник // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. – Хмельницький : ТУП. – Вип. № 3. – 1999. – С. 147-151.
184. Павлов С. В. Оптикоелектронні інформаційні технології для дослідження трофічного комплексу тканин / С. В. Павлов, П. Ф. Колісник, В. П. Думенко , Т. І. Козловська // Применение лазеров в медицине и биологии : XXXII междунар. науч.-практ. конф., 7-10 октября 2009 г. : тезисы докл. – Гурзуф, 2009. – С. 198-200.
185. Злепко С. М. Апаратно-програмний комплекс для оцінювання функціонального стану людини / С. М. Злепко, Л. Г. Коваль, С. В. Тимчик, В. П. Думенко // Сучасні проблеми радіоелектроніки, телекомунікацій та приладобудування : міжнар. наук.-техн. конф., Ч. 2, 8-10 жовт. 2009 р. : тези доп. – Вінниця, 2009. – С. 41-42.

Методичне видання

Валерій Георгійович Абакумов
Зенон Юрійович Готра
Сергій Макарович Злепко
Сергій Володимирович Павлов
Валентина Борисівна Василенко
Олександр Іванович Рибін

РЕЄСТРАЦІЯ, ОБРОБКА ТА КОНТРОЛЬ БІОМЕДИЧНИХ СИГНАЛІВ

Навчальний посібник

Редактор В. Дружиніна
Коректор З. Поліщук
Оригінал-макет підготовлено С. Павловим

Підписано до друку 13.12.2011 р.
Формат 29,7×42 1/4 . Папір офсетний
Гарнітура Times New Roman
Друк різографічний . Ум. друк. арк. 22,9
Наклад 300 (1-й запуск 1-100) прим. Зам. № 2011-193

Вінницький національний технічний університет,
навчально-методичний відділ ВНТУ.
21021, м.Вінниця, Хмельницьке шосе, 95,
ВНТУ, ГНК, к. 114.
Тел.: (0432) 59-87-36.
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи
серія ДК № 3516 від 01.07.2009 р.

Віддруковано в Вінницькому національному технічному університеті
в комп'ютерному інформаційно-видавничому центрі.
21021, м.Вінниця, Хмельницьке шосе, 95,
ВНТУ, ГНК, к. 114.
Тел.: (0432) 59-87-38.
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи
серія ДК № 3516 від 01.07.2009 р.