

Міністерство освіти і науки України
Вінницький національний технічний університет

**МЕТОДИ І ЗАСОБИ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ
ФУНКЦІОНАЛЬНОГО СТАНУ СПОРТСМЕНІВ-
БАГАТОБОРЦІВ**

Монографія

За загальною редакцією С. М. Злепка, М. В. Московко

Вінниця
ВНТУ
2017

УДК 004.9:796.015

М 54

Автори:

С. М. Злепка, М. В. Московко, С. В. Тимчик, С. В. Костішин

Рекомендовано до друку Вченою радою Вінницького національного технічного університету Міністерства освіти і науки (протокол №99 від 26.10.2016 р.).

Рецензенти:

Коваленко О. С., доктор медичних наук, професор;

Кожем'яко В.П., доктор технічних наук, професор.

М 54 Методи і засоби для визначення функціонального стану спортсменів-багатоборців : за заг. ред. С. М. Злепка і М.В. Московко. – Вінниця : ВНТУ, 2017. – 176 с.

ISBN 978-617-7237-31-9

Монографія присвячена удосконаленню існуючих та розробленню нових моделей і методів для визначення функціонального стану спортсменів-багатоборців.

УДК 004.9:796.015

ISBN 978-617-7237-31-9

© С.Злепка, М.Московко, С.Тимчик, С. Костішин, 2017

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ	5
ВСТУП.....	6
РОЗДІЛ 1 ТЕОРЕТИЧНІ І МЕТОДОЛОГІЧНІ ЗАСАДИ АНАЛІТИЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ І СУПРОВОДЖЕННЯ ТРЕНУВАЛЬНОГО ПРОЦЕСУ СПОРТСМЕНІВ	9
1.1 Структуризація тренувально-змагального процесу спортсменів	9
1.2 Існуючі методи, засоби та комплекси для оцінювання підготовленості спортсменів.....	20
1.3 Комплексний критеріальний контроль за рівнем функціональної готовності.....	29
1.4 Принципи вибору і критерії оцінювання спортсменів	35
1.5 Кількісне визначення енергетичних і швидкісно-силових критеріїв оцінювання	39
1.6 Графологічна структура фізіологічних показників.....	43
РОЗДІЛ 2 МЕТОДИ І МОДЕЛІ ДЛЯ ОЦІНЮВАННЯ І ВИЗНАЧЕННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО СТАНУ СПОРТСМЕНІВ	54
2.1 Методи визначення функціонального стану спортсменів- багатоборців.....	54
2.2 Моделювання функціонального стану спортсмена	71
2.3 Інформаційна модель особистості спортсмена	76
2.4 Інформаційна модель змагальної діяльності і досягнення спортивного результату	87
2.5 Методика визначення рівня підготовленості спортсменів- багатоборців	
РОЗДІЛ 3 БІОТЕХНІЧНА СИСТЕМА ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО СТАНУ СПОРТСМЕНІВ-БАГАТОБОРЦІВ	103
3.1 Структурно-функціональна організація БТС	103
3.2 Автоматизоване робоче місце спортивного лікаря	109
3.3 Підсистема підтримки прийняття рішень автоматизованого робочого місця спортивного лікаря	119

3.4 Неінвазивний автоматизований вимірювач артеріального тиску	139
3.5 Мобільний електрокардіограф	139
3.6 Електронний термометр.....	139
3.7 Інтерфейсне забезпечення біотехнічної системи	139
РОЗДІЛ 4 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМ ТА АВТОМАТИЗОВАНОГО РОБОЧОГО МІСЦЯ СПОРТИВНОГО ЛІКАРЯ	140
4.1 Місце біотехнічної системи та автоматизованого робочого місця спортивного лікаря в сучасній спортивній медицині	140
4.2 Медико-технічні вимоги на автоматизоване робоче місце лікаря (проект).....	156
ПІСЛЯМОВА	171
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	173

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

АРМ-СЛ	Автоматизоване робоче місце спортивного лікаря
АТ	Артеріальний тиск
БТЕ	Ближній тренувальний ефект
БТС	Біотехнічна система
ВСР	Варіабельність серцевого ритму
ЕКГ	Електрокардіограма
ЕМГ	Електроміограма
ПІВ	Індивідуально-психологічні властивості
КТЕ	Кумулятивний тренувальний ефект
МЛВ	Механізм логічного виводу
МСК	Максимальне споживання кисню
ПАО	Персональний автопортрет особистості
ПВЯ	Професійно-важливі якості
ПППР	Підсистема підтримки прийняття рішень
РЕО	Реограма
СТЕ	Слідовий тренувальний ефект
ССС	Серцево-судинна система
ЧСС	Частота серцевих скорочень
ЦНС	Центральна нервова система
ФПЗ	Фізична працездатність
ФС	Функціональний стан
ФСО	Функціональний стан організму

ВСТУП

Стрімке зростання рівня вимог до підготовки спортсменів у сучасному світовому спорті потребує постійного пошуку нових, більш ефективних методів, засобів і організаційних форм підготовки спортивного резерву.

Спортивне тренування, будучи процесом, що динамічно розвивається, направлено на раціональне забезпечення виконання поставлених завдань і досягнення необхідного ефекту для випадків, коли закладена науково-збалансована структура [1].

Система науково-методичного забезпечення підготовки спортсменів у своїй більшості базується на використанні сучасних інформаційних технологій: автоматизованих діагностичних комплексів, тренажерно-діагностичних стендів, експертних систем для планування тренувального процесу, систем «віртуальної реальності», а також комплексів для збору та аналізу інформації про технічну і функціональну підготовленість спортсменів [2].

Однак, в результаті аналізу доступної інформації, можна прийти до висновку, що інновації, які пропонуються фахівцями, далеко не завжди вирішують проблеми оптимізації тренувально-змагального процесу, який в узагальненому вигляді представляє собою замкнутий цикл взаємозв'язаних дій тренера та спортсмена, направлених на досягнення високих спортивних результатів.

Відомо, що для успішного управління процесом тренування в професійній діяльності тренер особливу увагу повинен приділяти отриманню вихідної інформації про стан здоров'я, фізичного розвитку і фізичної підготовленості спортсмена, визначенню його сильних і слабких сторін, виробленню загальних і часткових завдань в залежності від отриманої інформації. У зв'язку з тим, що питання оцінювання фізичного стану з точки зору пропорційного розвитку соматоскопічних і соматометричних показників спортсмена та їх співвідношення з існуючими умовними пропорціями викликає в тій чи іншій мірі інтерес у багатьох дослідників, які спеціалізуються в спортивній медицині і психології, назріла необхідність розробки інформаційної технології підготовки висококваліфікованих спортсменів, забезпечення їх функціональної готовності до змагальної

діяльності, оптимізації тренувального процесу і досягнення заданого рівня тренуваності та здатності до високих результатів [3].

Ефективність управління тренувальним процесом визначається вичерпною, об'єктивною та своєчасною інформацією про стан об'єкта управління і характер зовнішніх впливів на нього. Управління тренувальним процесом передбачає вирішення наступних завдань: комплексна оцінка стану спортсменів; виявлення причинно-наслідкових зв'язків у системі «мета тренування – спосіб тренування – кінцевий результат»; розробка управляючого рішення [4].

У зв'язку з цим, велика увага приділяється використанню засобів і методів комплексного контролю для оцінки стану спортсменів.

Незважаючи на відносно високий рівень систем комплексного контролю в спорті, в даний час залишаються серйозні проблеми з інтерпретацією отриманих даних та їх використанням у процесі управління тренуванням. Причини добре відомі: по-перше, не вдається забезпечити дійсну комплексність оцінки, по-друге, існуючі підходи не забезпечують можливості оперативного управління тренувальним процесом, по-третє, для прийняття такого рішення необхідно зіставлення вихідного стану спортсмена, стану на фоні тренувальних навантажень і необхідного цільового стану. Наявність певної кризи в цій сфері пов'язана з ускладненням системи підготовки спортсменів; відставанням якості контролю від вимог з організації спортивного тренування як управляючого процесу; збільшенням числа вимірюваних показників і складністю системи їх математичної обробки [4].

На думку ряду дослідників [4] не можна говорити про готовність спортсмена до виконання тренувальних і змагальних навантажень по окремих інформативних показниках. Об'єктивна оцінка рівня його готовності до напруженої змагальної діяльності можлива тільки при системному баченні взаємозв'язку поточних показників адаптації з їх кінцевими значеннями. Введення в сферу спортивної діяльності сучасних математичних методів та обчислювальної техніки дозволяє вирішувати ряд принципово нових завдань, пов'язаних з оцінкою ставлення «вплив – адаптивний ефект» та об'єктивізацією процесу становлення спортивної майстерності.

Об'єктивно в цій області існують дві основні принципи можливості щодо впорядкування великого об'єму необхідної для

прийняття рішення інформації: по-перше, виявлення основних, найбільш істотних, положень організації системи для прийняття управляючого рішення; по-друге, широке застосування в цьому процесі інформаційних технологій [4].

Таким чином, існуючі проблеми в тренувально-змагальному процесі спорту вищих досягнень, які не сприяють високому рівню спортивних результатів при достатньому матеріально-технічному, фінансовому, соціальному та спортивному забезпеченні, а також, практично повна відсутність науково-аргументованих, заснованих на сучасних методах досліджень багаторівневих характеристик спортсмена, засобів і систем, в сукупності з необхідністю обов'язкового досягнення мети – високих спортивних результатів і розроблення високоефективних методів, засобів, інформаційних систем і технологій матимуть відображення в тексті даної монографії.

РОЗДІЛ 1

ТЕОРЕТИЧНІ І МЕТОДОЛОГІЧНІ ЗАСАДИ АНАЛІТИЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ І СУПРОВОДЖЕННЯ ТРЕНУВАЛЬНОГО ПРОЦЕСУ СПОРТСМЕНІВ

1.1 Структуризація тренувально-змагального процесу спортсменів

Спортивне тренування – складний процес, метою якого є досягнення максимально можливого результату для кожного конкретного спортсмена. Одним із напрямків досягнення максимального спортивного результату є оптимізація структури спортивного тренування. Структура спортивного тренування складається з різних видів підготовки: загальної фізичної, спеціальної фізичної, технічної, психічної, тактичної, теоретичної, а також позатренувальних та позазмагальних факторів, одним з яких є спортивний інвентар. В залежності від специфіки виду спорту співвідношення вище перерахованих видів підготовки може значно змінюватись. Для підвищення ефективності тренувального процесу необхідно чітко визначити найбільш важливі види підготовки [19].

Для вдосконалення системи спортивного тренування, більше уваги необхідно приділити її плануванню. Оволодіти ефективною технікою і тактикою, виховати волю, розвинути силу, швидкість та інші якості можна лише завдяки тривалому, систематичному тренуванню. В процесі такої підготовки значно розширюються функціональні можливості організму, підвищується працездатність, прискорюється відновлення, стає можливим виконання більш значних фізичних навантажень [20, 21].

Тренування – це процес управління. Під управлінням зазвичай розуміють процес цілеспрямованого впливу на об'єкт з метою переведення його в бажаний стан. Складність управління організмом людини в процесі спортивного тренування полягає в тому, що тренер не в змозі прямим шляхом підвищити силу, швидкість або витривалість, він може це зробити лише опосередковано, через поведінку або дії спортсмена, пропонуючи йому тренувальну програму, домагаючись її правильного виконання за рахунок пристосувальних змін в організмі та вносячи корективи в програму

поведінки спортсмена на підставі оцінки результатів дій (правильність техніки, розміри навантаження тощо)[22].

Метою спортивного тренування є досягнення максимально можливого для певного індивідуума рівня техніко-тактичної, фізичної і психологічної підготовленості, зумовленої специфікою виду спорту і вимогами досягнення максимально високих результатів. Під метою слід розуміти не тільки кінцевий результат, але й способи та методи її досягнення [20, 21, 23].

За іншим визначенням [19], мета спортивного тренування полягає у досягненні максимально можливого для даного спортсмена рівня підготовленості, обумовленого специфікою змагальної діяльності. Загальна діяльність спортсмена будується для досягнення визначеної мети. Насамперед мета повинна бути суб'єктивно привабливою, продуктом індивідуальних бажань, схильностей, інтересів. До того ж мета повинна бути не тільки принципово досяжною, тобто відповідати і реальній ситуації, і можливостям спортсмена, а й бути максимально чіткою, продуктивною, такою, що має стабільність і приносить внутрішнє задоволення [19, 20].

Для досягнення цього спортсменом вирішуються такі завдання [19, 24]: вдосконалення рухових якостей і підвищення можливостей функціональних систем організму, що забезпечують успішне виконання змагальної вправи; освоєння техніки і тактики обраної спортивної дисципліни; виховання необхідних моральних і вольових якостей; отримання теоретичних знань і практичного досвіду, необхідних для успішної тренувальної та змагальної діяльності.

Одним із методів, що підвищують ефективність визначення мети, є прогнозування, яке відіграє дуже важливу роль у діяльності тренера, тому що він працює у ймовірних ситуаціях, не завжди володіючи повною інформацією щодо процесу підготовки. Найбільш поширеними прогнозами, які використовуються в спортивній підготовці є: науковий, емпіричний, емоційний та інтуїтивний. Науковий прогноз базується на врахуванні об'єктивних закономірностей і прогресивних тенденцій із використанням наукових методів. Він є найбільш достовірним і в спортивній практиці набуває дедалі більшого значення. Емпіричний прогноз базується на минулому досвіді. Недолік його полягає в тому, що через швидкий розвиток спорту минулий досвід швидко стає застарілим. Емоційний

прогноз базується на почуттях і прагненнях, інтуїтивний – на підставі несвідомих фактів і минулого досвіду. Такий підхід широко використовується в роботі тренера, адже точність прогнозу багато в чому залежить від його інтуїції і досвіду роботи. Зрозуміло, що найефективнішим є прогноз, що спирається на наукову основу, хоча інтуїція, досвід і певною мірою емоції, присутні і в науковому прогнозуванні. Таким чином, програмна цілеспрямованість спортивного тренування забезпечується не тільки ймовірним прогнозом майбутнього розвитку подій, але й активним прагненням до його зміни. Можна стверджувати, що мета – це модель такої системи, яка враховує особливості початкової ситуації, прогнозує подальший розвиток подій і має активність і засоби для зміни плину подій [25].

Говорячи про цілеспрямованість тренувального процесу, необхідно не лише сформулювати мету, але й досягти її шляхом вирішення завдань та сукупності дій для досягнення поставленої мети. Основними завданнями, які розв'язуються в процесі спортивної підготовки, є: освоєння техніки і тактики виду спорту; забезпечення необхідного рівня розвитку рухових якостей і спеціальної психологічної підготовленості; оптимізація можливостей функціональних систем організму; виховання моральних і вольових якостей; здобуття теоретичних знань і практичного досвіду, комплексне вдосконалення різних сторін підготовленості спортсмена [25, 26].

Вищеперераховані завдання в найбільш загальному вигляді визначають основні напрями спортивної підготовки, які мають самостійні ознаки: технічну, тактичну, фізичну, психологічну й інтегральну.

Технічна підготовка є одним з основних резервів підвищення спортивних досягнень. Слід розрізняти два види спортивної техніки: ідеальна модель, що заснована на біомеханічних закономірностях та досвіді видатних спортсменів, і реально сформована техніка, яка пов'язана з індивідуальними особливостями спортсмена. Оптимізація технічної підготовки повинна здійснюватися з урахуванням будови тіла, функціональних даних, особливостей нервової діяльності спортсмена, що визначають основні рухові моделі виду спорту, властиві лише цьому спортсмену. Під технічною підготовкою

необхідно розуміти рівень освоєння спортсменом рухів (техніки виду спорту), які відповідають особливостям даної спортивної дисципліни і направлені на досягнення високих спортивних результатів. До основних засобів технічної підготовки відносять загально-підготовчі, спеціально-підготовчі та змагальні вправи. Всі вправи, що використовуються не повинні відрізнятися від змагальних вправ по структурним ознакам [25, 26].

Фізична підготовка – це процес, спрямований на виховання фізичних якостей і розвиток функціональних можливостей, що створюють сприятливі умови для вдосконалення всіх сторін підготовки спортсменів. Вона підрозділяється на загальну і спеціальну. Загальна фізична підготовка передбачає різносторонній розвиток фізичних якостей, функціональних можливостей і систем організму спортсмена, злагодженість їх прояву в процесі м'язової діяльності і проводиться на протязі всього циклу тренувань. Спеціальна фізична підготовка характеризується рівнем розвитку фізичних здібностей, можливостей органів і функціональних систем, що безпосередньо визначають досягнення в обраному виді спорту. Основними засобами спеціальної фізичної підготовки є змагальні вправи і спеціальні підготовчі вправи [26, 27].

Тактична підготовка – педагогічний процес, спрямований на оволодіння раціональними формами ведення спортивної боротьби в процесі специфічної діяльності змагання. Тактична підготовка тісно пов'язана з використанням різноманітних технічних прийомів та способів їх виконання. Тактична підготовка спортсмена – вміння провести спортивні змагання для завоювання перемоги. Дана підготовка містить у собі вивчення можливостей суперника й умов майбутніх змагань, освоєння тактичних прийомів та їх варіантів, вміння скласти і реалізувати план спортивних змагань, спроможності уважно спостерігати, швидко сприймати й оцінювати ситуацію і вчасно приймати правильні рішення. Розрізняють загальну і спеціальну тактичну підготовку. Загальна підготовка спрямована на оволодіння тактичними прийомами, необхідними для досягнення успіху в спортивних змаганнях в обраному виді спорту. Спеціальна підготовка передбачає оволодіння тактичними діями, необхідними для успішного виступу в конкретних змаганнях і проти конкретного суперника [26, 27].

Психічна підготовка – це система психолого-педагогічних впливів, які застосовуються з метою формування та вдосконалення у спортсменів властивостей особистості і психічних якостей, необхідних для успішного виконання тренувальної діяльності, підготовки до змагань і надійного виступу в них. Психічна підготовка допомагає створювати такий психічний стан, який сприяє, з одного боку, найбільшому використанню фізичної та технічної підготовленості, а з іншого – дозволяє протистояти передзмагальним і змагальним чинникам (невпевненість у своїх силах, страх перед можливою поразкою, скутість, перезбудження і т. д.). Більшість спортивних фахівців світу вважають, що однією із головних умов для досягнення перемоги стає психічний стан спортсмена: мобілізаційна готовність, стабільність, волюва настанова, агресивність, спроможність контролювати свій психічний стан і швидка реакція на зовнішні подразники, що змінюється. Тому виховання спеціальних психічних якостей повинно посідати значне місце в підготовці спортсмена на всіх етапах спортивного вдосконалення [19, 26, 27].

Інтегральна підготовка спрямована на координацію і реалізацію в змагальній діяльності різних складових спортивної майстерності – технічної, фізичної, тактичної і психологічної підготовки.

На рис. 1.1 представлено основні складові спортивної підготовки. Практична реалізація основних складових спортивної підготовки здійснюється за допомогою засобів спортивного тренування (основних і додаткових) та методів спортивного тренування, узагальнена структура яких наведена на рис. 1.2.

Крім зазначених основних методів, існують й інші методи для вирішення різних завдань тренування. У кожному окремому випадку вибір методу визначається завданням, що розв'язується, віком і підготовленістю спортсменів, використаними засобами, умовами та іншими чинниками [19, 24, 28].

Безперервність тренувального процесу пов'язана з мірою і тривалістю дії окремих вправ, тренувальних занять або змагань, а також окремих циклів підготовки, що визначають функціональний стан і працездатність спортсмена. Для отримання позитивних результатів від тренувань, перш за все, необхідно: спортивне тренування визначати як ціло- і багаторічний процес, що гарантує найбільший кумулятивний ефект у обраній спортивній спеціалізації;

результат кожного наступного тренувального заняття повинен «нашаровуватися» на «сліди» попереднього, закріплюючи і поглиблюючи їх; інтервал відпочинку між заняттями витримується в межах, що гарантують загальну тенденцію індивідуального відновлення і підвищення працездатності [19, 29].

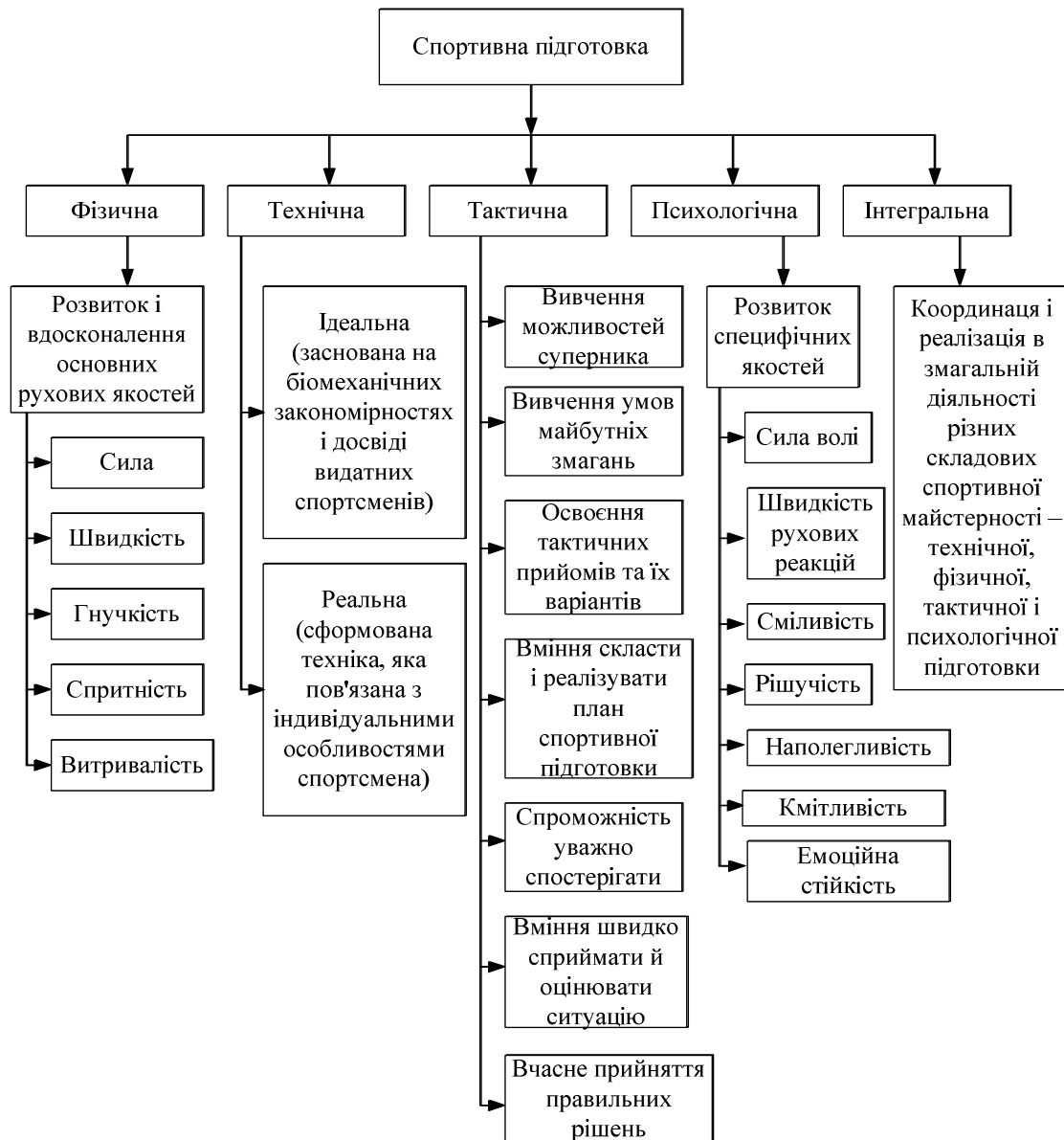


Рис. 1.1. Основні складові спортивної підготовки

Прогрес спортивних досягнень забезпечується поступовим і максимальним збільшенням тренувальних і змагальних навантажень. Для динаміки навантажень в процесі тренування характерно, що вони зростають поступово і, в той же час, з тенденцією до гранично можливих.

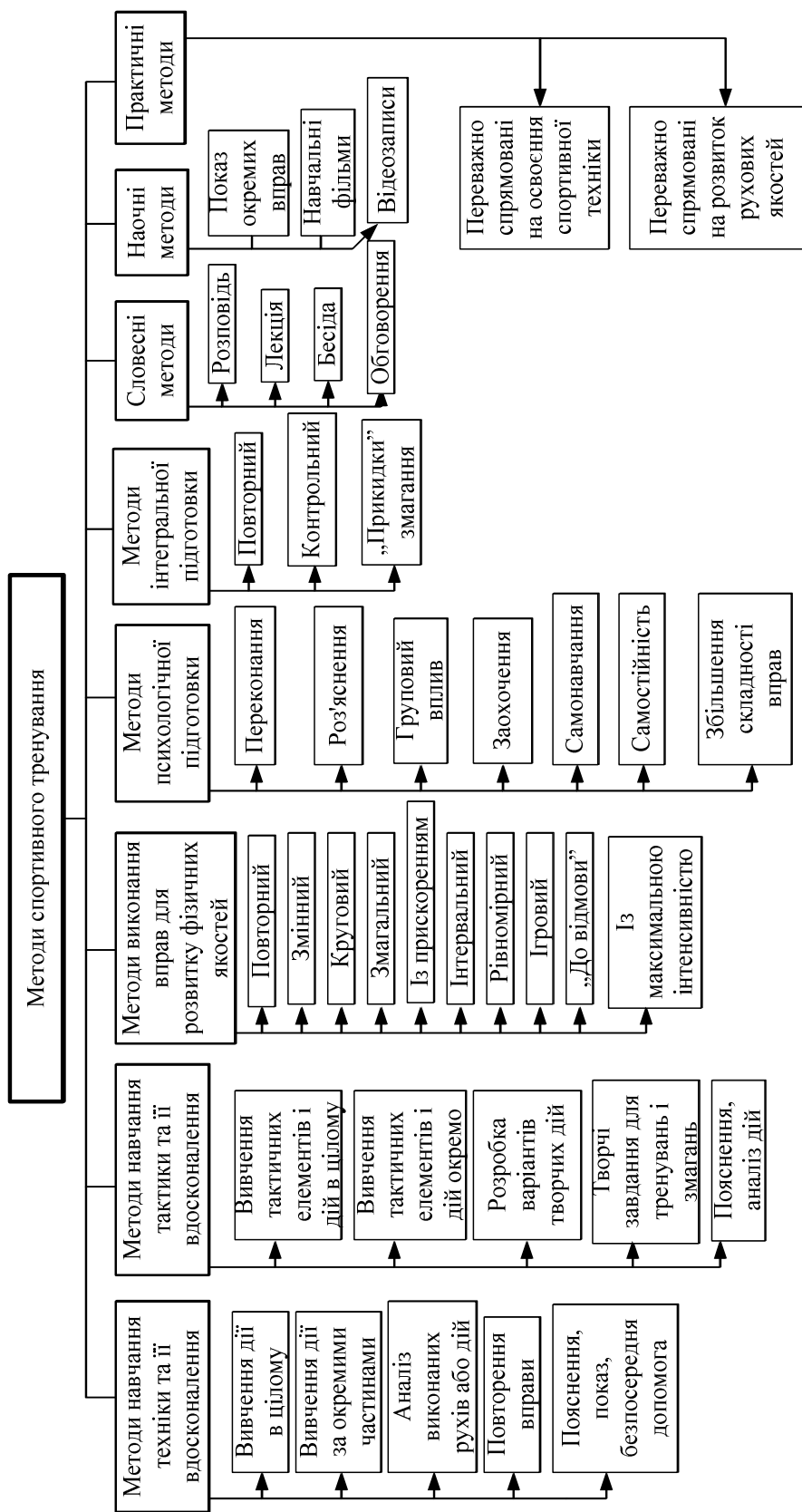


Рис. 1.2. Узагальнена структура методів спортивного тренування

Поняття «Максимальне навантаження» було б невірно завжди ототожнювати з поняттям «Навантаження до повного стомлення». Правильно буде сказати, що це навантаження, яке знаходиться на межі наявних функціональних здібностей організму, але у жодному випадку не виходить за межі його пристосувальних можливостей [24, 30]. У динаміці тренувальних навантажень поєднуються дві, на перший погляд несумісні риси – поступовість і стрибкоподібне зростання навантаження до максимальних значень. Поступовість і «стрибкоподібність» взаємообумовлені в процесі тренування. Максимум навантаження завжди встановлюється відповідно наявним можливостям організму на даному етапі його розвитку. В міру розширення функціональних і пристосувальних можливостей організму спортсмена, досягнутих за результатами тренування, максимум навантаження поступово зростатиме. Поступовість в тренуванні повинна відповідати можливостям і рівню підготовленості спортсмена, забезпечуючи, по можливості неухильне поступальне зростання його спортивних досягнень. Результати вирішення завдань спортивного тренування оцінюються поняттями: «тренованість», «підготовленість» і «спортивна форма» [19, 24, 28]. Тренованість – це ступінь функціонального пристосування організму до запропонованих тренувальних навантажень, що виникає в результаті систематичних фізичних вправ і сприяє підвищенню працездатності людини. Розрізняють такі тренувальні навантаження: специфічні, розвиваючі, стабілізуючі та відновлювальні. Специфічні навантаження – це навантаження, що максимально подібні до змагальних за характером здібностей і реакцій функціональних систем. Розвиваючі навантаження – характеризуються високими впливами на основні функціональні системи організму і викликають значний рівень стомлення. Такі навантаження вимагають відновлювальний період для найбільш задіяних функціональних систем 24-96 год. Стабілізуючі навантаження, впливають на організм спортсмена на рівні 50-60 % по відношенню до великих навантажень і вимагають відновлення найбільш стомлених систем від 12 до 24 год. Відновлювальні навантаження – це навантаження на рівні 25-30 % по відношенню до великих і потребують відновлення не більше 6 год. До ознак ефективності тренувальних навантажень можна віднести: спеціалізацію, тобто міру схожості з змагальною вправою;

напруженість, яка проявляється при залученні певних механізмів енергозабезпечення; величину навантаження, як кількісну міру впливу вправи на організм спортсмена [28].

Більш детальна класифікація тренувальних навантажень представлена на рис. 1.3.

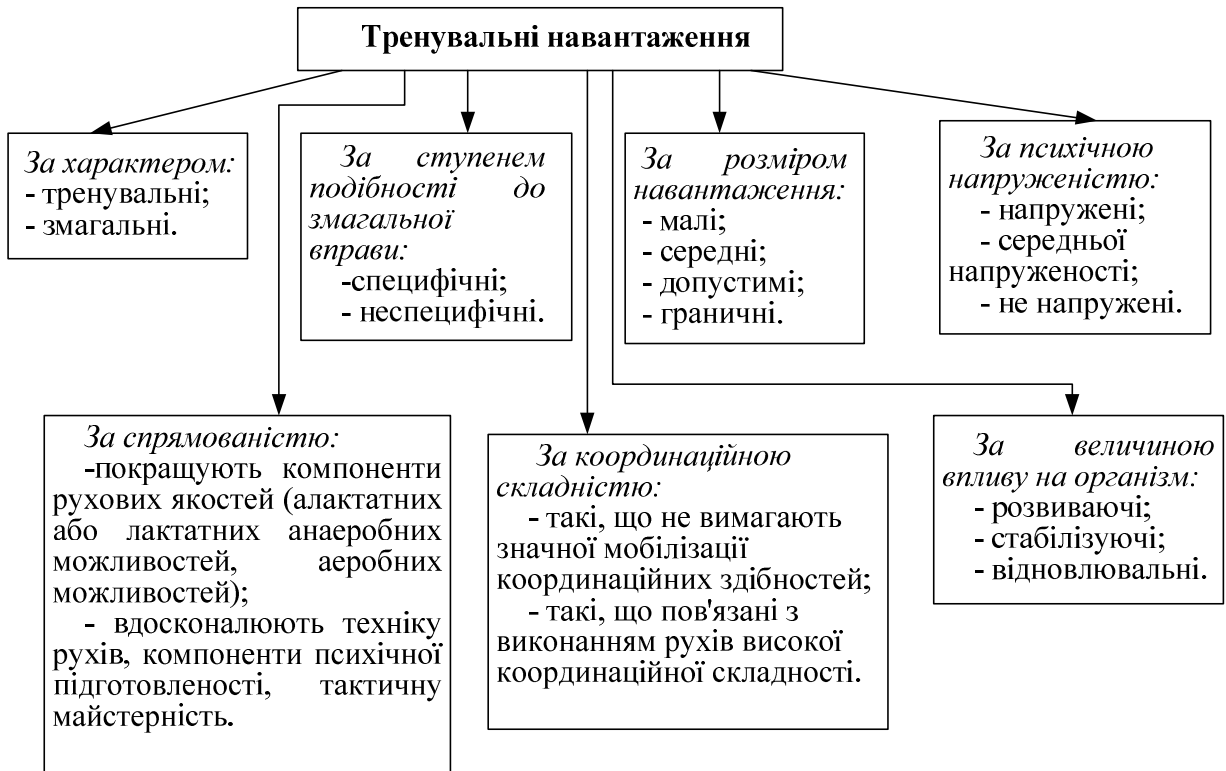


Рис. 1.3. Класифікація тренувальних навантажень

Класифікація тренувальних навантажень дає уявлення про режими роботи, в яких повинні виконуватись різні вправи, що використовують в тренуванні. У класифікації тренувальних і змагальних навантажень виділяють п'ять зон, що мають певні фізіологічні межі. Ці зони мають такі характеристики [27]:

Аеробна відновлювальна зона. Найближчий тренувальний ефект навантажень цієї зони пов'язаний з підвищенням ЧСС до 140-145 уд./хв. Споживання кисню досягає 40-70% від МСК. Забезпечення енергією відбувається за рахунок окислення жирів (50 % і більше), м'язового глікогену і глюкози крові. Робота забезпечується повністю повільними м'язовими волокнами, які мають властивості повної утилізації лактату, і тому він не накопичується в м'язах та крові. Робота в цій зоні може виконуватися від декількох хвилин до

декількох годин. Навантаження, що виконуються в цій зоні, спрямовані на розвиток гнучкості і координації рухів. Методи вправи не регламентовані. Обсяг роботи протягом макроциклу в цій зоні в різних видах спорту становить від 20 до 30 % [27, 31].

Аеробна розвиваюча зона. Близький тренувальний ефект навантажень цієї зони пов'язаний з підвищенням ЧСС до 160-175 уд./хв. Споживання кисню 60-90% від МСК. Забезпечення енергією відбувається за рахунок окислення вуглеводів (м'язового глікогену і глюкози) і меншою мірою жирів. Робота забезпечується повільними м'язовими волокнами і швидкими м'язовими волокнами, які включаються при виконанні навантажень біля верхньої межі зони – швидкості (потужності) анаеробного порогу. Змагальна і тренувальна діяльність у цій зоні може використовуватись протягом кількох годин і пов'язана з марафонською дистанцією, спортивними іграми. Вона стимулює виховання спеціальної витривалості, що вимагає високих аеробних здібностей, силової витривалості, а також забезпечує роботу з виховання координації та гнучкості. Основні методи: безперервні та інтервальні вправи. Обсяг роботи в цій зоні в макроциклі в різних видах спорту становить від 40 до 80 % [27, 31].

Змішана аеробно-анаеробна зона. Близький тренувальний ефект навантажень в цій зоні пов'язаний з підвищенням ЧСС до 180-185 уд./хв, споживання кисню 80-100 % від МСК. Забезпечення енергією відбувається переважно за рахунок окислення вуглеводів (глікогену і глюкози). Робота забезпечується повільними і швидкими м'язовими одиницями (волокнами). У верхній межі зони – критичної швидкості (потужності), відповідного МСК, підключаються швидкі м'язові волокна. Змагальна і тренувальна діяльність у безперервному режимі в цій зоні може тривати до 1,5 – 2 год. Така робота стимулює виховання спеціальної витривалості, забезпечується як аеробними, так і анаеробно-гліколітичними здібностями силової витривалості. Основні методи: безперервні та інтервальні вправи. Обсяг роботи в макроциклі в цій зоні в різних видах спорту становить від 5 до 35 % [27, 31].

Анаеробно-гліколітична зона. Найближчий тренувальний ефект навантажень цієї зони пов'язаний з підвищенням лактату крові від 10 до 20 ммоль/л. ЧСС стає менш інформативною і знаходиться на рівні 180-200 уд./хв. Споживання кисню поступово знижується від 100 до

80 % від МСК. Робота виконується всіма трьома типами м'язових одиниць, що веде до значного підвищення концентрації лактату, легеневої вентиляції і кисневої недостатності. Сумарна тренувальна діяльність у цій зоні не перевищує 10-15 хв. Вона стимулює виховання спеціальної витривалості і особливо анаеробних гліколітичних можливостей. Змагальна діяльність у цій зоні триває від 20 с до 6-10 хв. Основний метод – інтервальні інтенсивні вправи. Обсяг роботи в цій зоні в макроциклі в різних видах спорту становить від 2 до 7 % [27, 31].

Анаеробно-алактатна зона. Близький тренувальний ефект не пов'язаний з показниками ЧСС і лактату, так як робота короткочасна і не перевищує 15-20 с в одному повторенні. Тому лактат в крові, ЧСС і легенева вентиляція не встигають досягти високих показників. Споживання кисню значно падає. Верхньою межею зони є максимальна швидкість (потужність) вправи. Робота забезпечується всіма типами м'язових одиниць. Сумарна тренувальна діяльність у цій зоні не перевищує 120-150 с за одне тренувальне заняття. Вона стимулює виховання швидкісних, швидкісно-силових, максимально-силових здібностей. Обсяг роботи в макроциклі складає в різних видах спорту від 1 до 5 %. Розрізняють три основні види тренувального ефекту: ближній тренувальний ефект (БТЕ), слідовий тренувальний ефект (СТЕ) і кумулятивний тренувальний ефект (КТЕ). БТЕ характеризується процесами, що відбуваються в організмі безпосередньо при виконанні вправ, і тими змінами функціонального стану, які виникають в кінці вправи або заняття. СТЕ є наслідком виконання вправи, з одного боку, і відгуковим реагуванням систем організму на дану вправу або заняття – з іншого [27, 32, 33].

Тривалість і ступінь зміни окремих параметрів навантаження в різних фазах її хвилеподібних коливань залежить від: абсолютної величини навантажень; рівня і темпів розвитку тренуваності спортсмена; особливостей виду спорту; етапів і періодів тренування. На етапах, які безпосередньо передують основним змаганням, хвилеподібна зміна навантажень обумовлена в першу чергу закономірностями «запізнілої трансформації» кумулятивного ефекту тренування. Зовні феномен запізнілої трансформації проявляється в тому, що піки спортивних результатів як би відстають у часі від піків обсягу тренувальних навантажень: прискорення зростання результату

спостерігається не в той момент, коли обсяг навантажень досягає особливо значних величин, а після того як він стабілізувався або знизився. Звідси в процесі підготовки до змагань на перший план висувається проблема регулювання динаміки навантаження з таким розрахунком, щоб їх загальний ефект трансформувалася в спортивний результат в зазначені терміни [32, 33].

Виходячи з логіки співвідношень параметрів обсягу та інтенсивності навантажень, можна вивести правила, що стосуються їх динаміки в тренуванні: 1) чим менше частота та інтенсивність тренувальних занять, тим тривалішим може бути фаза (етап) неухильного зростання навантажень, але з незначним ступенем їх приросту; 2) чим щільніше режим навантажень і відпочинку в тренуванні і чим вища загальна інтенсивність навантажень, тим коротші періоди хвилеподібних коливань в їх динаміці, тим частіше з'являються в ній «хвилі»; 3) на етапах, коли має місце значне збільшення сумарного обсягу навантажень (що буває необхідно для забезпечення довготривалих адаптації морфофункціонального характеру), частка навантажень високої інтенсивності і ступінь її збільшення лімітовані тим більше, чим більше зростає сумарний обсяг навантажень, і навпаки; 4) на етапах, коли досягається значне збільшення сумарної інтенсивності навантажень (що необхідно для прискорення темпів розвитку спеціальної тренуваності), їх загальний об'єм лімітовано тим більше, чим більше зростають відносна і абсолютна інтенсивність [32, 33, 34].

1.2 Існуючі методи, засоби та комплекси для оцінювання підготовленості спортсменів

Сучасна спортивна підготовка передбачає використання найрізноманітніших засобів, здатних викликати необхідні функціональні і морфологічні зміни в організмі спортсмена. Тренувальними вважаються всі методи, які можна використовувати певним методом для досягнення високого спортивного результату. Говорячи про засоби, маємо на увазі те, які саме методи використовуються; говорячи про методи – як ці засоби застосовуються [35-37].

В практиці спортивної підготовки сьогодні визначилось декілька напрямів розвитку вимірювальних систем, котрі застосовуються в педагогічному контролі і використовують: високошвидкісні відеокамери у комплексі з дешифраторами відеофайлів для персональних комп'ютерів (ПК); автоматизовані системи обробки відеограм на базі ПК; стаціонарно встановлені динамографічні платформи, що працюють у звичайних умовах, з виводом даних через аналогово-цифрові перетворювачі на ПК; системи аналізу стану м'язової та інших функціональних систем атлетів. Розвиток цих напрямів спричинив появу мобільних лабораторій з компактними вимірювальними системами, які дозволяють контролювати рухові дії спортсменів у ході тренувального процесу в звичайних умовах і щільно підійти до вирішення проблеми моделювання спортивної техніки. Подальше рішення проблеми розробки її раціональних варіантів успішно вирішується шляхом широкого використання теоретичних основ і засобів біомеханічного моделювання рухів. В якості критеріїв, які оцінюють ефективності варіантів спортивної техніки виступають біомеханічні характеристики, закони зміни яких дозволяють встановити ступінь ймовірності вдалого рішення рухового завдання у спорті. Біомеханічний аналіз техніки кращих спортсменів світу дозволяє виявити в їх рухових діях закономірності, котрі визначають ефективність виконання змагальної вправи, і оцінити його якість. При цьому виділяються параметри рухових дій спортсменів, що роблять найбільший внесок у досягнення високих результатів. Увесь кількісний матеріал, необхідний для побудови біомеханічних моделей спортивної техніки для конкретного спортсмена, отримують в результаті опрацювання відеограм, котрі в свою чергу формуються за рахунок використання спеціалізованих систем відео-аналізу технічної майстерності спортсмена [38, 29, 39, 40].

Одним з прикладів використання біомеханічного аналізу для оцінювання для тренувального процесу є програмне забезпечення системи "Lumax", яке характеризується такими особливостями [38]: синхронне опрацювання відеоінформації, отриманої від 1 до 5 каналів (відеокамер); опрацювання відеоінформації у різних форматах (BMP, JPEG, GIF, AVI); моделювання будь-якої біокінематичної системи чи систем (атлет, спортсмен-снаряд, атлет-атлет тощо); отримання в процесі первинної обробки координатного шляху змодельованої

біокінематичної системи з урахуванням часового інтервалу відеозапису; двох- та тривимірний аналіз механіки (кінематичні та динамічні характеристики) біокінематичної системи при виконанні рухової дії; створення банку даних про виконання рухової дії атлетом; створення відеограм, кінетограм на базі опрацьованої відеоінформації; гнучка оболонка, що дозволяє у сукупності застосовувати різноманітні прикладні програми. Точність визначення координат точок змодельованої біокінематичної системи при опрацюванні відеограми (в даному програмному забезпеченні порівняно з іншими) була підвищена за рахунок: а) можливості збільшення відеограми в n кількість разів при оцифровці; б) реального візуального контролю за побудовою біокінематичної системи (рис. 1.4) для опрацювання відеограми з моментальним виправленням зробленої помилки; в) застосування відносної координатної системи, незалежної від пікселя, котра визначає координати точок з похибкою 10^{-32} . Одночасний аналіз кількісної (біомеханічні характеристики) та якісної (відеограми та кінетограми) інформації дають змогу тренеру та атлету чітко визначити як зовнішню структуру рухової дії, так і внутрішні механізми, які визначають ефективність та раціональність її виконання з подальшим введенням індивідуальних корективів у процес технічної підготовки спортсмена [38].

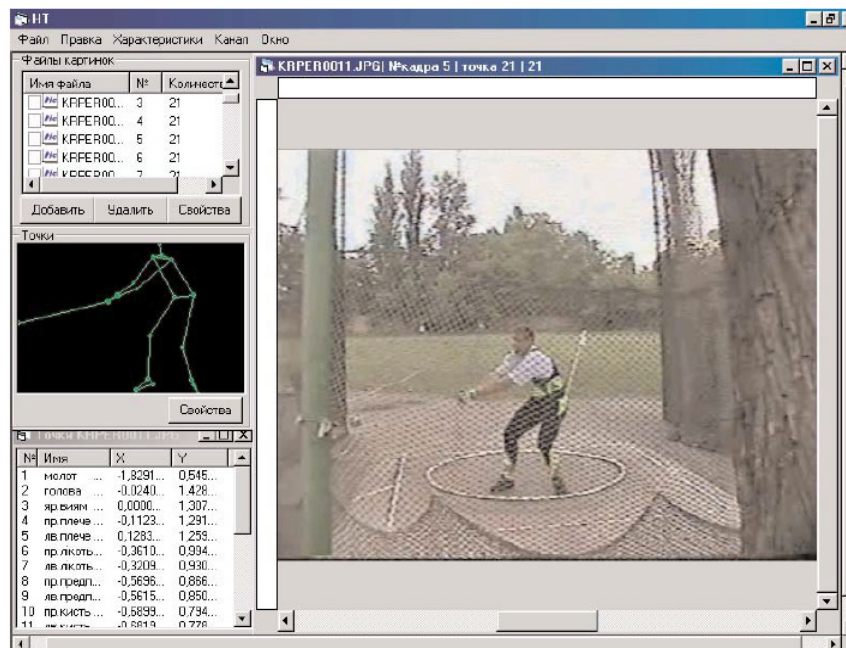


Рис. 1.4. Вікно програми «Lutax» в момент опрацювання відеограми

Спеціалізований програмно-апаратний комплекс «Омега-С» (рис. 1.5) призначений для об'єктивної оцінки фізичного стану спортсменів. Використовуючи технологію «Омега-С» спортивний лікар може відстежити якість відновних процесів, що відбуваються в організмі, і дозволяють забезпечити баланс між високими навантаженнями і збереженням здоров'я, істотно підвищити ефективність тренувань, прогнозувати досягнення піку спортивної форми і підтримувати її протягом усього змагального періоду. Постійно накопичується електронна база даних комплексу «Омега-С», даючи можливість оперативно фіксувати відхилення у фізичному стані, що знижує ризик травматизму і захворювань. Використовуючи комплекс «Омега-С» можна: об'єктивно оцінювати фізичний стан спортсмена; своєчасно корегувати тренувальний процес; визначати ступінь готовності спортсмена до змагань; визначати допустиму інтенсивність навантажень; визначати необхідність медичного втручання. Комплекс ОМЕГА-С дозволяє здійснювати діагностичні процедури на основі нейродинамічного аналізу варіабельності серцевого ритму людського організму [41].



Рис. 1.5. Комплекс «Омега-С»

Програмно-апаратний комплекс неінвазивної медичної діагностики спортсменів (моніторинг стану, розрахунок адекватних фізичних навантажень, профілактика травматизму, висновок про пік форми до змагань). Призначення комплексу [42]: 1) Визначення чисельних показників ступеня підготовки спортсменів до виступів здійснюється спеціальним багатоканальним вимірювальним комплексом з комп'ютерною обробкою багатопараметричних даних за

індивідуальною програмою кожного спортсмена з урахуванням графіка підготовки, виступів, фізико-анатомічних і фізіологічних характеристик тощо. 2) Здійснення моніторингу спортсменів у процесі тренувань за результатами багатопараметричного аналізу динамічних показників стану і фізіологічних характеристик (стану опорно-рухового апарату, аномалій температурних полів, серцево-судинної діяльності та ін) з розробкою рекомендацій по оптимальному проведенню тренувань і фізичних навантажень; 3) Забезпечення об'єктивності діагностики на 85-90 % (експертна оцінка). Переваги полягають у наступному [42]: дистанційна комплексна оцінка фізичного стану спортсменів перед початком тренувального процесу або спортивних змагань; дистанційний моніторинг впливу фізичних навантажень на органи і системи пацієнта з метою профілактики травматизму і вибору оптимальних навантажень для виходу на пік спортивної форми; можливість об'єктивно оцінювати навантаження; створення індивідуальних карток – з метою контролю за здоров'ям спортсмена; універсальність методу оцінки стану спортсменів під час тренувального процесу, змагань і в період реабілітації.

Система «АМСАТ» призначена для пошуку змін порушеного гомеостазу в організмі спортсмена, в пошуку органів і систем органів із зміненою функцією, а також органів та систем з порушеною соматовегетативною регуляцією. Основним принципом роботи АПК «АМСАТ» є вимірювання інтегральної електричної провідності внутрішнього середовища організму з використанням двох експертних систем: «електропровідності біологічних тканин» і «колоїдного зсуву». При використанні системи «АМСАТ» у осіб, котрі відчують підвищене фізичне навантаження, аналізуються дані кількох обстежень [43]: 1 обстеження – останнє обстеження поточного дня (бажано у вечірній час перед сном); 2 обстеження – перше обстеження робочого дня перед фізичним навантаженням (базове обстеження); 3 обстеження – проводиться безпосередньо після розминки (впрацювання); 4 обстеження – проводиться після максимального навантаження; 5 обстеження – проводиться через 20-25 хвилин після навантаження (у цей період людина перебуває у спокої – фаза відновлення). Якщо показники стану організму п'ятого обстеження гірші показників четвертого, то необхідно продовжити обстеження з інтервалом 15-20 хвилин [43].

ІДС «Кардіометрія-2005», призначена для оцінки функціонального стану організму одночасно у 5 спортсменів, шляхом визначення рівня енергобалансу та його структури. До складу діагностичного комплексу можуть входити: 5-канальний блок-перетворювач; 5 пар кардіоелектродів; ноутбук; комп'ютерна програма; принтер. ІДС «Кардіометрія-2005» оцінює [44]: рівень енергетичного балансу організму та його структури, якому відповідають стадії адаптації організму щодо впливів факторів стресу, включаючи види фізичного навантаження, Фн; рівні взаємодії регуляторних механізмів процесу адаптації організму після впливу факторів стресу, включаючи Фн; вплив відділів нервової системи організму на функціонування регуляторних механізмів адаптації; рівні тренуваності організму, включаючи і стан «спортивна форма»; індивідуальну «функціональну обдарованість» організму; процеси відновлення організму щодо впливів факторів стресу, включаючи Фн; вплив фармакологічних, медикаментозних видів корекції і фізіотерапевтичних процедур на організм. Функціональність комп'ютерної програми забезпечує [44]: оцінку впливу вегетативної і центральної нервової системи на регуляторні механізми ССС; якісно-кількісний аналіз функціонального стану (рівня тренуваності) організму спортсмена; візуалізацію процесу сеансу діагностики та його результатів; здійснення порівняльного аналізу станів 5 спортсменів одночасно; формування висновку за результатами сеансу діагностики з наступним документуванням і роздруківкою; видачу методичних рекомендацій у вигляді кількісних формул алгоритмів Фізичного навантаження (Фн), з урахуванням % відновлення енергобалансу і його структури організму спортсмена; формування бази даних сеансів діагностики з окремих видів спорту [44].

Принцип роботи "Кардіокоду" базується на мультипараметричному аналізі фазової структури серцевого циклу по ЕКГ, яких вимірює 7 основних параметрів гемодинаміки непрямым методом з можливістю якісної оцінки функцій ССС. За допомогою аналізу компенсаційного механізму виявляється першопричина патології та її складність, для чого використовується якісна оцінка форми ЕКГ і РЕО в кожній з фаз серцевого циклу. Вперше для цього використовується нове спеціальне одноканальне відведення – ЕКГ висхідної аорти (спрощений варіант одного з відведень по Франку),

що дозволяє вперше з електродів ЕКГ реєструвати РЕО-граму. На сьогоднішній день найбільш популярною методикою є система багатофакторної експрес-динаміки функціональної підготовки спортсменів, запропонована професором С. А. Душаніним [45]. Відповідно до цієї методики, лікарський контроль за функціональною підготовленістю спортсмена передбачає ряд обов'язкових завдань [45]: оцінка змін в ФС окремих систем організму, які мають найбільше значення для досягнення високих результатів в даному виді спорту; визначення загальної і спеціальної працездатності; діагностика залишеного тренувального ефекту, тобто змін в пізніх періодах відновлення, починаючи з дня після тренування; діагностика термінового тренувального ефекту, тобто змін, які відбуваються в організмі під час тренування або змагання; оцінка результатів співставлення поточного обстеження з попередніми, отриманими на ранніх етапах підготовки спортсменів під час занять, в стані найбільшої підготовленості (спортивна «форма»), в період досягнення кращих результатів і ін.[45].

Апарат ДіаДЕНС-Кардіо призначений для терапевтичного неінвазивного курсового впливу на біологічно активні зони зап'ястя методом динамічної електронейростимуляції з метою корекції артеріального тиску (АТ) та нормалізації загального стану організму. Апарат призначений для індивідуального застосування в лікувально-профілактичних установах і в побутових умовах відповідно до вказівок лікаря. На відміну від інших багатофункціональних модифікацій апаратів динамічної електронейростимуляції, ДіаДЕНС-Кардіо – це вузькоспеціалізований апарат з автоматизованою лікувальною програмою. При курсовому застосуванні апарату ДіаДЕНС-Кардіо можна домогтися нормалізації артеріального тиску, поліпшення загального самопочуття, що призводить до зниження медикаментозного навантаження. Крім того, регулярне застосування апарату – це профілактика гіпертонічних кризів, небезпечних ускладнень і продовження життя пацієнтів. Апарат ДіаДЕНС-Кардіо призначений пацієнтам старше 14 років для курсового лікування лабільної форми артеріальної гіпертензії і пацієнтам зі стійким підвищенням артеріального тиску (гіпертонічна хвороба) в якості додаткового методу на фоні основної медикаментозної терапії. В апараті ДіаДЕНС-Кардіо поєднуються частота 9,2 Гц, яка традиційно

використовується при лікуванні гіпертонії, і спеціально розроблений режим "7710", призначений для отримання загального седативного, заспокійливого ефекту. В апараті закладена лікувальна програма, що складається з трьох послідовно змінюючих режимів впливу для максимально швидкого і повного ефекту. Апарат простий у застосуванні, лікувальний вплив проводиться за спеціально розробленою автоматизованою програмою в області зап'ястя, час лікувального впливу не перевищує 5-7 хвилин [46]. Електростимуляція апаратом ДіаДЕНС-Кардіо сприяє нормалізації тону судинної стінки, розширенню капілярів, поліпшенню гемодинаміки в системі шкірної мікроциркуляції.



Рис. 1.6. Зовнішній вигляд приладу[28]

КАРДІОЛАБ – представляє собою сімейство комп'ютерних електрокардіографів широкого застосування [47]. КАРДІОЛАБ – універсальний 12-ти канальний цифровий кардіограф в кабелі відведень з USB підключенням до персонального комп'ютера.

КАРДІОЛАБ + ВСР – кардіограф з розширеним аналізом варіабельності серцевого ритму (ВСР). КАРДІОЛАБ + ФОНО – кардіограф з режимом запису і аналізу кардіограм. Незамінний інструмент для дитячої кардіології. КАРДІОЛАБ + ВЕЛО – велоергометрична кардіосистема з комп'ютерним управлінням і автоматичним аналізом результатів навантажувальних проб. КАРДІОЛАБ SE – портативний 12-ти канальний кардіограф на базі ПК або смартфона з ОС WINDOWS MOBILE. Комплектується ЕКГ-підсилювачем з безпроводним підключенням на основі Bluetooth. КАРДІОСЕНС АТ – апаратно-програмний комплекс, який складається

з одного або декількох регістраторів для одночасної реєстрації ЕКГ в трьох грудних відведеннях і АТ осцилометричним методом, а також системи обробки даних на основі ПК [48].

АМП – це сучасний аналізатор гомеостазу, що дозволяє в найкоротші терміни провести комплексний неінвазивний аналіз крові хворобливих втручань. В основі методу лежить ідея про інформативність температури в певних точках тіла. Цей показник сигналізує про зміну біофізичних і біохімічних механізмів регуляції гомеостазу та реологічних властивостей крові. Чимале значення приділено стосункам організму людини з газовим складом атмосфери та іншими значимими факторами зовнішнього середовища. Методика захищена патентом України № 22161 та зареєстрована в Україні (пріоритетне свідоцтво від 30.10.95 № 95104720). Аналіз проводиться за такою схемою. До тіла пацієнта в визначених активних точках приєднують 5 датчиків, які вимірюють температуру і передають дані в комп'ютер. Все відбувається в лічені хвилини. На отримання попередньої картини стану здоров'я пацієнта йде всього 180 секунд. Для покращення діагностики прилад дає лікареві підказку про можливі патології. А остаточні висновки про стан і процеси в організмі людини робить лікар [49, 50].

Комплекс для діагностики ПАРКЕС-Д – це одна із сучасних технологій в області біорезонансної медицини з низкою суттєвих переваг і можливостей. Пристрій є портативним, малогабаритним (його вага 170 г), зручним і простим у використанні. Його застосування має широке коло показань і мало протипоказань. Пристрій працює по 7 програмам. Дія приладу базується на явищі біорезонансу, тобто на багатократному підсиленні ефекту від дії при співпаданні частоти, які впливають на об'єкт, з його власною частотою. Пристрій складається з корпусу, до роз'ємів якого підключається 2 ручних електроди і 1 виносний електрод. На лицьовій поверхні корпусу розташовані: 8 індикаторів: 1 індикатор ввімкнення програми; інші 7 – індикатори обраного одного із семи режимів (програм); три кнопки для управління роботою приладу [51]: перша кнопка – ввімкнення/вимкнення приладу; друга – для переходу в режим зміни напруги/ для збільшення напруги; третя – для вибору програми (одної з семи)/ для зменшення напруги. Пристрій апробовано в центрі сімейної медицини «Здоров'я сім'ї» на протязі

двох років. Для вивчення клінічної ефективності була розроблена спеціальна анкета, в яку вносились всі необхідні дані про пацієнта, якому проводились фізіотерапевтичні процедури пристроєм БРТ «ПАРКЕС» (скарги, анамнез захворювання, дані огляду лікаря, результати додаткових методів обстеження) [51, 52].

Інтегральний підхід до оцінки ФС реалізовано в системі інтегрального моніторингу «Сімона 111», яка забезпечує неінвазивні вимірювання показників центральної і периферійної нервової систем, функцій дихання, температури тіла, активності мозку і метаболізму [53, 54].

1.3 Комплексний критеріальний контроль за рівнем функціональної готовності

В обґрунтуванні актуальності теми монографії було визначено ряд проблем, які негативно впливають на якість тренувального процесу в цілому, і конкретно, на визначення рівня функціонального стану організму (ФСО) спортсмена та його готовність до змагань.

Одним із шляхів вирішення існуючих проблем можна вважати розробку інформаційних технологій і систем, побудованих на відповідних методах, моделях, алгоритмах, базах даних тощо. Такі системи і технології повинні оцінюватись критеріями, які враховують як технічну складову системи, так і біологічну – функціональний стан організму і повинні [53]: бути інтегральними (системними, одночасними, багатофункціональними); відображати адаптивні можливості організму; формувати однозначний висновок щодо рівня ФСО; бути універсальними і по можливості не використовувати навантаження; проводитися в будь-який період року; Не мати протипоказань та обмежень віку.

В такому випадку функціональний стан організму можна визначити, як інтегральну характеристику стану здоров'я, що відображає рівень функціонального резерву, який може бути використаний на адаптацію [53].

До критеріїв, що оцінюють технічну складову інформаційної технології або системи слід віднести наступні: функціональна повнота; надійність; комфортність роботи і сприйнятливність користувачем; продуктивність; оптимальність процесу; відповідність

мети створення системи критеріям SMART (конкретність, реалістичність, вимірюваність, обмеженість участі, досяжність, результативність); уточнений критерій оптимальності впровадження системи [22, 54, 55].

Мета функціонального контролю в спорті – контроль за рівнем функціональної готовності спортсмена до виконання специфічної тренувальної та змагальної діяльності. Вважається, що основною метою функціонального контролю в спорті є оцінка рівня тренуваності спортсмена. Однак ще А. Г. Дембо (1988) стверджував: «Лікар не має ні підстав, ні права вирішувати питання про стан тренуваності спортсмена». Оцінка тренуваності (комплексне поняття, що відображає всі сторони спеціальної підготовленості спортсмена) – прерогатива спортивної педагогіки, так як основоположним показником тренуваності є спортивний результат [56].

Завдання функціонального контролю в спорті [57, 58]: Оцінка максимуму «зовнішніх» і «внутрішніх» інформативних параметрів роботи організму спортсмена при виконанні ним специфічної спортивної діяльності. Виявлення станів втоми, перевтоми, перенапруження і перетренованості організму спортсмена, перенапруження окремих органів і систем в процесі тренувань. Рання діагностика передпатологічних станів. Оцінка відповідності використовуваних засобів і системи тренування її завданням і можливостям спортсмена з метою вдосконалення планування та індивідуалізації навчально-тренувального процесу. Аналіз динаміки досліджуваних показників і зіставлення їх з характеристиками тренувальної та змагальної діяльності спортсмена. Оперативний та поточний контроль за ступенем стомлення спортсмена під час тренувань і змагань. Використання даних оперативного та поточного контролю за ступенем стомлення спортсмена під час тренувань та змагань для профілактики перевтоми. Для проведення фізіологічно обґрунтованих заходів щодо відновлення спортсменів після тренувальних і змагальних навантажень. Оцінка готовності спортсмена до виконання тренувальної та змагальної діяльності після перенесених травм і захворювань [58, 59].

Сучасна комплексна оцінка рівня тренуваності спортсмена повинна включати: спортивно-педагогічні та біомеханічні методи оцінки «зовнішніх» параметрів спортивного руху, функціональні та

фізіологічні методи дослідження діяльності окремих анатомо-фізіологічних систем організму, лабораторні та біохімічні методи дослідження [60].

Павлов С. Є. вважає, що при контролі за фізичним станом і підготовленістю атлетів у різних видах спорту повинні враховуватися наступні фактори [24]: Рівень кваліфікації спортсмена, який накладає відбиток на його показники при функціонально-діагностичному обстеженні. Рівень фізіологічних вимог до організму спортсмена, з урахуванням його досягнень, амбіцій і чинників, що сприяють або перешкоджають їх реалізації. Облік специфіки і типу фізичної активності. Залежно від цього чинника, всі види спорту розділені на циклічні; швидко-силові; ігрові; єдиноборства; складно-координаційні. Виходячи з цього, відрізняються методи обстеження і вимоги до спортсмена [61, 62].

Комплексний контроль у спорті передбачає практичну реалізацію різних форм контролю (етапного, поточного, оперативного), який використовується в структурних ланках тренувального процесу для отримання об'єктивної різнобічної інформації про стан спортсмена і його динаміку з метою управління процесом спортивної підготовки. Для цього необхідно проводити три види контролю: оперативний, поточний і етапний [63].

Оперативний контроль в процесі підготовки спортсменів передбачає оцінку реакцій організму людини, що займається, на фізичне навантаження в процесі заняття і після нього, а також прийняття рішень у процесі заняття, корекцію завдань, ґрунтуючись на інформації від того хто займається. Оперативний контроль призначений для реєстрації навантаження тренувальної вправи, серії вправ і заняття в цілому.

Поточний контроль проводиться для реєстрації та аналізу поточних змін функціонального стану організму (щоденних, щотижневих). Найважливішим його завданням є оцінка ступеня втоми і відновлення спортсмена після попередніх навантажень, його готовності до виконання запланованих тренувальних навантажень, недопущення перевтоми. При проведенні поточного контролю, незалежно від специфіки виконуваних тренувальних навантажень, обов'язково оцінюється функціональний стан: центральної нервової

системи; вегетативної нервової системи; серцево-судинної системи; опорно-рухового апарату [63].

Етапний контроль проводиться, як правило, двічі на рік (на початку і в кінці сезону). На основі зіставлення результатів повторних досліджень з первинними даними роблять висновки про спрямованість адаптаційних змін у функціональних системах діяльності цілісного організму під впливом складених програм занять. Його завданнями є: 1) визначення зміни фізичного стану, загальної та спеціальної підготовленості того, хто займається; 2) оцінка відповідності річних приростів нормативним з урахуванням індивідуальних особливостей темпів біологічного розвитку; 3) розробка індивідуальних рекомендацій для корекції тренувального процесу і переведення займається на наступний етап багаторічної підготовки. «Призначення цього виду контролю – цілісно оцінити систему занять в рамках завершеного етапу, періоду, циклу контрольованого процесу, порівняти заплановане і реалізоване, отримати необхідну інформацію для правильної орієнтації подальших дій». При проведенні етапного контролю визначають кумулятивні зміни, що виникають в організмі спортсмена в процесі тренувальних занять. Реєструються: загальна фізична працездатність; енергетичні потенціали організму; функціональні можливості ведучих для обраного виду спорту систем організму; спеціальна працездатність [63].

Кількісний контроль за змінами спортивної форми передбачає оцінку: адаптації ССС як у спокої, а також і при виконанні стандартного фізичного навантаження (проба Мартіне; тести МСК і PWC_{170}). Поряд зі стандартними фізичними навантажувальними тестами існує комплекс тестів психофізіологічної навантаження. Це тести на час реакції (ЧР), тести реакції на рухомий об'єкт (РО), тести на обсяг уваги (метод Шульте) і т.п. Крім того, при підготовці спортсменів високої кваліфікації з різних видів спорту розроблені спеціальні тести на швидкісну витривалість, силу і швидкість удару і т.п. [64, 65].

Одним із основних критеріїв оцінювання якості тренувального процесу є фізична працездатність [66]. Терміном «фізична працездатність» більшість дослідників позначають потенційну здатність людини проявити максимум фізичних зусиль в статичній,

динамічній або змішаній роботі, що є величиною умовною і відносною. Розрізняють ергометричні і фізіологічні (біохімічні) показники фізичної працездатності. Для оцінки працездатності при руховому тестуванні зазвичай використовується сукупність всіх показників, тобто результат виконаної роботи та рівень адаптації організму до даного навантаження. Зі сказаного видно, що «фізична працездатність» – поняття комплексне і його можна охарактеризувати рядом факторів. До них відносяться: статура та антропометричні показники; потужність, ємність і ефективність механізмів енергопродукції; сила і витривалість м'язів, нейром'язова координація (спритність); стан опорно-рухового апарату (гнучкість) [66-68].

Як відомо, у людини з добре розвиненою мускулатурою і хорошою координацією аеробні показники можуть виявитися досить скромними. Так, за даними В. Л. Карпмана і співавт. (1974), величини RWC_{170} у гімнастів високої кваліфікації коливаються в тих же межах, що і у нетренованих осіб. Але це не означає, що фізична працездатність у них однакова. Висновок про рівень фізичної працездатності можна зробити тільки після комплексної оцінки її складових. При цьому чим більша кількість врахованих факторів, тим точніше буде висновок про працездатність обстежуваного. При масовому обстеженні здорових людей як мінімум проводяться антропометрія, вимір максимуму аеробної потужності і м'язової сили [63].

У повсякденній практиці працездатність оцінюють як високу, добру, середню, задовільну «або низьку. Така оцінка має занадто загальний характер і не дає уявлення про питому вагу окремих факторів. Повний перелік результатів вимірювання в кожному конкретному випадку складний і незручний, тому що всі показники повинні бити зіставлені з відповідними віковими і статевими нормами.

Запропоновано кількісний спосіб комплексної оцінки фізичної працездатності людини. В ньому використаний метод, який зарекомендував Tanner (1964, виходячи з позначення Sheldon (1940) компонентів тілобудови – ентоморфії, мезоморфії та енкоморфії. Замість запропонованих Sheldon 7 балів, Tanner (1964) для опису спортсменів використовує 10-бальну систему [68].

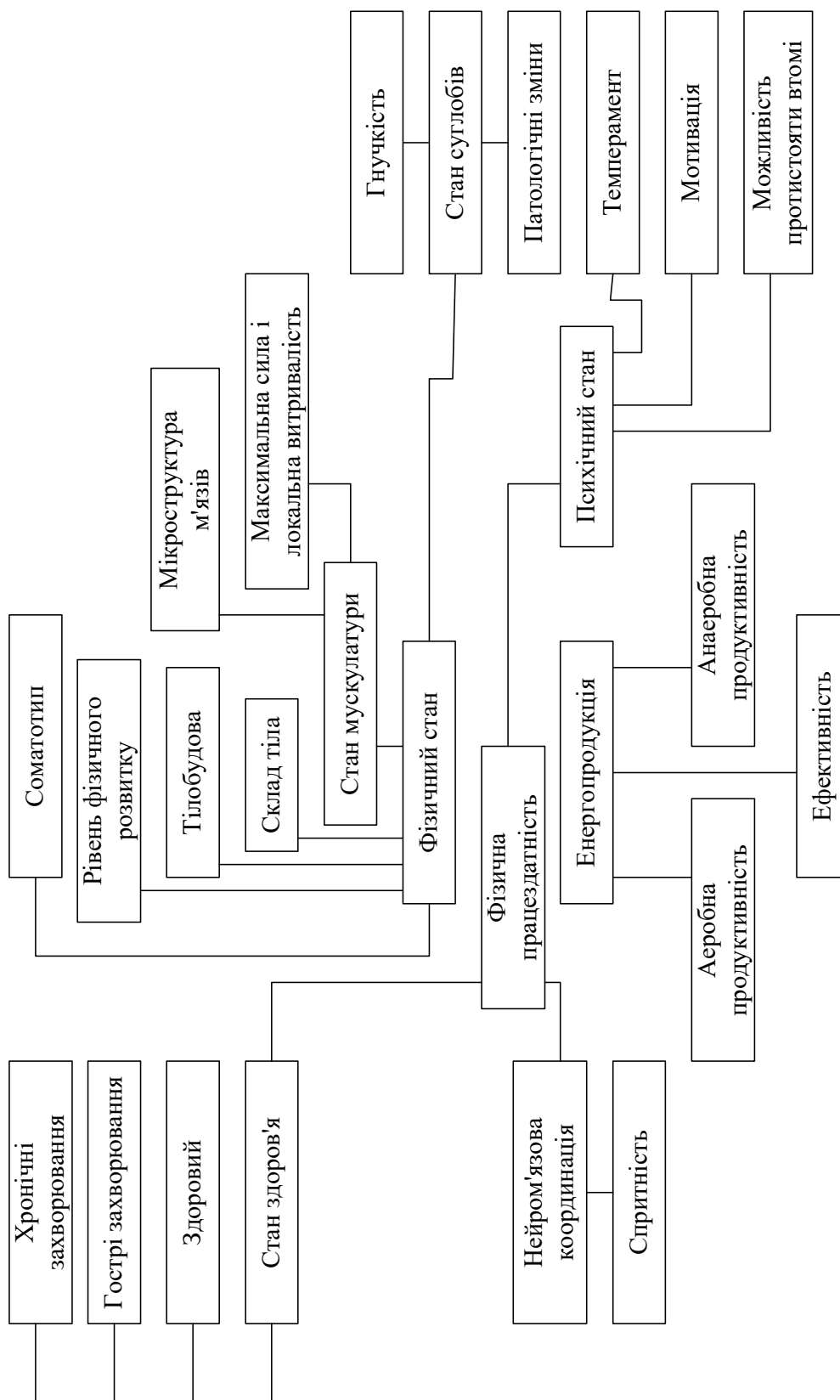


Рис. 1.7. Компоненти комплексного механізму фізичної працездатності

Метод дозволяє кількісно – одинадцятизначним числом – оцінити комплекс морфофункціональних факторів працездатності. У ньому застосовується 10-бальна система для 11 показників, виходячи з середньої (нормативної) величини стандартного відхилення для відповідної статевої та вікової групи. Оцінка виводиться таким чином. Отриману фактичну величину зіставляють із середньою (табличною) і визначають різницю між ними. Останню в свою чергу ділять на величину стандартного відхилення (σ). Отримана цифра показує, на скільки сигм виміряна нами величина відрізняється від відповідного стандарту [68].

Фактори, що не піддаються кількісному вимірюванню, наприклад стан здоров'я та психіки, а також ті, для яких ще не розроблені нормативи, можуть оцінюватися в умовних одиницях. Такий цифровий «паспорт» дає достатнє уявлення про фізичну працездатність індивідуума в цілому. Зіставлення отриманих результатів з нормами дозволяє дати конкретні рекомендації для підвищення того чи іншого компонента працездатності. Визначення фізичної працездатності за даною методикою дає тільки загальне уявлення про можливості спортсмена. Досягнення високих спортивних результатів залежить не тільки від працездатності, а й від рівня розвитку спеціальних, якостей, тобто від тренуваності. Окремі фактори, наприклад ріст в баскетболі, можуть мати винятково велике значення для даного виду спорту [68, 69]. В цілому хороша фізична підготовленість є необхідною умовою в спорті. Однак не виключено, що при вузькій спеціалізації у спортсменів екстракласу можуть виявлятися низькі показники окремих компонентів працездатності.

1.4 Принципи вибору і критерії оцінювання спортсменів

Для оцінки загального функціонального стану організму (ФСО) спортсменів існує множина тестів, які базуються на аналізі показників серцево-судинної системи під впливом значних фізичних навантажень [34]. Такий підхід має низку недоліків, серед яких можна визначити наступні: повне тестування займає 2 дні, перед якими повинен бути день відпочинку; порушується первинний план підготовки до змагань; проводиться на початку і в кінці спортивного сезону та під час

змагальних пауз; відсутнє чітке заключення про рівень спортивної форми; не виявляє гострі і хронічні захворювання; не проводиться після або під час отримання травми; для кожного виду спорту існують власні навантажувальні проби; обмеження віку (15-40 років).

Спортсмену і тренеру крайне необхідно мати об'єктивну інформацію про рівень ФСО в будь-який період річного тренувально-змагального циклу, але особливо безпосередньо перед змаганнями. Тобто існує необхідність в такій технології оцінки ФСО, яка б виключала вищепераховані недоліки [53, 70, 71].

Існує ряд недоліків, і досить суттєвих, що не завжди враховується при оцінюванні ФС спортсмена, які обумовлені тим, що ігноруються показники психоемоційної діяльності, такі як: мобілізаційна готовність, мотивація, темперамент, стійкість до втоми, стабільність, вольова настанова, агресивність, спроможність контролювати свій психічний стан, увага, пам'ять тощо.

Не завжди при проектуванні медичної апаратури, в тому числі і для спортсменів, розділяють критерії оцінювання стану біологічної і технічної складових, не говорячи вже про оцінювання їх взаємодії.

У більшості випадків при проведенні функціонального контролю має місце, зміщення акцентів в сторону лікарської компоненти зазначеного процесу. При цьому не враховують той факт, що функціональний контроль за своїм змістом це більше фізіолого-педагогічний захід, а не лікарський.

Водночас, не слід забувати, що при його проведенні виникають ситуації, коли без допомоги лікаря не обійтись. Це, перш за все, травми, гострі і хронічні хвороби, по-друге – виявлення граничних і патологічних станів, що може бути зафіксовано тільки лікарями в процесі виконання спортивної діяльності. При цьому доступ до отриманих даних повинні мати всі: тренери, лікарі, фізіологи, менеджери, тобто всі учасники тренувально-змагального процесу.

Це дає можливість сформулювати частину вимог до методів і способів реєстрації та визначення психофізіологічних показників і медичної апаратури, особливо портативної і такої, що може працювати в автономному режимі.

1. Медична апаратура, особливо, портативна, яка створюється під задачі спорту обов'язково повинна відповідати вимогам сучасних

принципів оцінки рівня тренуваності і функціональної готовності до виконання тренувально-змагальної діяльності спортсменів.

2. Обов'язковими параметрами і показниками аеробної і анаеробної діяльності на всіх етапах тренувально-змагального процесу є ЧСС і МСК, а також, показники м'язової діяльності .

3. Обов'язковим елементом визначення психічного стану спортсмена є застосування тесту «Визначення типу особистості» Дж. Олдхема і Л. Морріс, який дозволяє не тільки сформуванати типологічний профіль спортсмена за 14-ма рисами його характеру, а й моніторувати його на протязі всієї спортивної кар'єри.

4. Обстеження спортсменів повинні проходити оперативно, але без втрати його якості. В зв'язку з цим, тренувально-діагностичні процедури і тести повинні бути недовготривалими в часі, не стомлювати спортсменів, бути інформативними, достовірними і такими, що можуть бути використані молодшим або середнім медичним персоналом з подальшою передачею результатів для аналізу і діагностики лікарям-фахівцям [53].

5. Оцінка одного із найважливіших показників підготовленості спортсмена – фізичної працездатності (ФПЗ) повинна бути комплексною і враховувати критерії оцінювання: антропометрії, соматоскопії, аеробної та анаеробної діяльності, стану і витривалості м'язів, нейром'язової координації, стану опорно-рухового апарату, системи кровообігу і кардіореспіраторної системи.

6. Оцінка функціонального стану організму спортсмена повинна бути інтегральною, відображати адаптивні можливості організму (функціональний резерв), бути універсальною і виконуватись по можливості, без навантажень.

7. Функціональний контроль повинен здійснюватися у дві стадії: «тренувальна» – в умовах спеціалізованих центрів, лабораторій, спортивних залів і «змагальна» – безпосередньо в умовах змагань.

В зв'язку з цим, логічним є розподіл параметрів, показників, індексів і критеріїв також на дві групи: «тренувальну» – які вимірюються в умовах спеціалізованого центру або спортзалу з використанням спеціалізованого стаціонарного обладнання і кількість яких практично не обмежена та «змагальну» – кількість яких обмежена і які повинні бути високоінформативними, вимірюватися в умовах підвищеного впливу завад і перешкод. Параметри і показники

цієї групи розподілені, основні та додаткові, перші з яких, видаються тренеру або лікарю зразу після вимірювань та обрахунків, а другі – за їх вимогою. Зрозуміло, що для варіанту «змагальний» кількість апаратури та час виміру параметрів повинні бути мінімальні.

Для здійснення фізичного навантаження різної інтенсивності необхідна енергія, що забезпечує м'язові скорочення. В організмі існує кілька систем синтезу енергії, які використовуються для забезпечення того чи іншого виду фізичного навантаження. Всі ці системи об'єднує те, що енергетичним субстратом є аденозинтрифосфорна кислота (АТФ). Існує два принципово відмінних механізми синтезу АТФ: з використанням кисню (аеробний шлях) і без використання кисню (анаеробний шлях) [4].

Кожний з представлених енергетичних шляхів має важливе значення для забезпечення фізичного навантаження того чи іншого роду. Зокрема, креатинфосфатна система забезпечує навантаження максимальної інтенсивності та мінімальної тривалості, тому що запаси КФ обмежені і повністю витрачаються на протязі 6-8 секунд. Лактатна система, навпаки, працює при тривалому навантаженні високої інтенсивності. Обидві системи разом складають анаеробний вектор енергоутворення, що забезпечує підтримку однієї з двох фаз коливального метаболічного процесу. Найважливішою особливістю його є енергодефіцит (малий вихід АТФ) разом з утворенням значних кількостей молочної кислоти (лактату). Молочна кислота, що накопичується (особливо в працюючих м'язах), викликає закислення тканин і порушення їх функціонального стану [4].

Найбільша кількість енергії для м'язової роботи утворюється в присутності кисню з глюкози і жирів. Разом обидва ці шляхи утворюють аеробний вектор енергоутворення, забезпечуючи підтримання іншої фази коливального метаболічного процесу. Його особливість полягає в тому, що він є основним джерелом енергозабезпечення в умовах рухової діяльності. Аеробна система включається в процес роботи на 2-3 хвилині від початку фізичного навантаження.

З точки зору викладених уявлень сенс тренувального процесу полягає у підтримці на оптимальному рівні балансу між двома фазами метаболічного процесу (аеробного та анаеробного), який слід розглядати як єдиний нелінійний і коливальний [4, 72].

1.5 Кількісне визначення енергетичних і швидкісно-силових критеріїв оцінювання

Кількісне визначення енергетичних (аеробно-анаеробних) критеріїв оцінювання

Введемо, для більш чіткого сприйняття наступного матеріалу, такі скорочення, позначення і характеристики функціональних і метаболічних систем, що використовуються в розрахункових формулах і визначеннях [72].

ПКО – поглиблене комплексне обстеження.

ЕКО – етапне комплексне обстеження.

ΔЕКГ – перша похідна ЕКГ.

Реєстровані в стані відносного м'язового спокою: відведення V_{3R} (оцінює анаеробно-креатинофосфатний енергетичний обмін); відведення V_2 (оцінює анаеробно-гліколітичний енергетичний обмін); відведення V_6 (оцінює анаеробний енергетичний обмін).

МСК – максимальне споживання кисню, аеробна ємність.

ДЕКГ – диференційована ЕКГ.

ПАНО – поріг анаеробного обміну.

$W_{ПАНО}$ – потужність фізичного навантаження на ПАНО.

$ЧСС_{ПАНО}$ – частота серцевих скорочень на ПАНО.

ПАО – поріг аеробного обміну.

ХФП – хронічне фізичне перенапруження.

ЗМС – загальна метаболічна ємність

PWC_{170} – аеробна потужність.

$АЛАК_{П}$ – анаеробна алактатна потужність.

$АЛАК_{Є}$ – анаеробна алактатна ємність.

$ЛАК_{П}$ – анаеробна лактатна потужність.

$ЛАК_{Є}$ – анаеробна лактатна ємність.

АП – адаптаційний потенціал.

Аеробна потужність [66] за В. Л. Карпманом ($PWC_{170, кг/хв \cdot м}$):

$$PWC_{170} = N_1 + (N_2 - N_1) \cdot \left[\frac{170 - f_1}{f_2 - f_1} \right]. \quad (1.1)$$

Аеробна ємність (МСК, л/хв) [66].

$$МСК = 2,2 \cdot PWC_{170} + 1070. \quad (1.2)$$

За В. Л. Карпманом:

$$MCK = 3,5 \exp[-5 \exp(1 - 2PWC_{170})] + 2,6. \quad (1.3)$$

За Добельтом:

$$MCK = 1,29 \cdot \sqrt{\frac{w}{f - 60}} \cdot e^{-0,000884 \cdot T}, \quad (1.4)$$

де w – потужність навантаження в кгм/хв; f – ЧСС при навантаженні; T – вік в роках; e – основа натуральних логарифмів.

Анаеробна алактатна потужність АЛАК_п (кгм/хв) (по тесту Маргарія) [73]:

- абсолютна $АЛАК_{п} = \frac{(MT \cdot H)}{T}$, де MT – маса тіла (кг); H – вертикальна висота між 1-м і 2-м перемикаючим пристроєм (м); T – час підйому на сходинок від 1-го до 2-го перемикаючого пристрою (хв).

- відносна $ВАЛАК_{п} = \frac{АЛАК_{п}}{MT}$.

Алактатна анаеробна ємність (АЛАК_ε, %) [63]

$$АЛАК_{\epsilon} = R \cdot 100 / R + S (\%), \quad (1.5)$$

де R – амплітуда зубця R на диференційованій ЕКГ (ДЕКГ), мм; S – амплітуда зубця S на на диференційованій ЕКГ (ДЕКГ), мм.

За В. М. Маліковим [73]

$$АЛАК_{\epsilon} = ВАЛАК_{п} \cdot 9,8 (\%), \quad (1.6)$$

де 9,8 – коефіцієнт лінійної залежності

Лактатна анаеробна потужність (ЛАК_п, Вт/кг) по тесту Уінгейта [73,74]

$$ЛАК_{п} = \frac{A}{0,08} \cdot MT \text{ (Вт/кг)}, \quad (1.7)$$

де A – величина максимальної роботи за 5 сек, ккал; MT – маса тіла, кг; 0,08 – час виконання 5-ти секундного фізичного навантаження.

Відносна ЛАК_п (ВЛАК_п) [73]

$$ВЛАК_{п} = \frac{A}{2} \cdot MT, \quad (1.8)$$

де A – величина максимальної роботи за 120 сек, ккал; MT – маса тіла;

2 – час виконання 120 секундного навантаження, хв. Для спортсменів норма = $11,5 \div 12,5$ Вт/кг.

Лактатна анаеробна ємність (ЛАК_с, %) [73]

$$ЛАК_c = R + \frac{100}{(R+S)}. \quad (1.9)$$

де R – амплітуда зубця R на ДЕКТГ у відведенні V_2 , мм; S – амплітуда зубця S на ДЕКТГ ДЕКТГ у відведенні V_2 , мм.

Для спортсменів норма = $30 \div 35$ % і вище.

За Маліковим [75]:

$$ЛАК_c = ВЛАК_{п} \cdot 9,8(\%), \quad (1.10)$$

де 9,8 – коефіцієнт кореляції

Поріг анаеробного обміну [73]

$$ПАНО = [(V_6 / MT) / (V_6 / MT) + V_2] \cdot 100, \quad (1.11)$$

де V_6 – співвідношення $R \cdot 100 / R + S$ у відведенні V_6 , %; MT – маса тіла, кг V_2 - $R \cdot 100 / R + S$ у відведенні V_2 , %; R – амплітуда зубця R на ДЕКТГ, мм; ЧСС – ЧСС на рівні ПАНО (уд/хв).

Для спортсменів ПАНО=60% і вище; ЧСС_{ПАНО} – більше 150 уд/хв

За В. М. Маліковим [73]:

$$ПАНО = \frac{ВМСК}{(ВМСК + АЛАК_c)}, (\%), \quad (1.12)$$

де ВМСК – відносне значення МСК

$$ВМСК = (2,2 \cdot PWC_{170} + 1070) / MT, \quad (1.13)$$

$$ЧСС_{ПАНО} = АЛАК_c + ЛАК_c. \quad (1.14)$$

Загальна метаболічна ємність [73]:

За В. М. Маліковим [73]:

$$ЗМЕ = АЛАК_c + ЛАК_c + ВМПК + ПАНО(y.o). \quad (1.15)$$

Адаптаційний потенціал (за Р. М. Баєвським) [73, 74, 76]:

$$АП = 0,011 \cdot ЧСС + 0,014 \cdot АТ_c + 0,008 \cdot АТ_d + 0,009 \cdot MT + 0,014 \cdot B - 0,009 \cdot ДТ - 0,27(y.o), \quad (1.16)$$

де В – вік, роки; ДТ – довжина тіла, см; АТ_с и АТ_д – систолічний і діастолічний артеріальний тиск; 0,011; 0,014; 0,008; 0,009; 0,27 – коефіцієнти керування регресії.

АП оцінюється наступним чином [73]:

Задовільна адаптація – АП < 2,1 у.о

Напруженість механізмів адаптації – АП від 2,11 у. о. до 3,2 у. о.

Незадовільна адаптація – АП від 3,21 у. о. до 4,3 у. о.

Зрив адаптації – АП > 4,3 у. о.

Визначення швидкісно-силових показників критеріїв оцінювання.

Легкоатлетичне семибор'я складається з двох основних груп видів спорту: циклічних (біг на 100м з бар'єрами, біг на 200м і 800м) та ациклічних (стрибки у висоту і довжину, штовхання ядра і метання спису). Кожні з зазначених груп і видів спорту мають свої особливості, специфіку і критерії оцінювання.

Представлена на рис. 1.8 розрахункова модель фізіологічних показників включає 6 груп показників і критеріїв, що характеризують підготовленість спортсмена до змагальної діяльності та його функціонально-психологічну готовність до досягнення високих спортивних результатів. Однією з найбільш представлених груп є група швидкісно-силових критеріїв, яка складається із таких критеріїв [77]:

1. Сила м'язів рук і плечового поясу – оцінюється за результатами динамометрії (сила кисті, сила розгинача, сила спини).

2. Сила м'язів тулуба – оцінюється результатами динамометрії (сила розгиначів стегна, сила спини, станова сила).

3. Сила м'язів ніг – оцінюється за результатами динамометрії (сила розгиначів коліна, голені тощо).

4. Рівень гнучкості.

5. Рівень спритності.

6. Рівень швидкості – оцінюється за часом простої реакції на світловий і звуковий одиничні сигнали; за часом складної реакції вибору і реакції на об'єкт, що рухається.

7. Рівень загальної витривалості – оцінюється: за індексом Гарвардського степ-тесту; результатами функціональних проб за Бургером і Квергом $U_k = \frac{t}{2 \cdot (p_1 + p_2 + p_3)}$, де t – час виконання проби;

$p_1 + p_2 + p_3$ – частота пульсу за тестом Кергера. Також достатньо інформативними: є тест PWC_{170} ; показники максимального споживання кисню (МСК); функціональні проби Мартіне і Летунова; адаптаційний потенціал за Баєвським; коефіцієнт витривалості за

$$\text{Квасом } K_B = \frac{ЧСС \cdot 100\%}{AT_n}.$$

8. Рівень швидко-силової і стрибкової витривалості. Оцінюється за допомогою швидко-силового індексу J , який характеризує «вибухову» силу $J = \frac{F_{\max}}{t_{\max}}$, де F_{\max} – максимальне значення сили, досягнутої в даному русі; t_{\max} – час досягнення максимальної сили.

Досить цікавими та інформативними є критерії, що пов'язані із підтягуванням, віджиманням, положенням тіла, довжини метань і штовхань, тощо. Так процедура підтягувань дає можливість оцінити рівень розвитку статичної силової витривалості (за часом висіння); рівень розвитку анаеробної компоненти динамічної силової витривалості (тяга) і рівень розвитку аеробної компоненти динамічної силової витривалості (середній темп підтягувань). В [78] представлено формулу, що пов'язує результати підтягувань із швидкістю витрачення резерву силових здібностей і яке має вигляд:

$$N = \frac{F_{\max} - F_{\text{нор}}}{\Delta F_{\text{роб}} - \Delta F_{\text{омд}}} = \frac{R}{\Delta F}, \quad (1.17)$$

де N – кількість підтягувань, разів; F_{\max} – максимальна сила спортсмена в кінці фази підйому, кг; $F_{\text{нор}}$ – власна вага спортсмена, кг; $\Delta F_{\text{роб}}$ – величина зниження силових здібностей спортсмена у фазах підйом (опускання тулуба) кг; $\Delta F_{\text{омд}}$ – величина відновлення силових здібностей при висінні в вихідному положенні, кг; R – резерв сили, кг; ΔF – величина зниження резерву сили із розрахунку на один цикл підтягувань, кг.

1.6 Графологічна структура фізіологічних показників

Третю і четверту групу показників представляють фізіологічні і змагальні показники, індекси і критерії, які характеризують діяльність

серцево-судинної системи, системи центрального і периферійного кровообігу, м'язової і дихальної систем тощо. Реєстрація і первинна обробка зазначених сигналів здійснюється за допомогою електрокардіографа, фотоплетизмографа, спірографа або спірометра, велоергометра, вимірювача артеріального тиску, електронного динамометру. В подальшому, зареєстровані параметри і розраховані будуть поділені на дві групи: «тренувальну», до якої увійдуть 25 показників і «змагальну» – 20 показників, індексів і критеріїв. Співпадіння у двох групах має місце по 16 позиціях.

На даний час розроблено методичні підходи до математичного розрахунку величин ряду найважливіших показників системи кровообігу, зовнішнього дихання, електрокардіограми та інших параметрів, що знайшли широке застосування і отримали непогані рекомендації в спортивній медицині [66, 76, 79-81], авіації [82] та інших сферах життєдіяльності людини. Однак слід розуміти, що застосування розрахункових методів потребує обґрунтування, відповідності меті та завданням досліджень і ні в якому разі не підміняти саму суть функціональних досліджень [73, 76, 83].

Більше того, ми вважаємо, що використання розрахункових показників має на меті індикативний, тобто, якісний характер і безумовно, повинно застосовуватись у сукупності із вимірювальними методами, що забезпечують кількісну складову того чи іншого фізіологічного показника.

Усі показники зберігаються в базі даних системи і класифіковані за 3-ма ознаками: основні, розрахункові і резервні. До основних віднесено параметри, що є вхідними даними для діагностичної і розрахункової моделі; клас розрахункових показників склали параметри, отримані із тих, що виміряні і обчислені за допомогою стандартних формул або рівнозначних перетворень. Вони найбільш повно для лікаря та адекватно для пацієнта характеризують його функціональний стан, використовуються при постановці діагнозу і виборі тактики лікування. І нарешті, резервні або додаткові параметри, слугують для перевірки тих, що вимірюють і тих, які розраховують, з метою виключення недостовірної інформації.

Такий набір діагностичних і прогностичних ознак сформовано шляхом накопичення емпіричних і суб'єктивних знань, отриманих в

процесі спілкування з лікарем або в результаті експертного опитування.

В розробленій базі даних, присутній, окрім зазначених, ще один клас медичних даних – довгострокових, що мають характер нормативно-довідкової інформації по кожному показнику або параметру: значення норми, меж діапазону норми, меж діапазону відхилень і т.д.

Все вищезазначене важливо для ситуації, коли неможливо провести чітке розмежування між апаратурою для прийняття рішень і приладами, орієнтованими на контроль та оповіщення про стан пацієнта, оскільки подібні системи і комплекси відрізняються, головним чином, можливостями обробки і представлення даних та рівнем рекомендацій щодо вибору тактики лікування.

Практична реалізація вищезазначеного досягається використанням розробленої розрахункової моделі фізіологічних показників для АРМ-СЛ (рис. 1.8), який дозволяє отримати більше тридцяти показників ЕКГ, ФПГ, спірометрії, антропометрії, кровоносної системи та інших вторинних фізіологічних показників. Розрахункова частина алгоритму виконана за формулами, наведеними в [66, 76, 79-81] і дозволяє також отримати ряд належних значень показників та їх допустимих відхилень від норми.

Вхідні сигнали і параметри: Q-T, P-Q, R-R – інтервали ЕКГ; AQRS найбільша амплітуда комплексу QRS ЕКГ; ЧСС – частота серцевих скорочень; Твид – час видиху повітря при нормальному вдиху; ЧД – частота дихань; ДО – дихальний об'єм; МВЛ – максимальна вентиляція легенів; ЖЄЛ – життєва ємність легенів; АТ_д – діастолічний тиск; АТ_с – систолічний тиск; В – вік пацієнта; ДТ – довжина тіла пацієнта; МТ – маса тіла; В1-В5 – розрахункові точки часу на ФГП; В1А-В5А – розрахункові амплітудні тиски на ФПГ (рис. 1.9).

1. Показники серцево-судинної системи

1.1 Систолічний об'єм крові (СОК, мл) [82] (за Старром, 1954)

$$СОК = 97,7 + 0,5 АТ_n - 0,6 АТ_d - 0,6 В, \quad (1.18)$$

де АТ_п – пульсовий артеріальний тиск, мм.рт.ст.; АТ_д – діастолічний артеріальний тиск, мм.рт.ст.; В – вік, роки.

1.2 Хвилиний об'єм крові (ХОК, л/хв) [73, 80]

$$ХОК = СОК \cdot ЧСС, \quad (1.19)$$

де ЧСС – частота серцевих скорочень, уд/хв.; СОК – систолічний об'єм крові, мл.

1.3 Об'ємна швидкість вигнання крові (V_E , мл/с) [73, 80]

$$V_E = СОК / T_B, \quad (1.20)$$

де СОК – систолічний об'єм крові, мл.; T_B – час вигнання, с.

1.4 Потужність лівого шлуночка ($W_{шл}$, Вт) [73, 80]

$$W_{шл} = V_E \cdot AT_{cp} \cdot 133 \cdot 10^{-6}, \quad (1.21)$$

де V_E – об'ємна швидкість вигнання крові, мл/с.; AT_{cp} – середній артеріальний тиск, мм.рт.ст.;

1.5 Серцевий індекс (СІ, л/хв/м²) [80, 84]

$$СІ = ХОК / (MT^{0,425} \cdot ДТ^{0,725} \cdot 0,007184), \quad (1.22)$$

де ХОК – хвилиний об'єм крові, л/хв.; МТ – маса тіла, кг; ДТ – довжина тіла, м.

1.6 Ударний індекс (УІ, мл/м²) [80, 84]

$$У_i = СОК / (MT^{0,425} \cdot ДТ^{0,725} \cdot 0,007184), \quad (1.23)$$

де СОК – систолічний об'єм крові, мл.; МТ – маса тіла, кг; ДТ – довжина тіла, м.

1.7 Загальний периферійний опір (ЗПО, дин. с·см^{-0,5}) [73, 84]

$$ЗПО = ((AT_d + 0,33 \cdot (AT_c - AT_d) \cdot 1333 \cdot 60)) / ХОК \cdot 1000, \quad (1.24)$$

де AT_d – діастолічний артеріальний тиск, мм.рт.ст.; AT_c – систолічний артеріальний тиск, мм.рт.ст.; ХОК – хвилиний об'єм крові, л/хв.

1.8 Питомий периферичний опір (ППО, дин. с·см^{-0,5}·м²) [73, 84]

$$ППО = ЗПО \cdot MT^{0,425} \cdot ДТ^{0,725} \cdot 0,007184, \quad (1.24)$$

де ЗПО – загальний периферійний опір, дин. с·см^{-0,5}; МТ – маса тіла, кг; ДТ – довжина тіла, м.

1.9 Коефіцієнт економічності кровообігу (КЕК, у.о) [73]

$$KEK = ЧСС \cdot AT_n, \quad (1.25)$$

де ЧСС – частота серцевих скорочень, уд/хв.; AT_n – пульсовий артеріальний тиск, мм.рт.ст.

1.10 Об'єм серця (V_c , $см^3$) [73, 80]

$$V_c = 40 \cdot (MT / ДТ)1/2, \quad (1.26)$$

де MT – маса тіла, кг; $ДТ$ – довжина тіла, м.

1.11 Коефіцієнт ФС системи кровообігу ($КФС_{ccc}$, у.о) (Дмітрієва Н.В. із співавторами, 1991)

$$КФС_{ccc} = (PQ + QT) / R-R, \quad (1.27)$$

де PQ, QT – інтервали електрокардіограми, с; R-R – тривалість серцевого циклу, с.

1.12 Коефіцієнт ФС кардіореспіраторної системи ($КФС_{крс}$, у.о.) [73]

$$КФС_{крс} = R-R / 60 \cdot (ЧД + (R-R)), \quad (1.28)$$

де ЧД – частота дихання, к-ть за хвилину; R-R – тривалість серцевого циклу, с.

1.13 Систолічний показник (СП, у.о.) [73, 79, 84]

$$СП = (Q-T / R-R) \cdot 100\%, \quad (1.29)$$

де QT – інтервал електрокардіограми, с; R-R – тривалість серцевого циклу, с.

1.14 Середній артеріальний тиск (AT_{cp} , мм.рт.ст.) [73]

$$AT_{cp} = AT_d + 0,33AT_n, \quad (1.30)$$

де AT_d – діастолічний артеріальний тиск, мм.рт.ст.; AT_n – пульсовий артеріальний тиск, мм.рт.ст.

1.15. Кардіосоматичний індекс (КСІ, у.о.) е

$$КСІ = \frac{700 - 3 \cdot ЧСС - 0,8333 \cdot AT_c - 1,6667 AT_d - 2,7 \cdot B + 0,28 \cdot MT}{350 - 2,6 \cdot B + 0,21 ДТ},$$

де ЧСС – частота серцевих скорочень, уд/хв.; AT_c – систолічний артеріальний тиск, мм.рт.ст.; AT_d – діастолічний артеріальний тиск, мм.рт.ст.; B – вік (роки); MT – маса тіла (кг); ДТ – довжина тіла (м).

2. Показники дихальної системи [66, 73]

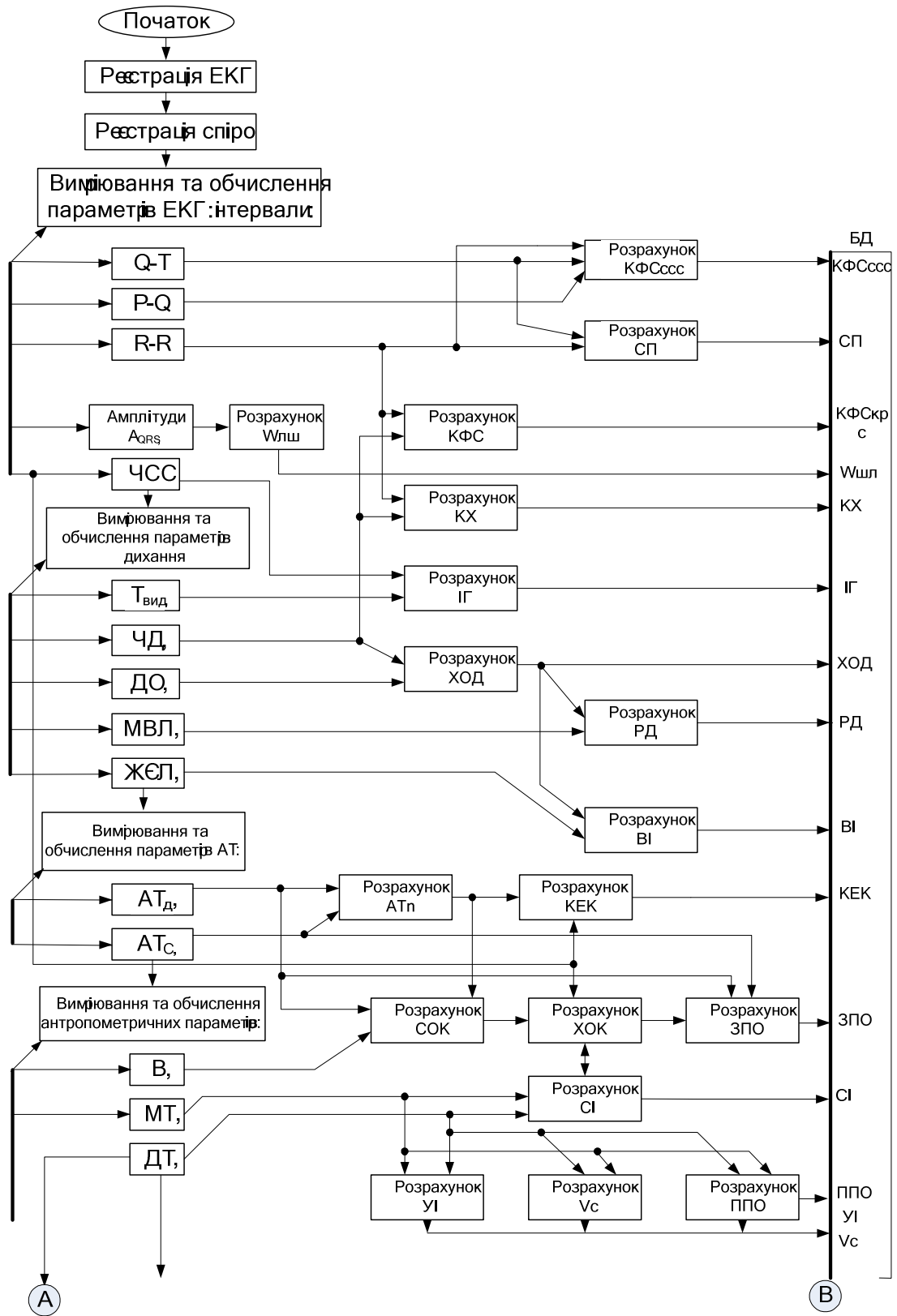


Рис. 1.8. Схема розрахункової моделі фізіологічних параметрів

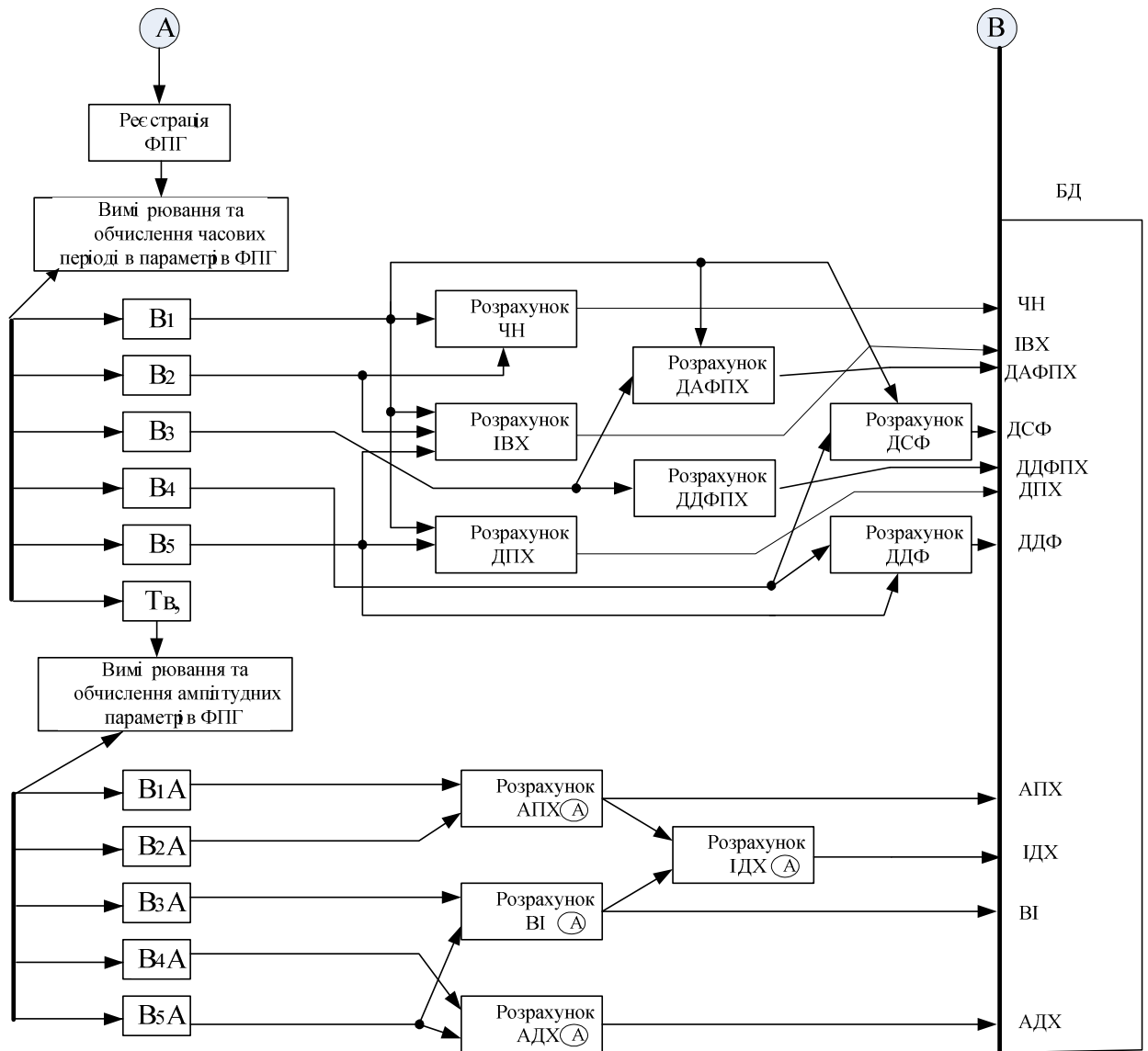


Рис. 1.8, аркуш 2

2.1 Хвилиний об'єм дихання (ХОД, л/хв) [54, 75]

$$ХОД = ЧД \cdot ДО, \quad (1.31)$$

де ЧД – частота дихання, к-ть за хвилину; ДО – дихальний об'єм, л.

2.2 Резерв дихання (РД, %) [66, 73]

$$РД = 100 \cdot ((МВЛ - ХОД) / МВЛ), \quad (1.32)$$

де МВЛ – максимальна вентиляція легенів, л/хв.; ХОД – хвилиний об'єм дихання, л/хв.

2.3 Вентиляційний індекс (ВІ) (за Гаріссоном)% [73, 79, 80]

$$ВІ = ХОД / ЖЄЛ, \quad (1.33)$$

де ХОД – хвилиний об’єм дихання, л/хв.; ЖЄЛ – життєва ємність легенів, л.

2.4 Індекс гіпоксії (ІГ, у.о) [73, 84]

$$ІГ = T_{\text{вид}} / ЧСС, \quad (1.34)$$

де $T_{\text{вид}}$ – час затримки дихання на видиху, с.; ЧСС – частота серцевих скорочень, уд/хв.

2.5 Індекс Скібінської (ІС, у.о) [73, 80]

$$ІС = ЖЄЛ \cdot T_{\text{вид}} / ЧСС, \quad (1.35)$$

де ЖЄЛ – життєва ємність легенів, л; $T_{\text{вид}}$ – час затримки дихання на видиху, с.; ЧСС – частота серцевих скорочень, уд/хв.

2.6. Коефіцієнт витривалості (K_B , у.о.)

$$K_B = \frac{ЧСС \cdot 100}{АТ_n}, \quad (1.36)$$

де ЧСС – частота серцевих скорочень, уд/хв.; $АТ_n$ – пульсовий артеріальний тиск, мм.рт.ст.

2.7 Оцінка психологічної готовності (ОПГ, у.о.)

$$ОПГ = 100 \left(1 - \frac{ЧСС_{\text{до старту}}}{ЧСС_{\text{після фінішу}}} \right) + 100 \left(1 - \frac{АТc_{\text{до старту}}}{АТc_{\text{після фінішу}}} \right). \quad (1.37)$$

2.8 Максимальна частота серцевих скорочень ($ЧСС_{\text{max}}$)

$$ЧСС_{\text{max}} = 210 - B - (0,11 \cdot МТ), \quad (1.38)$$

де B – вік (роки); $МТ$ – маса тіла (кг).

2.9. Адаптаційний потенціал по Баєвському (АП, у.о.)

$$АП = 0,11 \cdot ЧСС + 0,014 \cdot АТc + 0,008 \cdot АТд + 0,009 \cdot МТ + 0,014 \cdot B - 0,009 \cdot ДТ - 0,27, \quad (1.39)$$

де ЧСС – частота серцевих скорочень, уд/хв.; $АТc$ – систолічний артеріальний тиск, мм.рт.ст.; $АТд$ – діастолічний артеріальний тиск, мм.рт.ст.; $МТ$ – маса тіла (кг); B – вік (роки); $ДТ$ – довжина тіла (см).

2.10 Індекс Робінсона

$$ІР = ЧСС \cdot \frac{АТc}{100}, \quad (1.40)$$

де ЧСС – частота серцевих скорочень, уд/хв.; $АТc$ – систолічний

артеріальний тиск, мм.рт.ст.

2.11 Показники нервової і м'язової систем

2.11.1 Коефіцієнт Хільдербранта (КХ, у.о.) [73, 84]

$$КХ = ЧСС / ЧД, \quad (1.41)$$

де ЧСС – частота серцевих скорочень, уд/хв.; ЧД – частота дихання, к-ть за хвилину.

2.11.2 Рівень працездатності м'язів (Р, у.о.) [77, 78]

$$P = (f_1 + f_2 + f_3 + \dots + f_n) \cdot n, \quad (1.42)$$

де f – показник динамометрії; n – кількість спроб.

2.11.3 Показник зниження працездатності м'язів (S, %) [77, 78]

$$S = [(f_1 - f_{min}) \cdot f_{max}] \cdot 100, \quad (1.43)$$

де f_1 – величина початкового м'язового зусилля, кгм; f_{min} – величина мінімального м'язового зусилля, кгм; f_{max} – а величина максимального м'язового зусилля, кгм.

3. Показники пульсової хвилі (рис. 1.9) [75, 85, 86]

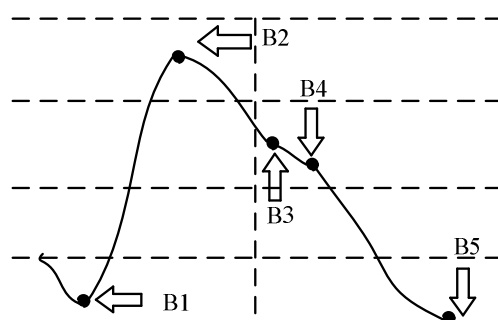


Рис. 1.9. Основні кодуючі точки об'ємного пульсу

3.1 АПХ (Амплітуда пульсової хвилі)

$$АПХ = B2 - B1. \quad (1.44)$$

3.2 АДХ (амплітуда дикротичної хвилі)

$$АДХ = B4 - B5. \quad (1.45)$$

3.3 Висота інцизури (ВІ)

$$ВІ = B3 - B5. \quad (1.46)$$

3.4 Індекс дикротичної хвилі (ІДХ)

$$IDX = (B3 - B5) / (B2 - B1) \cdot 100. \quad (1.47)$$

3.5 Довжина анакротичної фази ПХ (ДАФ)

$$DAF = B3 - B1. \quad (1.48)$$

3.6 Довжина дикротичної фази ПХ (ДДФ)

$$DDF = B5 - B3. \quad (1.49)$$

3.7 Довжина пульсової хвилі (ДПХ)

$$DPX = B5 - B1. \quad (1.50)$$

3.8 Індекс висхідної хвилі (ІВХ)

$$IBX = (B2 - B1) / (B5 - B1) \cdot 100. \quad (1.51)$$

3.9 Час наповнення (ЧН)

$$CH = B2 - B1. \quad (1.52)$$

3.10 Довжина систолічної фази (ДСФ)

$$DSF = B4 - B1. \quad (1.53)$$

3.11 Довжина діастолічної фази (ДДФ)

$$DDF = B5 - B4. \quad (1.54)$$

3.12 Індекс стресу (ІС)

$$IS = B3 / B2. \quad (1.55)$$

Перелік вимірюваних параметрів для АРМ-СЛ включає: В – вік; ДТ – довжину тіла; МТ – масу тіла; артеріальний тиск АТ_с – систолічний і АТ_д – діастолічний; електрокардіограму; ЧСС – частоту серцевих скорочень; ЧД – частоту дихання; Т_{вид} – час видиху. До групи антропометричних і соматометричних показників входять також коефіцієнт пропорційності, питома вага тіла, жирова компонента, безжирова маса тіла.

З урахуванням зазначеного, «змагальну» групу показників, індексів і критеріїв, що входять до інформаційного забезпечення АРМ-СЛ складуть такі [Посилання на походження формул дані на ст. 18-20]: коефіцієнт економічності кровообігу (КЕК); індекс гіпоксії (ІГ); систолічний об'єм крові (СОК); хвилинний об'єм крові (ХОК);

потужність лівого шлуночка ($W_{шл}$); серцевий індекс (СІ); ударний індекс (УІ); об'єм серця (V_c); коефіцієнт Хільдебранта (КХ); згальний периферійний опір (ЗПО); питомий периферійний опір (ППО); коефіцієнт витривалості (K_B); оцінка психологічної готовності (ОПГ); максимальну частоту серцевих скорочень ($ЧСС_{max}$); адаптаційний потенціал по Баєвському (АП); індекс Робінсона (ІР); кардіосоматичний індекс (КСІ).

Запропонована модель дозволяє ввести критерій ефективності спортивного лікаря, який визначається наступним чином

$$K_{cl} = \frac{N_1}{N_{\Sigma}} \cdot 100\%, \quad (1.56)$$

де N_1 – кількість спортсменів, які досягли високого спортивного результату і які працювали з даним лікарем; N_{Σ} – сумарна кількість спортсменів, які працювали з даним лікарем.

РОЗДІЛ 2

МЕТОДИ І МОДЕЛІ ДЛЯ ОЦІНКИ І ВИЗНАЧЕННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО СТАНУ СПОРТСМЕНІВ

2.1 Методи визначення функціонального стану спортсменів-багатоборців

Стрімке зростання рівня вимог до підготовки спортсменів в сучасному світовому спорті потребує пошуку нових, більш ефективних методів, засобів і організаційних форм підготовки спортивних резервів.

Спортивне тренування, будучи невід'ємною частиною тренувально-змагального процесу, динамічно розвивається і, як і весь процес в цілому, спрямоване на раціональне виконання поставлених завдань та досягнення необхідного ефекту для випадків, коли закладена їй науково-збалансована структура [87].

Відомо, що для успішного управління процесом тренування у професійній діяльності тренер особливу увагу повинен приділяти отриманню вихідної інформації про стан здоров'я, фізичного розвитку та фізичної підготовки спортсмена, визначенню його сильних і слабких сторін, розробленню загальних і часткових завдань залежно від отриманої інформації. У зв'язку з тим, що питання оцінювання фізичного стану з точки зору пропорційного розвитку соматоскопічних і соматометричних показників спортсмена та їх співвідношення з існуючими умовними пропорціями викликає в тій чи іншій мірі інтерес у багатьох дослідників, які спеціалізуються в спортивній медицині та психології, дозріла необхідність розробки нових інформаційних систем і технологій підготовки висококваліфікованих спортсменів, методів забезпечення та оцінювання їх функціональної готовності до змагальної діяльності, оптимізації тренувального процесу, досягнення заданого рівня тренуваності і здатності до високих результатів [87].

На рис. 2.1 представлена інформаційна модель, що одержала умовну назву «Комплексна структурна модель», яка побудована з урахуванням переваг і недоліків тренерської та наукової моделей,

аналізу результатів ряду збірних команд України (зимових і літніх, чоловічих і жіночих) і досягнень сучасної світової спортивної науки.

Представлена структура свідчить про те, що усунуто двовладдя в керівництві спортсменом, яке здійснює тренер спортсмена, а функції комплексної наукової групи покладені на тренера-консультанта, сервіс-менеджера і лікарів більш вузької спеціалізації: лікар функціональної діагностики, лікар-травматолог, лікар-масажист і лікар-психолог. При цьому інформаційна підтримка змагальної діяльності здійснюється в режимі on-line з використанням мережі ІНТЕРНЕТ або спеціалізованої локальної мережі збірної, що забезпечують доступ до необхідних інформаційних ресурсів, баз даних і баз знань.

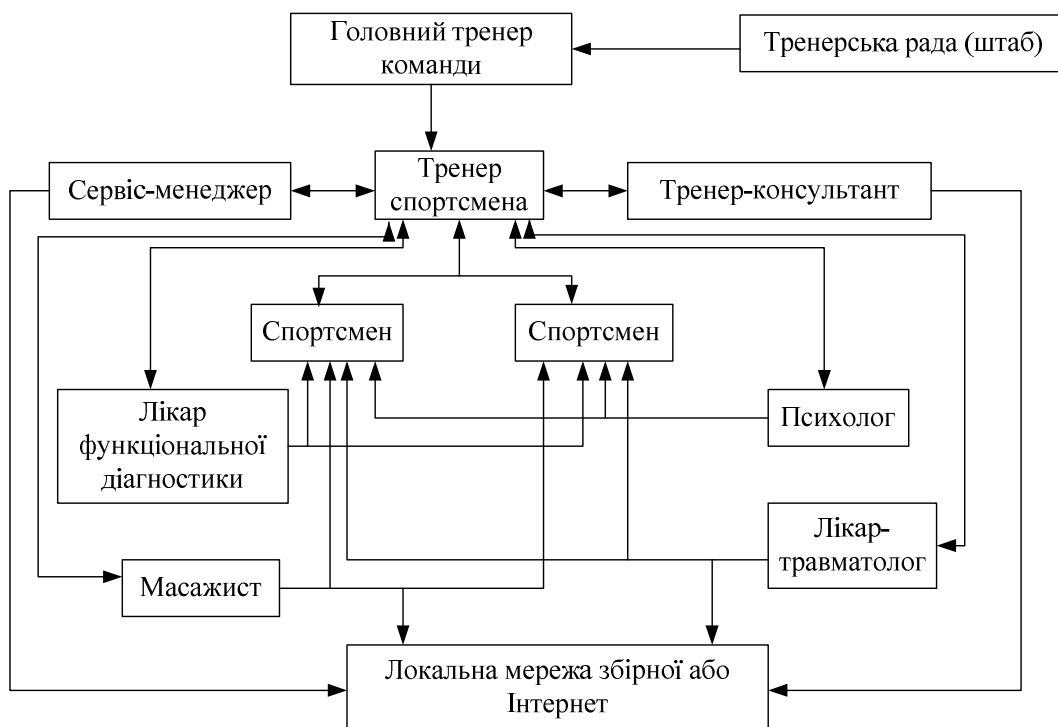


Рис. 2.1. Комплексна структурна модель змагальної діяльності

На відміну від раніше розглянутих моделей, запропонована забезпечена функцією контролю, яку в даній інтерпретації моделі здійснює тренерська рада або тренерський штаб.

У запропонованій моделі істотно зменшується розкид між значеннями динаміки та якості змагальної складової, оскільки в їх формуванні беруть участь одні й ті ж фактори. Підвищується роль тренера як вченого, що сприяє поліпшенню взаємодій між різними

дисциплінами та науковими спортивними школами. Відповідальність приймає колективний характер від спортсмена до головного тренера, однак не в рівних частках, а диференційовано, що виключає появу конфліктних ситуацій. Існуюча раніше залежність результатів команди від професійних якостей керівника і головного тренера, їх психологічна сумісність нівелюється тренерською радою (штабом).

Рівень спортивної підготовленості спортсмена та його потенціалу для досягнення високого спортивного результату характеризується його рівнем спортивно-технічної майстерності. При цьому рівень спортивно-технічної майстерності визначається як відносна характеристика властивостей спеціальної підготовленості спортсмена, заснованої на порівнянні значень показників властивостей оцінюваного спортсмена з відповідними показниками спортсмена, прийнятого в якості модельного зразка-аналога [88].

Використання фізіологічних показників в оцінюванні функціональної підготовленості спортсменів стримується істотними труднощами метрологічного порядку. Незважаючи на відносну простоту безпосереднього кількісного виміру спостережуваних при обстеженнях спортсменів зрушень фізіологічних функцій, перед фахівцем спорту постає низка проблем. До їх числа відносяться завдання створення вибору адекватних цілей контролю методичних засобів аналізу (математичні моделі та концептуальні схеми аналізу). Існує цілий ряд загальних для всіх видів фізіологічних вимірювань метрологічних проблем, головні з яких – це проблеми еталонного рівня функціонування та нелінійності шкал вимірювань. Перераховані факти, а також збережена методична недосконалість процедур реєстрації та обробки фізіологічних даних, являють собою реальні труднощі в справі використання цих показників для практичної оцінки функціональної підготовленості спортсменів [89].

Психометричні показники використовуються для оцінки успішності виконання заданого виду діяльності. При цьому аналізується динаміка показників кількості, якості і швидкості виконання завдання, а також що лежать в основі вимірювання відповідних функцій. Основними психологічними засобами оцінювання функціональної підготовленості спортсмена є короткі тестові випробування (степ-тест і комп'ютерний теппінг-тест, коректурна проба, чисельно-літерні сполучення, відшукування чисел,

сприйняття часу, поріг розрізнення маси, «переплутані лінії», проба з кільцями, відшукування закономірностей, реакція на рухомий об'єкт, вимірювання тремору, підтримання рівноваги тіла, точність оцінювання і вимірювання параметрів рухів), що характеризують ефективність різних психічних процесів під час виконання рухового завдання. Застосування психометричних показників – один з найбільш перспективних шляхів вирішення проблем оцінки функціональної підготовленості спортсмена, так як вони, з одного боку, безпосередньо характеризують можливості спортсмена, а з іншого – об'єктивні в тому сенсі, що виключають можливість свідомого завищення оцінки спортивної працездатності [89].

Маючи розроблені інформаційні моделі особистості спортсмена, змагальної діяльності та досягнення спортивного результату можна перейти до методу оцінювання готовності спортсмена (рис. 2.2) визначивши його як логічну послідовність етапів, об'єднаних динамічним станом організму спортсмена, що знаходиться у локальному інформаційному змагальному просторі і характеризується енергетичним, пластичним та інформаційним забезпеченням процесів самоорганізації організму, спрямованих на досягнення поставленої мети - високих спортивних результатів.

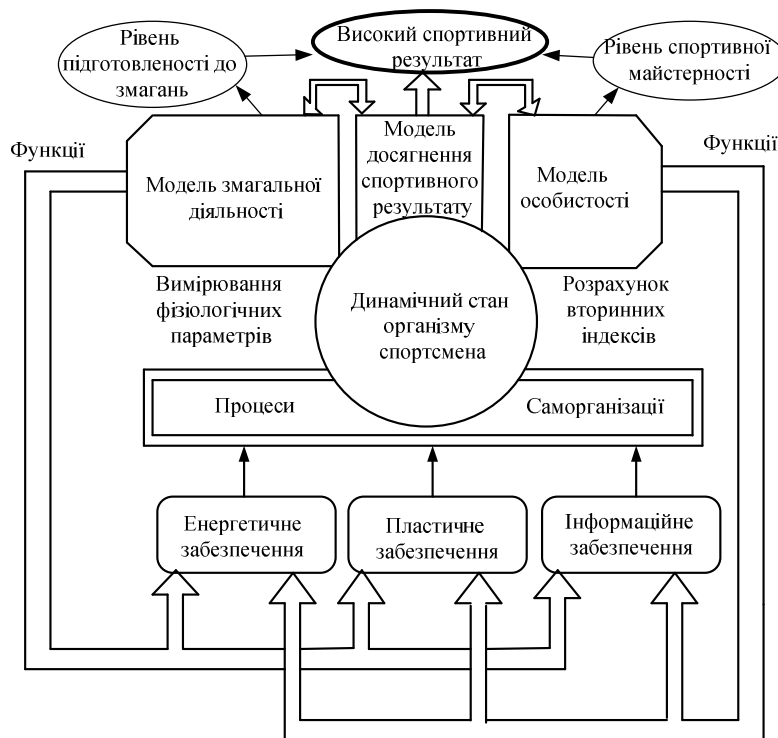


Рис. 2.2. Структурна модель методу оцінювання підготовленості спортсменів

Метод логічно поєднав в собі 4 етапи предстартової підготовки і 2 етапи післяфінішного дослідження. Саме така структура методу, в основу якого покладено розроблені інформаційні моделі особистості спортсмена, змагальної діяльності, досягнення спортивного результату, тренерської діяльності і забезпечило підвищення ефективності оцінювання спортсменів, оскільки оцінювання за даним методом відповідає вимогам інтегральності, адаптивності, формує високоточний прогноз спортивного результату, проводиться в будь-яких погодних умовах, займає короткий проміжок часу, забезпечує тренера і спортивного лікаря об'єктивною інформацією щодо ФС спортсмена.

Для усвідомлення внутрішньої структури і змісту запропонованого методу, представимо його у вигляді таблиці, яка відображає назву, зміст і результати по кожному етапу і дає змогу оцінювати рівень або ступінь підготовленості спортсмена до досягнення високих спортивних результатів (таб.2.1).

2.2 Моделювання функціонального стану спортсмена

Сучасний спортсмен разом із апаратурою для оцінювання рівня його функціонального стану і зовнішнім середовищем, в якому відбувається його тренувально-змагальна діяльність, утворює цілісний організм, який будемо розглядати як взаємозв'язаний і такий, що виконує відповідні функції та має функціональну стійкість. Для визначення структури зазначеного ергатичного організму необхідно визначити його функції, розподілити їх максимально адекватно між спортсменом та відповідною апаратурою, побудувати математичну модель, яка заснована на теорії автоматичного управління [90-92].

Для цього представимо стан спортсмена в просторі станів вектором

$$\overrightarrow{x(t)} = \{x_1(t), x_2(t) \dots x_i(t); x_{i+1}(t), x_{i+2}(t) \dots x_j(t); x_{j+1}(t), x_{j+2}(t) \dots x_n(t)\} \quad (2.1)$$

де $x_i(t)$, $i = \overline{1, n}$ – комплекс фізіологічних, психічних, енергетичних та інших параметрів, які змінюються в часі і просторі під впливом зовнішніх і внутрішніх факторів.

Метод оцінювання підготовленості спортсменів

Очікувані результати	Етап 1 – Підготовчий	Зміст
<ol style="list-style-type: none"> 1. Прийняття рішення про тактику участі в змаганнях. 2. «Тренувальний» або «змагальний» варіант. 3. «Біотехнічна система» або «АРМ-СЛ». 4. Перелік фізіологічних параметрів, що вимірюються. 5. Перелік вторинних психофізіологічних показників та індексів, що розраховуються 		<ol style="list-style-type: none"> 1. Визначення умов проведення змагань. 2. Вибір варіанту оцінювання підготовленості спортсмена: «тренувальний» або «змагальний». 3. Вибір апаратно-програмного та інформаційного забезпечення: «біотехнічна система» або «АРМ-СЛ». 4. Вибір за критерієм інформативності фізіологічних параметрів, які будуть вимірюватися 5. Розрахунок вторинних психофізіологічних показників та індексів.
Очікувані результати	Етап 2 – Визначення ФС спортсмена на контрольному тренуванні (змаганнях)	Зміст
<ol style="list-style-type: none"> 1. Перелік фактично виміряних фізіологічних параметрів. 2. Перелік фактично розрахованих вторинних психофізіологічних показників та індексів. 3. Підтвердження фактичного місцезнаходження значень в діапазонах «норми» і «допустимих» значень. 		<ol style="list-style-type: none"> 1. Вимірювання первинних фізіологічних параметрів. 2. Розрахунок вторинних психофізіологічних показників та індексів. 3. Перевірка отриманих значень на їх відповідність діапазонам «норми» і «допустимих» значень.
Очікувані результати	Етап 3 – Моделювання процесу оцінювання готовності спортсменів до змагань	Зміст
<ol style="list-style-type: none"> 1. ІМ особистості спортсмена. 2. ІМ змагальної діяльності. 3. ІМ досягнення спортивного результату. 4. Модельні характеристики підготовленості спортсмена. 5. Комплексна науково-тренерська модель змагальної діяльності. 		<ol style="list-style-type: none"> 1. Побудова інформаційної моделі (ІМ) особистості спортсмена. 2. Побудова інформаційної моделі змагальної діяльності. 3. Побудова інформаційної моделі досягнення спортивного результату. 4. Моделювання модельних характеристик підготовленості спортсмена. 5. Побудова комплексної науково-тренерської моделі змагальної діяльності.

Продовження таблиці 2.1

Очікувані результати	Етап 4 – Визначення рівня передстартової готовності спортсмена	Зміст
1. Результати порівняння. 2. Результати відхилень та причини, що їх зумовили. 3. Готовність або неготовність відповідних рівнів. 4. Прогноз спортивного результату. 5. Рішення про допуск до старту		1. Порівняння модельних характеристик з передстартовими (етап 2). 2. Визначення та аналіз відхилень передстартових характеристик від модельних. 3. Визначення рівнів готовності: психоемоційної, фізичної, технічної, функціональної. 4. Прогнозування спортивного результату. 5. Прийняття рішення про допуск до старту
СТАРТ → ФІНІШ		
Очікувані результати	Етап 5 – Визначення післяфінішного ФС спортсмена	Зміст
1. Перелік фактично вимірних фізіологічних параметрів. 2. Перелік фактично розрахованих вторинних психофізіологічних показників та індексів. 3. Підтвердження фактичного місцезнаходження в діапазонах «норми» і «допустимих» значень. 4. Рівень стомленості. 5. Рівень функціонального резерву.		1. Вимірювання первинних фізіологічних параметрів. 2. Розрахунок вторинних психофізіологічних показників та індексів. 3. Визначення відхилень передстартових значень показників від післяфінішних. 4. Визначення рівня стомленості. 5. Визначення рівня функціонального резерву
Очікувані результати	Етап 6 – Корегування індивідуальної програми тренувально-змагального процесу	Зміст
1. Відкорегована програма індивідуальної підготовки. 2. Нові програми в структурі ПЗ інформаційної системи та АРМ-СЛ		1. Внесення змін до програми тренувань. 2. Внесення змін (при необхідності) до переліків первинних і вторинних параметрів і показників. 3. Внесення змін (при необхідності) до програмного та інформаційного забезпечення інформаційної системи та АРМ спортивного лікаря

Позначимо: через $X(\alpha) = \{x_1(t), x_2(t) \dots x_i(t)\}$ множину фізіологічних сигналів спортсмена, які швидко змінюються; через $X(\beta) = \{x_{i+1}(t), x_{i+2}(t) \dots x_j(t)\}$ – множину фізіологічних сигналів, які змінюються повільно; $X(\gamma) = \{x_{j+1}(t), x_{j+2}(t) \dots x_n(t)\}$ – множину сигналів, що представляють собою експертні оцінки, пов'язані зі станом спортсмена. Тоді формула (1) буде мати вигляд

$$x(t) = \{[X(\alpha)], [X(\beta)], [X(\gamma)]\}. \quad (2.2)$$

Для кожного елемента $x_i(t)$, $i = \overline{1, n}$ вектору станів введемо допустимий діапазон $X_i, i = \overline{1, n}$, який визначається усіма можливими станами параметра $x_i \in X_i$ і в межах якого організм спортсмена функціонує нормально. Якщо значення $x_i \succ X_i$ або $x_i \prec X_i$ то нормальне функціонування організму порушується.

Представимо стан спортсмена простором станів S1, S2, S3 (рис. 2.5):

$$x \in S = [S1, S2, S3]. \quad (2.3)$$

і позначимо їх наступним чином: S1 – діапазон норми, в межах якого вектор станів приймає вигляд

$$\overrightarrow{x_{in}}(t) = \{x_{in}^{\min}(t) \dots x_{in}^{\max}(t)\}, \quad (2.4)$$

де $x_{in}^{\min}(t)$ і $x_{in}^{\max}(t)$ – відповідно, нижнє і верхнє значення діапазону норми, який відповідає простору S1.

Якщо виконується умова

$$\overrightarrow{x_{io}}(t) = \{x_{io}^{\min}(t) \dots x_{io}^{\max}(t)\}, \quad (2.5)$$

де $x_{io}^{\min}(t)$ і $x_{io}^{\max}(t)$ відображають, відповідно, нижнє і верхнє значення діапазону допустимих значень, то в межах перехідного діапазону організм спортсмена починає діяти, використовуючи свій функціональний резерв, іншими словами, відбувається включення компенсаторних механізмів (рис. 2.3, простір станів S2).

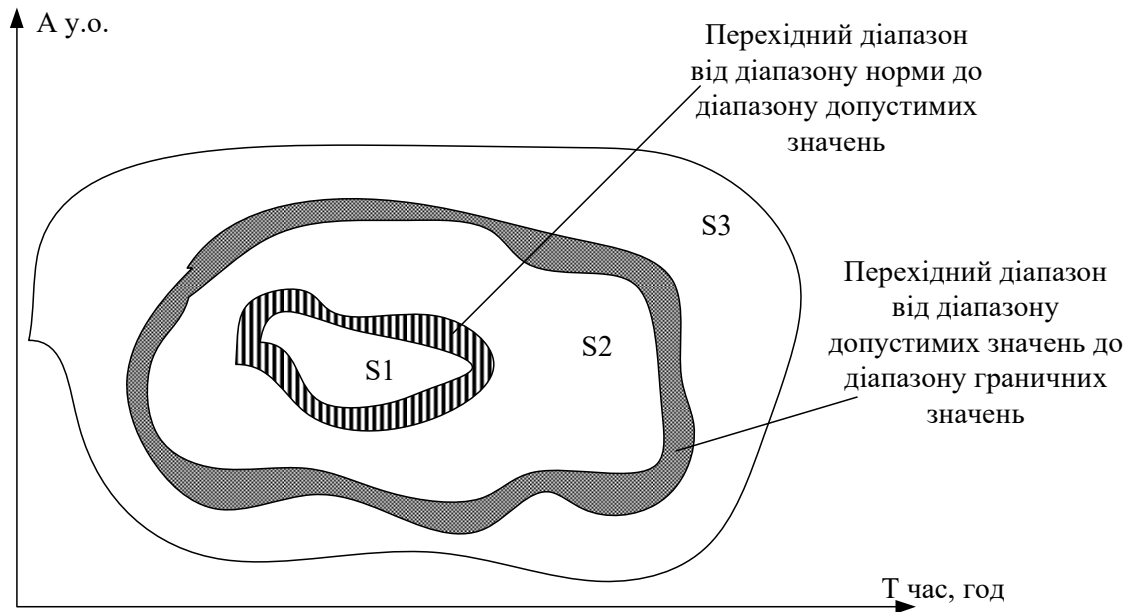


Рис. 2.3. Простір станів організму спортсмена

$$\vec{x}_{inp}(t) = \{x_{inp}^{\min}(t) \dots x_{inp}^{\max}(t)\}, \quad (2.6)$$

де $x_{inp}^{\min}(t)$ і $x_{inp}^{\max}(t)$ відповідають, відповідно нижньому і верхньому значенням діапазону граничних значень, в межах якого функціонування організму несе загрозу здоров'ю спортсмена, в зв'язку з тим, необхідно припинити його участь у тренуванні або змаганні (рис. 2.3, простір станів S3).

Особливістю математичної моделі, що характеризує діяльність спортсмена як елемента ергатичного організму, є те, що вона визначає і враховує два перехідних діапазону: $\langle S1 \longleftrightarrow S2 \rangle$ і $\langle S2 \longleftrightarrow S3 \rangle$, межі яких визначаються загальним і поточним функціональним станом окремих фізіологічних систем організму, його загальним і поточним станом, рівнем функціонального резерву та потужністю зовнішніх впливів.

Кожному простору станів S1-S3 відповідає свій простір полярних станів, кожен із яких визначено сукупністю полярних значень вимірних, контрольованих та отриманих розрахунковим шляхом значень параметрів і показників S^H1-S^H3 .

Тоді вираз (3) прийме вигляд:

$$x \in S = \left[\frac{S1}{S_1^H}; \frac{S2}{S_2^O}; \frac{S3}{S_3^{np}} \right], \quad (2.7)$$

а формула 4-6 відповідно:

$$\frac{x_{in}(t)}{x_{in}^H(t)} = \left[\frac{S1}{S_1^H}; \frac{S2}{S_2^H}; \frac{S3}{S_3^H} \right], \quad (2.8)$$

$$\frac{x_{id}(t)}{x_{id}^H(t)} = \left[\frac{S1}{S_1^O}; \frac{S2}{S_2^O}; \frac{S3}{S_3^O} \right], \quad (2.9)$$

$$\frac{x_{inp}(t)}{x_{inp}^H(t)} = \left[\frac{S1}{S_1^{np}}; \frac{S2}{S_2^{np}}; \frac{S3}{S_3^{np}} \right], \quad (2.10)$$

Зрозуміло, що межі перехідних діапазонів мають нестабільний і мінливий характер і це утрудняє процес визначення фактичного місцезнаходження вектора фактичного стану спортсмена в тому чи іншому просторі векторів.

Для усунення вищезазначеного введемо поняття міри розпізнавання μ_i параметра x_i нижньої і верхньої межі перехідного діапазону $\langle S1 \longleftrightarrow S2 \rangle$ або $\langle S2 \longleftrightarrow S3 \rangle$, в інтервалі $\rho(x_1', x_1'')$, в середині якого значення параметру не визначено із-за наявності його постійних флуктуацій.

Тоді, в визначених діапазонах, два будь-яких стани організму x_1', x_1'' вважаються розпізнаними, якщо виконується умова $\rho(x_1', x_1'') \succ \mu_i$, а $M_i = \frac{x_i}{\mu_i}$, де M_i – максимально можливе число таких станів.

Уже відзначалось, що на протязі всього тренувально-змагального процесу на спортсмена діють як внутрішні, так і зовнішні фактори, які в тій чи іншій мірі впливають на кінцевий результат. Це перш за все зовнішні: кліматичні, організаційні і форс-мажорні впливи, рівень психологічної сумісності з іншими спортсменами; рівень сприйняття управляючих впливів від тренера або лікаря; фактори, що визначають внутрішній стан спортсмена тощо.

В умовах реального тренувально-змагального процесу, на функціональний стан спортсмена, а значить і на рівень його підготовленості до досягнення високих спортивних результатів впливають: стан фізіологічної складової здоров'я – $W(t)$, стан

психічної складової – $V(t)$; рівень впливу зовнішніх і внутрішніх факторів – $U(t)$; стан енергетичної складової – $E(t)$ і рівень функціональних резервів – $Z(t)$. Тоді оптимальний вектор стану спортсмена може бути представлено наступними векторами (з урахуванням управляючих впливів тренера і спортивного лікаря).

$$x_i(t)_{opt} = \left\{ \begin{array}{l} W_i(t) \in \{[x(\alpha)], [x(\beta)]\} \\ V_i(t) \in \{ [x(\gamma)] \} \\ E_i(t) \in \{[e_1(t), e_2(t), \dots, e_q(t), \dots, e_Q(t)]\} \\ Z_i(t) \in \{[z_1(t), z_2(t), \dots, z_L(t), \dots, z_G(t)]\} \\ U_i(t) \in \{[u_1(t), u_2(t), \dots, u_k(t), \dots, u_m(t)]\} \\ R_i(t) \in \{[r_1(t), r_2(t), \dots, r_p(t)]\} \end{array} \right. \left\{ \begin{array}{l} \frac{x_{in}(t)}{x_{in}^H(t)} \longrightarrow 1 \\ \frac{x_{in}(t)}{x_{in}^H(t)} \longrightarrow 1 \\ \frac{x_{id}(t)}{x_{id}^H(t)} \longrightarrow 1 \\ \frac{x_{np}(t)}{x_{np}^H(t)} \longrightarrow 1 \\ U_i(t) \longrightarrow 0 \\ R(t) \longrightarrow opt \end{array} \right.$$

Останній вираз дає змогу представити математичну модель оптимального стану (максимальної підготовленості) спортсмена для досягнення високого результату у вигляді системи диференціальних рівнянь:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{dx_1}{dt} = f_1(w, v, e, z, u, t, r); \\ \frac{dx_i}{dt} = f_i(w, v, e, z, u, t, r); \\ \dots\dots\dots \\ \frac{dx_n}{dt} = f_n(w, v, e, z, u, t, r). \end{array} \right. \quad (2.11)$$

Представлена математична модель достовірно відображає поведінку спортсмена під час тренувань або змагань ($t \in t_1, t_2$) з урахуванням зміни вхідних параметрів $w \in W, v \in V, e \in E$ контролю

рівня функціонального резерву $z \in Z$ на фоні внутрішніх і зовнішніх впливів ($u \in U$) та управляючих впливів тренера (рис. 2.4).

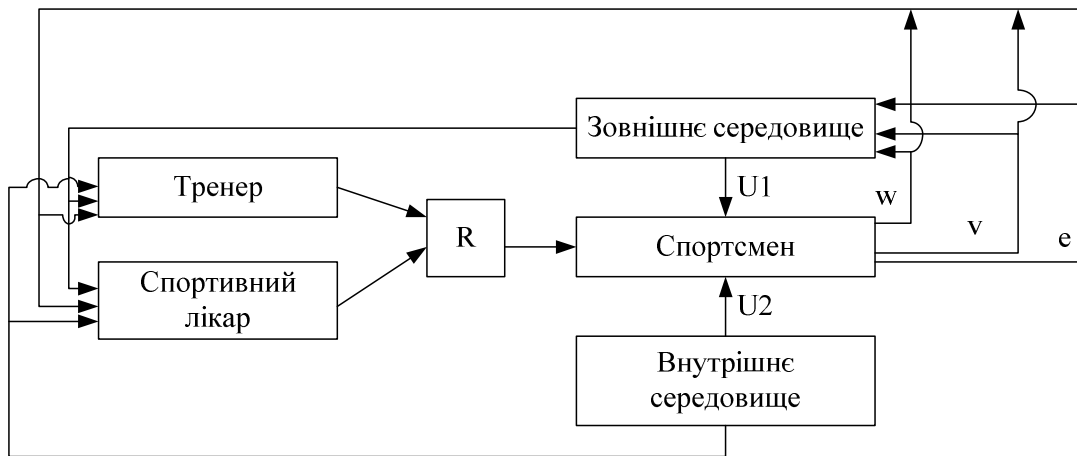


Рис. 2.4. Схема зв'язків моделі поведінки спортсмена

2.3 Інформаційна модель особистості спортсмена

Система науково-методичного забезпечення підготовки спортсменів, в своїй більшості, базується на використанні сучасних інформаційних технологій та систем. Наприклад, для підготовки спортсменів-багатоборців все більше застосування знаходять різні автоматизовані діагностичні комплекси, тренажерно-діагностичні стенди, системи підтримки прийняття рішень, технології «віртуальної реальності», кошти для збору, аналізу та оцінки інформації про ступінь технічної та функціональної підготовленості спортсменів [2, 93].

Дане дослідження можна розглядати як одну з перших успішних спроб побудови комплексу інформаційних моделей спортсмена вищих спортивних досягнень.

Відповідно до [94], модель спортсмена сьогодні в основному розглядають як сукупність моделі особистості спортсмена і моделі його змагальної діяльності, представлених, як правило, словесними або табличними описами, що не завжди зручно.

Модель особистості спортсмена – це опис сукупності його професійно-важливих якостей – (ПВЯ), що забезпечують успішне виконання завдань, поставлених перед ним в спорті а також її самонавчання, саморозвиток та протипоказання [1].

Модель змагальної діяльності – включає в себе опис і характеристику виду спорту, в якому виступає спортсмен; вимоги до спортсменів; особливості змагальної діяльності та можливих ситуацій; характерні завдання, функції і труднощі, властиві даному виду змагальної діяльності; протипоказання до занять даним видом спорту [1].

Аналіз доступної інформації показує, що інновації, запропоновані фахівцями, далеко не завжди вирішують проблеми оптимізації тренувально-змагального процесу, що представляє собою замкнутий цикл взаємопов'язаних дій спортсмена і тренера, спрямованих на досягнення високих спортивних результатів.

Однією з головних причин виникнення такої ситуації, є проблема моделювання особистості спортсмена і його змагальної діяльності.

Використовуючи наведені визначення моделей [1, 94] і запропонований нами підхід, визначимо суть моделі спортсмена таким чином.

Модель спортсмена являє собою сукупність особистісних (модель особистості) та професійних (модель змагальної діяльності) якостей і характеристик, об'єднаних динамічним станом організму, що у локальному інформаційному просторі і характеризується енергетичним, пластичним і інформаційним забезпеченням процесів самоорганізації, спрямованих на досягнення поставленої мети – високих спортивних результатів.

Для побудови повної моделі підготовки спортсмена необхідна ще одна компонента – модель навчально-тренувального процесу, що включає в себе різні види навчальної, пізнавальної та тренувальної діяльності з формування особистості спортсмена, його професійних якостей, психоемоційної стійкості й соціально-суспільної значимості.

Модель особистості спортсмена заснована на тесті "Визначення типу особистості" Дж. Олдхем і Л. Морріс, суть якого, на думку самих авторів, полягає в наступному: "Ми пропонуємо систему визначення типу вашої особистості і розуміння особливих шляхів, якими вона впливає на ключові сфери у вашому житті; взаємовідношення з оточуючими; любов; особисте життя; робота; імідж; емоції; самовладання; спонукання і схильність; почуття реальності і духовність"[94, 95].

До переваг тесту Дж. Олдхем і Л. Морріс відносяться не тільки виявлення психологічного типу особистості, а й визначення його імовірнісних розладів. Пам'ятаючи про те, що в природі не існує "чистих типів", а тест виявляє наявність і інших типів в даному типі особистості, він дозволяє більш повно і адекватно оцінити особистість людини [94].

Основу тесту складає 14 основних типів особистості, кожен з яких є нормальним і універсальним, що дозволяє в сукупності з іншими, сформувані Персональний Автопортрет Особистості (ПАО).

Для підвищення надійності тесту основний опитувальник доповнено питаннями шкали брехливості. Адаптований варіант тесту пройшов широку апробацію і зарекомендував себе надійним і ефективним засобом для формування персонального автопортрета або персонального типологічного профілю [96].

Першим етапом в побудові моделі особистості спортсмена є формування таблиць відповідності професійно-важливих якостей спортсмена типам особистості і характеристик цього типу (табл. 2.2)

Таким чином, визначено п'ять категорій професійно важливих якостей спортсменів (в узагальненому сенсі), кожній з яких відповідає адекватну кількість типів особистості та їх характеристик:

1. Особистісні властивості – 6 типів особистості і 7 характеристик.
2. Емоційні і вольові якості – 5 типів особистості і 9 характеристик.
3. Комунікативні якості – 4 типи особистості і 4 характеристики.
4. Особливості інтелекту – 2 типу особистості і 3 характеристики.
5. Мотиваційні аспекти – 1 тип особистості і 2 характеристики.

Другим етапом є процес безпосередньої побудови інформаційної моделі особистості спортсмена у вигляді послідовних систем і зв'язків, отриманих теоретичним шляхом і підтверджених експериментально. Запропонована модель узгоджується з поняттям самоорганізації, суть якої полягає в тому, що вона здійснюється за рахунок безпосередньої локальної дії елементів моделі (рис. 2.5).

Відповідність ПВЯ спортсмена типам особистості по Дж. Олдхем і Л. Морріс

Професійно-важливі якості спортсмена	Тип особистості, номер і зміст характеристики
<p>1. Мотиваційні аспекти діяльності: мотиви творчої діяльності; розвинена мотивація досягнення; виражена мотивація самоактуалізації.</p>	<p>Діяльний 3 – Душа – вони демонструють свої почуття, емоційні, імпульсивні й жваво на все реагують.</p> <p>6 – Поширена думка – вони надзвичайно зацікавлені, постійно в пошуках нового.</p>
<p>2. Особливості інтелекту:</p> <ul style="list-style-type: none"> - здатність до аналізу та узагальнення інформації; - спостережливість; - творче мислення; - вміння бачити кілька можливих шляхів і подумки вибирати найбільш ефективний. 	<p>Серйозний: Роздуми – вони все аналізують, оцінюють, обмірковують перш, ніж зробити якусь дію.</p> <p>Добросовісний: 6 – Мета та деталі – виконують добре продумані дії.</p> <p>4 – Бездоганність – вони завжди розбивають свою задачу на дрібні деталі і не можуть пропустити жодного моменту.</p>
<p>3. Особистісні властивості:</p> <ul style="list-style-type: none"> - здатність тривалий час зберігати стійку увагу, незважаючи на втому і сторонні подразники; - здатність помічати зміни в навколишньому середовищі, свідомо не зосереджуючи на них увагу; - швидка реакція на раптове зорове сприйняття шляхом здійснення певних рухів (високомоторна реактивність); - стійка адекватна самооцінка; - активність; - відповідальність. 	<p>Ідеосинкратичний: 6 – <i>Зовнішні прояви</i> – вони надзвичайно спостережливі і уважно стежать за реакцією на них інших людей.</p> <p>Агресивний: 5 – <i>Сила волі</i> – можуть ефективно працювати в досить важких умовах і ситуаціях, долаючи хвилювання і побоювання.</p> <p>Альтруїстичний: 6 – <i>Витривалість</i> – у них великий запас терпіння, невибагливі до умов.</p> <p>Добросовісний: 5 – <i>Упертість</i> – цей тип важко відхилити від наміченої їм мети.</p> <p>4 – Бездоганність – вони завжди розбивають свою задачу на дрібні деталі і не можуть пропустити жодного моменту.</p> <p>Діяльний: 5 – <i>Активність</i> – енергійність відрізняє цей тип, вони проявляють ініціативу і можуть заряджати інших своєю активністю.</p> <p>Серйозний: 3 – <i>Відповідальність</i> – вони постійно покладають на себе відповідальність за свої дії. Виступають проти себе, але згладжують свої помилки.</p>

<p>4. Комунікативні якості:</p> <ul style="list-style-type: none"> - вміння встановлювати і підтримувати психологічний контакт; - комунікативна компетентність (вміння слухати, емпатія, доброзичливість, вільне володіння засобами спілкування, самоконтроль); - широкий спектр стилів поведінки в конфліктних ситуаціях; - наявність лідерських (організаторських) якостей. 	<p>Авантюрний: 4 – Переконливість – вони вправні в спілкуванні, уміють заводити друзів і впливати на людей.</p> <p>Альтруїстичний: 3 – Розгляд – вони завжди чудові в ділових відносинах, чесні, етичні і товариські.</p> <p>Ідеосинкратичний: 6 – Зовнішні прояви – вони володіють гострою спостережливістю і уважно стежать за реакцією на них інших людей.</p> <p>Одинокий: 3 – Сприйняття – вони спокійні, безпристрасні і несентиментальний.</p>
<p>5. Емоційні і вольові якості:</p> <ul style="list-style-type: none"> - здатність брати на себе відповідальність в складних ситуаціях; - наполегливість у подоланні труднощів; - врівноваженість і самовладання в конфліктних ситуаціях; - емоційна стійкість при прийнятті відповідальних рішень; - наполегливість, адаптивність, постійна впевненість у своїх силах, вміння робити висновки; - міцна нервова система; - відсутність невротизації і психопатизації; - емоційна і психологічна стійкість. 	<p>Серйозний: 1 – <i>Пряма людина</i> зберігає тверезий погляд на речі при будь-яких обставинах і не проявляють емоцій. 3 – <i>Відповідальність</i> – вони постійно покладають на себе відповідальність за свої дії.</p> <p>Агресивний: 5 – <i>Сила волі</i> – можуть ефективно працювати в досить важких умовах і ситуаціях, долаючи свої хвилювання.</p> <p>Альтруїстичний: 6 – <i>Витривалість</i> – у них великий запас терпіння, вони невибагливі.</p> <p>Авантюрний: 2 – <i>Виклик</i> – життя в безстрашності. Люблять ризик і зазвичай беруть участь в небезпечних заходах. 7 – <i>Піцинки</i> – вони мужні, міцні фізично, жорстокі, зметуть зі шляху будь-кого, хто наважиться з ними сперечатись.</p> <p>Одинокий: 3 – <i>Сприйняття</i> – вони спокійні, безпристрасні і несентиментальний. 6 – <i>Основа основ</i> – їх не шокує критика, також вони байдужі до похвали, самі оцінюють свою поведінку.</p> <p>4 – <i>Стоїцизм</i> – демонструють байдужість до болю і задоволень.</p>

З рис. 2.5 видно, що послідовність зв'язків в моделі виглядає так: особистість спортсмена – професійно-важливі якості –

характеристики типів особистості – типи особистості, які повинні бути присутніми в автопортреті конкретного спортсмена.

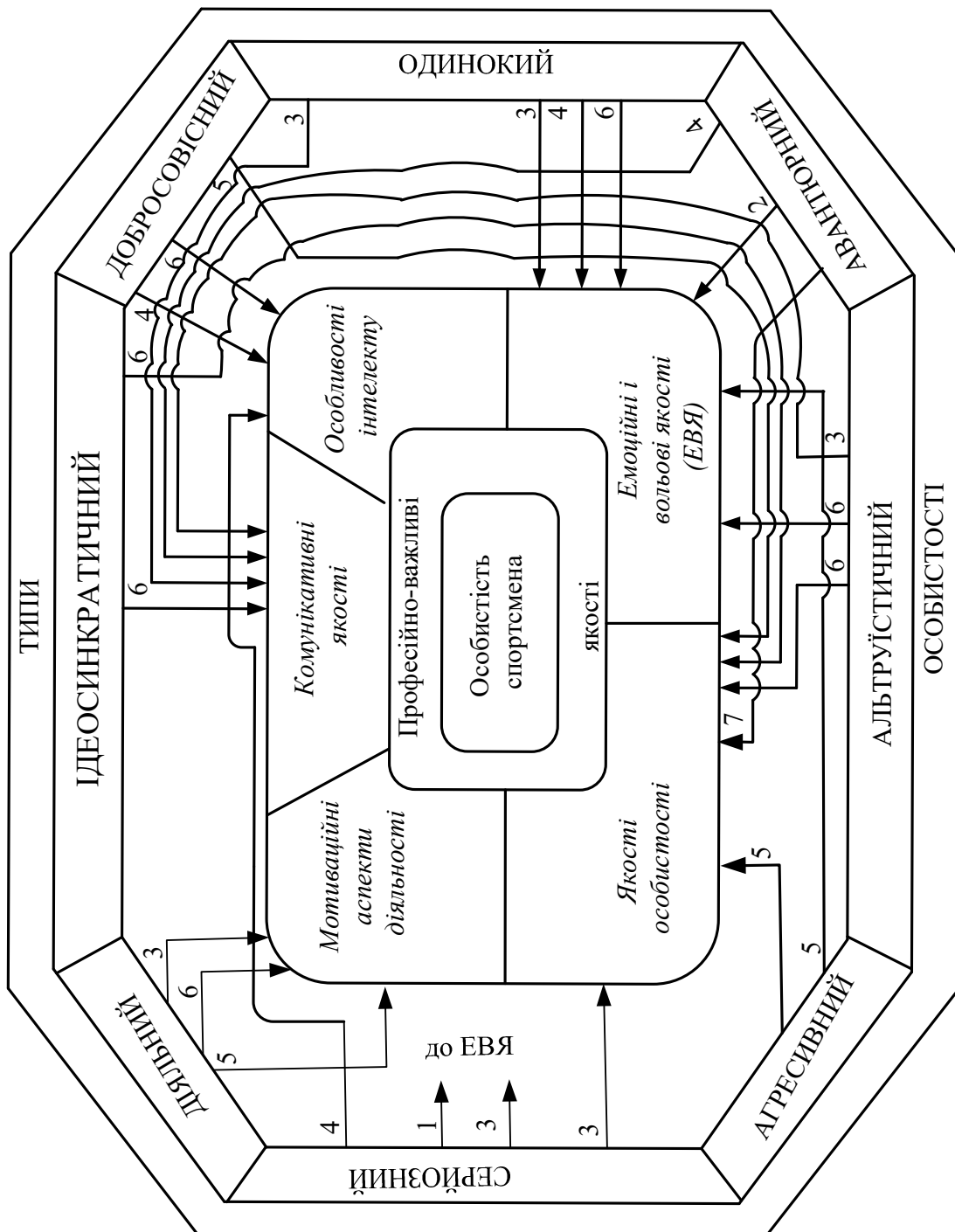


Рис. 2.5. Інформаційна модель особистості спортсмена

Розроблена модель особистості спортсмена реалізована в інформаційній системі оцінювання підготовленості спортсмена до змагальної діяльності, яка може бути віднесена до класу ергатичних

систем. Специфіка аналізу таких систем полягає в тому, що «має місце методологічна неоднозначність в констатації «лінії розділу» між організмом і зовнішнім середовищем, принаймні, у функціональному відношенні, а складність самого аналізу – в неможливості формалізувати деякі можливості людини, наприклад, його психічну діяльність [97-99].

Виходячи з цього, досить цікавим видається механізм функціонування людини в складі людино-машинної системи на інформаційному та енергетичному рівнях, з урахуванням тих функцій, які складно або взагалі неможливо реалізувати за допомогою апаратно-програмних засобів [96, 99-101]. При цьому така система повинна забезпечувати: рішення задач підтримки прийняття рішень при різнорідно-ознакових характеристиках об'єкта (у нашому випадку, спортсмена) на різних рівнях; запис виявлення можливих порушень здоров'я або схильності спортсмена до травм; контроль динаміки фізіологічних показників, що оцінюють функціональний стан спортсмена; реалізацію механізму вибору оптимальної тактики і стратегії тренувально-змагального процесу; можливості коригування ФС спортсмена в процесі змагань.

Особливу увагу слід звернути на процес тестування спортсмена, який розгортається поетапно з постійним уточненням рішення, прийнятого на попередньому етапі. При цьому, на кожному етапі тестування висунуті гіпотези можуть бути підтверджені, змінені або відхилені; можлива активація процесу вироблення нової паралельної гіпотези або повна зміна тактики оцінювання, тобто якщо який-небудь етап прийняття рішення подати у вигляді вузла моделі предметної області, то з нього можна зробити розвинені переходи в інші вузли моделі.

Для зручності поточного контролю за станом спортсмена і всього тренувально-змагального процесу нами запропонована система еталонних і поточних профілів спортсмена у вигляді комплексного механізму взаємодії, при якому процеси будуть не тільки підсилювати один одного, а й перебуває у протидії один до одного. Процес побудови еталонних профілів в чому носить емпіричний характер, хоча і враховує індивідуальні психологічні особливості кожного з його учасників, критерії їх взаємодії. Обов'язковим елементом такого процесу є визначення вагових і нормованих вагових коефіцієнтів для

кожного типу особистості, який присутній в еталонній матриці відповідності спеціалізації спортсмена.

Наступним етапом є етап формування еталонних матриць відповідності особистості спортсмена спеціалізації або виду спорту, що включає в себе вимоги до спортсмена, перелік типів особистості, значення вагових коефіцієнтів. Отримані еталонні профілі в кінцевому вигляді можуть бути представлені в табличному або аналітичному вигляді. В таб.2.3 наведено основні вимоги до спортсмена (особливості інтелекту, комунікативні якості, особистісні властивості, мотиваційні аспекти діяльності, емоційні та вольові якості) та відповідні типи особистості для жіночого семиборства з відповідними ваговими коефіцієнтами.

На рис. 2.6 представлено схему алгоритму реалізації інформаційно-структурної моделі особистості спортсмена

Як уже відзначалось, в основу моделі покладено тест «Визначення типу особистості» Дж. Олдхема і Л. Морріс, який дозволяє будувати зразковий та поточний профілі спортсмена з подальшим визначенням домінуючих в його характері типів особистості. Саме в тому, що використано два типи профілів особистості спортсмена і полягає відмінність та більша достовірність і надійність результатів, отриманих за допомогою теста Дж. Олдхема і Л.Морріс у порівнянні з аналогічними (тест Кеттела, тест Майєр-Брігс та інші). Процедура побудови поточного і зразкового профілів досить детально описана в [96].

Розроблена модель особистості спортсмена реалізована в інформаційній системі оцінки рівня його підготовленості до змагальної діяльності, яка може бути віднесена до класу ергатичних систем.

Таблиця 2.3

Еталонна матриця відповідності. Вид спорту – легкоатлетичне жіноче семиборство

Вимоги до спортсмена	Типи особистості													
	А _в	А _г	А _л	П	Д	Д _{бр}	Д _р	І	О	В	П _р	С _{ам}	С	Ч
1. Особливості інтелекту	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	1	-
2. Комунікативні якості	1	-	1	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-
3. Особистісні властивості	-	1	1	-	1	1	-	1	-	-	-	-	1	-
4. Мотиваційні аспекти діяльності	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5. Емоційні та вольові якості	1	1	1	-	-	-	-	-	3	-	-	-	2	-
Всього $\Sigma=23$	2	2	2	-	3	3	-	2	4	-	-	-	4	-
Ваговий коефіцієнт	0,086	0,086	0,086	-	0,13	0,13	-	0,086	0,173	-	-	-	0,173	-
Нормований ваговий коефіцієнт	0,08	0,08	0,08	-	0,13	0,13	-	0,08	0,17	-	-	-	0,17	-
Загальна кількість діяльних типів - 8														

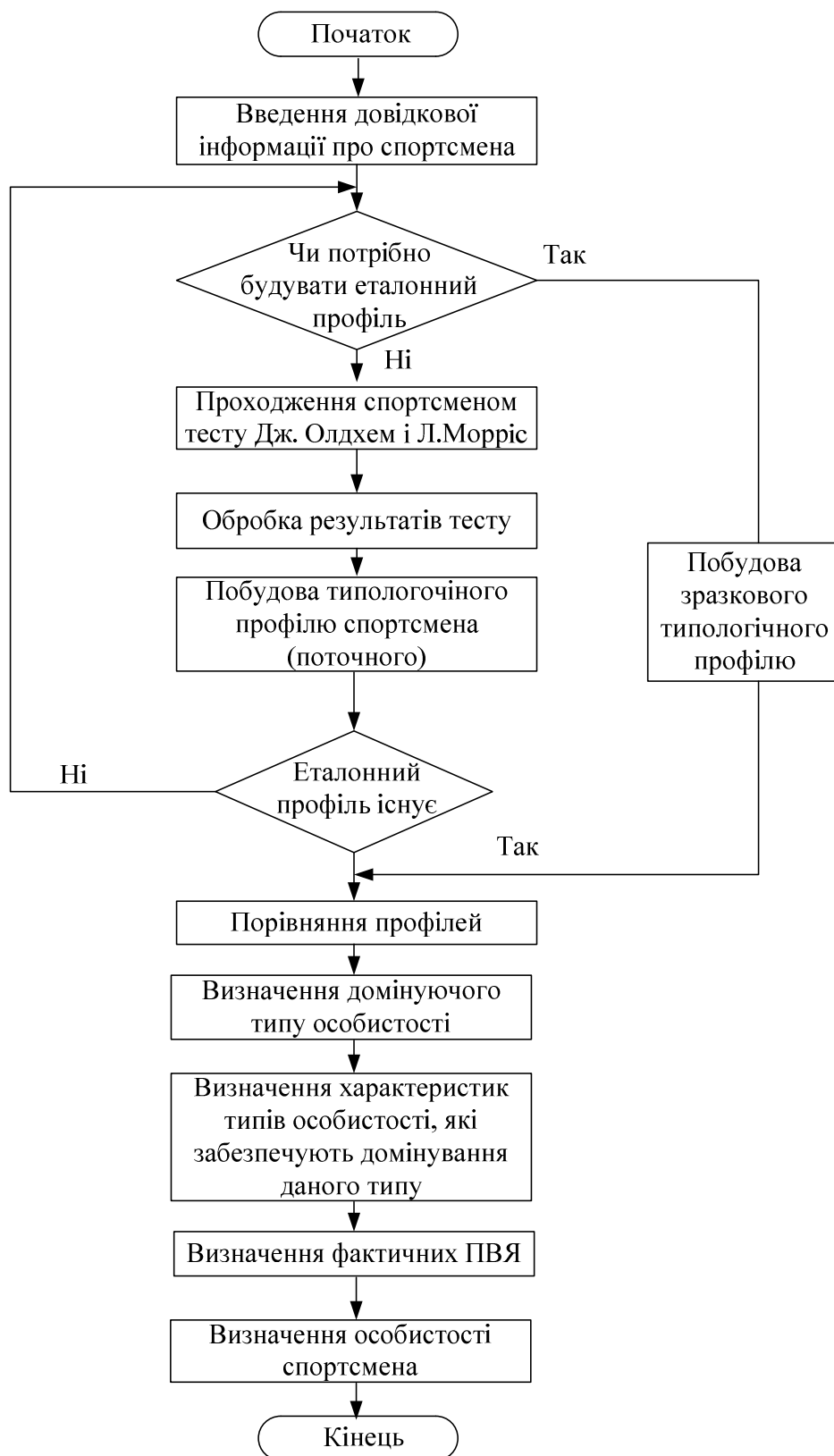


Рис. 2.6. Схема алгоритму реалізації інформаційної моделі особистості спортсмена

2.4 Інформаційна модель змагальної діяльності і досягнення спортивного результату

Сучасні види спорту поділяються на шість груп, в залежності від характеру діяльності спортсмена, джерела і способу досягнення спортивного результату (Л. П. Матвеев, 1991).

1 група – види спорту, які становлять високоактивну рухову діяльність людини, досягнення в яких вирішальною мірою залежать від фізичних здібностей організму. Сюди відноситься більшість видів спорту (легка атлетика, спортивні ігри і т. д.).

2 група – види спорту, основу яких складають дії спортсмена з управління засобами пересування (мотоциклом, авто і т. д), за рахунок вмілого управління яких і досягається результат.

3 група – техніко-конструкторські види спорту, в змаганнях за якими оцінюються не тільки дії спортсмена, скільки результати – предмети умовної, модельно-конструкторської діяльності (авіа, автомобелі та ін.).

4 група – стрілецькі види спорту (гвинтівка, лук, пістолет).

5 група – абстрактно-ігрові види спорту (шахи, шашки).

6 група – багатоборства, складені із спортивних дисциплін, що входять в різні групи видів спорту (спортивне орієнтування, біатлон, морське багатоборство та ін.) [20].

Система підготовки спортсмена включає в себе чотири великих блоки: систему відбору та спортивної орієнтації; спортивне тренування; систему змагань; позатренувальні і позазмагальні чинники оптимізації тренувально-змагального процесу [21].

Кожен компонент системи спортивної підготовки має своє функціональне призначення і одночасно підпорядкований загальним закономірностям її функціонування (рис. 2.7)

Для того щоб досягти високих результатів, необхідно визначити і конкретизувати фактори, які відіграють визначальну роль в їх здійсненні.

До числа основних факторів, що впливають на динаміку спортивних досягнень, можна віднести наступні [20], що визначаються трьома групами: 1 – індивідуальні чинники; 2 – фактори науково-технічного процесу; 3- соціально-економічні чинники. До 1-ої групи відноситься індивідуальна обдарованість (або вроджені

здатки) спортсменів і ступінь підготовленості до спортивного досягнення. 2-а група визначає ефективність систем підготовки спортсмена через сучасну методику тренувань; раціональну систему змагань; прогрес науки і техніки; медико-технічне забезпечення (МТЗ), інформаційне забезпечення (ІЗ), медико-біологічне забезпечення. І нарешті – 3-тя група пропонує в якості факторів: розмах спортивного руху та наявність необхідних спортивних якостей; – Загальні соціальні умови життя і фінансове забезпечення спортивного руху.

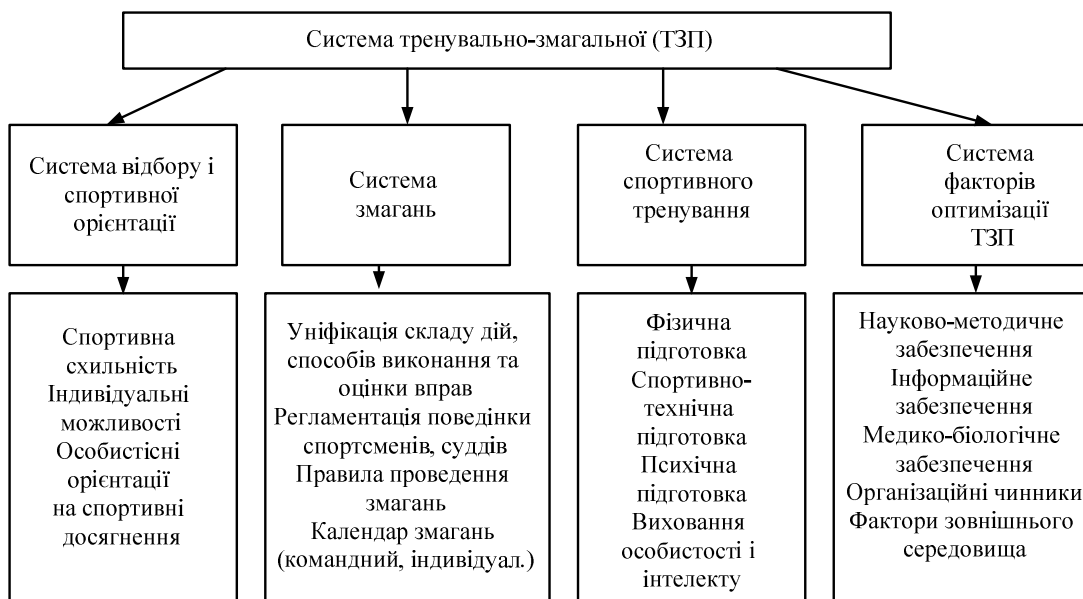


Рис. 2.7. Система тренувально-змагальної підготовки

На рис. 2.8 представлена інформаційна модель змагальної діяльності спортсмена в зовнішньому інформаційному тренувально-змагальному просторі в умовах непрогнозованого можливого впливу ряду факторів; геомагнітних і метеорологічних; екологічних; зовнішніх ризиків і форс-мажорних обставин; географічних умов проведення змагань.

Представлена модель являє собою фактично послідовність заходів, починаючи з вибору виду спорту до досягнення високих спортивних результатів. Прийнято остаточно рішення про можливість людини займатися тим або іншим видом спорту, перед чим передує процедура оцінювання його організму на наявність протипоказань по заняттю тим або іншим видом спорту. Такий підхід суттєво зменшує

можливе число потенційних інвалідів, знімає ризик спортивної травми, оптимізуючи фінансові витрати на підготовку спортсменів.

Наступний етап важливий в двох аспектах: перший – вироблення вимог до спортсмена, які максимально адекватно трактують специфіку того чи іншого виду спорту і другий – вироблення системи критеріїв, направлених на оцінку відповідних професійно-важливих і психологічно-індивідуальних якостей майбутнього спортсмена даним вимогам. Система вимог являється основою високих спортивних результатів, оскільки саме вона дозволяє сформувати і підготувати спортсмена, який характеризується цілісністю психічних, фізичних, адаптивних і резервних механізмів, спеціально навчених і направлених на досягнення високих спортивних результатів.

Саме в процесі тренувань з'являється можливість реально оцінити функціональний, психологічний, фізіологічний і адаптаційний резерви його організму.

Терміном «фізіологічні» резерви, наприклад позначають виниклу в процесі еволюції адаптаційну можливість організму багатократно підсилювати інтенсивність своєї діяльності у порівнянні з станом відносного спокою [102]. Система змагань, являється по суті, комплексним критерієм оцінки результатів, отриманих на всіх попередніх етапах, результатом багатосторонньої і багаторічної підготовки спортсмена для досягнення високих результатів.

Різноманітність системи змагань, її спрямованість, різнокритеріальність, остаточний послідовний вплив на організм спортсмена підтверджує необхідність отримання об'єктивної інформації про стан і поведінку спортсмена на будь-якому етапі тренувально-змагального процесу.

Важливим елементом тренувально-змагального процесу є етап оцінювання ступеня тренуваності і підготовленості спортсмена до змагань і вищих спортивних досягнень, реалізований за допомогою відповідного алгоритму (рис. 2.9). Конкретизуємо деякі визначення і терміни, що мають безпосереднє відношення до даного етапу та алгоритму.

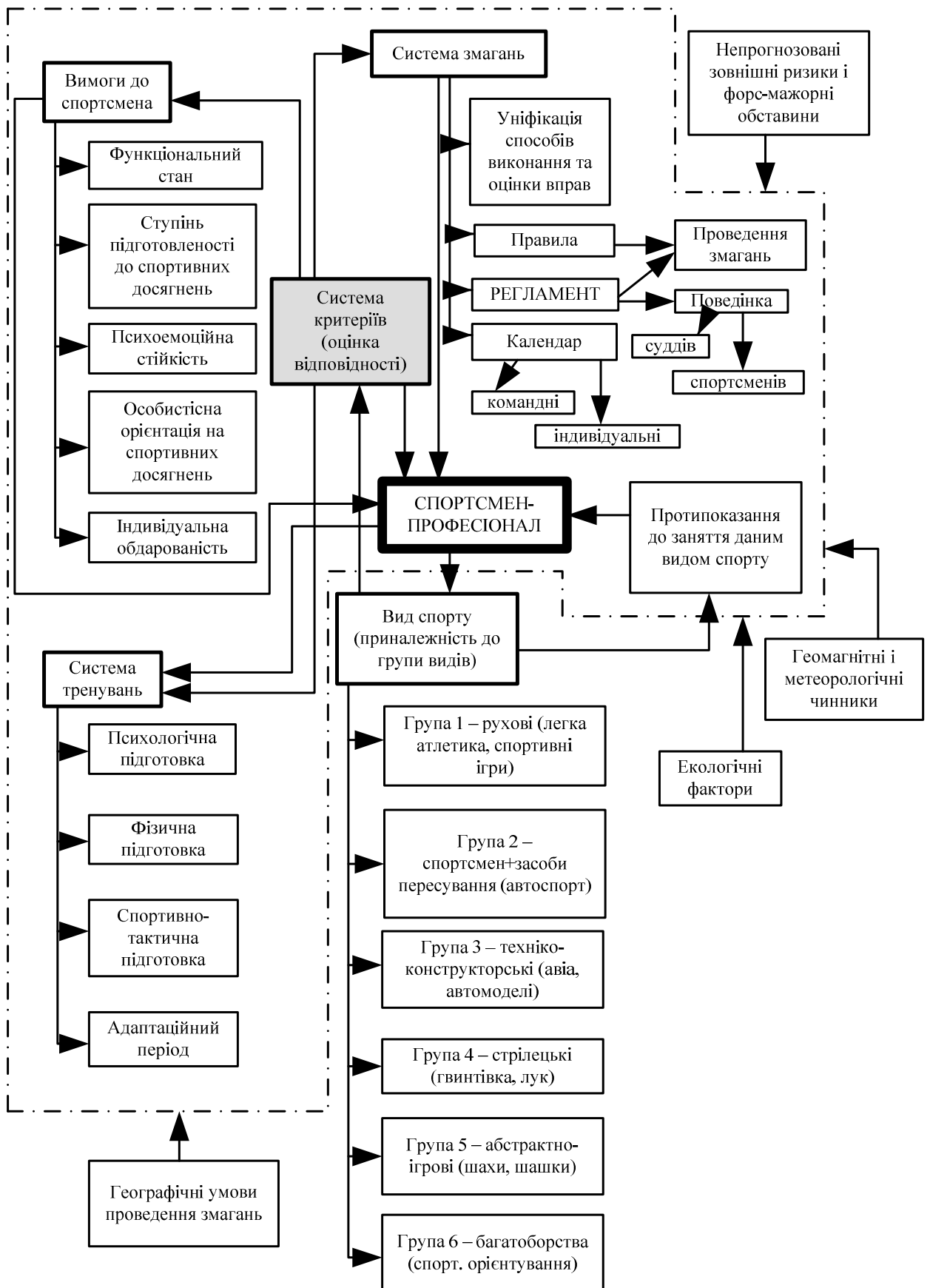


Рис. 2.8. Інформаційна модель змагальної діяльності

Анамнез – сукупність відомостей про хворого та його захворювання, отриманих шляхом опитування самого хворого та (або) осіб, що його знають, які використовуються для постановки діагнозу, прогнозу захворювання, вибору оптимальних методів його лікування і профілактики [103].

Анамнез спортивний – сукупність відомостей про спортсмена, отриманих шляхом опитування самого спортсмена, його тренера, лікаря і колег по тренуванням, які стосуються його фізичного розвитку, фізичної підготовленості, рівня тренуваності, переносимості тренувальних навантажень, методики і режиму тренувань і динаміки спортивних результатів [104].

Під структурою тренувального процесу будемо розуміти відносно стійкий порядок його частин, їх закономірне співвідношення один до одного і загальна послідовність [105].

Існують три рівні структури: мікроструктура – структура окремих тренувальних занять і серій занять на протязі тижня, що мають назву мікроциклів (тижневих циклів); мезоструктура – структура середніх циклів, що включають серію цілеспрямованих мікроциклів, які мають назву мезоциклів (місячних циклів); макроструктура – структура великих циклів тренувань, що включають серію мезоциклів і мають назву макроциклів (етап, період, річний цикл, олімпійський цикл).

Структура спортивного тренування, яка є частиною тренувального процесу, характеризується, зокрема: доцільним порядком взаємозв'язку різних сторін змісту підготовки спортсмена (компонентів загальної і спеціальної фізпідготовки, фізичної і технічної підготовки і т.д); необхідним співвідношенням параметрів тренувального навантаження (часткових або загальних величин його об'єму та інтенсивності), а також тренувальних незмагальних навантажень; визначеною послідовністю різних ланок тренувального процесу (окремих занять та їх частин, етапів, періодів, циклів), які являються фазами або стадіями даного процесу, що визначають його закономірні зміни в часі.

На конкретні деталі побудови тренувального процесу впливає вся сукупність основних умов спортивної діяльності: загальний режим життя спортсмена, бюджет часу на заняття спортом, встановлення системи змагань і т.ін. [78].

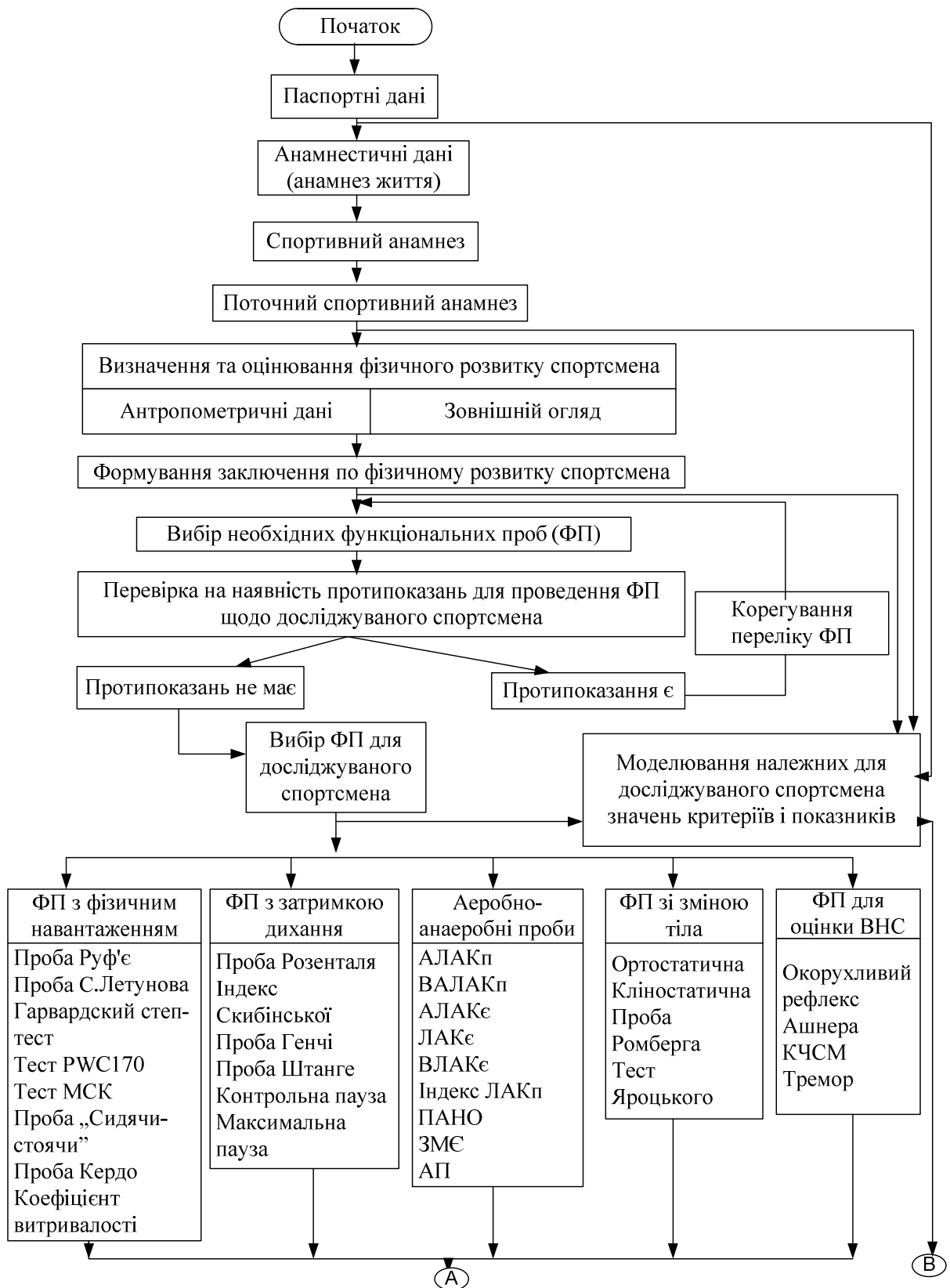


Рис. 2.9. Алгоритм оцінювання ступеня тренованості і підготовленості спортсмена до змагань і вищих досягнень

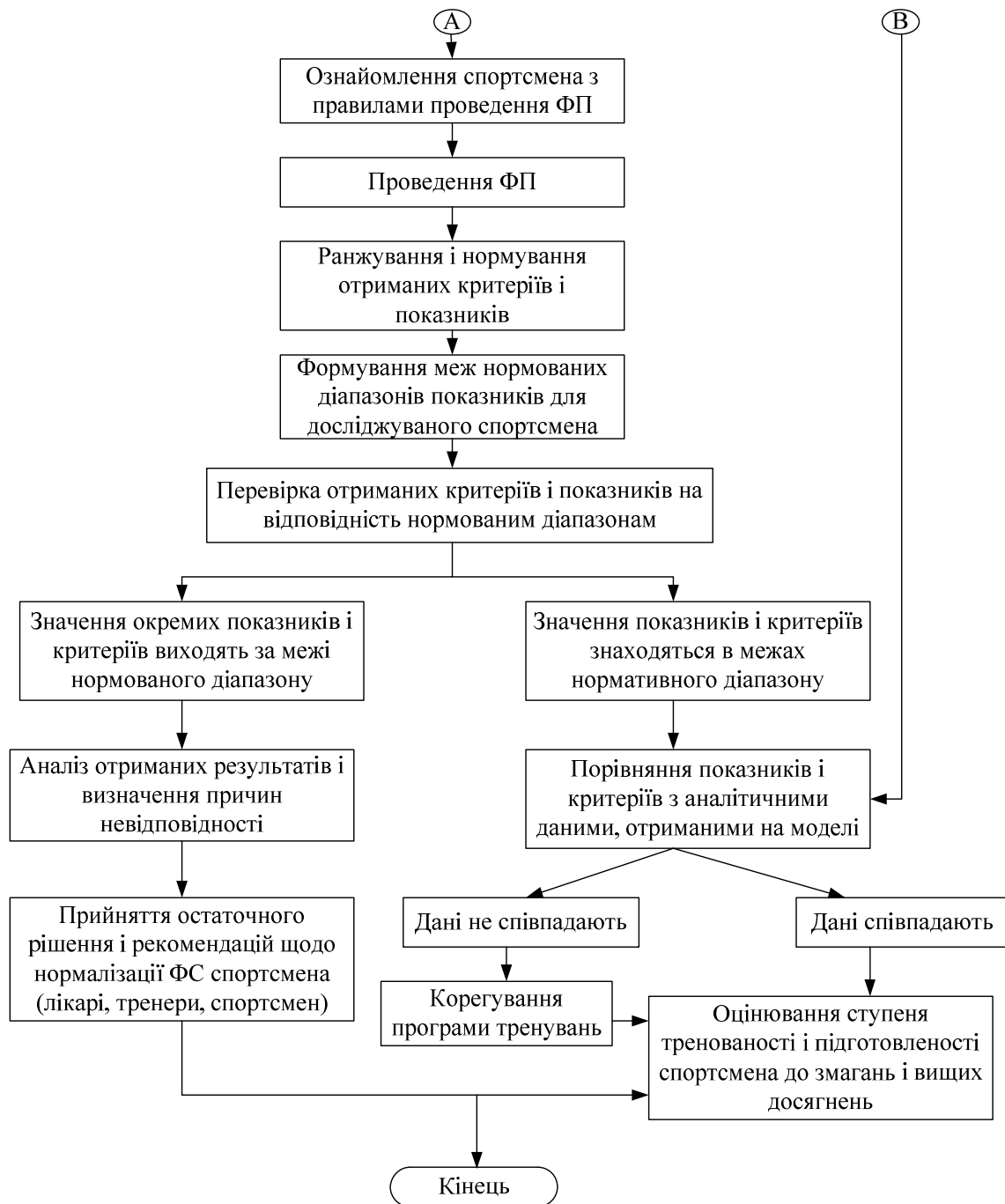


Рис. 2.9, аркуш 2

При цьому кожний цикл підготовки спортсменів має три періоди (фази): підготовчий (передзмагальний), «об'ємний, кількісний» період – набір спортивної форми; змагальний основний (інтенсивний «якісний») період – збереження спортивної форми; перехідний (відновлювальний) період – часткова втрата спортивної форми [27, 28].

В монографії представлено математичну модель змагальної діяльності. Алгоритм реалізації даної моделі зображено на рис. 2.10. До його особливостей слід віднести: адекватний вибір виду спорту за критеріями нечіткої логіки; більш чітко та конкретно узгодження показників тренувального і змагального процесів; врахування протипоказань до занять даним видом спорту.

Кінцевим результатом будь-якої змагальної діяльності є досягнення бажаного результату. В системі, яка проектується, це забезпечується розробленням моделі та алгоритму, відповідно до якого рівень готовності спортсмена до досягнення високого спортивного результату визначається такими критеріями: стомлення, психоемоційна підготовленість, фізична підготовленість, технічна підготовленість і функціональна підготовленість.

Рівень спортивної підготовленості спортсмена та його потенціалу для досягнення високого спортивного результату характеризується його рівнем спортивно-технічної майстерності. При цьому рівень спортивно-технічної майстерності визначається як відносна характеристика властивостей спеціальної підготовленості спортсмена, заснованої на порівнянні значень показників властивостей оцінюваного спортсмена з відповідними показниками спортсмена, прийнятого в якості модельного зразка-аналога [88].

Розроблено інформаційну модель досягнення спортивного результату, котра зв'язує між собою ступінь індивідуальної спортивної підготовленості спортсмена з його модельним рівнем спортивної підготовленості до досягнення високого спортивного результату через ознаку спортивної підготовленості, яка в даній моделі виступає як критерій відповідності властивостей, параметрів і показників оцінюваного спортсмена, прийнятого в якості модельного зразка (рис. 2.11).

У запропонованій моделі не враховані показники педагогічної підготовленості спортсмена, так як вони дозволяють відстежити лише зовнішні результати його рухової активності і не сприяють розкриттю сутності органічних процесів, що лежать в їх основі.

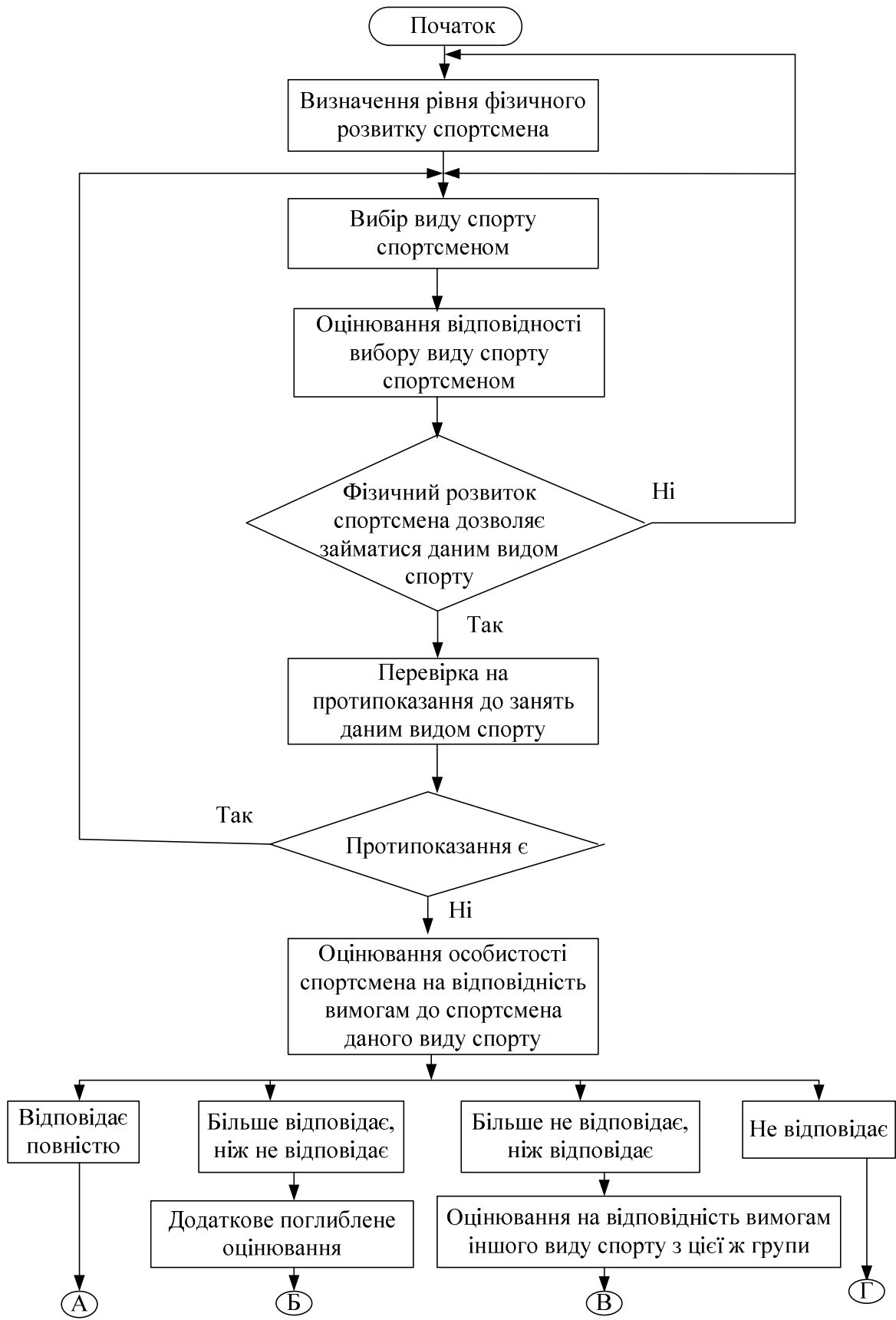


Рис. 2.10. Схема алгоритму реалізації моделі змагальної діяльності

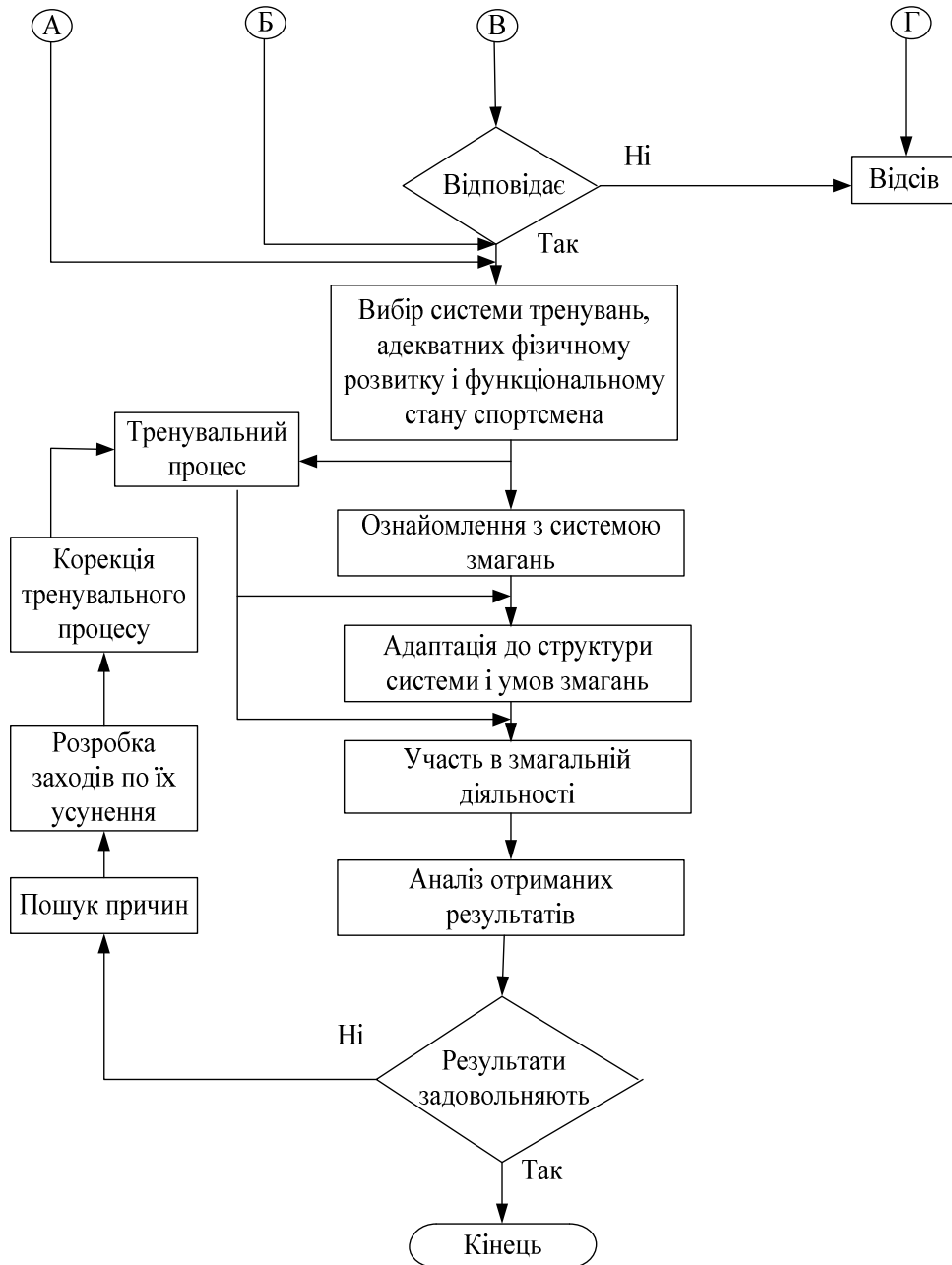


Рис. 2.10, аркуш 2

Функціональна підготовленість спортсменів характеризується комплексом властивостей і якостей спортсмена, що визначають ефективність тренувальної та змагальної діяльності, а також відповідність цільовим призначенням – специфічним вимогам спортивного досягнення [88].

В реальних умовах і ситуаціях тренувальної роботи та участі в змаганнях ФС спортсмена змінюється під впливом цілого ряду як пов'язаних між собою, так і не пов'язаних, внутрішніх і зовнішніх

впливів. При цьому реакція спортсмена виражається в різноманітних змінах його фізіологічних і особистісних якостей, але особливо важливе значення в цьому випадку набувають енергетичні властивості організму (анаеробна і аеробна продуктивність), виступаючим основним показником функціональної підготовленості спортсмена [88].

Використання фізіологічних показників в оцінці функціональної підготовленості спортсменів стримується істотними труднощами метрологічного порядку. Незважаючи на відносну простоту безпосереднього кількісного виміру спостережуваних при обстеженнях спортсменів зрушень фізіологічних функцій, перед фахівцями спорту встає цілий ряд проблем. До їх числа відносяться завдання створення та вибору адекватних цілей контролю, методичних засобів аналізу (математичні моделі та концептуальні схеми аналізу). Існує цілий ряд загальних для всіх видів фізіологічних вимірювань метрологічних проблем, головні з яких – це проблеми еталонного рівня функціонування та нелінійності шкал вимірювань. Перераховані факти, а також збережена методична недосконалість процедур реєстрації та обробки фізіологічних даних, являють собою реальні труднощі в справі використання цих показників для практичної оцінки функціональної підготовленості спортсменів [88].

Психометричні показники використовуються для оцінки успішності виконання заданого виду діяльності. При цьому аналізується динаміка показників кількості, якості і швидкості виконання завдання, а також, які лежать в основі вимірювання відповідних функцій.

Основними психологічними засобами оцінки функціональної підготовленості спортсмена є короткі тестові випробування (степ-тест і теппінг-тест, коректурна проба, чисельно-літерні сполучення, відшукування чисел, сприйняття часу, поріг розрізнення маси, «переплутані лінії», проба з кільцями, відшукування закономірностей, реакція на рухомий об'єкт, вимір тремору, підтримання рівноваги тіла, точність оцінювання і вимірювання параметрів рухів), що характеризують ефективність різних психічних процесів під час виконання рухового завдання.

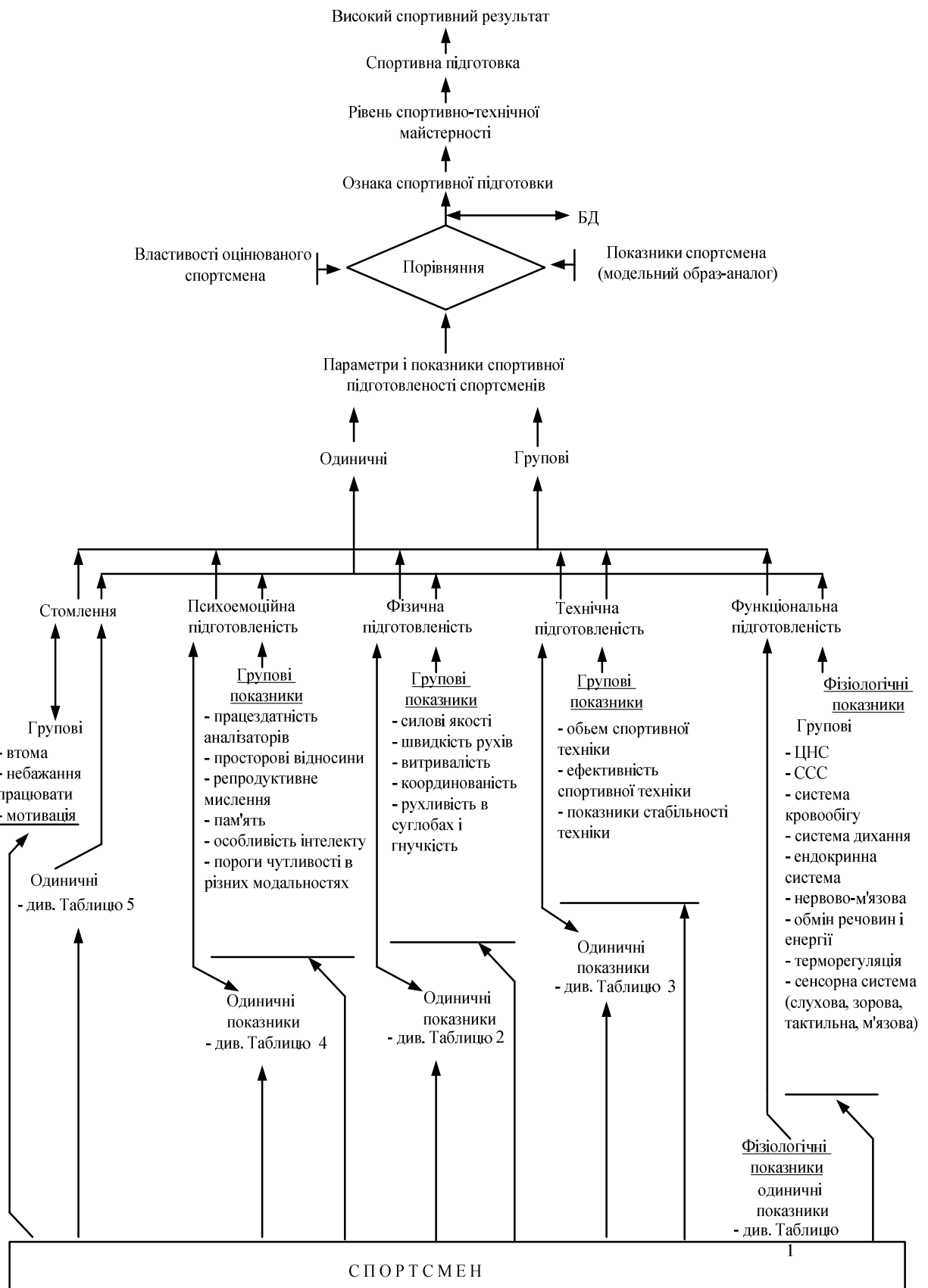


Рис. 2.11. Інформаційна модель досягнення спортивного результату

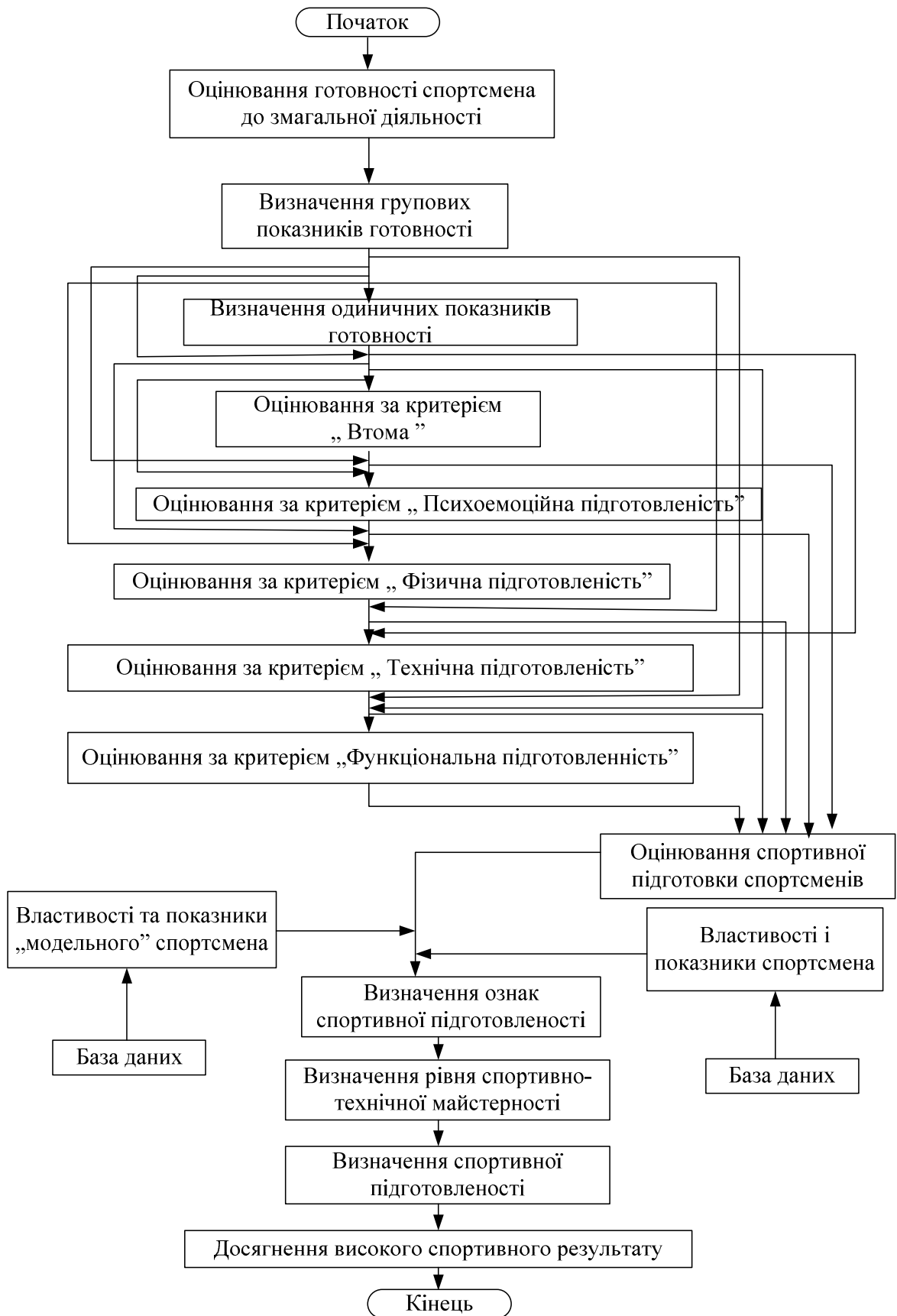


Рис. 2.12. Схема алгоритму реалізації інформаційної моделі досягнення спортивного результату

Застосування психометричних показників – один з найбільш перспективних шляхів вирішення проблем оцінки функціональної підготовленості спортсмена, так як вони, з одного боку, безпосередньо характеризують можливості спортсмена, а з іншого – об'єктивні в тому сенсі, що виключають можливість свідомого завищення оцінки спортивної підготовленості.

2.5 Методика визначення рівня підготовленості спортсменів-багатоборців

1. *Вибір виду спорту* – жіноче легкоатлетичне семиборство: біг 100м з бар'єрами, штовхання ядра, біг 200м, біг 800м, стрибки у довжину, стрибки у висоту, метання спису.

2. *Характеристика обраного виду спорту* – необхідно визначити якості, що характерні для виду спорту в цілому і для кожної із дисциплін. Для семиборства характерно те, що воно потребує від спортсмена спеціальної, швидкісної і швидкісно-силової витривалості, економічності енергозбереження і наявності резервних можливостей організму. Щодо окремих дисциплін, які входять до його складу, то для бігу на 100м з бар'єрами характерні: спритність, гнучкість, швидкість; для штовхання ядра – спритність і силові якості; для метання спису – силові і швидкісні якості, спритність, гнучкість; для бігу на 800; 200м – спеціальна і швидкісна витривалість; для стрибків у довжину і висоту – спритність, гнучкість, стрибучість і швидкісно-силові якості.

3. *Вибір первинних психофізіологічних параметрів і вторинних показників та індексів для оцінювання функціонального стану і рівня підготовленості спортсменів.*

3.1 Біг на 100м з бар'єрами; на 200м; на 800м.

- Індекс фізичного розвитку (ІФР);
- Життєвий індекс (Жі);
- Індекс Кетле (ІМТ);
- Середній артеріальний тиск (АТср);
- ФС КРС (КФСкрс);
- Коефіцієнт витривалості (КВ);
- Індекс гіпоксії (ІГ);

- Оптимальний індивідуальний тренувальний (змагальний) пульс (ІТ(3)П);

- Індекс оперативного відновлення (ІОВ);
- Індекс оперативної адаптації (ІОА);
- Показник якості реакції (ПЯР);
- Алактатні потужність та ємність (АЛАКп, АЛАКє);
- Відносні АЛАКп, АЛАКє;
- ПАНО;
- Адаптаційний потенціал системи кровообігу (АПск).

3.2. Штовхання ядра, метання спису

- ІФР;
- ІМТ;
- Силовий індекс кисті;
- Швидкісно-силовий індекс (J);
- Рівень працездатності м'язів (Р);
- ФС ССС (КФСссс);
- Індекс Кердо (ІК);
- Коефіцієнт Хільдебранта (КХ);
- Коефіцієнт економічності кровообігу (КЕК);
- Адаптаційний потенціал системи кровообігу (АПск);
- Лактатна потужність та ємність (ЛАКп, ЛАКє).

3.3 Стрибки у довжину і висоту

- ІФР;
- ІМТ;
- Р – показник працездатності м'язів;
- показник зниження працездатності м'язів (S);
- КФСссс;
- КХ;
- Індекс Скибінської (ІС);
- АПск;
- АЛАКп, АЛАКє;
- ЛАКп, ЛАКє;
- Індекс Робінсона (ІР).

4. Моделювання особистості спортсмена

4.1 Проходження тесту «Визначення типу особистості».

4.2 Обчислюємо поточний типологічний профіль (ПТП)

4.3 Порівнюємо отриманий ПТП із еталонним типологічним профілем (ЕТП) даного спортсмена, який зберігається в базі даних.

4.4 Визначаємо кореляцію між ПТП та ЕТП, яка і характеризує рівень психологічної готовності спортсмена ($P_{пгс}$)

$$P_{пгс} = \left\{ \begin{array}{l} 0,75 \div 1 - \text{високий} \\ 0,5 \div 0,74 - \text{середній} \\ < 0,49 - \text{низький} \end{array} \right\} \quad (2.12)$$

4.5 Визначаємо кореляцію між ПТП та ЕТП, яка і характеризує рівень психологічної готовності тренера ($P_{пгт}$)

$$P_{пгт} = \left\{ \begin{array}{l} 0,75 \div 1 - \text{високий} \\ 0,5 \div 0,74 - \text{середній} \\ < 0,49 - \text{низький} \end{array} \right\} \quad (2.13)$$

Розраховуємо ступінь кореляції між ПТП спортсмена і ПТП тренера, що є необхідним для забезпечення максимального рівня психологічної сумісності між спортсменом і тренером на період змагань

$$P_{пс} = \left\{ \begin{array}{l} 0,75 \div 1 - \text{високий} \\ 0,5 \div 0,74 - \text{середній} \\ < 0,49 - \text{низький} \end{array} \right\} \quad (2.14)$$

4.6 Визначаємо рівень повної психологічної готовності спортсмена

$$P_{пгг} = P_{пгс} \cdot P_{пс} = \left\{ \begin{array}{l} 0,75 \div 1 - \text{високий} \\ 0,5 \div 0,74 - \text{середній} \\ < 0,49 - \text{низький} \end{array} \right\} \quad (2.15)$$

5. *Моделювання змагальної діяльності і досягнення високого результату.*

Для отримання достовірної та адекватної інформації про рівень змагальної діяльності і підготовленості будемо використовувати в якості вхідних даних такі:

5.1 Спортивні результати по кожній із дисциплін семиборства і сумарний результат, які були отримані на контрольних тренуваннях або змаганнях.

5.2 Значення психофізіологічних параметрів, показників та індексів, які були виміряні та обчислені по всіх позиціях, що характеризують ФС спортсмена під час контрольних тренувань або змагань.

5.3 Значення психофізіологічних параметрів, показників та індексів, отриманих на моделі з урахуванням їх значень на контрольному тренуванні або змаганні, які розраховані для кожної дисципліни і відносно яких буде здійснюватися порівняння (М).

5.4 Спортивні результати будемо оцінювати за формулою (СР)

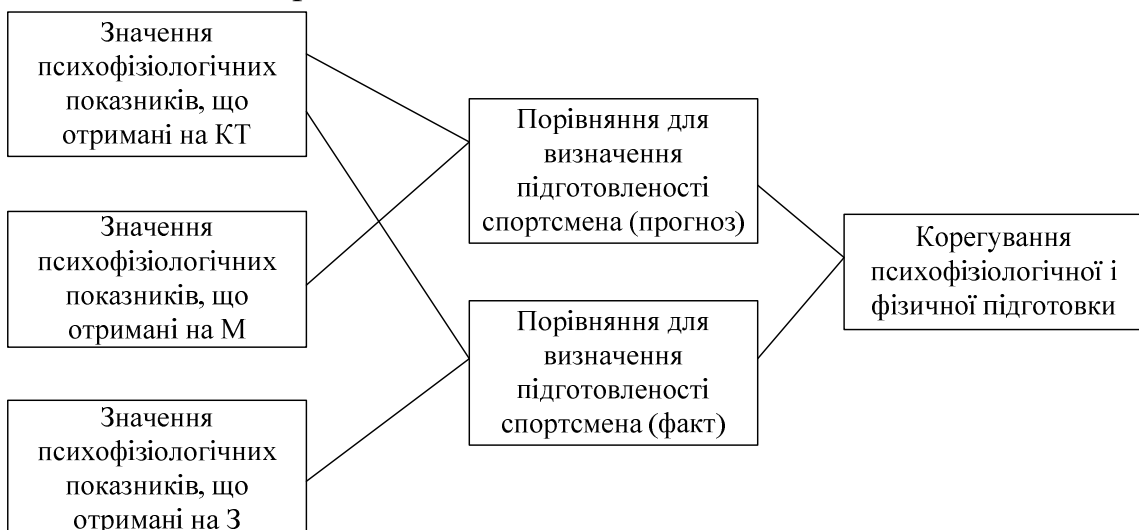
$$CP = \frac{P_{KT} - H_M}{H_M}, \quad (2.16)$$

де: P_{KT} – результат, отриманий на контрольному тренуванні або змаганні; H_M – норматив, визначений на моделі, якого повинен досягнути спортсмен.

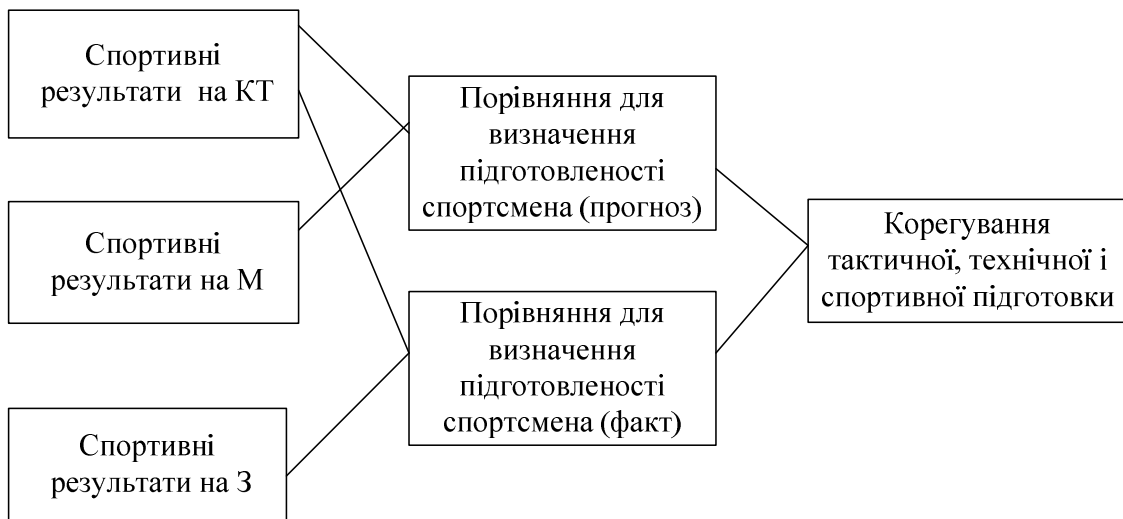
5.5 При подальших розрахунках будемо також використовувати значення психофізіологічних параметрів, показників та індексів, які виміряні у спортсмена відразу ж після фінішу змагань, а також спортивні результати, як по кожній із дисциплін, так і сумарні (З).

6. Порівняння отриманих і розрахованих значень психофізіологічних показників і спортивних результатів проведемо за такою схемою:

6.1 Для психофізіологічних показників



6.2 Для спортивних результатів (СР)



6.3 Для зручності проведення порівнянь, введемо такі значення:

- для КТ: $i_{КТ} = 1 \dots n$, $n = 7$ - кількість дисциплін, що входять до даного виду спорту; $j_{КТ} = 1 \dots m$, $m = \max$ - кількість психофізіологічних показників та індексів по кожній із дисциплін, які входять в даний вид спорту; - для М: $i_M = 1 \dots n$, $n = 7$ - кількість дисциплін, що входять до даного виду спорту; $j_M = 1 \dots m$, $m = \max$ - кількість показників та індексів по кожній із дисциплін, які входять в даний вид спорту; - для З: $i_3 = 1 \dots n$, $n = 7$ - кількість дисциплін, що входять до даного виду спорту; $j_3 = 1 \dots m$, $m = \max$ - кількість показників та індекси по кожній із дисциплін, які входять в даний вид спорту.

6.4 Проведемо порівняння для п 6.1

-- психофізіологічні показники КТ і М;

- рівень підготовленості спортсмена за однією дисципліною (прогноз)

$$РПС_I^П = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m \frac{x_{jKT} - x_{jM}}{x_{jM}} \quad \text{при} \quad |x_{KT}| < 2|x_M| \quad (2.17)$$

- сумарний рівень підготовленості (прогноз)

$$РПС_\Sigma^П = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left(\frac{1}{m} \sum_{j=1}^m \frac{x_{jKT} - x_{jM}}{x_{jM}} \right) \quad (2.18)$$

- діапазони прогнозних оцінок і значень будуть такі:

$$RПС_I^П = \left\{ \begin{array}{l} -1 - \text{рівень високий} \\ 0 - \text{збалансована підготовка} \\ +1 - \text{рівень низький} \end{array} \right\} \quad (2.19)$$

$$RПС_\Sigma^П = \left\{ \begin{array}{l} -1 - \text{рівень високий} \\ 0 - \text{збалансована підготовка} \\ +1 - \text{рівень низький} \end{array} \right\} \quad (2.20)$$

-- психофізіологічні показники КТ і З:

- рівень підготовленості спортсмена за однією дисципліною (факт)

$$RПС_I^\Phi = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m \frac{x_{jKT} - x_{jЗ}}{x_{jЗ}} \quad \text{при} \quad |x_{KT}| < 2|x_З| \quad (2.21)$$

Наведена формула має однозначне рішення при виконанні умови при $|x_{KT}| < 2|x_M|$. Проведена експериментальна перевірка на різних групах спортсменів (різного віку) показала, що дана формула справедлива для 90% випадків, в інших 10%, що залишились наведена умова не виконується, тому рішення про участь спортсмена в змаганнях прийматиме лікар та тренер.

- сумарний рівень підготовленості (факт)

$$RПС_\Sigma^\Phi = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left(\frac{1}{m} \sum_{j=m}^m \frac{x_{jKT} - x_{jЗ}}{x_{jЗ}} \right) \quad (2.22)$$

- діапазони фактичних оцінок і значень будуть такі:

$$RПС_I^\Phi = \left\{ \begin{array}{l} -1 - \text{рівень високий} \\ 0 - \text{збалансована підготовка} \\ +1 - \text{рівень низький} \end{array} \right\} \quad (2.23)$$

$$RПС_\Sigma^\Phi = \left\{ \begin{array}{l} -1 - \text{рівень високий} \\ 0 - \text{збалансована підготовка} \\ +1 - \text{рівень низький} \end{array} \right\} \quad (2.24)$$

- обчислюємо коефіцієнт кореляції між прогнозним ($RПС_\Sigma^П$) і фактичним ($RПС_\Sigma^\Phi$) рівнями підготовленості

$$K_{кор}^{\Phi\Pi} = \frac{\sum_{i=1}^n (P_{\Sigma i}^{\Pi} - \overline{P_{\Sigma i}^{\Pi}}) (P_{\Sigma i}^{\Phi} - \overline{P_{\Sigma i}^{\Phi}})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (P_{\Sigma i}^{\Pi} - \overline{P_{\Sigma i}^{\Pi}})^2} \cdot \sqrt{\sum_{i=1}^n (P_{\Sigma i}^{\Phi} - \overline{P_{\Sigma i}^{\Phi}})^2}}, \quad (2.25)$$

$$K_{кор}^{\Phi\Pi} = \left\{ \begin{array}{l} 0,75 \div 1 - \text{рівень високий} \\ 0,5 \div 0,74 - \text{рівень середній} \\ < 0,49 - \text{рівень низький} \end{array} \right\} \quad (2.26)$$

Пороги кількісної відповідності для кожного спортсмена з урахуванням критерію Ст'юдента встановлено такими:

- 0,75÷1 – рівень підготовленості спортсмена до змагань високий;
- 0,5÷0,74 – спортсмен може брати участь в змаганнях, але потребує додаткового обстеження;
- менше 0,5 – спортсмена не рекомендовано допускати до змагань.

6.5 Проведемо порівняння для п. 6.2

- прогнознi значення результату (для однієї дисципліни)

$$CP_I^{\Pi} = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m \frac{P_{KTj} - H_{Mj}}{H_{Mj}} \cdot 100 \quad (2.27)$$

- діапазон прогнозних значень

$$CP_I^{\Pi} = \left\{ \begin{array}{l} -1 - \text{рівень високий} \\ 0 - \text{збалансована підготовка} \\ +1 - \text{рівень низький} \end{array} \right\} \quad (2.28)$$

- фактичне значення результату (для однієї дисципліни)

$$CP_I^{\Phi} = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m \frac{P_{jKT} - P_{j\beta}}{P_{j\beta}} \quad (2.29)$$

- фактичне сумарне значення

$$CP_{\Sigma}^{\Phi} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left(\frac{1}{m} \sum_{j=1}^m \frac{P_{KTj} - P_{3j}}{P_{3j}} \right) \quad (2.30)$$

- обчислюємо коефіцієнт кореляції між CP_{Σ}^{Π} і CP_{Σ}^{Φ}

$$K_{кор}^{CP} = \left\{ \begin{array}{l} 0,75 \div 1 - \text{рівень високий} \\ 0,5 \div 0,74 - \text{рівень середній} \\ < 0,49 - \text{рівень низький} \end{array} \right\} \quad (2.31)$$

6.6 Визначимо функціональний резерв спортсмена.

Однією із найбільш вдалих спроб, достатньо інформативних і нескладних при її проведенні, можна вважати спосіб оцінки функціональних резервів організму спортсмена [Способ оценки функциональных резервов организма человека – Юдина Т. В., Сааркоппель Л. М, Ракитский В. М. Егорова М. В.] Суть способу полягає в тому, що проводиться гіпоксичний навантажувальний 10-ти хвилинний тест, після чого, обчислюється рівень функціонального резерву (ФР) за такою формулою:

$$K_{кор} = \frac{\Delta ЧД}{10} + \frac{\Delta ЧСС}{10} + \frac{\Delta AT_c}{10} + \frac{\Delta AT_d}{10} + \frac{\Delta SaO_2}{10} + \frac{\Delta Tp}{60}$$

де: $\frac{\Delta ЧД}{10}$ і $\frac{\Delta ЧСС}{10}$ - градієнти ЧД і ЧСС (приріст ЧД, ЧСС протягом гіпоксичного часу, поділений на 10) умовних одиниць; $\frac{\Delta AT_c}{10}$ і $\frac{\Delta AT_d}{10}$ - градієнти AT_d і AT_c (збільшення / зменшення AT_c або AT_d , в мм.рт.ст без урахування напрямку змін) у.о.; $\frac{\Delta SaO_2}{10}$ - градієнт сатурації (зменшення насичення киснем артеріальної крові – в % від абсолютного значення) у.о.; $\frac{\Delta Tp}{60}$ - градієнт реоксигенації (час реоксигенації в с/60) у.о.

Діапазон значень має вигляд:

$K_{\phi} \leq 6,5$ – оптимальний рівень функціональних резервів;

$6,5 \leq K_{\phi} \leq 12$ – зменшення функціональних резервів;

$K_{\phi} > 12$ – виснаження функціональних резервів.

6.7 Введемо для оцінювання підготовленості спортсмена до змагальної діяльності критерій – інтегральний рівень підготовленості спортсмена (ІРПС)

$$IPCS = \left\{ \begin{array}{l} R_{\Gamma}^{ППП} = 0,56 - 1; K_{КФ}^{\Phi\Pi} = 0,56 \div 1; K_{КФ}^{CP} = 0,56 \div 1; \Phi PO \leq 6,5 - \text{високий} \\ R_{\Gamma}^{ППП} = 0,25 - 0,55; K_{КФ}^{\Phi\Pi} = 0,56 \div 1; K_{КФ}^{CP} = 0,25 \div 0,55; \Phi PO = 6,6 \div 12 - \text{середній} \\ R_{\Gamma}^{ППП} < 0,24; K_{КФ}^{\Phi\Pi} = 0,56 \div 1; K_{КФ}^{CP} < 0,24; \Phi PO > 12,1 - \text{низький} \end{array} \right\}$$

Старт заборонено при:

$$IPCS = \{ R_{\Gamma}^{ППП} < 0,24; K_{КФ}^{\Phi\Pi} < 0,24; K_{КФ}^{CP} < 0,24; \Phi PO > 12,1 - \text{низький} \}$$

Старт не рекомендовано при умові, що хоча б значення одного із критеріїв буде відповідати низькому рівню підготовленості.

Порівняння проводилось наступним чином:

1. Оцінювалась готовність по стандартній методиці.
2. Оцінювалась готовність спортсмена по розробленій методиці.
3. Оцінювалась розбіжність в оцінках.
4. Визначався спортивний результат.
5. Оцінювалось відхилення фактичного результату від результату, який оцінювався по стандартній методиці.
6. Оцінювалось відхилення фактичного результату від результату, який оцінювався по розробленій методиці.
7. Порівнювалися розбіжності по п.5 і п.6.

РОЗДІЛ 3

БІОТЕХНІЧНА СИСТЕМА ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО СТАНУ СПОРТСМЕНІВ- БАГАТОБОРЦІВ

3.1 Структурно-функціональна організація біотехнічної системи

Одним із шляхів вирішення існуючих проблем, пов'язаних з оцінкою тренуваності спортсмена та його психофізіологічної готовності до високих результатів, можна вважати розроблення інформаційних технологій і систем, побудованих на відповідних методах, моделях, алгоритмах, базах даних тощо. Такі системи і технології оцінюються критеріями, які враховують біологічну і технічну складову системи, функціональний стан організму і повинні [53, 106-108] : бути інтегральними (системними, одночасними, багатофункціональними); відображати адаптивні можливості організму; формувати однозначний висновок щодо рівня ФСО; бути універсальними і, по можливості, не використовувати навантаження; проводитись в будь-який період року; не мати протипоказань та обмежень віку.

В такому випадку функціональний стан організму можна визначити, як інтегральну характеристику стану здоров'я, що відображає рівень функціонального резерву, який може бути використаний на адаптацію [41].

До критеріїв, що оцінюють технічну складову інформаційної технології або системи слід віднести такі: функціональна повнота; надійність; комфортність роботи і сприйнятливість користувачем; продуктивність; точність; відповідність мети системи критеріям SMART (конкретність, реалістичність, вимірюваність, обмеженість участі, досяжність, результативність) [54]; уточнений критерій оптимальності впровадження системи.

При проектуванні будь-яких інформаційних систем, в тому числі і медичних, важливе місце займає етап відбору первинних психофізіологічних показників, кількість яких повинна бути мінімізована по відношенню до вторинних (розрахункових) за рівнем інформативності. При відборі первинних показників обов'язково повинні бути враховані вимоги щодо їх автоматичної реєстрації;

високої завадостійкості; однозначної інтерпретації вторинних показників, отриманих розрахунковим шляхом із зареєстрованих первинних; неінвазивних методів реєстрації, комфортності розміщення тощо.

Для забезпечення частини сформульованих вимог, використаємо таку схему оброблення параметрів і показників інформаційної системи для оцінювання підготовленості спортсменів-багатоборців (рис. 3.1) – тренувальний варіант (повний перелік психофізіологічних показників, які можуть бути використані в даному варіанті системи, приведені в підрозділі 2.1 – Рис. 2.1. Розрахункова модель фізіологічних показників тренувально-змагальної діяльності спортсменів).

Це дозволяє зв'язати в єдиний логічний ланцюжок: а) прилади, за допомогою яких здійснюється реєстрація первинних параметрів; б) кількість первинних параметрів, мінімізованих за критерієм інформативності відносно вторинних показників; в) схеми обчислення; г) вторинні показники.

Наступний крок розробки полягає в побудові структурної схеми системи, яка дає чітке уявлення щодо складу, блоків і зв'язків інформаційної системи і слугує основою структурної схеми системи (рис. 3.2).

Із рис. 3.2 видно що фактично розроблена система складається з двох самостійних функціонально-завершених підсистем, що отримали умовну назву «тренувальний варіант», який використовується в тренувальних комплексах, центрах, залах (тобто в стаціонарних умовах) та «змагальний варіант» – для використання безпосередньо в процесі змагань, на стадіонах, майданчиках тощо. «Змагальний варіант» має і технічну назву, під якою він представлений в наступних розділах монографії – АРМ-СЛ – автоматизоване робоче місце спортивного лікаря. АРМ-СЛ виконано як повністю автономний прилад з широкою периферією: вхідною і вихідною.

ПРИЛАДИ							
Електронний вимірювач зросту	Електронні ваги	Електронний динамометр	Спірометр	Електрокардіограф, велоергометр	Електронний вимірювач АТ	Електроміограф	Фотоплетизмограф
Зріст сидячи; зріст стоячи L_1, L_2	Маса тіла, МТ	Сила кистей рук, Ск	ЖЄЛ	Електрокардіограма	АТс, АТд	Електроміограма	ФПГ
$I\Phi P = \frac{L_1 + MT + OGK_n}{3}$ $IMT = \frac{MT}{L_1^2}$	$АП$ $АЛАК_{II} = \frac{(MT \cdot H)}{T}$ $ВАЛАК_{II} = \frac{АЛАК_{II}}{MT}$ $ВЛАК_c = ВАЛАК_{II} \cdot 9,8$ $ЛАК_{II} = \frac{A}{0,08 \cdot MT}$	$C_k = \frac{\text{Сила м.к.рук}}{MT}$	$ЖІ = \frac{ЖЄЛ}{MT}$ $IC = \frac{ЖЄЛ \cdot T_{вид}}{ЧСС}$	$I\Pi\Pi = [220 - B - ЧСС] \cdot 0,6 + 78$ $АЛАК_c = \frac{R \cdot 100}{R + S}$ $ПАНО = \left[\frac{(V_6 / MT)}{(V_6 / MT) + V_2} \right] \cdot 100$ $K\Phi C_{ck} = \frac{(PQ + QT)}{(R - R)}$ $ЛАК_c = R + \frac{100}{(R + S)}$	$AT_{cp} = AT_d + 0,33AT_n$ $ПЯР = \frac{Pm2 - Pm1}{P2 - P1}$ $K_B = \frac{ЧСС \cdot 100}{ATn}$	$P = (f_1 + f_2 + f_3 + \dots + f_n)$ $S = [(f_1 - f_{min}) \cdot f_{max}] \cdot 100$	$I\Gamma = T_{вид} / ЧСС$ $KX = ЧСС / ЧД$ $IP = ЧСС \cdot \frac{АДс}{100}$ $IOB = 100 - \frac{f_s \cdot 100}{f_p}$ $IOA = \frac{(f_s - f_p)}{t} \cdot 100$

Рис. 3.1. Схема оброблення параметрів і показників системи (тренувальний варіант)

Повертаючись до стаціонарного варіанту системи (рис. 3.2), слід відзначити, що реєстрація та вимірювання первинних параметрів здійснюється за допомогою автономних спеціалізованих приладів, більшість з яких випускається промисловістю, є сертифікованою і такою, що пройшла метрологічну експертизу, тому не потребує додаткових заходів щодо мінімізації можливих похибок вимірювання фізіологічних параметрів.

Єдиним комплексом, який розроблено безпосередньо на кафедрі ПМБА ВНТУ є тестовий психодіагностичний комплекс ІАПДК-01,02, який пройшов масштабну апробацію в системі органів внутрішніх справ і державної служби охорони та підтвердив високу валідність, адекватність та інформативність всіх психологічних тестів, які увійшли до складу його інформаційного забезпечення [96].

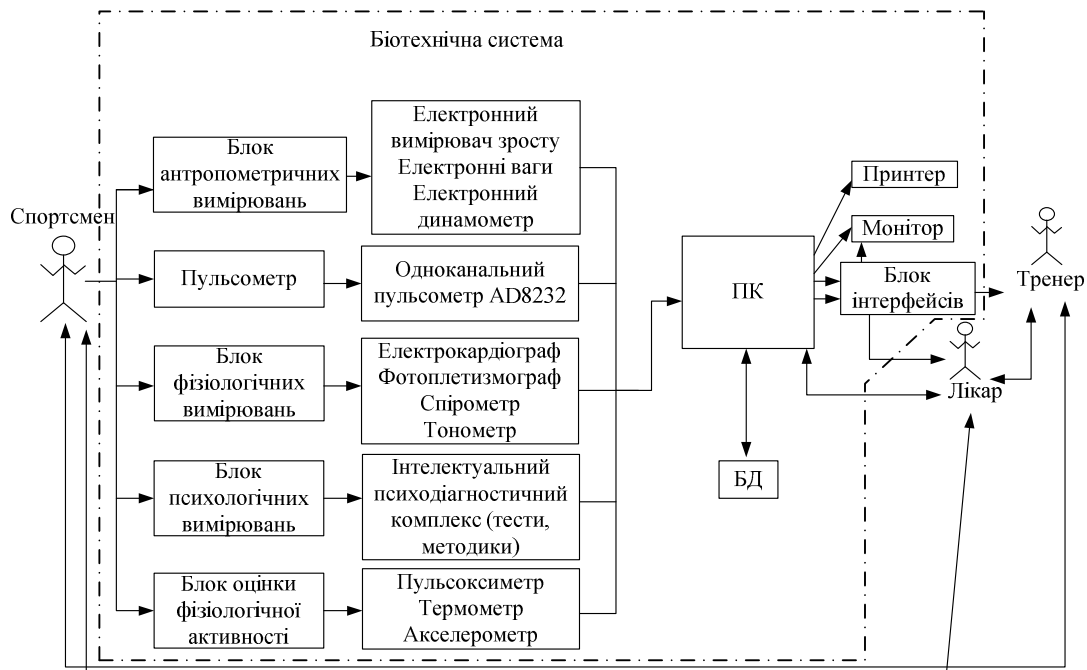


Рис. 3.2. Структурна схема біотехнічної системи для оцінювання рівня підготовленості спортсменів-багатоборців

До складу розробленої системи включені два автономних блоки – пульсометр і монітор фізичної активності, які виконані на мікросхемах функціональної електроніки фірми ANALOG DEVAISES [180, 181]. Монітор фізичної активності побудовано на периферійних MEMS-сенсорах для вимірювання параметрів руху [109].

Він автоматично виходить на робочий режим при дотику або встряханні [109] і фактично виконує дві важливі функції, які використовують при оцінюванні тренуваності спортсменів: це підрахунок кількості кроків (крокомір) та фіксація і своєчасне інформування тренера про падіння (детектори падінь). Крокоміри, разом із підрахованою кількістю кроків визначають також довжину шляху, що пройшов спортсмен і кількість «спалених» калорій, формують прогноз концентрації глюкози в крові.

На рис. 3.3 показано схему алгоритму оцінювання підготовленості спортсменів за допомогою біотехнічної системи.

Таким чином, запропонована система підтверджує: необхідність застосування затверджених стандартів, в тому числі і міжнародних, як одного з головних чинників забезпечення об'єктивності і достовірності досліджень; обов'язковість розробки концепції проектування, яка визначає передумови, мету, принципи та етапи створення інформаційних систем для спорту, які представляють собою медично-верифікований інформаційний продукт для вирішення наукових, прикладних і соціальних завдань у спортивній галузі; використання системного підходу, як основи побудови будь-яких інформаційних систем і приладів, що функціонують в єдиному інформаційному просторі; перспективність застосування методології SADT і стандартів IDEF, за допомогою яких можна ефективно відобразити та аналізувати моделі діяльності широкого спектру складних систем, в тому числі інформаційних систем та технологій в різних розділах, коли широта і глибина обстеження процесів в системі визначається самим розробником; необхідність використання для оцінювання всіх аспектів проектування, впровадження та експлуатації апаратури комплексних, в тому числі і статистичних критеріїв, направлених на кількісну та якісну оцінку параметрів і характеристик інформаційних технологій і характеристик.

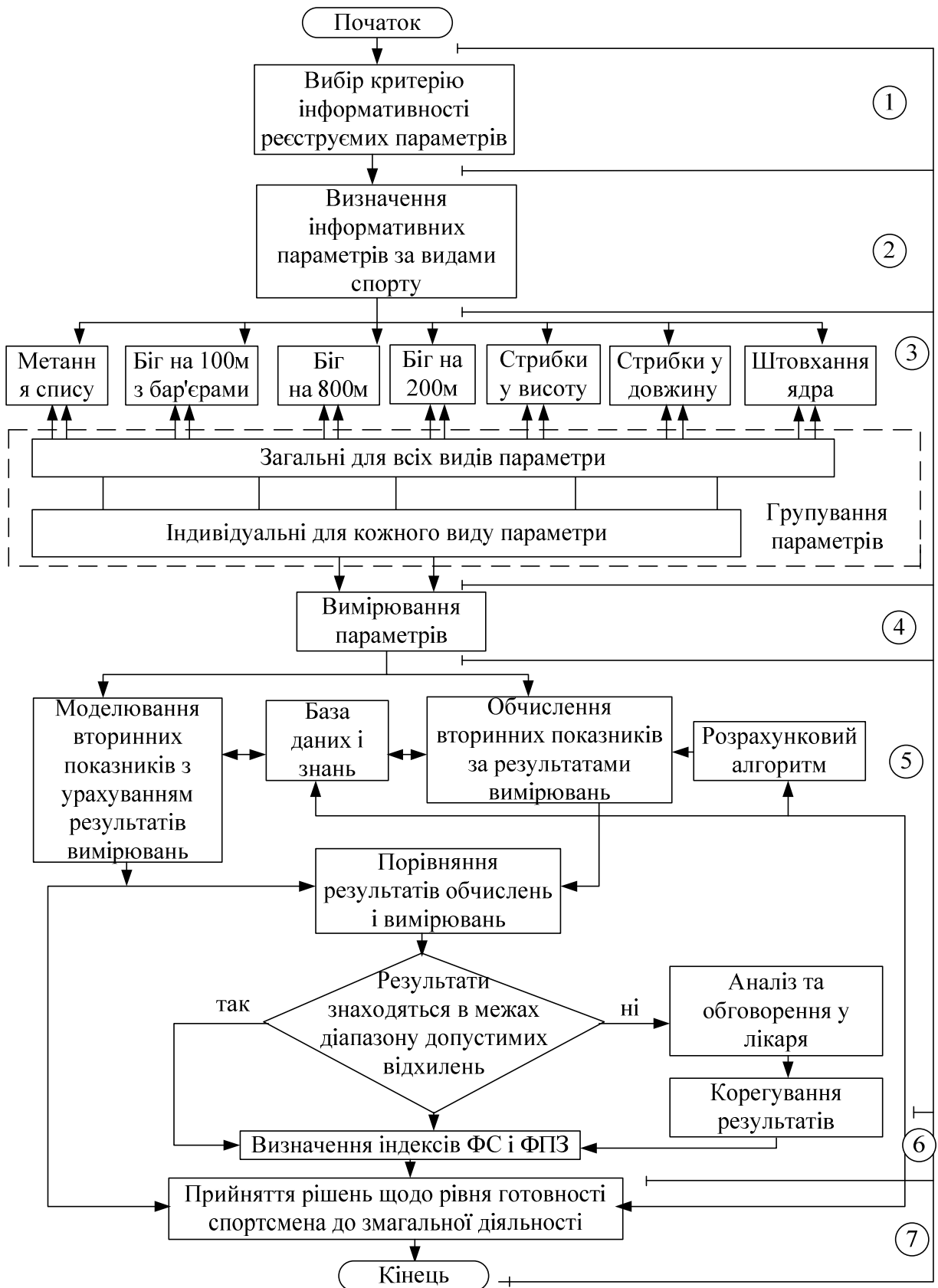


Рис. 3.3. Схема алгоритму оцінювання підготовленості спортсменів за допомогою БТС

3.2 Автоматизоване робоче місце спортивного лікаря АРМ-СЛ

Об'єктивна оцінка окремих фізіологічних систем організму спортсмена достатньо широко поширена як в теорії так і на практиці. Однак, останнім часом все більшого наголосу набувають методи і підходи до інтегральної оцінки ФСО спортсмена.

Один із таких підходів реалізовано в автоматизованому робочому місці спортивного лікаря, призначеного для неінвазивного вимірювання різних фізіологічних показників центральної і периферійної гемодинаміки, системи дихання, ССС, активності вегетативної нервової системи і процесів метаболізму. Особливістю пропонованого АРМ-СЛ є мінімальний підхід до визначення показників і стану підготовленості спортсмена до змагань і досягнення високих спортивних результатів [110].

Призначення: для об'єднання та управління різними лікувальними, діагностичними і інформаційними блоками, які входять в його структуру; для проведення етапних і поточних обстежень із забезпеченням динамічного моніторингу стану спортсмена на будь-якому етапі тренувально-змагального процесу; для вироблення індивідуальних рекомендацій і коригування тренувально-змагального процесу для досягнення високих спортивних результатів; для отримання, зберігання, обробки і передачі (при необхідності) інформації по спеціальним каналам зв'язку, в тому числі і в режимі телеконсультації; для оперативного застосування в умовах змагань із забезпеченням можливостей досліджень, аналогічних, які порівнюються з спеціалізованими центрами.

Допоміжні можливості АРМ-СЛ: підключення до безпроводних локальних мереж; автономний доступ до Інтернету через супутниковий зв'язок; можливість роботи в телемедичному режимі та інше) [111-114].

Фактично АРМ-СЛ є локальним клієнтом з мережевою базою даних, який розміщується на локальній машині – робочій станції, яка використовується безпосередньо лікарем або тренером. При цьому АРМ-СЛ може завантажувати дані до серверу із карти психофізіологічного супроводу спортсмена або відповідної бази даних, а також – вносить на сервер нову, отриману від спортсмена, інформацію. Це можливо при наявності у лікаря або тренера

відповідного коду, який забезпечує необхідний рівень, доступ до бази даних АРМ і її систему управління.

Система управління базами даних (СУБД) – це сукупність програмних і лінгвістичних засобів загального або спеціального призначення, які забезпечують управління створенням і використанням баз даних.

Найважливіші критерії відбору СУБД [115-118].

1. Продуктивність – визначає швидкість реакції на запити і кількість завдань, які обслуговуються.

2. Масштабованість – позначає зміну роботи системи при збільшенні кількості користувачів і даних та можливість адаптації і розширення системи в умовах підвищеного робочого навантаження.

3. Функціональність – описує функції, які є доступними в системі. Вони можуть бути функціями користувача, адміністратора і функціями проектувальника. Часто відсутність відповідних функцій приводить до потреби покупки нових інструментів і збільшує вартість.

4. Узгодження із стандартами – позначає задоволення деяких принципів і прийнятих правил (наприклад мовний стандарт, стандарт протоколу, і т.д.). Узгодженість з широко використовуваними стандартами робить роботу незалежною від одного постачальника і дозволяє доповнювати систему компонентами від різних.

5. Зручність і простота використання – це важлива характеристика, відповідно до якої системи з високою ефективністю і надійністю, але складні у використанні, не рекомендуються до практичного застосування.

6. Надійність – позначає частоту відмов. Чим вища надійність – тим вища вартість.

7. Підтримка – описує рівень обслуговування і допомоги, забезпечений виробниками. Якісна підтримка системи виробником, вимагає відповідних коштів, але при цьому гарантує надійність роботи.

8. Середовище розробки – описує, на яких апаратних засобах і програмному забезпеченні система працюватиме.

9. Вартість.

10. Реляційна база даних – характерна для етапів аналізу і проектування, зокрема в об'єктно-орієнтованому підході.

В якості СУБД для побудови інформаційного та програмного забезпечення була вибрана MySQL, яка є однією з найвідоміших, надійних і швидких зі всього сімейства існуючих СУБД [115-118].

Принцип роботи MySQL аналогічний принципу роботи будь-якої СУБД, що використовує SQL (Structured Query Language, мова структурованих запитів) в якості командної мови для створення/видалення баз даних, таблиць, поповнення таблиць даними, здійснення вибірки даних. SQL створена для роботи з реляційними базами даних, дозволяє користувачам взаємодіяти з базами даних.

MySQL – це система управління реляційними базами даних, в яких дані зберігаються не вкупі, а в окремих таблицях, завдяки чому досягається вигаш у швидкості і гнучкості. Таблиці зв'язуються між собою за допомогою відносин, завдяки чому забезпечується можливість поєднувати при виконанні запиту дані з декількох таблиць. SQL як частину системи MySQL можна характеризувати як мову структурованих запитів плюс найбільш поширену стандартну мову, що використовується для доступу до баз даних.

MySQL є системою клієнт-сервер, яка містить багатопоточний SQL-сервер, що забезпечує підтримку різних обчислювальних машин баз даних, а також кілька різних клієнтських програм і бібліотек, засоби адміністрування і широкий спектр програмних інтерфейсів.

Система MySQL може підтримувати безліч різних баз даних і має розвинену систему доступу до них. Користувачеві бази даних може бути наданий доступ до всієї бази, окремих таблиць і стовпців. Для організації такої складної структури доступу використовується декілька таблиць у спеціальній базі даних. На підставі значень цих таблиць вибудовується політика надання доступу. База даних, яку сервер MySQL використовує для зберігання внутрішньої інформації про користувачів, за замовчуванням має ім'я mysql. У цій базі даних визначені таблиці для зберігання інформації користувача облікових записів.

База даних АРМ-СЛ забезпечує зберігання та обмін такими даними: інформативні первинні параметри, які згруповані за видами спорту і використовуються лікарем при виборі програми досліджень (вибір датчиків і перетворювачів, моделювання належних значень параметрів, що виміряні, і розрахункових вторинних показників та індексів); значення і діапазони належної, співставленої, середньої та

допускової індивідуальних норм, в тому числі адаптивної і фізіологічної, параметрів і показників, що використовуються; діапазони відхилень від норми отриманих розрахунковим шляхом індексів і критеріїв; дані про спортсменів, результати їх попередніх обстежень, досягнуті при цьому результати, анамнестичні дані і т.д.; інформаційно-довідкова база даних забезпечує зберігання необхідної нормативної, довідкової, юридичної та іншої інформації, необхідної для повноцінного забезпечення тренувально-змагального процесу; дані про карти психологічного супроводу, структура і зміст якої наведені нижче; дані про діагностичні обстеження спортсменів.

На рис. 3.4 представлено структурну схему автоматизованого робочого місця спортивного лікаря у вигляді двох складових: біологічної і технічної.

Першу складають спортсмен, лікар і тренер, а другу, технічну – підсистема моделювання зовнішнього середовища, підсистема підтримки прийняття рішень, база даних БД2. До складу підсистеми моделювання зовнішнього середовища увійшли 4-х каналний електрокардіограф, електронний тонометр, фотоплетизмограф-пульсоксиметр, мультиплексор, схема електронної технічної розв'язки, інтерфейси RS232 та USB, монітор, модем і персональний комп'ютер (ноутбук, планшет) з внутрішньою базою даних БД1 і програмними додатками: програма управління мультиплексором і приладами з послідовним вводом даних; програма обробки даних і розрахунку вторинних показників; програма перевірки отриманих значень показників діапазоном норми; програма моделювання належних значень показників, індексів і критеріїв, які виміряні або розраховані; програма управління СУБД і СУБМ, що входять до складу ПППР і також вводу даних до ПППР (рис. 3.5).

Всі прилади розроблені на базі процесорів і функціональних блоків фірми Analog Device [119, 120] та конструктивно об'єднані з архітектурою ПК через послідовні порти введення/виведення з можливістю обміну даними в режимі on-line. Синхронізований з мультиплексором процесор керує перетворенням сигналу для передачі його через інтерфейси RS232 або USB.

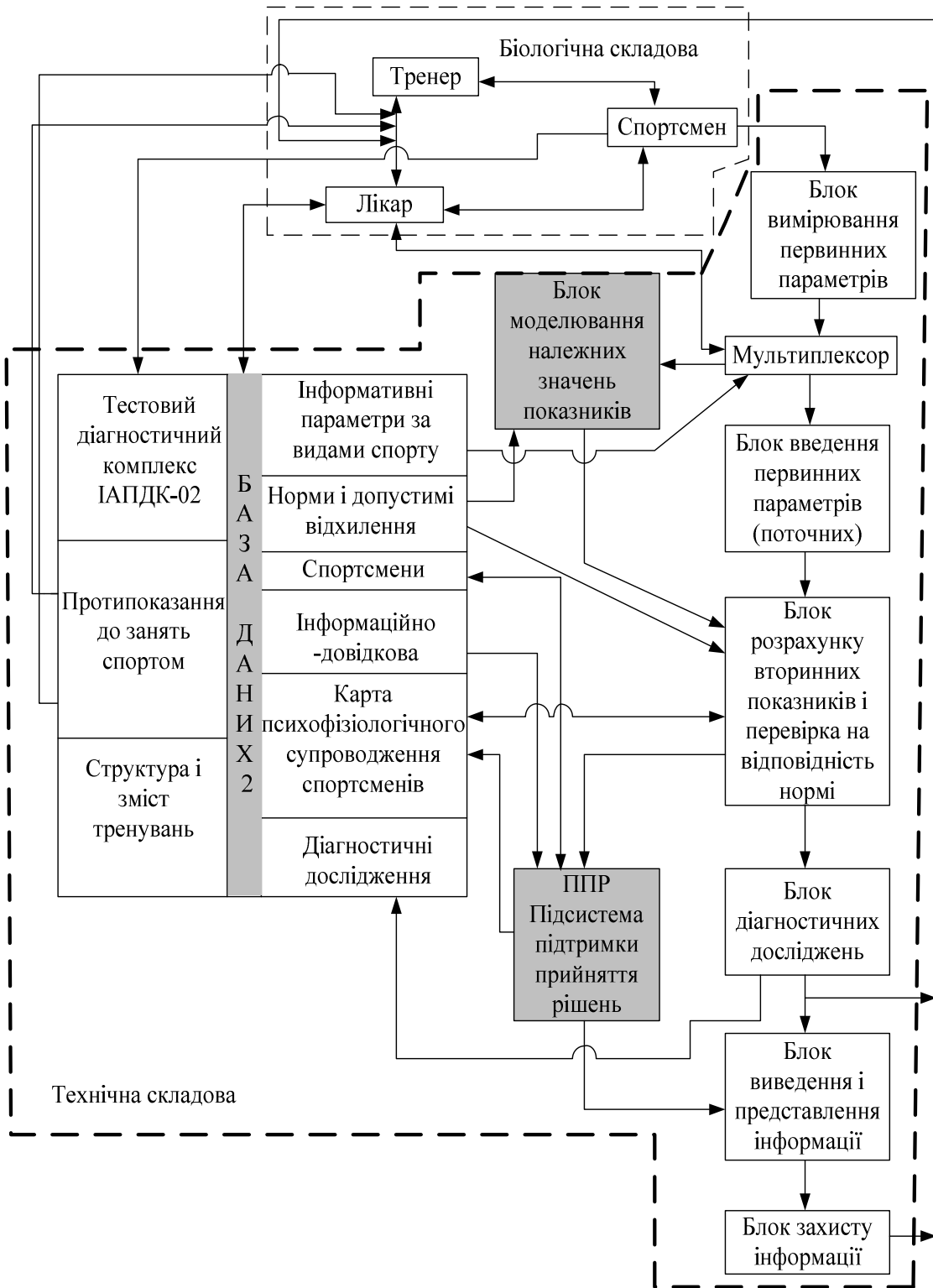


Рис. 3.4. Автоматизоване робоче місце спортивного лікаря АРМ-СЛ
(Конфігурація – змагальний варіант)

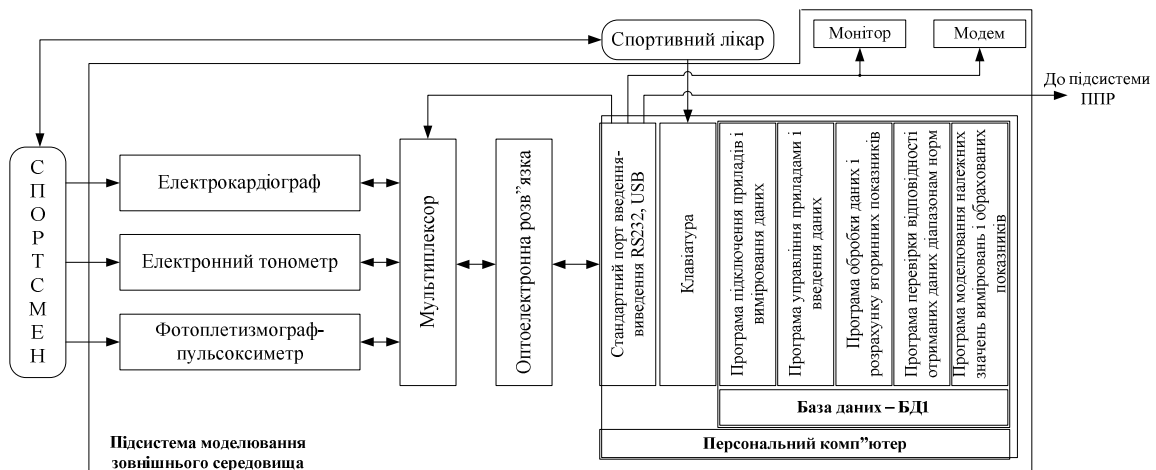


Рис. 3.5. Структурна схема підсистеми моделювання зовнішнього середовища

Блок психофізіологічних вимірювань поточних значень первинних параметрів забезпечує реєстрацію та вимірювання заданих лікарем або тренером біомедичних сигналів, необхідних для проведення конкретного обстеження.

Блок введення поточних значень первинних параметрів, які знімаються з виходу блоку вимірювання, забезпечує їх фільтрацію, стабілізацію тих чи інших характеристик, аналогово-цифрове перетворення і ранжування.

Мультиплексор призначений для вибору первинних параметрів із відповідної бази даних і формування сигналів дозволу, які подаються на блок вимірювання первинних параметрів.

Блок моделювання належних показників забезпечує розрахунок належних значень первинних параметрів і вторинних показників, індексів, критеріїв з врахуванням значень параметрів, які вимірюються з виходу блоку вимірювання і нормативних значень параметрів, які зберігаються в базі даних інформативних параметрів по видам спорту.

Блок розрахунку вторинних показників та їх перевірки на відповідність нормі виконаний на основі мікроконтролера і забезпечує: обчислення по значенням вимірюваних первинних параметрів і розрахунковим формулам та залежностям вторинних параметрів, індексів і критеріїв, які використовуються для підтримки прийняття рішень за рівнем підготовленості спортсменів і проведення додаткових поглиблених діагностичних досліджень

Блок діагностичних досліджень забезпечує, при необхідності, діагностичний пошук як, організоване певним чином (по заданому діагностичному алгоритму), обстеження спортсмена, направлене на виявлення ознак, які можуть бути розцінені як відхилення від норми або вихід за межі допустимих відхилень, як загрозові життєдіяльності спортсмена і дозволяє встановити наявність (або визначити) причину виникнення артефакту (діагностувати хворобу).

Призначення блоків виведення і представлення інформації, а також блоку забезпечення захисту інформації від несанкціонованого доступу, додаткових пояснень не потребують.

Як уже відзначалось, одним із головних критеріїв підготовленості спортсмена до змагань є відповідність його психофізіологічних показників значенням і діапазнам норми, або діапазнам відхилень від норми (для індексів). Достатньо інформативним, особливо на тренувальному етапі, є метод тестування, який забезпечує комплексний контроль загальної фізичної підготовленості спортсмена. В таблиці 3.1 представлено найменування тестів та їх зміст або сутність.

Таблиця 3.1

Метод тестування спортсменів (перелік тестів)

№	Назва тесту	Призначення, характеристики тесту
1	Добротний або аутентичний	Характеризує рівень точності, з якою тест вимірює властивість
2	Еквівалентний	Підвищує надійність оцінки контрольованих властивостей методики спортсменів
3	Гетерогенний	Результати тесту залежать від двох і більше факторів
4	Гомогенний	Результати тесту залежать в основному від одного тесту
5	Ретест	Повторний тест для перевірки надійності тестування
6	Об'єктивний (узгоджений)	Характеризується ступенем незалежності отриманих результатів від особистісних якостей людини, яка проводить тестування
7	Бібліотека тестів	Всі тести орієнтовані на єдину кінцеву ціль
8	Стабільний	Характеризується відтворюваністю результатів при повторенні тестів через визначений час в однакових умовах. При цьому не змінюються: вид тесту, контингент випробовуваних, часовий інтервал між тестом і ретестом

9	Руховий: а) контрольні вправи; б) стандартні функціональні проби; в) максимальні функціональні проби	Характеризується руховими параметрами або фізіологічними і біомеханічними показниками
10	Відтворювальний: а) внутрішньо-індивідуальна варіація результатів; б) внутрішньо-групова варіація результатів; в) внутрішньо-класова варіація результатів.	Відтворюваність результатів тестування перевіряється методом повторного дослідження

Оцінювання тестів здійснюється за допомогою додаткових критеріїв: середня норма – показники тестів, що відповідають середньому результату у змагальній вправі; допускова (установча) норма – граничні значення індивідуальної норми, при яких спортсмен ще може бути допущений до змагань; належна норма – значення показника або результату, якого необхідно досягти, щоб показати запланований у змаганнях результат (рис. 3.6, 3.7).

Як правило, факт можна розглядати у вигляді такого кортежу

$$F = \langle N, V, C, L, M \rangle, \quad (3.2)$$

де N – ім'я або ідентифікатор факту; V – значення факту, що визначається значенням на матричній, нечіткій або логічній шкалах; C – ступінь впевненості в істинності значення факту; L – множина зв'язків факту із іншими знаннями; M – множина допустимих функцій перетворення операцій, спосіб обчислення значень факту в предметній області, що розглядається.

3.3 Підсистема підтримки прийняття рішень (ПППР) АРМ-СЛ

Підсистему підтримки прийняття рішень за видом реалізації можна віднести до класу автономних проблемно-орієнтованих програм (АПОП), застосування якої у складі автоматизованого робочого місця спортивного лікаря дозволяє: отримувати рішення

щодо вирішуємої ситуації з можливістю надання пояснень (обґрунтувань), чому прийнято саме таке, а не інше, рішення; здійснювати в режимі діалогу формування додаткових питань до спортивного лікаря з метою уточнення процесу прийняття рішення; проводити фактично on-line оцінювання стану організму спортсмена безпосередньо до старту і після фінішу; враховувати індивідуальні (форс-мажорні) передстартові зміни з метою корегування програми участі у змаганнях тощо [113,121-124].

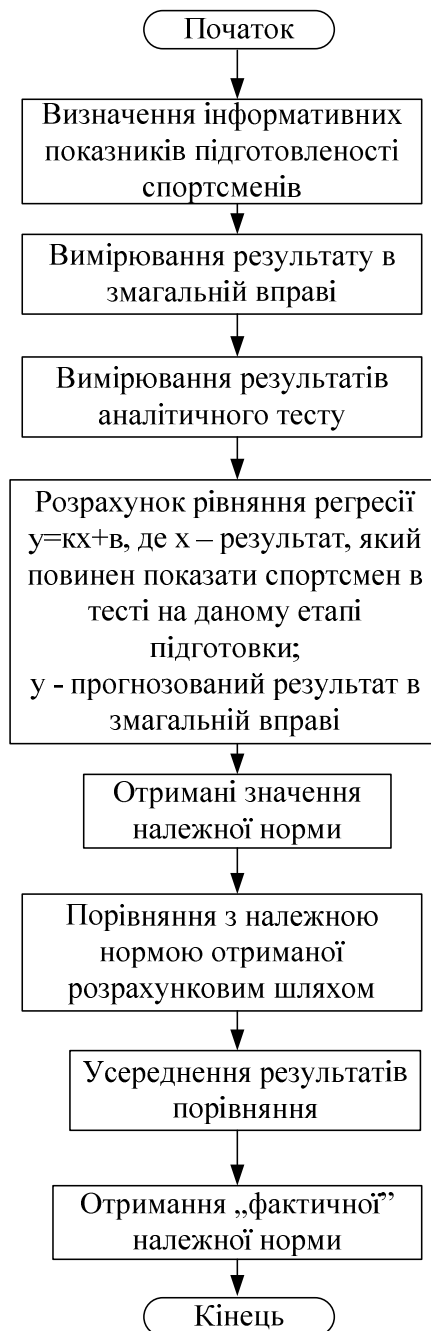


Рис. 3.6. Алгоритм розрахунку належної норми

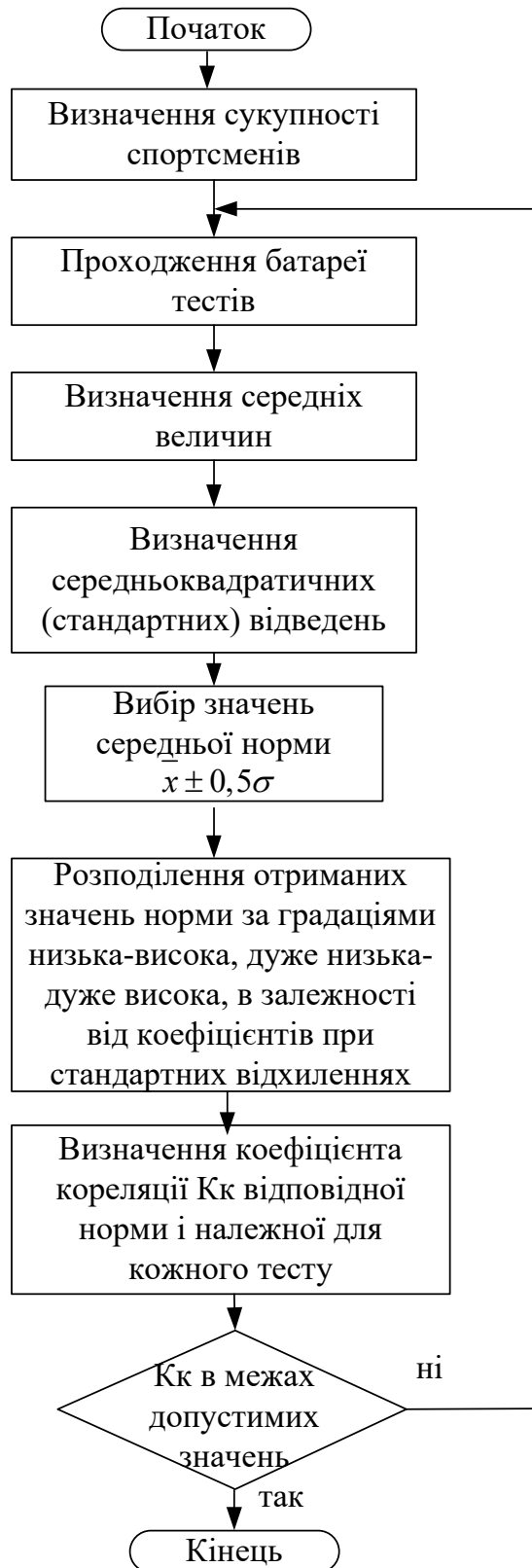


Рис. 3.7. Алгоритм розрахунку середньої (відповідної) норми

Структурна схема ПППР, що розроблена для АРМ-СЛ, представлена на рис. 3.8. Механізм логічного виводу (МЛВ)

забезпечує отримання нових фактів за результатами співставлення вихідних даних із БД2 і знань із бази знань (БЗ) і може бути представлений у вигляді кортежу [125-128].

$$\text{МЛВ} = \langle V, S, K, W \rangle, \quad (3.1)$$

де V – процедура вибору із бази знань і бази даних правил і фактів;
 S – процедура співставлення правил і фактів, результатом якої є множина фактів, до яких можуть бути застосовані правила для присвоєння значень; K – процедура розв’язку конфліктів, яка визначає послідовність використання правил, якщо в їх заключенні вказані однакові імена фактів з різними значеннями; W – процедура, за якою виконуються дії, направлені на отримання значень факт (заклучення правила).

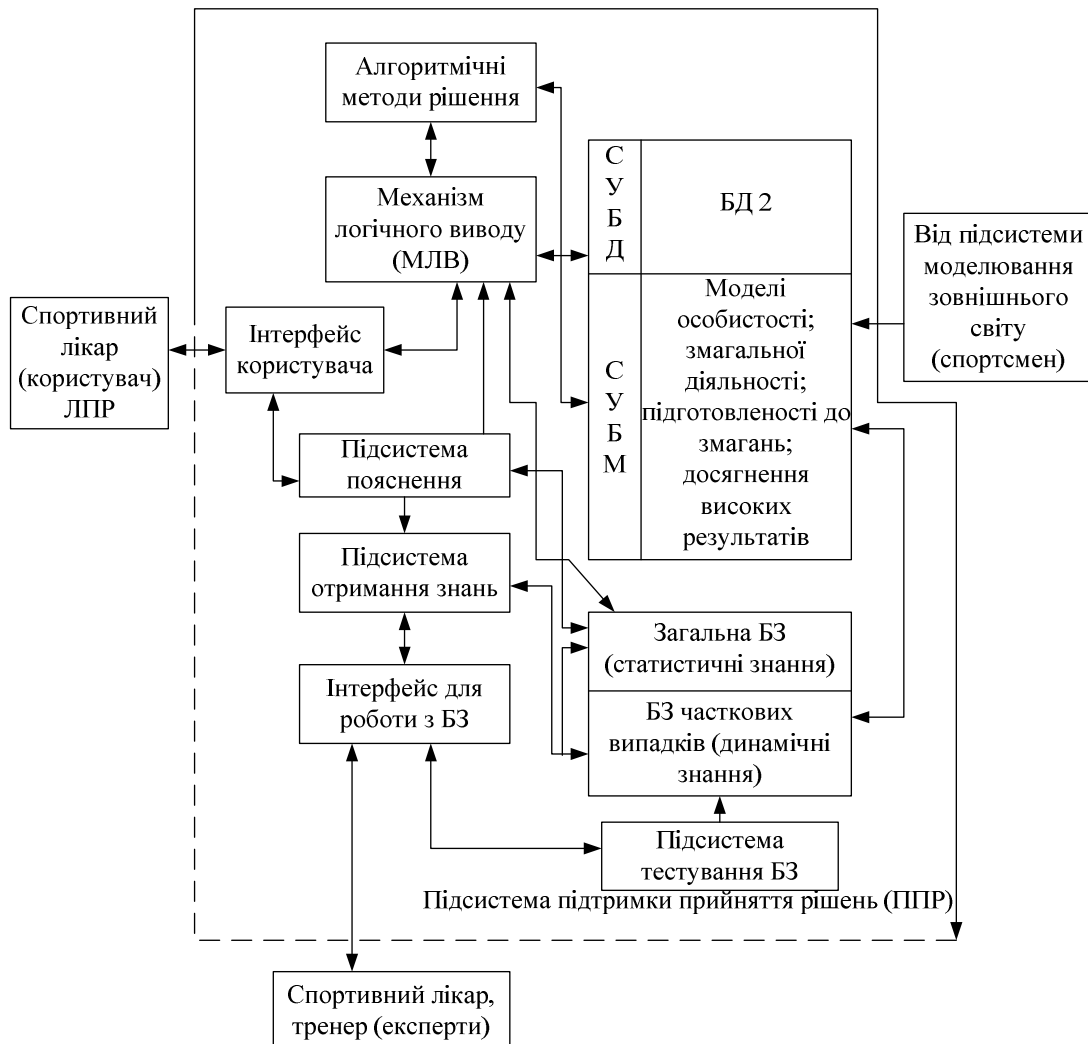


Рис. 3.8. Структурна схема ПППР

Робоча БД забезпечує зберігання вихідних і проміжних фактів, розміщується, як правило, в оперативній пам'яті ПК і відображає поточний стан предметної області у вигляді фактів із коефіцієнтами впевненості (КВ) в істинності цих фактів [125, 126].

Правило, в цьому випадку, представляє собою знання виду «Якщо $X \in A$, то $Y \in B$, інакше $Y \in C$ ».

Коефіцієнт впевненості (КВ) або довіри оцінюється за схемою Шортліффа :

$$KB[H : E] = MD[H : E] - MND[H : E] \begin{cases} -1, \text{ абсолютна неправда} \\ 0, \text{ повне незнання} \\ +1, \text{ абсолютна істина} \end{cases} \quad (3.3)$$

де $KB[H : E]$ – коефіцієнт впевненості в гіпотезі H з врахуванням свідочств E ; $MD[H : E]$ – міра довіри H при заданих E ; $MND[H : E]$ – міра недовіри до H з врахуванням свідочств E .

Для розрахунку міри довіри до знань, в основі яких лежать факти з різною мірою довіри MD застосовують правила нечіткої логіки.

$$P_1 \wedge P_2 = MIN(P_1, P_2), \quad (3.4)$$

$$\bar{P}_1 = 1 - P_1. \quad (3.5)$$

З урахуванням цього, формула (3.3) набуде вигляду

$$MD[H : E_1, E_2] = MD[H : E_1] + MD[H : E_2] \cdot (1 - MD[H : E_1]). \quad (3.4)$$

БЗ призначена для зберігання довгострокових фактів, що описують дану область, і складається із загальної БЗ (статичні знання, правила, факти) і процедурної БЗ (динамічні знання, множини функцій і процедур, що реалізують розрахункові алгоритми). Знання, що зберігаються в БЗ, можуть бути представлені продукційною моделлю, яка має вигляд [117, 125, 129]:

$$N = \langle A, U, C, I, R \rangle, \quad (3.5)$$

де N – ім'я продукції; A – сфера застосування продукції; U – умови застосування продукції; C – ядро продукції; I – постумова продукції; R – час введення до БЗ, коментар до продукції.

На рис. 3.9 представлено схеми послідовної обробки знань і даних:

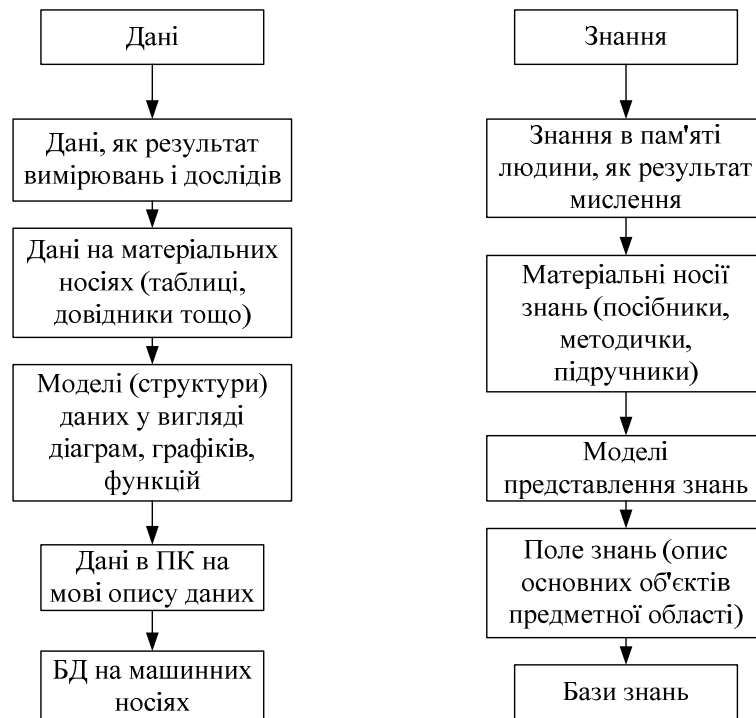


Рис. 3.9. Схеми послідовної обробки знань і даних

Підсистема поповнення та отримання знань автоматизує процес наповнення експертної системи знаннями, який здійснюється експертом та адаптації БЗ підсистеми до умов її функціонування.

Адаптація здійснюється шляхом заміни правил і фактів у БЗ. Підсистема пояснень надає коментарі стосовно того, як підсистема отримала (або не отримала) рішення та які знання були при цьому використані. Це суттєво полегшує процедуру тестування, яку виконує експерт; комплексне налаштування підсистеми; підвищує рівень довіри до системи в цілому.

Підсистема ППР в основному забезпечує два основних режими роботи: режим вводу знань і режим консультування.

В режимі вводу знань експерт за допомогою інженера по знанням і редактора БЗ вводить нові, відомі йому відомості про предметну область до бази знань.

В режимі консультування, спортивний лікар (користувач) використовує ППР в діалоговому режимі, шляхом введення даних про поточну задачу та отримуючи рішення або рекомендації щодо її розв'язку.

«Інтерфейс користувача» охоплює всі аспекти взаємодії між спортивним лікарем і ПППР (або АРМ) і включає в себе не тільки програмне, апаратне та інформаційне забезпечення але і фактори, що пов'язані із забезпеченням доступу і комфортності взаємодії «людина-машина». Розвиток здібностей, комфортна, якісна та швидкоадаптуєма взаємодія користувача з системою дозволяє вести мову про інтелектуальний інтерфейс користувача, підсистема якого управляється програмно з ПК. Найчастіше в системах, подібних АРМ-СЛ, використовують інтерфейс «питання-відповідь»; інтерфейс на природній мові; інтерфейс формуючої взаємодії та інтерфейс на основі меню [117, 118, 128, 130,131].

3.4 Неінвазивний автоматичний вимірювач артеріального тиску

На рис. 3.10 представлено структурну схему неінвазивного автоматичного вимірювача артеріального тиску (НАВАТ), побудованого на елементах медичної функціональної електроніки ANALOG DEVICES [119, 132].

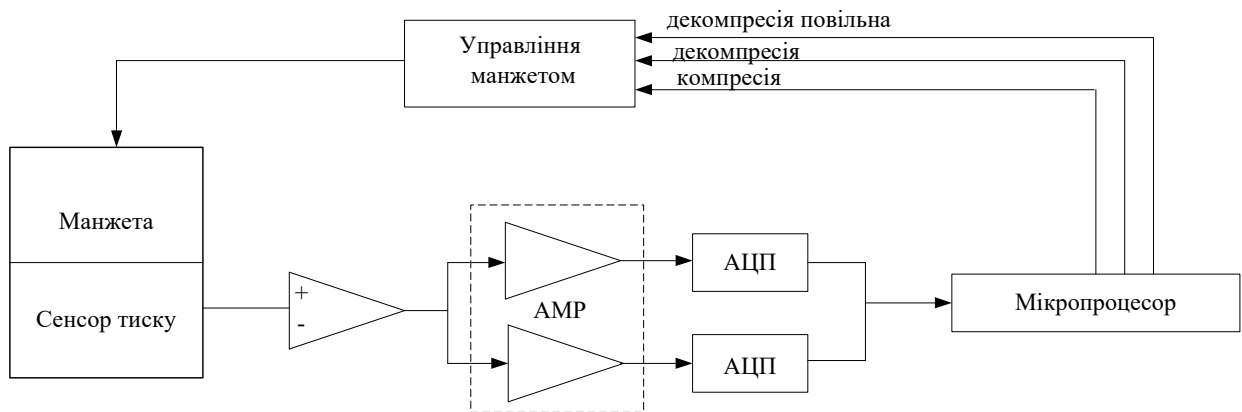


Рис. 3.10. Структурна схема НАВАТ

При включенні режиму «Вимірювання» мікропроцесор виробляє управляючий сигнал і здійснюється компресія манжети. Після досягнення відповідного тиску мікропроцесор виробляє сигнал «зупинка» і включає режим «декомпресія». Сенсор тиску формує вихідну напругу, яка пропорційна тиску в манжеті і знаходиться в діапазоні 0...40мВ. Підсилювач з коефіцієнтом підсилення 125

підсилює напругу до діапазону значень 0...5В. Фільтри розраховані на виділення сигналу в полосі частот 1...4Гц і послаблення будь-якого сигналу за межами означеної полоси.

Аналого-цифровий перетворювач представляє собою сигма-дельта АЦП і має передавальну функцію виду

$$Y(S) = X(S) / (S+1) + E(S)S / (S+1). \quad (3.6)$$

де $Y(S)$ – вихідний сигнал АЦП; $X(S)$ – вхідний сигнал АЦП; $E(S)$ – шум квантування. Виходячи з отриманого виразу для $Y(S)$, можна зробити висновок, що сигма-дельта АЦП є фільтром низьких частот $[1/(S+1)]$ для корисного сигналу і фільтром високих частот $[S/(S+1)]$ для шумів, при чому обидва фільтри мають однакову частоту зрізу [133].

Сенсор тиску представляє собою п'єзоелектричний сенсор тиску, який виконано на основі кремнієвого інтегрального перетворювача у вигляді мембрани із монокристалічного кремнію з дифузійним п'єзорезистором. Чутливим елементом слугує кристал інтегрального перетворювача тиску, який встановлено на діелектричній основі з використанням легкоплавкого скла.

Обраний тип сенсору у повній мірі відповідає таким вимогам до первинних перетворювачів, як висока чутливість, мініатюрність, комфортність застосування, низький рівень власних шумів, лінійність АЧХ у фізіологічному діапазоні змін артеріального тиску [132].

Компанія Analog Devices виробляє високоякісні ІМС для індивідуальних осцилометричних тонометрів. До них відносяться мікропотужний вимірювальний підсилювач AD627 з rail to rail виходом, контролер ADuC7022 з ядром ARM7TDMI і чотирьохканалний ізолятор цифрових сигналів ADuM2402. Підсилювач AD627 має максимальний струм споживання 85 мкА. На основі ОУ AD8617 реалізується чотирьохполюсний смуговий фільтр, необхідний для вимірювання коливань пульсової хвилі [134].

Контролер ADuC7022 містить 12-розрядний АЦП, має обчислювальну потужність, достатню для обробки сигналів пульсової хвилі за заданим алгоритмом і може працювати від одного джерела живлення напругою 3 В.

Цифровий ізолятор ADuM2402, виконаний за технологією iCoupler, замінює традиційні оптоізолятори і відрізняється більш

високою лінійністю, стійкістю до зміни температури і меншим споживанням в порівнянні з оптопарами.

Крім того, застосування ADuM2402 дозволяє виключити використання зовнішніх компонентів і майже на порядок знизити споживану потужність в порівнянні з оптопарами [134, 135, 136].

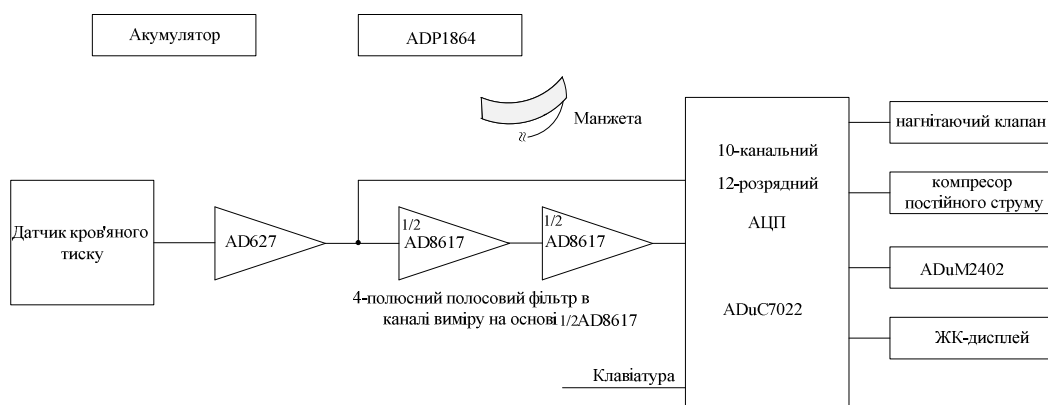


Рис. 3.11. Неінвазивний вимірник АТ на елементній базі AD

Ізолятор USB-порту ADuM4106 має міцність ізоляції 5 кВ і може бути використаний в медичній апаратурі замість оптоелектронного ізолятора. При цьому забезпечується виконання всіх вимог медичного стандарту по безпеці IEC 60601-1. Ізолятор забезпечує розв'язку обладнання і пацієнта, тим самим захищаючи його від викидів напруги і струму (рис. 3.12) [132, 134].

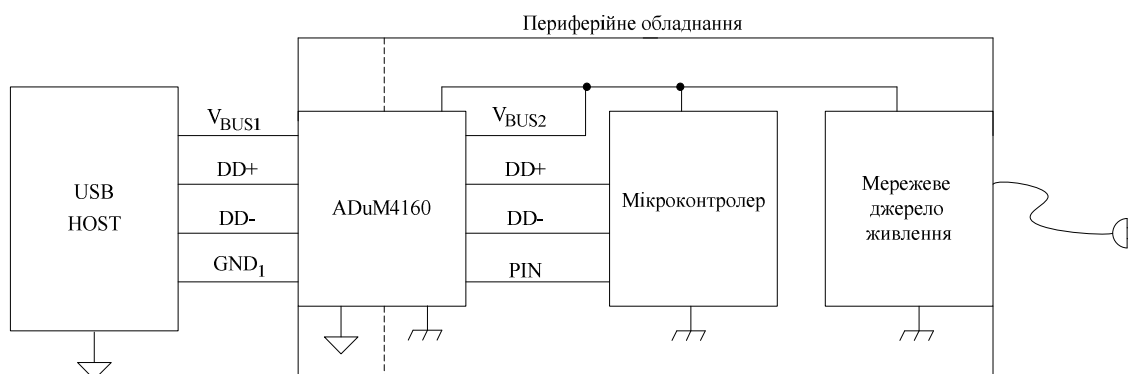


Рис. 3.12. Периферійне обладнання

Ізолятор ланцюгів живлення необхідний для захисту користувача і обладнання від стрибків струму або напруги. Це особливо важливо, якщо медичні монітори, які знімають сигнал з тіла спортсмена, підключені до комп'ютера, який живиться від мережі змінного

струму. Необхідно розв'язати такі монітори і комп'ютери не тільки по сигнальним ланцюгам, але і по ланцюгам живлення. Цю задачу виконує ізолятор ADuM6000 схема якого показана на рис. 3.13.

Особливості ізолятора ADuM6000:

- інтегрований гальванічний DC/DC-перетворювач;
- регулювання напруги живлення в діапазоні від 3,3 до 5В;
- вихідна потужність не менше 400 мВт;
- тип корпусу 16-SOIC, довжина шляху витoku не менше 7,6 мм;
- максимальна робоча температура 105 С.

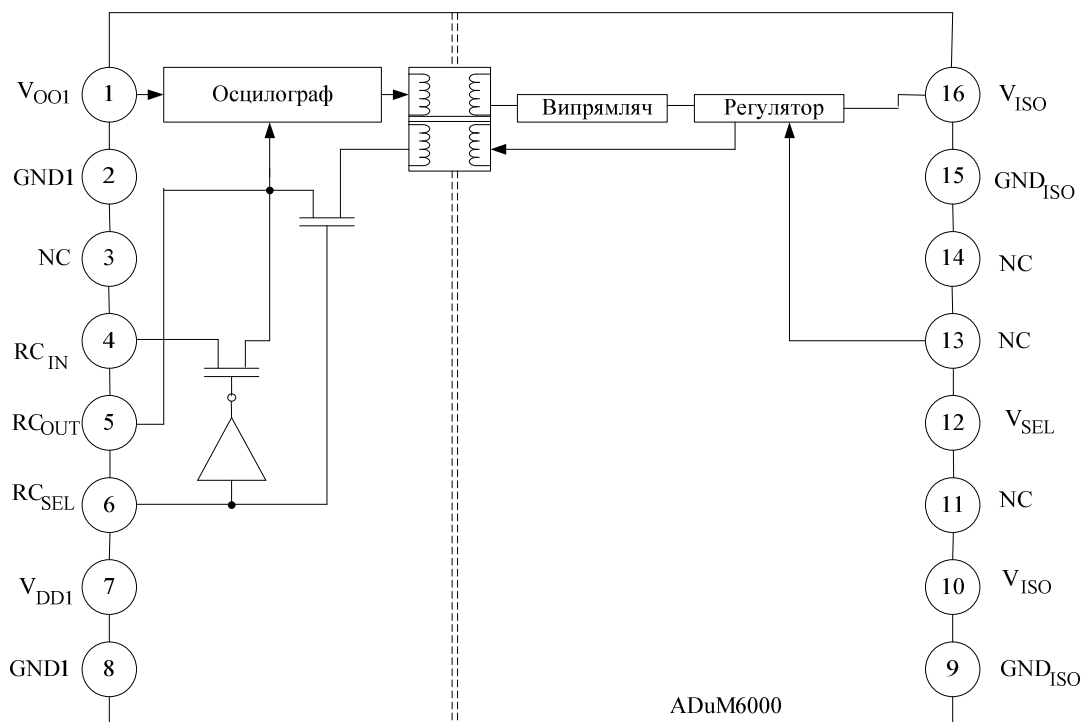


Рис. 3.13. Ізолятор USB-порту ADuM6000

3.5 Мобільний електрокардіограф

Відповідно до проекту медико-технічних вимог канал електрокардіограми повинен забезпечити такі показники призначення:

1. Діапазон вхідних напруг: 0,03-5 мВ.
2. Допустима відносна похибка вимірювання напруги:
 - в діапазоні від 0,1 до 5 мВ, не більше $\pm 20\%$;
 - в діапазоні від 0,5 до 4 мВ, не більше $\pm 10\%$;
3. Вхідний імпеданс: не менше 5 МОм.

4. Коефіцієнт послаблення синфазної перешкоди: не менше 100000 (114дБ).

5. Рівень внутрішніх шумів, приведені до входу: не більше 20 мкВ.

6. Нерівномірність АЧХ:

- в діапазоні від 0,5 до 60 Гц, від 90 до 105%;

- в діапазоні від 60 до 75 Гц, від 70 до 105%.

7. Смуга пропускання на рівні 0,7: від 0,05 до 100 Гц.

Структурну схему типового каналу електрокардіограми представлено на рис. 3.14.

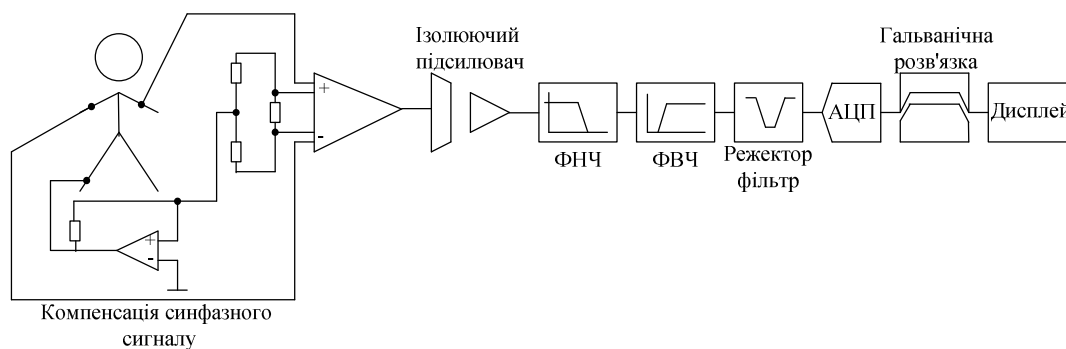


Рис. 3.14. Типова схема одного каналу ЕКГ

Реальний канал реєстрації ЕКГ побудуємо на базі мікроконвертора ADuC842, який має швидкий 12-ти розрядний АЦП, вбудовану периферію, швидке ядро 8052, додаткові 62 КБ вбудованої флеш-пам'яті. Програмне забезпечення для процесора 8052 забезпечує обробку цифрових даних, формування остаточного сигналу і передачі його в ПК. Враховуючи особливості мікроконвертора програмне забезпечення НЧ фільтра та режекторного написані на С [135, 136].

Представимо відведення електрокардіограми (ЕКГ-відведення) як динамічну модель ланцюга «біооб'єкт – електрод – вхід підсилювача ЕКГ», еквівалентна схема якої представлена на рис. 3.15 [137].

Операторне рівняння має такий вигляд

$$U_{ex}(p) = e_{ш} + U_{exn} + W(p) \cdot U_{бен}(p), \quad (3.7)$$

де $W(p)$ – передавальна функція, яка визначається за допомогою еквівалентної схеми ЕКГ-відведення; $U_{бен}(p)$ – біоелектрична різниця потенціалів; $e_{ш}$ - напруга шуму електроду ЕКГ; U_{exn} - електрохімічна різниця потенціалів [137].

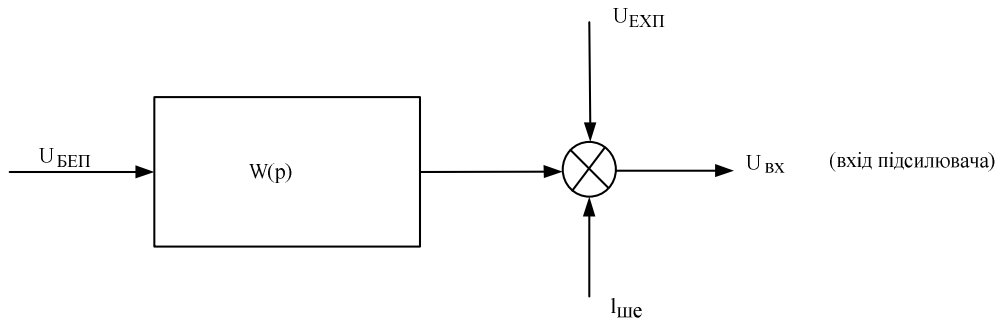


Рис. 3.15. Еквівалентна схема моделі «біооб’єкт – електрод – вхід підсилювача ЕКГ»

Тоді передавальна функція визначається таким виразом

$$W(p) = \frac{W_1(p)}{W_1(p) + W_2(p) + W_3(p)}, \quad (3.8)$$

$$W_1(p) = \frac{K_1}{T_1 p + 1}, \quad W_2(p) = \frac{K_2}{T_2 p + 1}, \quad W_3(p) = \frac{K_3}{T_3 p + 1}. \quad (3.9)$$

де $K_1 = R_{\text{вх}}$; $K_2 = R_E$; $K_3 = R_{\text{КЕ}}$ – коефіцієнти передачі відповідних функцій $W_1(p), W_2(p), W_3(p)$; $T_1 = C_{\text{вх}} \cdot R_{\text{вх}}$, $T_2 = C_E \cdot R_E$, $T_3 = C_{\text{КЕ}} \cdot R_{\text{КЕ}}$ – постійні часу ланцюгів з функціями передачі, відповідно; $C_{\text{КЕ}}, R_{\text{КЕ}}$ – розподілена ємність та активна складова опору «шкіра-електрод»; C_E, R_E – ємність та опір електрода; $C_{\text{вх}}, R_{\text{вх}}$ – вхідна ємність та активна складова вхідного опору підсилювача біопотенціалів. Тоді передавальна функція (3) приймає вигляд [137]:

$$W(p) = \frac{R_{\text{вх}}}{C_{\text{вх}} \cdot R_{\text{вх}}(p) + 1} / \frac{R_{\text{вх}}}{C_{\text{вх}} \cdot R_{\text{вх}}(p) + 1} + \frac{R_E}{C_E \cdot R_E(p) + 1} + \frac{R_{\text{КЕ}}}{C_{\text{КЕ}} \cdot R_{\text{КЕ}}(p) + 1}. \quad (3.10)$$

Структурна схема електрокардіографа на основі мікроконвертора ADuC842 представлено на рис. 3.16.

В якості інструментального підсилювача застосовано мікросхему AD620, яка має такі характеристики [135]: коефіцієнт послаблення синфазної перешкоди – більше 100 дБ; малий вхідний струм – 1 мА (максимум); низький рівень власних шумів, приведених до входу (0,28 мкВ в смузі частот 0,1...10 Гц).

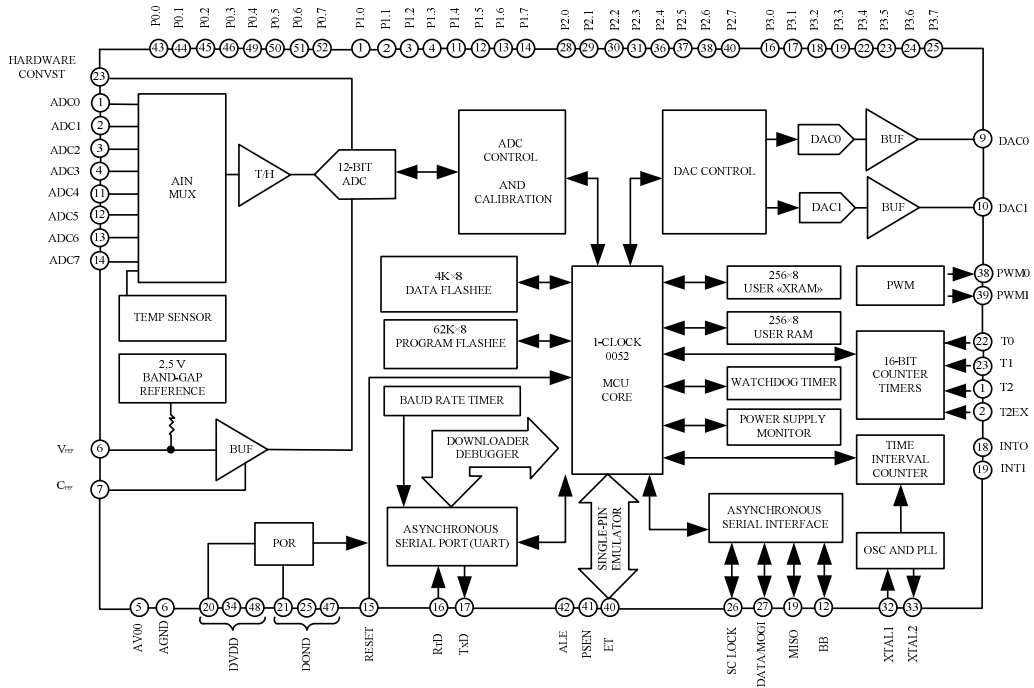


Рис. 3.16. Структурна схема ADuC842

Коефіцієнт підсилення визначається одним зовнішнім резистором R_G та двома внутрішніми R_2, R_3

$$K_n = 1 + 49,4K / R_G + (49,4K / 2) / 22K. \quad (3.11)$$

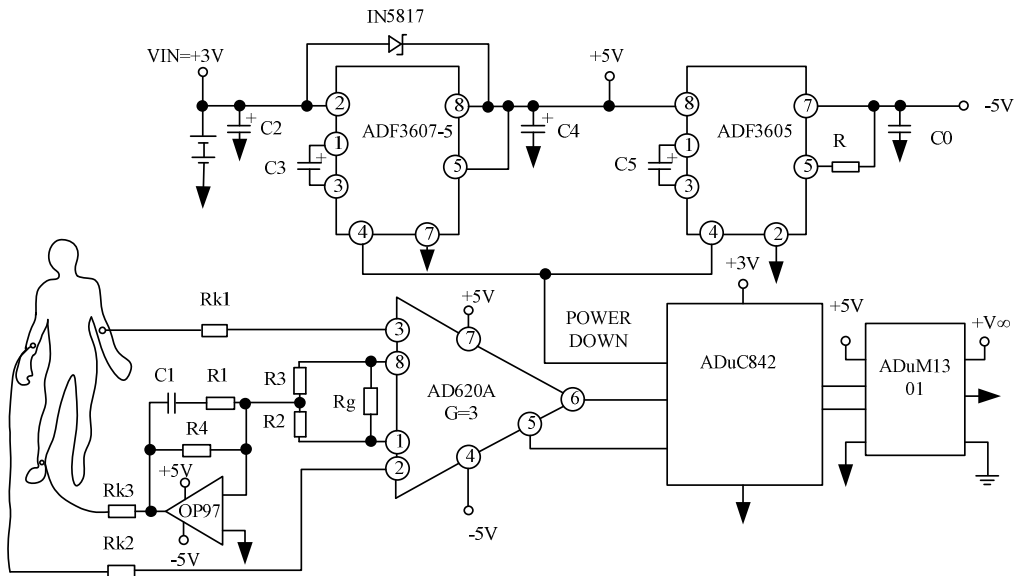


Рис. 3.17. Структурна схема електрокардіографа [161]

В схемі зворотного зв'язку, для компенсації синфазної перешкоди використано прецизійний підсилювач OP97 з високим коефіцієнтом

послаблення (не менше 114 дБ), коефіцієнтом підсилення стандартного сигналу на рівні 91 і частотою зрізу НЧ фільтра близько 160 Гц, що забезпечує його стабільну роботу [135].

$$[f - 3 \text{ дБ} = 1 / 2\pi \cdot (10 \text{ кОм} \cdot 0,1 \text{ мкф})].$$

Гальванічну розв'язку забезпечує мікросхема ADuM1301 – двонаправлений цифровий ізолятор. Режекторний фільтр забезпечує придушення мережевої завади 50 Гц, а алгоритм його проектування обумовлює таку передавальну функцію [135]:

$$H(z) = \frac{1 - 1,618z^{-1} + z^{-2}}{1 - 1,5164z^{-1} + 0,8789z^{-2}}.$$

Другий фільтр – це смуговий НЧ фільтр Баттерворта з частотами зрізу 0,05 Гц і 100 Гц має наступну передавальну функцію

$$H(z) = \frac{0,4206 - 0,4206z^{-2}}{1 - 1,5164z^{-1} + 0,1582z^{-2}}.$$

Відображення даних здійснюється на екрані дисплею, а передача до центрального ПК – за допомогою інтерфейсу RS232 [138].

3.6 Електронний термометр

Вимірювання температури в медичних цілях у людини мають певну специфіку. По-перше, діапазон вимірюваних температур обмежується температурами, при яких не руйнуються білкові молекули: + 5 ... + 50°C. (Слід зазначити, що для наукових медичних досліджень може вимагатися набагато більший діапазон температурних вимірювань) [139].

По-друге, організм теплокровних тварин, до яких відноситься і людина, намагається підтримувати температуру внутрішнього середовища постійною. В умовах стабільної саморегуляції організму значущі з медичної точки зору зміни температури можуть бути невеликими і складати частки градуса. До того ж у різних організмів, які навіть знаходяться в схожих фізіологічних станах, може спостерігатися якийсь розкид значень температури, тому в медицині часто крім абсолютних вимірювань використовуються і відносні вимірювання температури [139].

По-третє, в медицині значущою інформацією є також залежність зміни температури досліджуваної області від часу. Швидкість зміни температури в живому організмі незначна, однак при пошуку ділянки з максимальним або мінімальним значенням температури інертність, технічної системи, яка вимірює температуру, буде визначати час пошуку, який може перевищити швидкість зміни температури окремої ділянки організму, а також збільшити інерційність всього процесу вимірювання.

Як було зазначено, стосовно до людського організму необхідний температурний діапазон вимірювань невеликий: $+ 5 \dots + 50^{\circ}\text{C}$. Точність вимірювання температури повинна відповідати розкиду температур в діапазонах норм відповідних медичних показників. Стосовно до досліджень людини точності в межах $\pm 0,05 \dots \pm 0,1^{\circ}\text{C}$ цілком достатньо. Для якісного візуального представлення вимірювань температури, для процедур порівняння і при відносних вимірах, а також для графічного відображення зміни температури важливо мати високу лінійність і роздільну здатність вимірювальної технічної системи, яка не повинна перевищувати $0,01^{\circ}\text{C}$ [139, 140].

Якісну реєстрацію процесу зміни температури в організмі може забезпечити тільки малоінерційна система, тобто та, інертність якої як мінімум на порядок менше температурної інертності вимірюваної області організму. З цього випливає, що температурний датчик повинен мати якомога менші габаритні розміри і теплову інерцію.

В якості датчиків, що дозволяють реєструвати температуру з точністю $\pm 0,1^{\circ}\text{C}$ і мають найменші габаритні розміри при найвищій температурній чутливості в діапазоні $+ 5 \dots + 50^{\circ}\text{C}$, в медицині найбільш широко застосовуються термістори [140-143].

Загальним технічним вимогам, що пред'являються до медичних термометрів, повністю задовольняє цифровий прецизійний термометр, описаний в [139]:

- діапазон вимірюваної температури $+ 5 \dots + 50^{\circ}\text{C}$;
- відносна похибка приладу при вимірюванні температури 0,1%;
- роздільна здатність при вимірюванні температури $0,01^{\circ}\text{C}$;
- тип температурного сенсора, який використовується – термістор;
- абсолютна похибка вимірювання температури некаліброваних термістором в діапазоні $+ 25 \dots + 50^{\circ}\text{C}$ становить $\pm 0,1^{\circ}\text{C}$ (можливе додаткове калібрування);

- темп виміру – 15 значень в секунду.

Найбільш важливим елементом термометра є вимірювальна комірка, який перетворює опір термістора в напругу, яка оцифровується АЦП [99].

Вимірювальна комірка побудована у вигляді резисторного подільника (рис. 3.18).

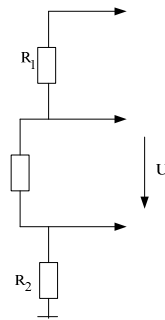


Рис. 3.18. Електрична схема вимірювальної комірки термометра

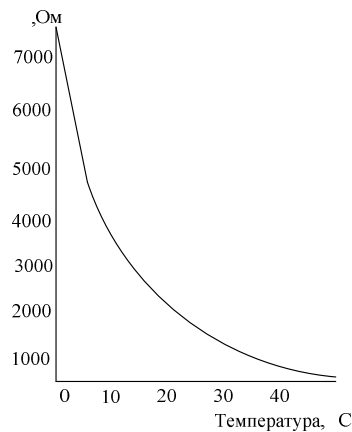


Рис. 3.19. Залежність опору термометра від температури

Напруга U_{ADC} , що подається на вхід АЦП, обчислюється таким чином [140]:

$$U_{ADC} = U_{оп} \cdot \frac{R_T + R_2}{R_T + R_1 + R_2} - U_{оп} \cdot \frac{R_2}{R_T + R_1 + R_2},$$

$$U_{ADC} = U_{оп} \cdot \frac{R_T + R_2}{R_T + R_1 + R_2}, \quad (3.12)$$

де $U_{оп}$ – опорна напруга подільника; R_T – опір термістора; R_1, R_2 – опори подільника.

Напруга, що подається на 24-розрядний АЦП, перетворюється в цифровий код згідно з виразом:

$$U_{ADC} = \frac{V_{REF}}{PGA} \cdot \frac{code}{2^{23} - 1}, \quad (3.13)$$

де V_{REF} – напруга джерела опорної напруги АЦП; PGA – коефіцієнт підсилення підсилювача; $code$ – цифровий код АЦП.

Якщо в якості джерела опорної напруги резистивного подільника використовувати джерело опорної напруги АЦП, то після підстановки (2) в (1) формула (3) буде свідчити, що цифровий код не залежить від напруги на подільнику:

$$code = (2^{23} - 1) \cdot PGA \cdot \frac{R_T}{R_T + R_1 + R_2}. \quad (3.14)$$

Вибір опорів R_1 і R_2 здійснюється виходячи з таких міркувань: як видно з виразу (3), важливі не окремі номінали опорів, а їх сума; так як вимірюваний сигнал є псевдодиференціальним, то логічно для максимального розширення динамічного діапазону взяти однакові опори, тобто $R_1 = R_2$.

Функція перетворення запропонованого термометру в аналітичному вигляді може бути представлено таким чином [140]:

$$P(t) = \left(\frac{V_{REF}}{R_T(t) + R_1 + R_2} \right)^2 \cdot R_T(t),$$

або у вигляді графічної залежності

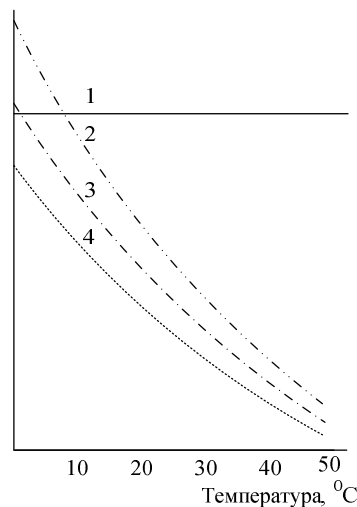


Рис. 3.20. Графічне представлення функції перетворення

Завдяки центральній ланці приладу – вимірювальній комірці, що забезпечує одержання високих точнісних характеристик, вимірювання температури датчиком проводиться з високою точністю ($\pm 0,1^{\circ}\text{C}$) і роздільною здатністю ($0,01^{\circ}\text{C}$), що забезпечує реєстрацію навіть незначних змін температури при лікувальних або діагностичних процедурах і помітно розширює область медичної термометрії [144-146].

АРМ-СЛ передбачає два режими передачі даних від електродів, сенсорів і первинних перетворювачів: провідний і безпроводний, який є більш перспективним і дозволяє здійснювати вимір контрольованих параметрів безпосередньо в процесі змагань або тренувань. При цьому головна проблема полягає в інтеграції всього обсягу вимірювань і попередньої обробки даних безпосередньо в сенсорі або перетворювачі, що забезпечує їх відповідною схемною і конструктивною реалізацією. Але тепер виникає питання забезпечення електроживлення блоків, що розміщуються на тілі спортсмена, тому в якості джерел живлення пропонуються літєві батареї з високою енергетичною щільністю (приблизно 100 Вт/кг) типу Lition, які можуть передзаряджатися, компактні і доступні в різних конструктивних реалізаціях [141, 147, 145].

Бездротова передача даних здійснюється в радіодіапазоні за стандартним протоколом, що дозволяє використовувати вже існуючі радіомоделі, що працюють з трансмісійними протоколами з виправленням помилок і мають високу заводо захищеність [123, 124].

Найбільш поширеними стандартами радіозв'язку, що використовується в закладах охорони здоров'я і при проектуванні медичної апаратури є Wireless LAN, технологія Bluetooth [148-150]. Ми будемо використовувати Bluetooth технологію, як найбільш адаптовану на сьогодні для використання в медичному приладобудуванні. Це забезпечить для АРМ-СЛ режим «онлайн-моніторингу», високу надійність передачі даних та задану достовірність їх обробки.

Для оцінювання відповідності отриманих технічних характеристик каналів ЕКГ, артеріального тиску і температури параметрам, що визначені МТВ побудуємо таку порівняльну таблицю.

3.7 Інтерфейсне забезпечення біотехнічної системи

При побудові будь-яких медичних інформаційних систем в т.ч. і телемедичних, обов'язково формують вимоги до структури, призначення, зв'язків її складових, що суттєво спрощує подальший процес проектування і впровадження такої системи. Чільне місце серед цих вимог займають вимоги до інтерфейсів, каналів зв'язку, портів вводу-виводу, протоколів обміну, характеристик спеціального медичного обладнання. Однією із головних вимог є вимога організації каналів зв'язку на основі стандартних комунікаційних протоколів. В своїй більшості це TCP/IP, UDP, DHCP, ARP, HTTP та інші, які забезпечують підключення медичної апаратури до портів LAN, IEEE-1394, USB, com, Bluetooth, RCA, ZIGBEE тощо [].

Найбільшої популярності в останні роки досягли технології Bluetooth і ZIGBEE, що і зумовило використання першої із них в апаратурі сімейного лікаря. Адаптери Bluetooth працюють в неліцензованому діапазоні частот 2,4-2,48 ГГц, що забезпечує їх невисоку вартість. До особливостей приладів технології Bluetooth слід віднести мале енергоспоживання, відносно невисоку швидкість передачі даних і малий радіус дії, що залежить від класу Bluetooth приладів і складає до 100 метрів при максимальній потужності 100мВт []. Але саме ці особливості забезпечують роботу Bluetooth в умовах сильних частотних спотворень в радіосигналі за рахунок використання спектру радіосигналу, для збільшення бази якого використовують метод розширення спектру FHSS [104]. Весь виділений для Bluetooth-радіозв'язку частотний діапазон 2,402-2,480 ГГц розбито на N частотних каналів, смужка кожного - 1мГц, розкид каналів 140-175кГц.

Для кодування пакетної інформації використовується частотна маніпуляція (рис. 3.21). Частота несучої стрибкоподібно змінюється 1600 разів на секунду. Послідовність перемикання між частотами для кожного з'єднання є випадковою і відома тільки передавачу і приймачу, що забезпечує конфіденційність переданої інформації. Крім того, якщо поруч працюють кілька пар приймач-передавач, то вони не заважають один одному.

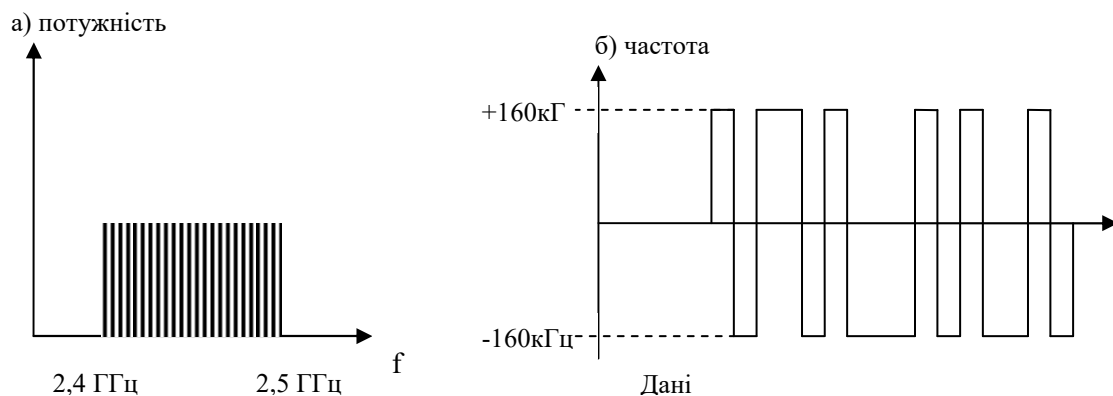


Рис. 3.21. Діапазон і спосіб кодування Bluetooth []

Установка з'єднання між пристроями Bluetooth, що знаходяться в межах досяжності, починається з пошуку інших пристроїв [26]. Для цього надсилається запит, і відповідь на нього залежить не тільки від наявності в радіусі зв'язку активних пристроїв Bluetooth, а й від режиму, в якому перебувають ці пристрої. На цьому етапі можливі три основні режими роботи абонентів мережі:

- Discoverable Mode. Пристрої, що знаходяться в цьому режимі завжди відповідають на всі отримані ними запити;

- Limited Discoverable mode. У цьому режимі знаходяться пристрої, які можуть відповідати на запити тільки обмежений час або повинні відповідати тільки при дотриманні певних умов;

- Non-Discoverable mode. Пристрої, що знаходяться в цьому режимі не відповідають на нові запити [].

Якщо процес виявлення абонентів пройшов нормально, то новий пристрій Bluetooth отримує набір адрес доступних пристроїв, і за цим слідує операція Device name discovery, в процесі якої новий пристрій з'ясовує імена всіх доступних Bluetooth-пристроїв у мережі. Кожен пристрій Bluetooth повинен мати свою унікальну адресу, але на рівні користувача зазвичай використовується ім'я пристрою, яке не обов'язково повинно бути унікальним. Ще однією з важливих особливостей інтерфейсу Bluetooth є автоматичне підключення пристроїв Bluetooth до служб, що надаються іншими пристроями. Тому, після з'ясування списку імен і адрес виконується пошук доступних послуг, що надаються абонентами мережі. Отримання або надання будь яких послуг відбувається згідно до протоколу Service

Discovery Protocol []. Враховуючи відкритість мережі, в стандарті Bluetooth приділено увагу захисту даних. Основою системи безпеки інтерфейсу Bluetooth є сеансовий ключ, який генерується в процесі з'єднання двох пристроїв і використовується для ідентифікації та шифрування даних, що передаються. Після установки з'єднання канал можна використовувати для різних цілей, посилаючись на комплект базових протоколів. В основі лежить протокол фізичного рівня Baseband protocol, параметри якого визначаються фізичними характеристиками радіоканалу. На рівні логічного з'єднання використовується протокол Logical Link Control and Adaptation Layer Protocol (L2CAP), що працює тільки з асинхронними сполуками. Інші протоколи та служби вищого рівня використовують L2CAP як транспортний протокол. L2CAP визначає, до якого протоколу або служби стосується переданий пакет, що забезпечує доставку пакета потрібному абоненту [].

Одним із найбільш вживаних в останні роки Bluetooth-модулів є високошвидкісний модуль WT41Bluegiga [102], блок-схема якого показана на рис.3.22.

До складу апаратної частини входять трансивер, контролер зв'язку (baseband) і керуючий пристрій, за допомогою якого реалізуються верхні рівні стека Bluetooth-протокола. WT41 містить повністю закінчену апаратну частину і вбудоване програмне забезпечення (операційна система uCLinux, підтримка JAVA, профілі API, TCP/IP-стек та ін). На платі модуля розміщені: базовий чіп Bluetooth chip CSK BLucCore-04 [102];

- високочастотний приймач з чутливістю -90 дБ;
- вбудований RISK;
- пам'ять 8 Мбіт RAM і 2 Мбіт Flash;
- кварцовий генератор 16 МГц;
- попередній підсилювач з низьким рівнем шумів;
- підсилювач потужності;
- радіочастотні фільтри;
- антенний перемикач.

Програмне забезпечення Bluetooth-модуля WT41, яке використано при розробці медичного комплексу сімейного лікаря побудовано на „платформі бездротового віддаленого доступу” – iWRAR і застосовується одночасно для роботи із вбудованим в модуль RISK-

процесором. В програмне забезпечення iWRAR, структурна схема якого наведена на рис.3.23, входять профілі та APi операційної системи uClinux, Java, стек серверів Web, Telnet та інші [102].

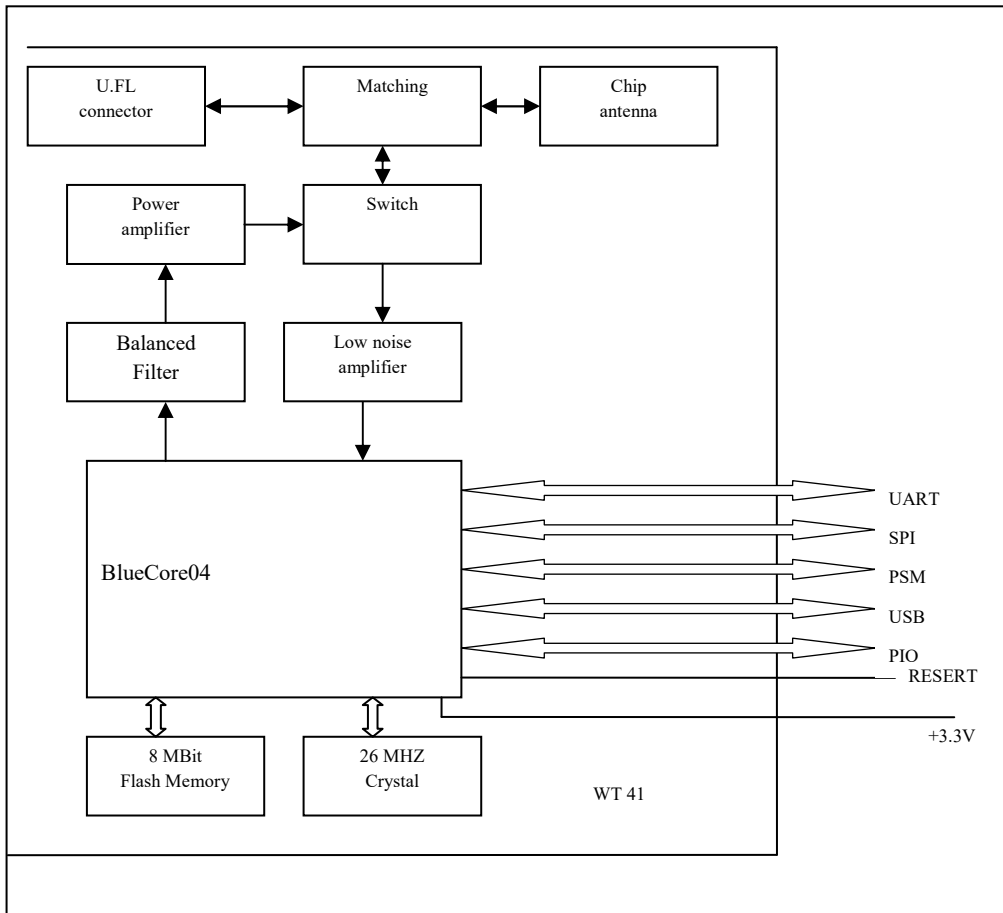


Рис. 3.22. Блок-схема модуля WT 41 [102]

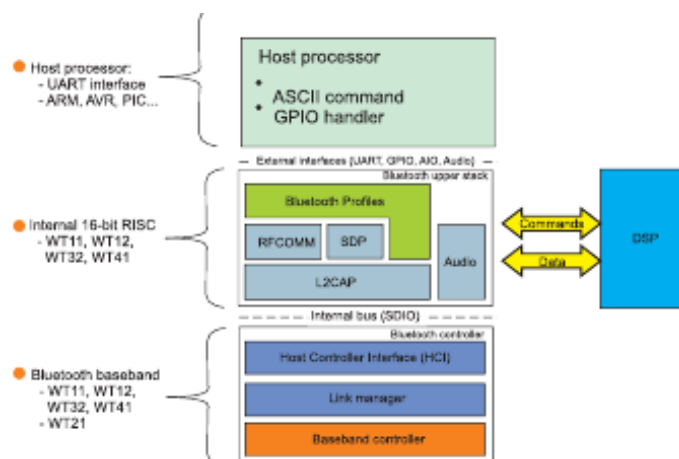


Рис. 3.23. Структурна схема роботи програмного забезпечення iWRAP [102] [102].

З 12 профілів будемо використовувати профіль Bluetooth Health Device Profile (HDP) [102], який призначений для регламентування та керування процесами взаємодії різних медичних приладів і давачів по Bluetooth.

Використання бездротового каналу дозволяє відмовитися від безлічі перехідних кабелів і передавати данні параметри через Bluetooth на віддалений аналізуючий або вимірювальний пристрій. Подібний тип медичних приладів поступово витісняє з ринку старе, громіздке обладнання з безліччю дротів і роз'ємів. Донедавна розглянутий вище профіль SPP був практично єдиним, що використовувався на практиці для зв'язку між собою різних медичних Bluetooth-пристроїв. Тому обладнання, виготовлене різними виробниками, мало свої власні профілі верхнього рівня і не могло бути взаємозамінним і узгодженим. Зокрема, однією з проблем бездротових медичних пристроїв є нестиківка діагностичних давачів з різними моделями вимірювальних приладів, виготовлених в різних країнах і за різними стандартами. Враховуючи наявні проблеми, провідні світові виробники Bluetooth-обладнання сформували міжнародну робочу групу Medical Device Working Group. Основною метою цієї організації була розробка і створення Bluetooth-профілю, що дозволяє стикувати між собою медичні сенсори і медичні вимірювальні пристрої різних виробників. В результаті цього були створені і схвалені в 2008р. два основних нормативних документи: Multichannel Adaptation Protocol (MCAP) і Bluetooth Health Device Profile (HDP). У 2009р. вони були прийняті до виконання переважною більшістю провідних світових виробників Bluetooth-обладнання та закріплені в стандартах "Application-level Interoperability IEEE11073-xxxxx Personal Health Devices" [102].

Профіль HDP призначений як для медичних приладів загального користування, так і для професійного обладнання (рис. 3.24).

При взаємодії двох Bluetooth-пристроїв цей профіль забезпечує встановлення контрольного, а також найбільш надійного каналу для передачі даних. Він також підтримує процедуру ідентифікації взаємодіючих пристроїв і синхронізує їх роботу. У схемі роботи HDP один з пристроїв розглядається в якості одержувача (Sink), а інші визначаються як джерела даних (рис. 3.25). Такий підхід дозволяє виводити інформацію від декількох вимірювальних блоків на єдиний

диспетчерський пульти, що значно полегшує роботу лікарів при масових обстеженнях пацієнтів. Дані з вимірювального пристрою можна вводити в ПК будь-якого типу і передавати на центральний диспетчерський пульти по GSM / GPRS-каналу. Подібне обладнання використовується в телемедицині, коли результати діагностики пацієнта можуть бути передані для консультації в будь-яку клініку світу і в операціях беруть участь провідні світові фахівці [102].



Рис. 3.24. Профіль Bluetooth Health Device Profile (HDP) призначений для узгодження роботи медичних сенсорів і вимірювальних медичних пристроїв різних виробників [102]

Завдяки HDP узгоджені бездротові діагностичні системи дозволяють лікарю, не виходячи зі свого робочого кабінету, проводити експрес-діагностику стану хворого безпосередньо у нього вдома, використовуючи як побутову, так і професійну медичну техніку.

Схема, що пояснює принцип функціонування профілю HDP в структурі iWRAP, наведена на рис. 3.26.

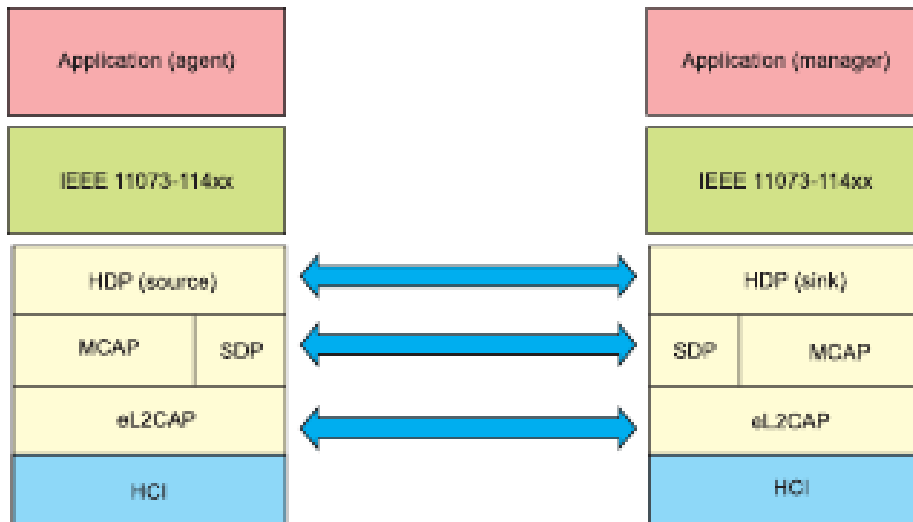


Рис. 3.25. Схема взаємодії двох Bluetooth-пристроїв [102]

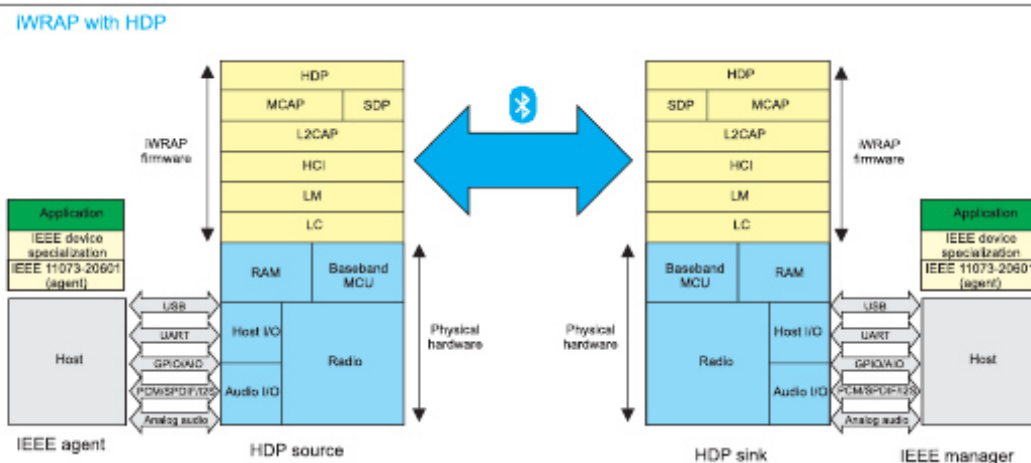


Рис. 3.26. Принцип функціонування профіля Bluetooth Health Device Profile в структурі iWRAP [102]

Видно, що iWRAP підтримує виконання протоколу MCAP, а також забезпечує необхідними засобами роботу профілів HDP і SDP. При цьому IEEE stack повинен відпрацьовуватися на центральному вузлі (IEEE host). Дані IEEE передаються через UART на Bluetooth-профіль L2CAP. Для такої роботи UART потрібно перевести в режим "MUX".

Із таблиці видно, що розроблені канали ЕКГ, АТ і температури відповідають вимогам МТВ. Метрологічні характеристики і параметри похибок розглянуті в наступному розділі монографії.

Таблиця 3.2

Порівняння параметрів (характеристик) МТВ і реальних зразків

№ п/п	Вимірювальний канал	Параметр, характеристика	Значення		Ступінь відхилення від МТВ
			МТВ	Реальний зразок	
1	Температура	Діапазон °С	32,0±44,0	31,4±43,4	-0,6
		Тип сенсору	термістор	термістор	-
		Точність вимірювання	±0,1 °С	±0,1 °С	-
		Роздільна здатність	0,01 °С	0,01 °С	-
		Час вимірювання	10 сек	8 сек	2 сек
2	Електрокардіограма	Діапазон вхідних напруг	0,03-5мВ	0,03-5мВ	-
		Допустима відносна похибка вимірювання напруги в діапазоні: – від 0,1 до 0,5 мВ	не > ±20%	±20%	-
		- від 0,5 до 4 мВ	не > ±10%	±10%	-
		Вхідний імпеданс	не < 5МОм	6 МОм	+1 МОм
		Коефіцієнт послаблення синфазної перешкоди	не < 114 дБ	120 дБ	+ 6 дБ
		Рівень внутрішніх шумів, приведений до входу	не > 20 мкВ	20 мкВ	-
		Нерівномірність АЧХ:- в діапазоні 0,5-60 Гц	від 90 до 105%	98%	-
		- в діапазоні 60-75 Гц	від 70 до 105%	87%	-
Смуга пропускання на рівні 0,7	від 0,05 до 100 Гц	0,05...110Гц	+10 Гц		
3	Артеріальний тиск	Метод вимірювання	Осцилометричний	Осцилометричний	-
		Діапазон	0...299 мм.рт.ст.	0...300 мм.рт.ст.	-
		Похибка вимірювання	±3 мм.рт.ст.	±4 мм.рт.ст.	+1 мм.рт.ст.
		Компресія манжети	Автоматична	Автоматична	-
		Декомпресія манжети	Автоматична	Автоматична	-
		Температура зовнішнього середовища	+10...+35 °С	+5...+40 °С	±5 °С
		Напруга живлення	6 В	6В	-

РОЗДІЛ 4

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМИ ТА АРМ-СЛ

4.1 Місце БТС та АРМ-СЛ в сучасній спортивній медицині

Порівняльний аналіз розробленої системи та відомих аналогів є одним із завершальних, і в певній мірі, ключовим етапом створення інформаційної системи і АРМ спортивного лікаря. Як уже відзначалось, на сьогодні існує достатня кількість спеціалізованої апаратури, і такої, яку можна використовувати для оцінювання рівня підготовленості спортсмена, як в умовах тренувального комплексу, так і змагальних умовах. Для забезпечення об'єктивності порівняльного аналізу необхідно визначитися із системою критеріїв і показників, за якими буде проводитись порівняння.

До першої групи слід віднести такі, що характеризують структуру, зміст і призначення критеріїв та відображають їх місце на етапах тренувально-змагального процесу.

1. Функціональний контроль за рівнем психофізіологічної готовності спортсмена до виконання специфічної тренувальної та змагальної діяльності, результатом якого є оцінювання рівня підготовленості спортсмена до досягнення високих спортивних результатів. – *Оцінка рівня готовності спортсмена до змагань.*

2. Оцінка рівня навантажень із врахуванням їх специфіки, здійснюється за двома механізмами: аеробним та анаеробним. Залежно від цього істотно різняться вимоги до організму спортсмена і способу оцінки його функціонального статусу. Оцінка допустимих навантажень орієнтована на попередження руйнування захисних механізмів, травмування і забезпечення спортивного довголіття. – *Оцінка допустимих навантажень. – Оцінка енергетичного балансу організму спортсмена.* Крім того, облік біоенергетичних витрат істотно впливає на швидкість і терміни його відновлення після тренувань і змагань.

3. Велике значення для досягнення спортсменом високих результатів на фоні спортивного довголіття має оцінка його психологічного статусу, психічних процесів і когнітивних функцій,

психоемоційної стійкості, мотиваційного рівня, тактичного мислення, тощо.

З цієї метою нами пропонується – *Оцінка типологічного профілю спортсмена*, яка здійснюється за адаптивним тестом «Визначення типу особистості» Дж. Олдхем і М. Морріс.

4. Практична діяльність спортсмена, на жаль, не відбувається без травм різного ступеня важкості. Швидкість відновлення спортсмена після травми, стабільність його психофізіологічного статусу, тренувально-змагальний рівень істотно залежать від первинної реакції на отриману травму. Ми пропонуємо для оцінювання такої реакції. – *Оцінку больового синдрому*, яка буде здійснюватись на основі багатомірного вербально-кольорового больового тесту. Даний тест дозволяє визначити рівень больового синдрому за 7-ма факторами-шкалами, отримати інтегральну оцінку (кількісну та якісну), яка відображає свідоме і безсвідоме переживання болі спортсменом на різних рівнях психічного відображення [151].

5. До цієї ж групи відноситься – *Можливість оцінки ФСО спортсмена без тестів і функціональних проб, що використовують навантаження*. Ця технологія, за словами її автора, професора Антонова А.А. (2013р) є більш інформативною, комфортною, менш трудомісткою за обсягом досліджень і часом їх проведення, оскільки використовує інтегральні показники, до складу яких входять практично всі відомі функціональні показники ССС.

Другу групу склали критерії та показники, які орієнтовані на оцінку технічного та експлуатаційного рівня системи та аналогів. Це перш за все:

кількість параметрів, які реєструються; кількість показників, що обчислюється; наявність вбудованої СУБД; мінімальний час обстеження одного спортсмена; захист даних від несанкціонованого доступу; можливість розширення конфігурації системи шляхом підключення додаткових блоків, в тому числі і для реєстрації нових фізіологічних параметрів; коефіцієнт ефективності використання апаратних засобів; можливість реєстрації сигналів ЕКГ і РЕГ одним електродом; інноваційний потенціал.

Останній критерій належить, поряд із такими, як «Перспективність», «Результативність», «Актуальність» та інші до групи критеріїв, направлених на оцінювання інноваційної цінності і

перспектив розвитку тих чи інших систем та приладів, і все частіше використовується для оцінювання інноваційної привабливості відповідної розробки.

Результати порівняння зведені в таблицю 1 і дозволяють сформулювати найбільш характерні для 3-х останніх років існуючі проблеми і ступінь їх вирішення в медико-технічному забезпеченні спортивної медицини, а саме: досить довготривала за часом процедура тестування та оцінювання ступеня тренуваності; відсутність стандартизованого заключення про рівень спортивної форми; відсутність можливості проводити поглиблені дослідження стану здоров'я спортсменів; відсутність в багатьох системах можливості оцінки ступеня важкості травм; не завжди, при оцінюванні підготовленості спортсменів, враховується його фактичний функціональний або фізіологічний резерв; необхідно, збільшити в комплексній оцінці ФС та тренуваності спортсменів ту частину, що стосується їх психологічного статусу, витривалості та поведінки в екстремальних умовах; по можливості, але при умові не зменшення

Таблиця 4.3

Нормативи по кожній із дисциплін, що входять до семиборства

Спор- тивний статус	Біг на 100м з бар'є- рами, с	Стрибки у висоту, м	Штовхання ядра, м	Біг 200, м	Стрибки у довжину , м	Мет. спис у, м	Біг 800м, хв,с	
мсмк	13,10	1,92	19	23,1	6,7	60	2.01,24	
мс	14,44	1,82	16	24,24	6,3	52,5	2.06,24	
кмс	15,04	1,75	14,5	25,24	6	47	2.13,24	
очки								Сума
мсмк	1109	1132	1131	1069	1072	1055	1097	7665
мс	917	1003	928	958	943	909	1020	6678
кмс	836	916	827	847	850	802	918	5996

Ефективність в системі охорони здоров'я передбачає ступінь досягнення конкретних результатів. При цьому поняття ефективності в цій галузі не може бути ототожнено з загальноекономічною категорією ефективності. Ефективність системи охорони здоров'я, її служб та окремих заходів вимірюється сукупністю показників, кожний з яких характеризує яку-небудь сторону процесу медичної діяльності [153]. Стосовно охорони здоров'я використовують такі

типи ефективності: соціальну, медичну, економічну [153], які можуть бути оцінені як кожна окремо, так і у сукупності.

Спортивна медицина є складовою загальної системи охорони здоров'я і за визначенням [154] представляє собою теоретичну і практичну область медицини, що вивчає вплив рухів і спорту на організм людини, а також ті зміни, що при цьому відбуваються, як бажані, так і патологічні, способи профілактики, лікування або корекції патологічних змін, способи покращення досягнутих спортсменами спортивних результатів. Основна мета спортивної медицини – це збереження та укріплення здоров'я людей, що займаються фізкультурою і спортом.

Це дає нам право використовувати для оцінювання ефективності методів, засобів, систем і технологій, орієнтованих на визначення функціонального стану спортсменів, в тому числі і спортсменів-багатоборців. Більше того, оскільки такі критерії є загальноприйнятими, вони дають можливість проводити порівняльний аналіз існуючих засобів з тими, що розробляються і проектуються.

Медична ефективність розраховується за формулою [153]:

$$K_M = \frac{M_P}{M}, \quad (4.1)$$

де M_P – число випадків досягнення бажаного результату; M – загальне число випадків, що оцінювалось.

Соціальна ефективність розраховується за формулою [153]:

$$K_C = \frac{N_P}{N}; \quad (4.2)$$

де N_P – число випадків задоволеності спортсмена наданою йому медичною допомогою; N – загальна кількість випадків, що оцінювалась.

Економічна ефективність розраховується за формулою [153]:

$$K_E = \frac{EE}{E_B}, \quad (4.3)$$

де EE – економічний ефект (вигода), що отримано від впровадження конкретного методу, засобу, системи; E_B – економічні витрати на виготовлення і впровадження конкретного методу, засобу системи.

Коефіцієнт інтенсивності праці, в даному випадку, спортивного лікаря, та АРМ-СЛ буде визначатися за формулою [154]:

$$K_{cl}^i = K_M \cdot K_C \cdot K_E. \quad (4.4)$$

При цьому діапазон критеріїв будуть змінюватись від 0 (ефективність дорівнює нулю) до 1 (ефективність досягла свого еталонного значення).

В той же час розроблене автоматизоване робоче місце спортивного лікаря можна віднести до одного із класів автоматизованих інформаційних систем, для яких існує затверджена методика визначення та обґрунтування економічної складової загальної ефективності [154].

Відповідно до цієї методики, показники прямої економічної ефективності визначаються шляхом порівняння витрат на оброблення даних при двох варіантах проектних рішень. Це базовий і розроблений варіанти: базовий – існуюча система автоматизованої або ручної обробки даних, а розроблений – результат модернізації існуючої системи, або нова розроблена система. В нашому випадку – це нова розроблена система у вигляді АРМ-СЛ [154].

Економія фінансових витрат за рахунок автоматизації обробки даних визначається на основі розрахунку різниці витрат базисного і розробленого варіантів обробки даних за формулою

$$C_e = C_b - C_n, \quad (4.5)$$

де C_e – величина зниження витрат на обробку даних; C_b – витрати при базисному варіанті; C_n – витрати при розробленому варіанті.

Відносний показник економічної ефективності АРМ-СЛ - коефіцієнт (K_e) витрат та індекс зміни витрат (I_z). Значення відносного показника економічної ефективності проекту можна визначити за формулою [154]:

$$K_e = C_e / C_b \cdot 100\%. \quad (4.6)$$

Коефіцієнт ефективності витрат показує, яка частина витрат буде зекономлена при розробленому варіанті, або на скільки відсотків знизяться витрати [154].

Значення індексу зміни витрат можна визначити за формулою [154]:

$$I_z = C_e / C_o. \quad (4.7)$$

Цей індекс свідчить про те, у скільки разів знизяться витрати на обробку даних при реалізації АРМ-СЛ.

При впровадженні АРМ-СЛ необхідно враховувати додаткові капітальні витрати, значення яких (K_z) можна визначити за формулою [154]:

$$K_z = K_n - K_o, \quad (4.8)$$

де K_n і K_o - капітальні витрати відповідно розробленої і базової системи обробки даних.

Ефективність капітальних витрат визначається терміном окупності (T) додаткових капітальних витрат на модернізацію БТС [154]:

$$T = K_z / C_e. \quad (4.9)$$

Поряд з розрахунком вартісних витрат вельми корисно отримати показники зниження трудових витрат на обробку даних. Абсолютним показником зниження трудових витрат (t) виступає різниця між річними трудовими витратами базового і розробленого варіантів обробки даних:

$$t = T_o - T_n, \quad (4.10)$$

де T_o і T_n - річна трудомісткість експлуатації відповідно базового і розробленого варіантів обробки даних.

Значення відносного показника зниження трудових витрат можна відобразити коефіцієнтом зниження трудових витрат (K_t) [154]:

$$K_t = t / T_o. \quad (4.11)$$

Індекс зміни трудових витрат (I_t) характеризує зростання продуктивності праці і визначається за формулою [154]:

$$I_t = T_o / T_n. \quad (4.11)$$

Абсолютний показник зниження трудових витрат (P) застосовується для визначення потенційного вивільнення трудових ресурсів (виконавців) з системи обробки даних [154]:

$$P = (t / T_{\phi}) \cdot f, \quad (4.12)$$

де T_{ϕ} – річний фонд часу одного виконавця, вивільненого з технології обробки даних; f – коефіцієнт, який відображає можливість повного вивільнення робітників, за рахунок фонду часу яких розрахована величина t .

Проведемо розрахунки за розглянутими методиками. Вихідні дані: кількість спортсменів-семиборок – 11; витрати на базовий варіант – $C_b=21500$ грн ; витрати на розроблений варіант – $C_p=17000$ грн.

а) медична ефективність

$$K_m = 10 / 11 = 0,9$$

б) соціальна ефективність

$$K_c = 11 / 11 = 1$$

в) економія фінансових витрат

$$C_e = 21500 - 17000 = 4500 \text{ грн}$$

г) відносний показник економічної ефективності

$$K_E = \frac{4500}{21500} \cdot 100\% = 21\%$$

Важливою особливістю категорії ефективності системи охорони здоров'я є те, що оцінювати її доводиться в трьох аспектах: соціальному, медичному і економічному. При цьому соціальна і медична ефективність є визначальними при виборі тієї або іншої медичної технології.

Порівняльна оцінка індикаторів соціальної, медичної та економічної ефективності з використанням автоматизованої інформаційної системи є основою для прийняття ефективних управлінських рішень тактичного і стратегічного характеру: щодо ефективності використання трудових та матеріальних ресурсів, витрачання бюджетних коштів, ділової активності на ринку медичних послуг. Можливість використання уніфікованих індикаторів в системі медичних установ і порівняння їх з нормативними значеннями (стандартами) дозволяє в динаміці проводити моніторинг ефективності системи охорони здоров'я на різних рівнях, в тому числі

на рівні окремих установ, що дає можливість оперативно і обґрунтовано здійснювати управлінські впливи.

Таблиця 4.4

Соціальна та медична ефективність

№ п/п	Показник ефективності	Суть показника	Формула для обчислення	Обчислене значення
1	Медична ефективність K_M	Характеризує інформативність застосування розробленого варіанту	$K_M = \frac{M_p}{M};$ M_p – число випадків досягнутого медичного результату – 11; M – загальне число обстежених спортсменів – 11	1
2	Соціальна ефективність K_C	Характеризує комфортність застосування розробленого варіанту	$K_C = \frac{N_p}{N};$ N_p – число випадків задоволеності спортсмена наданою меддопомогою – 11; N – загальне число обстежених спортсменів – 11	1

Розрахунок економічної ефективності АРМ-СЛ від заміни обробки даних в ручному режимі – автоматичним.

Стандартна методика розрахунку показників економічної ефективності включає в себе розрахунок суми річної економії, коефіцієнта економічної ефективності капітальних вкладень і терміну окупності капітальних вкладень.

Сума річної економії від скорочення ручної праці з обробки інформації розраховується за формулою:

$$S = OC_1 - OC_2, \quad (4.13)$$

де S – сума річної економії від скорочення ручної праці з обробки інформації, грн.; OC_1 – річні експлуатаційні витрати при ручній обробці інформації, грн.

$$OC_1 = \frac{\sum_i Z_i^1 \cdot T_i^1}{Q} \cdot (1 + \alpha)(1 + \beta) \cdot 12, \quad (4.14)$$

де Z_i^1 – місячна основна заробітна плата i -го працівника, грн.; T_i^1 – місячні трудові витрати i -го працівника на вирішення завдання, людино-дні; Q – середня кількість робочих днів на місяць, дні; α – коефіцієнт накладних витрат; β – коефіцієнт додаткової заробітної плати (відрахування на соціальне страхування, в різні фонди і т.п.).

$$OC_2 = C_1 + C_2 + C_3, \quad (4.15)$$

де C_1 – річні витрати машинного часу на вирішення завдання, грн.; C_2 – річні витрати на заповнення документів, аналіз і коригування даних (ручні операції), грн.; C_3 – річні витрати на навчання персоналу, адаптацію та налаштування обладнання, грн.

$$C_1 = 12 \sum_q S_q \cdot T_q, \quad (4.16)$$

де S_q – собівартість години роботи обладнання q при вирішенні задачі, грн.; T_q – час роботи обладнання q при вирішенні задачі протягом місяця, машино-години; C_2 розраховується за аналогічною формулою.

$$C_3 = K_3 \cdot \gamma, \quad (4.17)$$

де K_3 – річні одноразові витрати на навчання персоналу, адаптацію, налаштування обладнання при вирішенні задачі, грн.; γ – коефіцієнт налаштування обладнання.

$$K_3 = K_{31} + K_{32} + K_{33}, \quad (4.18)$$

де K_{31} – річні одноразові витрати по заробітній платі персоналу на навчання, адаптацію та налаштування обладнання для вирішення завдання, грн.

$$K_{31} = \frac{\sum_i Z_i^2 \cdot T_i^2}{Q} \cdot (1 + \alpha)(1 + \beta) \cdot 12, \quad (4.19)$$

де Z_i^2 – місячна основна заробітна плата працівника i , грн.; T_i^2 – місячні трудові витрати працівника на навчання, налаштування обладнання і т.п., людино-дні.

K_{32} – річні одноразові витрати машинного часу

$$K_{32} = 12 \sum_q S_q \cdot T_q^2, \quad (4.20)$$

де T_q^2 – час роботи обладнання q на навчання персоналу, адаптацію та налаштування обладнання, машино-години.

K_{33} – інші одноразові витрати, грн.:

$$K_{33} = (K_{31} + K_{32}) \cdot h, \quad (4.21)$$

де h – коефіцієнт інших витрат, до інших витрат відносяться: витрати на придбання машинних носіїв, паперу, фарби і т. п.

де K – одноразові витрати на вирішення завдання, грн.

$$K = K_1 + K_2 + K_3, \quad (4.21)$$

де K_1 – одноразові витрати на проектування, грн.:

$$K_1 = \frac{\sum_i Z_i^2 \cdot T_i^2}{Q} \cdot (1 + \alpha)(1 + \beta) \cdot n, \quad (4.22)$$

де T_i^2 – місячні трудові витрати фахівця на проектування рішення задачі, людино-години; n – тривалість проектування.

K_2 – одноразові витрати, пов'язані з використанням різних видів устаткування, грн.

$$K_2 = \frac{BV(1 - (t \cdot r) / 100)(1 + \alpha)T}{F}, \quad (4.23)$$

де BV – балансова вартість комплексу техніки або ПЕОМ, грн.; t – тривалість експлуатації ПЕОМ до початку рішення задачі, роки; r – річна норма на реновацію обладнання (близько 10%); T – час роботи обладнання при вирішенні задачі на протязі місяця, машино-години; α – коефіцієнт, що визначає вартість допоміжного обладнання; F – планований річний фонд часу роботи ПЕОМ (обладнання);

$$F = t_c * T_c, \quad (4.24)$$

де t_c – середньодобове фактичне завантаження ПЕОМ (обладнання), години; T_c – середня кількість днів роботи ПЕОМ (обладнання) в році.

Коефіцієнт економічної ефективності E_T розраховується за формулою:

$$E_m = S / K, \quad (4.25)$$

Якщо $E_T \geq E_{\text{норм}}$, то технологія є ефективною.

$E_{\text{норм}}$ – нормативний коефіцієнт ефективності капітальних вкладень для обчислювальної техніки, його значення визначає нижню

межу річної економії, яку можна отримати на одну гривню капітальних витрат.

T – термін окупності витрат на вирішення завдання:

$$T = K / S \quad (4.26)$$

Таблиця 4.5

Вихідні дані для проведення розрахунку

№ п.п	Показники	Позначення	Одиниці виміру	Величина показника	
				До впровадження	Після впровадження
1	Заробітна плата програміста за місяць	Z	грн	10000	14000
2	Витрати праці програміста за місяць	T	люд/день	21	10
3	Заробітна плата розробника за місяць	Z^2	грн	-	8000
4	Витрати праці розробника за місяць	T^2	люд/день	-	12
5	Коефіцієнт накладних витрат	α		0,2	0,2
6	Коефіцієнт додаткової заробітної плати	β		0,3	0,3
7	Собівартість 1 години роботи ПК	S_q	грн./день	-	14
8	Час роботи ПК на вирішення задачі	T_z	маш/год	-	9
9	Час роботи ПК на навчання персоналу, адаптацію, налагодження обладнання	T	маш/год	-	6
10	Коефіцієнт налагодження обладнання	γ		-	0,1
11	Час розробки	N	год	-	0,208

Продовження таблиці 4.5

12	Середня кількість робочих днів в місяць	Q	дні	-	22
13	Коефіцієнт інших витрат	h		-	0,1
14	Нормативний коефіцієнт ефективності капіталовкладень	$E_{\text{норм}}$		-	0,3

Розрахунок показників економічної ефективності АРМ-СЛ

$$1 \quad OC_1 = \frac{(10000 \cdot 21) \cdot 1,2 \cdot 1,3}{22} \cdot 12 = 178692 \text{ грн.}$$

$$2 \quad C_1 = 12 \cdot 14 \cdot 9 = 1512 \text{ грн.}$$

$$3 \quad C_2 = \frac{(14000 \cdot 10) \cdot 1,2 \cdot 1,3}{22} \cdot 12 = 119124 \text{ грн.}$$

$$K_3 = K_{31} + K_{32} + K_{33}.$$

$$4 \quad K_{31} = \frac{(8000 \cdot 12) \cdot 1,2 \cdot 1,3}{22} \cdot 12 = 119124 \text{ грн.}$$

$$K_{32} = 12 \cdot 14 \cdot 6 = 1008 \text{ грн.}$$

$$K_{33} = (81684 + 1008) \cdot 0,1 = 8269 \text{ грн.}$$

$$K_3 = 81684 + 1008 + 8269 = 90961 \text{ грн.}$$

$$5 \quad C_3 = 9096 \cdot 0,1 = 9096 \text{ грн.}$$

$$6 \quad C_{p2} = 1512 + 119124 + 9096 = 120732 \text{ грн.}$$

$$7 \quad S = 178692 - 120732 = 48960 \text{ грн.}$$

$$8 \quad K_1 = \frac{(8000 \cdot 12) \cdot 1,2 \cdot 1,3}{22} \cdot 0,208 = 1416 \text{ грн.}$$

$$9 \quad K_2 = 17000 \text{ грн.}$$

$$10 \quad K_3 = 9096 \text{ грн.}$$

$$11 \quad K = 1416 + 17000 + 90961 = 109377 \text{ грн.}$$

$$12 \quad E_T = \frac{48960}{109377} = 0,447, \quad E_{T_{\text{норм}}} = 0,3.$$

$E_T \geq E_{T_{\text{норм}}} = 0,447 > 0,3$ – АРМ-СЛ – система ефективна

$$13 \quad T = 1/0,447 = 2,2 \text{ (26 місяців)}$$

Основні показники економічної ефективності за різними методиками зведено до таблиці 4.6

Таблиця 4.6

Основні показники економічної ефективності за різними методиками

№ п.п	Показник	Позначення	Отримане значення	Примітка
1	Сума річної економії за рахунок заміни обробки даних в ручному режимі на автоматизований	σ	48560 грн	
2	Розрахунковий коефіцієнт економічної ефективності при переході від ручного режиму обробки даних до автоматизованого	E_t	0,447	Нормативний $E_{tнорм}=0,3$ $E_t \geq E_{tнорм} = 0,447 > 0,3$ – АРМ-СЛ – система ефективна
3	Термін окупності	T	26 місяців	
4	Економія фінансових витрат на одне АРМ-СЛ	C_e	4500 грн	
5	Відносний показник економічної ефективності АРМ-СЛ	K_e	21%	
6	Медична ефективність	K_m	0,9	
7	Соціальна ефективність	K_c	1	

4.2 Медико-технічні вимоги на автоматизоване робоче місце спортивного лікаря (проект) [152]

1. Найменування та область застосування виробу.

1.1 Автоматизоване робоче місце спортивного лікаря (в подальшому АРМ-СЛ);

1.2 АРМ-СЛ може бути використано в спеціалізованих спортивних центрах, комплексах, на стадіонах тощо.

2. Підстави для розробки.

Дисертаційна робота Московко М.В. на тему «Метод та інформаційна система для оцінювання рівня підготовленості спортсменів-багатоборців». Спеціальність 05.11.17 «Біологічні і медичні прилади та системи».

3. Виконавці розробки.

Головна організація – Вінницький національний технічний університет.

Організація – медичний співвиконавець.

Підприємство – виробник зразків.

Підприємство – виробник серії.

4. Мета і призначення розробки.

4.1. Мета розробки полягає у створенні мобільного автоматизованого робочого місця спортивного лікаря для оцінювання ступеня підготовленості спортсмена до змагальної діяльності і досягнення високих спортивних результатів.

АРМ-СЛ представляє собою автономний, багатоканальний інформаційно-вимірювальний засіб (комплекс), укомплектований набором сенсорів і давачів, здатних до формування різних конфігурацій і програм дослідження, в залежності від умов проведення змагань і виду спорту.

4.2. АРМ-СЛ призначено для оцінювання рівня підготовленості спортсменів в процесі тренувань або змагань безпосередньо на стадіоні, спортивному майданчику, спортивному залі («змагальний варіант» інформаційної системи) і прийняття рішення щодо підготовленості спортсмена до досягнення високих спортивних результатів.

4.3. АРМ-СЛ дозволяє, при необхідності, здійснювати поглиблене обстеження спортсмена з метою попередження виникнення або виявлення можливих відхилень в його здоров'ї, динамічну скринінг-діагностику організму в цілому або окремих фізіологічних систем, психологічного статусу і функціонального стану.

4.4. Створення АРМ-СЛ дозволить підвищити рівень фізичного здоров'я спортсменів, їх спортивне довголіття за рахунок оптимізації тренувально-змагального процесу, зменшення кількості і важкості травм, підвищення якості, адекватності та інформативності даних щодо стану здоров'я спортсменів.

5. Джерела розробки.

5.1 Дослідження з даної проблеми проводяться на кафедрі ПМБА, починаючи з 2005 року. За цей час було виконано ряд держбюджетних і госпдоговірних робіт, спрямованих на оцінку ФС людини. Серед них слід відзначити: «Розробка неінвазивних оптико-електронних систем

двовимірної поляризаційної томографії фазово-неоднорідних біологічних об'єктів» (номер державної реєстрації: 0112U001368), «Розробка принципів і методів двовимірної лазерної поляриметрії багатошарових біологічних тканин при онкологічних захворюваннях» (номер державної реєстрації: 0114U003461), «Моделювання внутрішнього середовища людини з каналами обміну інформацією та енергією в «нормі», патології та «примежовому стані». Методи обробки та розпізнавання біомедичних зображень» (номер державної реєстрації теми: 0113U004129).

6. Медичні вимоги.

6.1. АРМ-СЛ повинно забезпечувати автоматизоване обстеження та оцінювання ступеня підготовленості спортсмена за результатами реєстрації та оброблення даних щодо поточного функціонального стану, отриманими по таких вимірювальних каналах: електрокардіограми, артеріального тиску, спірограми, фотоплетизмограми та температури.

Для проведення поглиблених обстежень до складу АРМ-СЛ входять канали: електроміограми, спірограми, реограми і реоенцефалограми, які забезпечені відповідним програмним забезпеченням, комплектом датчиків, сенсорів тощо.

6.2. Канал артеріального тиску повинен забезпечувати: вимірювання АТ в положенні лежачи, сидячи, стоячи; вимірювання АТ однією з двох манжет: на плече і на зап'ястя; автоматичну компресію і декомпресію; сигналізацію звукову та візуальну при відхиленні АТ за межі діапазону належних значень; розрахунок значень: АТс – середнього АТ і АТп – пульсового АТ.

6.3. Канал спірометрії повинен забезпечувати:

- вимірювання ФОП – форсованого об'єму повітря; ФЖЕЛ – форсованої життєвої ємності легень; ПШВ – пікової швидкості видиху; ІФВ – індексу форсованого видиху; ЧД – частоти дихання; ДО – дихального об'єму; Твид – час видиху повітря при нормальному вдиху;

- можливість аналізу кривої дихання в автоматизованому режимі за допомогою вимірювальних маркерів та вимірювання потужності вимірюваного сигналу;

- діагностику порушень дихальної функції людини.

6.4 Канал електрокардіограми повинен забезпечити: реєстрацію електрокардіосигналів в дванадцяти стандартних відведеннях (I, II, III, aVR, aVL, aVF, V₁, V₂, V₃, V₄, V₅, V₆), а в мінімальній конфігурації – I, II, III та одного із грудних V (на вибір). За цими сигналами необхідно проводити також вимірювання частоти серцевих скорочень (ЧСС) та обчислення амплітуд зубців P, Q, R, S, T; амплітуди ST- сегментів; тривалості інтервалів R-R, QRST, S-T; програмну комутацію відведень з обов'язковою фільтрацією шумів і стабілізацією ізоляції; автоматичне усереднення n – циклів на заданому відрізку ЕКГ з відключенням артефактів і екстрасистол за допомогою програмного аналізу ЕКГ; аналіз ЕКГ в автоматизованому режимі за допомогою вимірювальних маркерів і зміни масштабу реєстрованих сигналів; діагностику порушень серцевого ритму, ішемічної хвороби серця, стенокардії та інших захворювань серцево-судинної системи пацієнта.

6.5. Канал фотоплетизмограми повинен забезпечувати реєстрацію фотоплетизмографічного сигналу та автоматизоване обчислення наступних гемодинамічних показників: тривалість періоду серцевих скорочень в діапазоні від 250 до 2000 мс; тривалість максимального систолічного швидкого кровонаповнення судин в діапазоні від 10 до 500 мс; тривалість швидкого кровонаповнення в діапазоні від 5 до 250 мс; тривалість повільного кровонаповнення в діапазоні від 5 до 450 мс; тривалість низхідної частини пульсової хвилі в діапазоні від 10 до 1800 мс; амплітуду діастолічної хвилі в діапазоні від 1 до 256 умовних одиниць; амплітуду систолічної хвилі в діапазоні від 1 до 256 складних відліків.

Спосіб перетворення біомедичних сигналів в канали фотоплетизмограми повинен бути заснований на фотоелектричних ефектах з використанням оптоелектронних елементів, що працюють в інфрачервоному та видимому діапазонах довжин хвиль.

6.6. Канал реограми повинен забезпечувати в тетраполярному і реоенцефалографічному режимах автоматизовану реєстрацію та індикацію на екрані дисплея опорів ділянок тіла (судинних зон) у вигляді реосигналів, реосигналів диференційованих, базових опорів і забезпечувати автоматизоване обчислення наступних показників центральної гемодинаміки:

- час вигнання в діапазоні від 0 до 300 мс;
- ударний об'єм в діапазоні від 25 до 100 мл;

- хвилинний об'єм в діапазоні від 1000 до 7000 мл / хв;
- середній динамічний тиск в діапазоні від 6,65 до 13,3 кПа;
- об'ємна швидкість руху в діапазоні від 50 до 500 мл/с;
- початкову швидкість підвищення внутрішньо-шлункового тиску в діапазоні від 0,1 до 0,5 мм. рт.ст.;
- потужність лівого шлуночка в діапазоні від 1 до 3 Вт.

6.7. Канал електроміограми повинен забезпечувати: проведення рутинних і поглиблених досліджень біоелектричної активності м'язів і нервових структур; запис електроміограми (ЕМГ) по одному, двом або чотирьом стандарним відведенням; реєстрацію викликаних потенціалів (ВП); вбудовану базу даних; реалізацію не менше 5-ти стандартних методик дослідження стану нервово-м'язової системи організму спортсмена.

6.8. АРМ-СЛ повинно забезпечувати передачу результатів обробки на зовнішній комп'ютер.

6.9. Час виконання медичних методик знаходиться в діапазоні від 0.5 до 5 хв і залежить від типу функції, яка виконується.

6.10. АРМ-СЛ повинно забезпечувати функції самоконтролю і самотестування і дозволяти працювати з ним користувачу (медичному працівнику) з мінімальним ступенем підготовки.

6.11. АРМ-СЛ при його використанні не повинно створювати негативних і побічних впливів на стан здоров'я того, хто обстежує і самого обстежуваного.

7. Технічні вимоги

7.1. Склад АРМ-СЛ наведений в таб.4.4

7.1.2. Склад ЗІП для технічного обслуговування комплексу в процесі експлуатації, а також склад засобів тестування і контролю, уточнюється в процесі розробки і узгоджується на стадії коригування документації на літеру "О";

7.1.3. АРМ-СЛ повинно бути забезпечено пакувальною тарою, що гарантувала б збереження в процесі зберігання і транспортування;

7.1.4. АРМ-СЛ повинно бути укомплектовано експлуатаційною документацією по ГОСТ 2.601-68 та ремонтними документами по ГОСТ 2.602-69.

Склад АРМ-СЛ

№ п/п	Назва складових частин	К-ть	Призначення
1	Ростомір електроний РЕП-1-8А з вагами	1	
2	Динамометр кистьовий електронний ДК-ЦО-Е	1	Вимірювання сили кистей рук
3	Електрокардіограф 3-х канальний мікропроцесорний (власна розробка)	1	Знімання сигналів ЕКГ в 12-ти стандартних відведеннях, перетворення в цифровий сигнал для подачі на модулі функціонального стану і фізичної працездатності
4	Спірометр "Спіро С-100"	1	Знімання сигналів дихання і перетворення в цифровий сигнал
5	Фотоплетизмограф (власна розробка)	1	Знімання сигналів ФПГ, підсилення і перетворення в цифровий сигнал
6	Автоматичний електронний тонометр MICROLIFE	1	Знімання сигналів артеріального тиску
7	Велоергометр	1	Для проведення функціональних проб і фізичних навантажень в комплексі з електрокардіографом і тонометром
8	Електронний термометр (власна розробка) або Thermo Tek фірми SAAT (Ізраїль)	1	Реєстрація температури тіла, обробка і передача в блок центрального процесора
9	Електроміограф «Синапсис» (Україна)	1	Реєстрація біоелектричної активності м'язів, обробка і передача в блок центрального процесора
10	Підсистема ППР, порівняння результатів діагностики, формування висновків і рекомендації, пояснення рішень	1	Забезпечують підтримку прийняття щодо підготовленості спортсменів

7.2. Показники призначення.

7.2.2. Канал електрокардіограми повинен відповідати ГОСТ 19687-89 і забезпечувати:

- діапазон вхідних напруг від 0,03 до 5 кВ;
- межа відносної похибки вимірювання напруги:
 - а) в діапазоні від 0.1 до 0.5 мВ не більше +/- 20%;
 - б) в діапазоні від 0.5 до 4 мВ не більше +/- 10%;
- нелінійність в межах + 2,5%;
- вхідний імпеданс, не менше 5 МОм;
- коефіцієнт ослаблення синфазних сигналів, не менше 100 тисяч;
- напруга внутрішніх шумів, приведених до входу, не більше 20 мкВ;
- постійна часу, не менше 3,2 с;
- нерівномірність амплітудно-частотної характеристики:
 - а) в діапазоні від 0.5 до 60 Гц – від 90 до 105%;
 - б) в діапазоні від 60 до 75 Гц – від 70 до 105%;
- смугу пропускання на рівні 0.7 від 0.05 до 100 Гц.

7.2.3. Канал фотоплетизмограми: датчик каналу фотоплетизмограми повинен забезпечувати випромінювання і прийом світлового потоку на двох довжинах хвиль – 660 і 950 нм; ширина спектру випромінювання на рівні 0,5 повинна бути не більше 30 нм по кожному каналу; потужність випромінювання джерел світлового потоку, в якості яких повинні використовуватися світлодіоди повинна бути не менше 6 мВт по кожному каналу; чутливість фотоплетизмографічного каналу повинна бути не менше 1 В/мВт; верхня гранична частота, яка визначається на рівні 1.3 по відношенню до значення вихідного сигналу на частоті 1 Гц, повинна бути не менше 30 Гц в кожному каналі; нижня гранична частота, яка визначається на рівні 0.7 по відношенню до значення вихідного сигналу на частоті 1 Гц, повинна бути не більше 0.3 Гц в кожному каналі; нерівномірність АЧХ в смузі частот від 0.3 до 30 Гц повинна бути в межах +/- 10% в кожному каналі; загальний коефіцієнт підсилення, до $2 \cdot 10^5$; постійна часу, не менше, с – 1.

7.2.4. Канал спірограми.

- діапазон вимірювань об'ємних витрат повітря, л/с – 0,1 ÷ 12;
- межі допустимої похибки:
 - а) абсолютної, в діапазоні 0,1 ÷ 1,5 л/с – ± 0,075 л/с;
 - б) відносної, в діапазоні 1,5 ÷ 12 л/с – ± 5 л/с;
- діапазон вимірювань інтервалів часу, – 0,1 ÷ 60;
- межі відносної похибки при вимірюванні часу – ± 1%;

- споживана потужність, не більше, Вт – 26.

7.2.5 Канал температури повинен забезпечувати:

- діапазон вимірювання температури, °С 32,0...44,0;
- тип сенсору – термістор;
- точність вимірювання – $\pm 1^\circ\text{C}$;
- роздільна здатність – $0,01^\circ\text{C}$;
- час вимірювання – 10с.

7.2.6. Канал вимірювання артеріального тиску повинен забезпечувати:

- діапазон вимірювань – 0...299 мм.рт.ст;
- похибка вимірювання – ± 3 мм.рт.ст;
- температура зовнішнього середовища – $+10...+35^\circ\text{C}$.

7.2.7. Канал електроміограми повинен забезпечувати:

- кількість каналів – 4;
- робоча смуга частот підсилювача (на рівні 3дБ) 0-10 кГц;
- частота дискретизації на кожному каналі – 40 кГц;
- середньоквадратичне значення шуму, приведене до входу – не більше 1мкВ;

- діапазон амплітуд вимірювання сигналів 0,1мкВ-200мВ;
- динамічний діапазон АЦП – 100дБ;
- розрядність АЦП – 24;
- напруга живлення +5В (від USB інтерфейсу ПК).

7.3. Умови експлуатації.

- АРМ-СЛ при експлуатації повинно володіти стійкістю до впливу кліматичних факторів для виду кліматичного виконання УХЛ 4.2 по ГОСТ 15150-69 для роботи при температурах від $+10$ до $+35^\circ\text{C}$ і відносній вологості повітря не більше 80% при температурі $+25^\circ\text{C}$;

- АРМ-СЛ при експлуатації повинно володіти стійкістю до дії механічних факторів по групі 2 ГОСТ 20790 – 82;

- транспортування АРМ-СЛ має здійснюватися усіма видами транспорту в критичних транспортних засобах відповідно до вимог ГОСТ 20790 – 82 і правилами перевезення вантажів, що діють на даному виді транспорту;

- АРМ-СЛ при транспортуванні повинно володіти стійкістю до впливу кліматичних факторів для умов зберігання 5 по ГОСТ 15150 – 69;

- АРМ-СЛ при транспортуванні повинно володіти стійкістю до дії механічних факторів по групі 5 ГОСТ 15150 – 69;

- умови зберігання АРМ-СЛ в упаковці підприємства – виробника повинні відповідати групі 2 ГОСТ 15150 – 69;

- зовнішні поверхні АРМ-СЛ, датчиків і електродів повинні бути стійкі до дезінфекції по ОСТ 42-21-2-85.

7.4. Технічні вимоги до ПК

Мінімальні параметри:

- процесор з тактовою частотою не нижче 300 МГц;

- оперативна пам'ять – не менше ніж 64 МБ;

- VGA монітор з розширенням не менш 800x600;

- HDD місткістю не менше 1 ГБ;

- наявність портів – LPT, USB;

- оперативна пам'ять – не менше ніж 256 МБ і більше;

- відеокарта – не менше ніж 8 МБ;

- VGA монітор з розширенням 1024x768;

- HDD ємністю 10 ГБ і більше;

- оперативна пам'ять – Windows XP.

Технічні вимоги до мікроконтролера:

- flash-пам'ять програм об'ємом 8-128 кБ (число циклів стирання / запису – не менше 1000);

- оперативна пам'ять об'ємом 512 Б-4 кБ (число циклів стирання / запису – не менш 100000);

- можливість захисту від читання і модифікації пам'яті програм і даних;

- можливість програмування безпосередньо в системі через послідовні інтерфейси SPI і JTAC;

- можливість самопрограмування;

- наявність програмного стека;

- наявність апаратного стеку;

- число джерел переривань – не менше ніж 27;

- розрядність АЦП – не менше ніж 10.

7.4. Вимоги безпеки: з електробезпеки АРМ-СЛ повинно відповідати ГОСТ 12.2.025-76 клас 2. тип ВФ; рівень радіозавад АРМ-СЛ не повинно перевищувати значень, вказаних в ГОСТ 23511-73 і ГОСТ 23450-79; рівень акустичного шуму АРМ-СЛ (коректований рівень звукової потужності) не повинен перевищувати 40 дБл;

температура частин АРМ-СЛ, доступних для дотику, не повинна перевищувати значень, встановлених розділом 4.6 ГОСТ 20790 – 82.

7.5. Вимоги до надійності: залежно від наслідків відмови АРМ-СЛ відноситься до класу В по РД 50 – 707 – 91; середнє напрацювання на відмову АРМ-СЛ повинно бути не менше 2500 год; середній термін служби АРМ-СЛ повинно бути не менше 6 років при середній інтенсивності експлуатації 6 годин на добу; середній час відновлення робочого стану АРМ-СЛ не повинно перевищувати 10 год.

7.6. Вимоги до конструктивного виконання: габарити і маса складових частин АРМ-СЛ уточнюються на етапі виготовлення дослідних зразків; АРМ-СЛ повинно бути виконано у вигляді мобільної конструкції з можливістю швидкої зміни блоків для реєстрації сигналів; конструкція блоків знімання повинна забезпечувати необхідні зручності при установці датчика і електродної системи на пацієнта, а також для роботи обслуговуючого персоналу; металеві та неметалеві покриття виду кліматичного виконання УХЛ 4.2 повинні відповідати ГОСТ 9.303-84 для групи умов експлуатації 1; лакофарбові покриття АРМ-СЛ повинні відповідати ГОСТ 9.401 – 91 для виду кліматичного виконання УХЛ 4.2 по ГОСТ 9.104 – 79. Зовнішні поверхні комплексу повинні мати покриття не нижче IV класу за ГОСТ 9.032 -74; конструкція АРМ-СЛ повинно забезпечувати зручний доступ до вузлів і деталей при ремонті і обслуговуванні комплексу, а також забезпечувати взаємозамінність змінних вузлів і блоків; конструкція АРМ-СЛ повинна бути оптимальною з точки зору використання пластмас для корпусних деталей.

7.7. Вимоги до уніфікації, стандартизації та технологічності: конструкція АРМ-СЛ повинна забезпечувати максимальне технічно обґрунтоване застосування стандартних і уніфікованих деталей і вузлів.

7.8. Ергономічні вимоги: конструкція, форма і розміри АРМ-СЛ та його складових частин повинні відповідати антропологічним особливостям людини і умовам експлуатації та остаточно визначаються на етапі розробки робочої КД.

7.9. Естетичні вимоги: художньо-конструкторське виконання АРМ-СЛ повинно відповідати вимогам ГОСТ 4Г0.070.001; вимоги щодо забезпечення патентної чистоти; патентна чистота повинна

забезпечуватися по країнах США і ЄС; можливий захист технічних рішень патентами і промисловими зразками.

7.11. Вимоги до технічної документації: склад технічної документації, що розробляється на кожній стадії, повинен відповідати ГОСТ 2.102 – 68 і ГОСТ 8.001-80; ремонтна документація розробляється на стадії серійного виробництва.

7.12. Вимоги до маркування та упаковки.

- маркування та упаковка АРМ-СЛ повинна відповідати ГОСТ 20790-82;

- на кожному АРМ-СЛ і його споживчій тарі повинні бути вказані: товарний знак підприємства – виробника; найменування виробу; рік випуску виробу; маркування упаковки повинно містити маніпуляційні знаки "Обережно крихке", "Верхи, не нести", висотою 64 мм по ГОСТ 14192 – 77;

- упаковка повинна забезпечувати збереження АРМ-СЛ на період транспортування і зберігання, при цьому транспортна тара (за її наявності), а при необхідності і додаткова тара, повинні оберігати комплекс від механічних і кліматичних впливів факторів зовнішнього середовища і транспортування;

- поставка АРМ-СЛ, налагодження їх на місце експлуатації повинно здійснюватися силами виробника по узгодженню з замовником.

8. Метрологічне забезпечення: у конструкції АРМ-СЛ і технічній документації на АРМ-СЛ повинна використовуватися міжнародна система одиниць СІ згідно ГОСТ 8.417 – 81; КД на АРМ-СЛ має бути піддана метрологічній експертизи; розроблене АРМ-СЛ є засобом вимірювань.

Повинна бути розроблена методика повірки АРМ-СЛ: для налаштування, регулювання та Державних приймальних випробувань має бути розроблена стендова апаратура. Апаратура повинна забезпечувати: формування еталонних сигналів електрокардіограм, фотоплетизмограми, реограм, із заданими параметрами; перевірку АРМ-СЛ за допомогою еталонних сигналів шляхом порівняння отриманих за допомогою приладу параметрів з їх еталонними значеннями; стендова апаратура повинна відповідати ГОСТ 8.003-82, ГОСТ 8.009 – 84, ГОСТ 8.042 – 82; АРМ-СЛ повинно бути забезпечене засобами самоконтролю за допомогою програмних

засобів; технічне обслуговування АРМ-СЛ не повинно передбачати нестандартні технічні засоби, що не входять в комплект поставки.

9. Економічні показники: оцінка ступеня новизни розробки; в основу приладу покладено нові способи і методи введення та обробки біомедичної інформації.

У порівнянні з існуючими аналогами АРМ-СЛ забезпечує підвищення інформативності реєстрації, спрощення процедур введення, обробки та аналізу, розширення функціональних можливостей за рахунок використання різних типів датчиків і алгоритмів обробки результатів.

10. Стадії та етапи розробки.

Таблиця 4.8

Стадії та етапи розробки

№	Назва етапу	Термін виконання	Виконавець, співвиконавець	Характер роботи за виконавцем
1	Розробка та затвердження МТВ	3 місяці		
2	Розробка та затвердження ескізного проекту. Розробка технічного проекту	6 місяців		
3	Затвердження технічного проекту. Розробка комплекту КД	6 місяців		
4	Виготовлення дослідного зразка. Технічні та медичні дослідження дослідного зразка	9 місяців		
5	Отримання рішення МОЗ України на застосування. коригування КД за результатами досліджень. Присвоєння КД літери 01. Передача КД заводу-виробнику.	6 місяців		

10.2 Підприємство-виробник приладу, який розробляється уточнюється;

10.3 Технічний проект перед затвердженням повинен бути узгоджений з медичним співвиконавцем;

10.4 Кількість дослідних зразків – 3 шт;

11. Порядок досліджень і прийняття.

Порядок досліджень і прийняття по ГОСТ 15.813-86.

Кількість зразків, експонованих на прийомних випробуваннях – 1 штука.

ПІСЛЯМОВА

1. Проведений аналіз існуючих методів, засобів, систем і технологій показав, що їх більша частка неспроможна забезпечити надійною та ефективною апаратно-програмною та інформаційною підтримкою змагально-тренувальний процес спортсменів-багатоборців, що пояснюється практичною відсутністю вище зазначеної апаратури і зумовлює необхідність розроблення методу визначення ФС спортсменів, біотехнічної системи та АРМ-СЛ.

2. Теоретично представлено та експериментально підтверджено, що представлення методу визначення ФС спортсменів у вигляді систематизованої послідовності етапів та інформаційних моделей діяльності спортсмена разом з АРМ-СЛ забезпечило підвищення ефективності процесу визначення ФС спортсменів-багатоборців на 8% та зменшення похибки вимірювань та обчислень на 14-17%, що пояснюється його медично-верифікованим інформаційним змістом.

3. Розроблення інформаційної моделі особистості спортсмена виявило логічно-зумовлену відповідність професійно-важливих якостей спортсмена його індивідуально-психологічним властивостям, що пояснюється кінцевою множиною типів особистості, індивідуальної для кожної людини, яка визначається за тестом Дж. Олдхема і Л. Морріс "Визнення типу особистості".

4. Експериментально доведено, що розроблення методу визначення ФС спортсменів-багатоборців за етапним принципом із включенням до його структури етапів моделювання належних показників і підтримки прийняття рішень створило умови для виведення інтегрального критерію визначення ФС спортсменів-багатоборців, що в свою чергу, підтвердило життєздатність самого методу і моделей, які входять до його складу.

5. Запропоновано використовувати, отриманий експериментальним шляхом на моделі змагальної діяльності і досягнення спортивного результату, інтегральний критерій визначення ФС спортсменів-багатоборців за рівнем готовності їх складових (психічної, функціональної, фізіологічної, технічної (спортивної)) при розробленні методик визначення функціональної підготовленості спортсменів, що пояснюється наявним комплексом

ПВЯ, ШВ і здібностей спортсмена, які визначають адекватність його тренувально-змагальної діяльності.

6. Результати порівняння розроблених БТС та АРМ-СЛ із сучасними аналогами, підтвердили обґрунтованість використання комплексної системи критеріїв, яка у повній мірі відображає складність такого аналізу та об'єднує три групи критеріїв: фізіологічні, поведінкові і суб'єктивні в єдине ціле, що сприяє високій достовірності результатів порівняння.

ПЕРЕЛІК ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Платонов В. Н. Общая теория подготовки спортсменов в олимпийском спорте / В. Н. Платонов. – К. : Олимпийская литература, 1997. – 584 с.
2. Дюк В. Информационные технологии в медико-биологических исследованиях / Дюк В, Эммануэль В. – СПб.: Питер, 2003. – 528 с.
3. Волков Л. В. Биологические и педагогические основы современных технологий спортивной подготовки детей и молодежи / Волков Л. В. – Варшава: Академия физической культуры, 2001. – 44 с.
4. Управление тренировочным процессом с помощью системы комплексного компьютерного исследования физического состояния «ОМЕГА-С» [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://omegas.dyn.ru/media/upload/Managing_the_training_process_with_the_help_of_Omega.Sport.pdf. – Дата обращения 29.09.2013.
5. Застосування АРМ лікаря в структурі лікувально-профілактичного закладу / Д. Х. Штофель, С. В. Костішні, М. В. Московко, В. О. Гомолінський // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2011. – № 4/3 (52). – С. 37–39. – ISSN 1729-3774.
6. Московко М. В. Исследование биологических сигналов мозга человека методом электроэнцефалографии [Электронный ресурс] / М. В. Московко, С. М. Злепко // Биомедицинская инженерия и электроника. – 2012. – № 1. – Режим доступа к статье : www.es.rae.ru/biofbe/182-792. – Дата обращения 29.08.2012.
7. Психофізіологічна надійність операторів біотехнічних систем / Л. Г. Коваль, С. М. Злепко, С. В. Тимчик, М. В. Московко // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. – 2013. – № 1. – С. 183-186.
8. Роль профілактично-лікувальних заходів у професійній адаптації молодих фахівців до умов професійної діяльності / М. В. Московко, О. Ю. Азархов, С. В. Тимчик, М. Т. Бондарчук // Медична інформатика та інженерія. – 2013. – № 1. – С. 31-33. – ISSN 1996-1960.
9. Московко М. В. Аналіз існуючих методів та апаратно-програмних засобів для оцінювання якості підготовки спортсменів (за матеріалами літературних джерел) / М. В. Московко, С. В. Тимчик,

І. І. Ентін // Оптико-електронні інформаційно-енергетичні технології. – 2014. – № 1 (27). – С. 110–116.

10. Московко М. В. К вопросу построения модели тренера в спорте высших достижений / М. В. Московко, С. М. Злепко, С. В. Тымчик // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. – 2014. – № 3. – С. 142–144.

11. Злепко С. М. Інформаційно-структурна модель перехідного стану від хвороби до здоров'я / С. М. Злепко, С. В. Тимчик, М. В. Московко // Вестник Херсонского национального технического университета. – 2014. – № 4 (51). – С. 140–144.

12. Модель личности спортсмена / С. М. Злепко, М. В. Московско, С. В. Тимчик, Н. Т. Абдуллаев // Elmi əsərlər. Ученые записки. – 2014. – № 4, Т. 1. – С. 57–63.

13. Інформаційна технологія моніторингу, підтримки прийняття рішень та ідентифікації здоров'я студентів / С. В. Тимчик, М. В. Московко, С. М. Злепко, О. Л. Лаугс // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. – 2015. – № 1. – С. 162–166.

14. Штофель Д. Х. Вибір програмного середовища біотехнічної системи / Д. Х. Штофель, М. В. Московко, К. С. Постемська // Матеріали XVI Міжнародного молодіжного форуму «Радиоэлектроника и молодежь в XXI веке», г. Харьков, 17-19 апреля 2012 г. – Т. 1. Международная конференция «Электронная техника и технологии». – Харьков : ХНУРЕ, 2012. – С. 178-179.

15. Московко М. В. Аналіз сучасних методів оцінювання майстерності спортсменів вищої кваліфікації / М. В. Московко, С. В. Костішин, В. С. Галузінська // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах : матеріали XII міжнар. наук.-техн. конференції (3–8 червня 2013 р., м. Одеса) ; Одес. нац. акад. зв'язку ім. О. С. Попова. – Одеса–Хмельницький : ХНУ, 2013. – С. 124–125.

16. Московко М. В. Класифікаційний базис спортивної підготовки спортсменів вищої кваліфікації / М. В. Московко, С. В. Костішин // Радиоэлектроника и молодежь в XXI веке : материалы XVIII международного молодіжного форуму, г. Харьков, 14–16 апреля 2014 г. – Харьков : ХНУРЕ, 2014. – Т. 1. – С. 104–105.

17. Костішин С. В. Апаратно-програмні засоби для оцінювання якості підготовки спортсменів / С. В. Костішин, М. В. Московко,

В. О. Гомолінський // Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія : тези доповідей четвертої міжнародної науково-практичної конференції, м. Вінниця, 28–30 травня 2014 р. – Вінниця : ВНТУ, 2014. – С. 133–136.

18. Московко М. В. Особливості проектування медичної інформаційної системи для спортивної галузі / М. В. Московко, С. М. Злепко // Застосування лазерів в медицині та біології : матеріали XXXXII Міжнародної науково-практичної конференції, 2014 р., м. Яремче. – 156-157с.

19. Матвеев Л. П. Основы спортивной тренировки / Л. П. Матвеев – М.: Физкультура и спорт, 1977. – 280 с.

20. Характеристика основных видов спорта [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://biolife.ru/chel/1897.html>. – Дата обращения 20.05.2013.

21. Глава 17. Общая характеристика спорта – теория и методика физического воспитания и спорта [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://rudocs.exdat.com/docs/index/370977>. – Дата обращения 15.02.2013.

22. Судаков К. В. О путях развития физиологии в XXI веке: размышление и прогноз / К. В. Судаков // Вестник российской академии медицинских наук. – 1998. – №9. – С. 54-56.

23. Березка С. М. Педагогічні методи оцінки фізичної працездатності та функціональної підготовленості футболістів аматорських команд / С. М. Березка // Педагогіка, психологія та медико-біологічні проблеми фізичного виховання і спорту. – 2014. – № 7. – С. 3-7.

24. Павлов С. Е. Технология подготовки спортсменов / С. Е. Павлов, Т. Н. Павлова – МО, Щелково : Издатель Мархотин П. Ю., 2011. – 344 с.

25. Гогунев Е. Н., Мартьянов Б. И. Психология физического воспитания и спорта: Учеб. пособие для студ. высш. пед. учеб. заведений / Е. Н. Гогунев, Б. И. Мартьянов. – М.: Издательский центр «Академия», 2000. – 288с.

26. Основы построения процесса физической подготовки (ФП) [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://fk.kture.kharkov.ua/lectures/id/17>. – Дата обращения 12.03.2013.

27. Лекція №1. Становлення, структура і предмет теорії спорту [Електронний ресурс]. – Режим доступа : <http://ukrefs.com.ua/58140-Stanovlenie-struktura-i-predmet-teorii-sporta.html>. – Дата обращения 12.03.2013.

28. Лекція №4 [Електронний ресурс]. – Режим доступа : http://sport.spbstu.ru/%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%B0_4.pdf. – Дата обращения 12.03.2013.

29. Пирогова Е. А. Влияние физических упражнений на работоспособность и здоровье человека / Е. А. Пирогова, Л. Я. Иващенко, Н. П. Страпко. – К.: Здоровье, 1986. – С. 145-149.

30. Анохин П. К. Очерки по физиологии функциональных систем / Анохин П.К. – М. : Медицина, 1975. – 477.

31. Сонькин В. Д., Корниенко И. А., Богатов А. А. Способ эргометрической оценки физической работоспособности и описания индивидуальной структуры энергообеспечения мышечной деятельности: Патент РФ на изобретение №2251967, с приоритетом от 02.07.2002 г.

32. Оценка состояния здоровья и физической подготовленности занимающихся оздоровительными формами физической культуры [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://edu.dvgups.ru/METDOC/CGU/FIZVOSP/UMK_DO/M_7/2_3_2_2.htm. – Дата обращения 10.04.2013.

33. Лекція №7. Контроль у фізичному вихованні дорослого населення [Електронний ресурс]. – Режим доступа : http://3w.ldufk.edu.ua/files/kafedry/tmfv/tmfv/fv/spec/lek/7_8.pdf. – Дата обращения 10.04.2013.

34. Комплексная диагностика и оценка уровня здоровья студентов [Электронный ресурс]. – Режим доступа : bib/sportedu.ru/Press/FVS. – Дата обращения 10.04.2013.

35. Михайлова Т.В. Гребной спорт : [учебник для студентов высш. пед. учеб. заведений] / Т.В.Михайлова, А.Ф.Комаров, Е.В.Долгова под ред. Т.В. Михайловой. – М.: Издательский центр «Академия», 2006. – 400 с.

36. Душанин С. А. Система многофакторной экспресс-диагностики функциональной подготовленности спортсменов при текущем и спортивном врачебно-педагогическом контроле / С. А. Душанин. – К. : Здоровье, 1986. – 24с.

37. Постемська К. С. Аналіз існуючих методів для оцінювання фізичної працездатності / К. С. Постемська, С. М. Злепко, Д. Х Штофель, С. А. Петрушин // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах: матеріали XII між нар. наук.-техн. конференції (3-8 червня 2013 р., м. Одеса) : Одес. нац.. акад.. зв'язку ім. О. С. Попова. – Одеса-Хмельницький : ХНУ, 2013. – С. 126-127. – ISBN 978-966-330-176-1.

38. Островський М. Відеокomp'ютерний аналіз рухів як засіб контролю за встановленням технічної майстерності атлета. //ТМФВіС. – К.: НУФВСУ, 2003. – №1. – с. 130-133.

39. Методика врачебно-педагогического контроля в массовой физкультуре. Метод. пособие для аспирантов. – К.: Госкомспорт УССР, КГИФК, МГПИ: 1991. – с. 55-60.

40. Мандриков В. Б. Методы оценки физического и функционального состояния студентов специального учебного отделения: учеб.-метод. пособие / В. Б. Мандриков, М. П. Мицулина// – Волгоград: Изд-во ВолГМУ, 2006. – 48 с.

41. "Омега С" – оборудование [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://omegas.dyn.ru/products/products_main/equipment/5/products_static. – Дата обращения 15.05.2013.

42. Программно-аппаратный комплекс неинвазивной медицинской диагностики спортсменов (мониторинг состояния, выработка адекватных физических нагрузок, профилактика травматизма, вывод на пик формы к соревнованиям) [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://npo-termograf.ru/site/10>. – Дата обращения 15.05.2013.

43. Руев В. В., Юдин Б. Д. Использование диагностической системы «АМСАТ» в оценке состояний организма при занятиях спортом. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://amsat-kovert.ru/publ/ispolzovanie-diagnosticheskoi-sistemy-amsat-otsenke-sostoyanii-organizma-sport>. – Дата обращения 15.05.2013.

44. Зайцев В. К. Информационно-диагностическая система с элементами искусственного интеллекта для оценки функционального состояния спортсменов [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.myshared.ru/slide/180833>. – Дата обращения 15.05.2013.

45. Душанин С. А. Экспресс-диагностика спортсменов в нестационарных условиях / С. А. Душанин // Управление тренировочным процессом высококвалифицированных спортсменов. – К.: Здоровье, 1985. – С. 116-125.
46. ДіаДенс – Кардіо [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.bio-lavka.kiev.ua/productden2.shtml>. – Дата обращения 20.06.2013.
47. Кардиолаб [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://xai-medica.com/cardiolab>. – Дата обращения 20.06.2013
48. Кардиосенс [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.xai-medica.com/cardiosens>. – Дата обращения 20.06.2013
49. АМП [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://biopromin.info>. – Дата обращения 20.06.2013
50. Пивоваров В.В. Спироартериокардиограф / В. В. Пивоваров // Медицинская техника. – 2006. – № 1. – с. 38-40.
51. ПаркесД [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://adomanov.com/bio/diagnostic-device-parkes-d>. – Дата обращения 20.06.2013
52. Прибор СЕМ-ТЕСН [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.sem-tech.spb.ru>. – Дата обращения 20.06.2013
53. Антонов А. А. Безнагрузочная оценка ФС организма спортсменов / А. А. Антонов // Поликлиника. – 2013. – №1. – С.37-41.
54. SMART-цели или условия постановки цели [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://marketproject.ru/articles/5-smart-celi>. – Дата обращения 20.06.2013
55. Платонов В. Н. Сохранение и укрепление здоровья людей – приоритетное направление современного здравоохранения / В. И. Платонов // Спортивная медицина. – 2006. – № 2. – С. 3-14.
56. Круцевич Т. Ю. Методы исследования индивидуального здоровья детей и подростков в процессе физического воспитания / Т. Ю. Круцевич. – К. : Олимпийская литература, 1999. – 232 с.
57. Дембо А. Т. Врачебный контроль в спорте / А. Т. Дембо. – М. : Медицина, 1988. – 288с.
58. Павлов С. Е., Павлова Т. Н. Функциональный контроль в современном спорте и спортивной медицине / Олимпийский бюллетень № 13 / Сост. С. Е. Павлов, Т. Н. Павлова, А. Ю. Никифорова – М.: Издательство «Сойпроект», 2012. – С. 265-271

59. Еремин Е. В. Компьютерный мониторинг сенсорных функций человека / Е. В. Еремин, С. А. Полевая. – Нейроматика-2003, ч. 1. – с. 24-31.

60. Диагностика функционального состояния организма [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.lifeinhockey.ru/metodiki/metodicheskie-materialy/mediko-biologicheskie-materialy/402-diagnostika-funktsionalnogo-sostoyaniya-organizma-sportsmenov>. – Дата обращения 28.06.2013

61. Иванов В. Т. Создания центров нормализации функционального состояния – безопасность жизнедеятельности и труда / В. Т. Иванов, С. В. Иванов, В. Н. Клименко // Системи управління, навігації та зв'язку. – 2010. – вип. 4 (16). – С. 216-218.

62. Москаленко Ф. Концепция компьютерного банка знаний по медицинской диагностике / Ф. Москаленко, М. Черняховская. – Intern. Conference «Rnowledge-Dialogue-Solutions», 2007. – с. 1-9.

63. Контроль за физическим состоянием спортсмена в пауэрлифтинге [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.magma-team.ru/kursovye-i-diplomnye-raboty-po-fizicheskoj-kulture/kontrol-za-fizicheskim-sostoyaniem-sportsmena-v-pauerliftinge>. – Дата обращения 25.06.2013

64. Оценка функционального состояния спортсменов-единоборцев в процессе выполнения упражнений системы специальной спортивной подготовки [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.breath.ru/v.asp?articleid=1158>. – Дата обращения 25.06.2013

65. Алдонин Г. М. Автономный мониторинг комплекса параметров ССС / Г. М. Алдонин // Медицинская техника. – 2012. – №6(276). – с. 15-17.

66. Спортивная медицина: Учебн. для институтов физической культуры / Под ред. В. Л. Карпмана. – С: Физкультура и спорт, 1987. – 304 с.

67. Прусов П. К. Физическая работоспособность и некоторые особенности энергообеспечения спортсменов / П. К. Прусов // Педиатрия. – 2000. – №6. – с. 61-65.

68. Аулик И. В. Определение физической работоспособности в клинике и спорте / И. В. Аулик. – М: Медицина, 1990. – 192 с.

69. Круцевич Т. Ю. Рекреация у физической культуре разных групп населения: науч. пособие / Т. Ю. Круцевич. – К.: Олимпийская литература, 2010. – 248 с.

70. Презентация на тему: «Информационно-диагностическая система с элементами искусственного интеллекта для оценки функционального состояния спортсменов» [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.myshared.ru/slide/180833>. – Дата обращения 28.06.2013.

71. Баевский Р. М. Концепция физиологической нормы и критерии здоровья / Р. М. Баевский // Рос. физиол. журнал им. И. М. Сеченова. – 2003. – Т. 89, № 4. – С. 473-487.

72. Белоцерковский З. Б. Эргометрические и кардиологические критерии физической работоспособности у спортсменов: монография / З. Б. Белоцерковский. – М.: Советский спорт, 2005. – С. 290-308.

73. Маліков М. В. Функціональна діагностика у фізичному вихованні та спорті: навчальний посібник / М. В. Маліков, А. В. Свасьєв, Н. В. Богдановська. – Запоріжжя : ЗДУ, 2006. – 227 с.

74. Спортивна медицина і фізична реабілітація: навч. посібник / Шаповалова В. А., Коршак В. М., Халтагарова В. М. [та ін.] – К. : Медицина, 2008. – 248с.

75. Кардиодиагностика на основе анализа фотоплетизмограмм с помощью двухканального плетизмографа / М. Галкин, Г. Зиневский, А. Ларошкин [та ін.] – Фотоника, 2008. – №3. – С. 30-34.

76. Лечебная физкультура и врачебный контроль : учебник / под общей редак. В. А. Епифанова, Г. Л. Апанасенко. – М. : Медицина, 1990. – 341с.

77. Баевский Р. М. Оценка адаптационных возможностей организма и риск развития заболеваний / Р. М. Баевский – М. : Медицина, 1997. – 235 с.

78. Оценка уровня развития силовых способностей по внешним признакам [Электронный ресурс]. – Режим доступа : bodybuilding.info/bb/b/book/4067039846/97. – Дата обращения 2.11.2013.

79. Практические методы контроля и оценки уровня подготовленности спортсменов [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://lib.sportedu.ru/Books/XXPI/2009N3/p135-145.htm>. – Дата обращения 28.06.2013. – Дата обращения 15.12.2013.

80. Глава 12. Расчет должных величин некоторых параметров кардио и гемодинамики человека [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://bono-esse.ru/blizzard/A/Fiziologija/parametri_cor_gemodinamiki.html. – Дата обращения 18.01.2014.

81. Брин В. Б. Физиология системного кровообращения Формулы и расчеты / В. Б. Брин, Б. Я. Зонис // Издательство Ростовского университета, 1984. – 88 с.

82. Авиационная медицина в цифрах и формулах / Г. Л. Комендатов, К. А. Пименова, И. А. Разолов [та ін.] – М.: ЦОЛИУВ, 1981. – 38с.

83. Бегун П. И. Биомеханика:ученик / П. И. Бегун, Ю. А. Шукейло. – СПб: Политехника, 2000. – С. 457-460.

84. Формулы и алгоритмы, применяемые для определения показателей гемодинамики [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://gemodinamika.ru/formuli-i-algoritmi-rascheta-pokazatelej-gemodinamiki.html>. – Дата обращения 10.02.2014.

85. Учебно-методическое пособие по использованию пальцевой фотоплетизмографии [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.tokranmed.ru/metod/fpg.htm>. – Дата обращения 18.03.2014.

86. Обзор информационной значимости фотоплетизмограмм [Электронный источник]. – Режим доступа к странице : http://www.esteticamente.ru/portal/Chem_Biol/shnp/2009_17/index.html. – Дата обращения 28.04.2014.

87. Клешнев В. В. Модели научно-методического обеспечения подготовки элитных спортсменов / В. В. Клешнев // Основные функции спорта в современном обществе. – 2007. – С.9.

88. Спортивная метрология: учебное пособие / под ред. В.В. Афанасьев, А.В. Муравьев, И.А. Осетров [та ін.] – Ярославль: Изд-во ЯГПУ, 2009. – 242с.

89. Физическая реабилитация [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://intranet.tdmu.edu.ua/data/kafedra/internal/fiz_reabil/lectures_stud.html. – Дата обращения 11.05.2014.

90. Спиридонов Е. А. Модели функционирования организма спортсменов в экстремальных условиях : автореф. дис. на соиск. учен. степени д-ра пед. наук : спец. 13.00.04 «Теория и методика

физического воспитания, спортивной тренировки, оздоровительной и адаптивной физической культуры» / Спиридонов Евгений Анатольевич ; Казахская академия спорта и туризма. – Алмата, 2010. – 26с.

91. Федотов А. А. Математическое моделирование и анализ погрешностей измерительных преобразователей биомедицинских сигналов / А. А. Федотов, С. А. Акулов. – М.: ФИЗМАТЛИТ. 2013. – 282с.

92. Халафян А. А. Математическая статистика с элементами теории вероятностей: Учебник / А. А. Халафян – М. : Бином. – 2010. – 496 с.

93. Анастаси А. Психологическое тестирование. 7-е международное издание / А. Анастаси, С. Урбина. – Спб.: Питер, 2007. – 679 с.

94. Райгородский Д. Я. Практическая психодиагностика. Методики и тесты. Учебное пособие. / Д. Я. Райгородский. – Самара: Изд. дом БАХРАХ – М. 2000. – 672 с.

95. Пол Клайн. Справочное руководство по конструированию тестов: введение в психометрическое проектирование / Клайн Пол. – Киев: 1994. – 281 с.

96. Інформаційна технологія психофізіологічного тестування і відбору персоналу для органів внутрішніх справ України : Монографія / С. М. Злепко, Л. Г. Коваль, М. Т. Бондарчук та інші. – Вінниця : УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2008. – 154с.

97. Модель специалиста. Профессиограмма. Психограмма [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://www.ido.rudn.ru/psychology/labour_psychology/ch4_5.html. – Дата обращения 15.05.2014.

98. Бурилич И. Н. Комплексная диагностика ФС по данным психологических и физиологических экспериментов / И. Н. Бурилич, Н. А. Корневский, Т. М. Штотланд // Вестник новых медицинских технологий, 2003. – т. X. – № 3. – с. 44-45.

99. Майоров А. Н. Теория и практика создания тестов для системы образования / А. Н. Майоров – М.: «Интеллект-центр», 2001. – 296 с.

100. Кураев Г. А. Психологическое представление о формировании, развитии и сохранении здоровья человека / Г. А.

Кураев, В. Б. Войнов // Вестник новых медицинских технологий, 2004. – т. XI. – № 1-2. – с. 5-6.

101. Леонова А. Б. Психодиагностика функциональных состояний человека / Леонова А. Б. – М.: Изд-во Моск. ун-та. – 1984. – 200 с.

102. В. П. Загрядский. О физиологических резервах организма / Загрядский В. П., Сулимо-Самуйло З. К. // Военно-медицинский журнал. – 1988. – №1. – с 51-54.

103. Макаров Г. А. Спортивная медицина: пособие / Г. А. Макаров. – М.: Советский спорт, 2003. – 414с.

104 . Глазачев О.С. Современные подходы к анализу понятия «здоровье» в аспекте формирования экологической культуры [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.ecogeo.info/publications/7>. – Дата обращения 18.06.2014.

105. Холодов Ж. К. Теория и методика физического воспитания и спорта : учебное пособие для вузов / Ж. К. Холодов, В. С. Кузнецов. – М. : Академия, 2008. – 479 с.

106. Попечителей Е. П. Проблемы синтеза биотехнических систем / Е. П. Попечителей // Медицинская техника. – 2013. №2 (278). – с.1-6.

107. Intel и информационные технологии в медицине [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://newsroom.intel.com/community/ru_ru/blog/2012/03/19. – Дата обращения 22.06.2014.

108. Телеметрические и информационные технологии в диагностике ФС спортсменов / С. А. Полевая, Е. В. Рупова, М. М. Некрасова и др. // Клиническая медицина, 2012. – № 4. – с. 94-98.

109. Медицинская электроника. Мониторы активности [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://healthcare.analog.com/ru/consumer-healthcare/activity-monitor/segment/health.html>. – Дата обращения 24.06.2014.

110. Инновационные подходы к созданию автоматизированного рабочего места (АРМ) спортивного врача / Эйгель М. Я., Кузнецов П. П., Панкова Н. Б. [та ін.] // Врач и информационные технологии. – 2013. – № 1. – С. 27-31.

111. Информационные технологии в медицине Рабочее место врача (АРМ) [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.kiev-medical.ru/data.htm>. – Дата обращения 13.07.2014.

112. Медико-восстановительный комплекс «УТЦ-Новогорск» [Электронный ресурс]. – Режим доступа :

<http://www.novogorskisport.ru/gallery/about/5/?PHPSESSID=04bnmg4d84jatdcnvvtpbkvin3>. – Дата обращения 19.09.2014.

113. Творошенко И. Г. Структура и функции интеллектуальных средств принятия решений в сложных системах / И. Г. Творошенко // Искусственный интеллект. – 2004. – №4. – С. 462-470.

114. Рыбина Г. В. Распределенное приобретение знаний для автоматизированного построения интегрированных экспертных систем / Г. В. Рыбина, А. О. Дейнеко // Журнал Искусственный интеллект и принятие решений. – 2010. – №4. – С. 25-30.

115. Інформаційні технології в біології та медицині: курс лекцій: навчальний посібник / Гриценко В.І., Котова А.Б., Вовк М.І. [та ін.]. – Київ: Наук. думка, 2007. – 382 с.

116. Назаренко Г. И. Медицинские информационные системы: теория и практика / Г. И. Назаренко, Я. И. Гуляев, Ю. Е. Ермаков. – М.: Физматлит, 2005. – 320 с.

117. Анализ и синтез медицинских систем поддержки принятия решений на основе технологий статистического моделирования [Электронный ресурс]. – Режим доступа : rudocs.exdat.com/docs/index-48224.html. – Дата обращения 21.10.2014.

118. Симаков В. С. Системный анализ и современные информационные технологии в медицинских системах поддержки принятия решений. Монография / В. С. Симаков, А. А. Халафян. – М.: Бином. – 2009. – 362 с.

119. ИМС для медицинской электроники [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://www.ekis.kiev.ua/UserFiles/Image/pdfArticles/AD-08_2008.pdf. – Дата обращения 22.11.2014.

120. ИМС для портативных медицинских приборов [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://www.ekis.kiev.ua/UserFiles/Image/pdfArticles/AD_bul_EKIS_1_2013-2.pdf. – Дата обращения 28.06.2014.

121. Симаков В. С. Система поддержки принятия решений – как результат интеграции статистических пакетов и баз данных / В. С. Симаков, А. А. Халафян, Д. В. Савченко // Вестник компьютерных и информационных технологий. – 2009. – №6. – С. 38-44.

122. Симаков В. С. Системный подход к разработке медицинских систем поддержки принятия решений / В. С. Симаков, А. А. Халафян

// Известия высших учебных заведений. Северокавказский регион. Технические науки. – 2010. – №1. – С. 29-36.

123. Ключко В. И. Архитектура системы поддержки принятия решений / В. И. Ключко, Е. А. Шумков, А. В. Власенко. – Научный журнал КубГАУ. – 2013. – №86 (02). – С. 1-10.

124. Інформаційні системи підтримки прийняття управлінських рішень [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://pidruchniki.com/15410104/menedzhment/informatsiyni_sistemi_pidtrimki_priynuyattu_pravlinskih_rishen. – Дата обращения 25.04.2013.

125. Структура экспертной системы [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.aiportal.ru/articles/expert-systems/structure.html>. – Дата обращения 30.06.2014.

126. Лекция 6: Методология построения экспертных систем [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.intuit.ru/studies/courses/46/46/lecture/1378?page=2>. – Дата обращения 28.06.2013.

127. Кобринский Б. А. Логика аргументации в принятии решений в медицине / Б. А. Кобринский. // НТИ, сер. 2. – 2001. – № 9. – С. 1-8.

128. Кобринский Б. А. Логика и интуиция специалиста в медицинских системах искусственного интеллекта / Б. А. Кобринский // Научная сессия МИФИ : Сб. науч. тр. Т. 3. – М. – 2000. – С. 64-65.

129. Алгоритм поддержки принятия решения при постановке диагноза на множестве симптомов [Электронный ресурс]. – Режим доступа : vrach-aspirant.ru/articles/health. – Дата обращения 20.02.2014.

130. Варшавский П. Р. Моделирование рассуждений на основе прецедентов в интеллектуальных системах поддержки принятия решений / П. Р. Варшавский, А. П. Еремеев // Журнал Искусственный интеллект и принятие решений. – 2009. – №2.

131. Золотов С. И. Интеллектуальные информационные системы: учебное пособие / С. И. Золотов – Воронеж: Научная книга, 2007. – 140 с.

132. Медицинская электроника. Тонометры [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://healthcare.analog.com/ru/patient-monitoring/blood-pressure/segment/health.html>. – Дата обращения 14.03.2014.

133. Сигма-дельта АЦП [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://www.gaw.ru/html.cgi/txt/doc/adc/adc_5_2.htm. – Дата обращения 20.09.2014.

134. ИМС для осциллометрических измерителей кровяного давления (тонометров) [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://www.ekis.kiev.ua/UserFiles/Image/pdfArticles/AD-08_2008.pdf. – Дата обращения 18.11.2014.

135. Электрокардиограф на базе микроконвертора [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://www.compitech.ru/html.cgi/arhiv/04_06/stat_104.htm. – Дата обращения 06.02.2015.

136. Строев В.М. Проектирование измерительных медицинских приборов с МП управлением: учеб.пособие / В. М. Строев, А. Ю. Куликов, С. Ф. Фролов. – Тамбов : Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2012. – 96с.

137. Савостин А. А. Разработка автоматизированной системы имитации биоэлектрической активности сердца : автореф. уч. степени канд. тех. наук. : спец. : 05.13.06 – Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (по отраслям) / Савостин Алексей Александрович ; Восточно-Казахстанском государственном техническом университете им. Д. Серикбаева. – Усть-Каменогорск, 2010 – 22с.

138. Медицинская электроника. Портативные электрокардиографы с питанием от батарей [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://healthcare.analog.com/ru/patient-monitoring/ecg-diagnostic-battery-powered/segment/health.html>. – Дата обращения 22.04.2015.

139. Термометр медицинский цифровой прецизионный [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.riastk.ru/mi/adetail.php?ID=44177>. – Дата обращения 22.06.2015.

140. Способ терморезистивного измерения температуры [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.findpatent.ru/patent/226/2269750.html>. – Дата обращения 14.05.2015.

141. Мур К. Упрощение процессов медицинских измерений с использованием беспроводных датчиков / К. Мур, И. Чудовский // Беспроводные технологии. – 2006. – № 2. – с. 12.

142. Володарский Е. Т. Статистична обробка даних: навч. посібник. Е. Т. Володарский, Л. О. Кошева. – К. : НАУ – 308с.

143. Андреев А. Д. Обработка результатов измерений в физическом практикуме. Конспект лекций. С-Пб гос. Университет телекоммуникаций им. М. А. Бонг-Бруевич / А. Д. Андреев, М. М. Черных 2009. – 16с.
144. Childs В. Н. Practical Temperature Measurement / В. Н. Childs. – Oxford, 2001. – ISBN 0-750-65080-X
145. Zurbuchen J. M. Precision thermometry / J. M. Zurbuchen // Measurement science conference tutorial “Thermometry - fundamental and practice”. – 2000. – №1. – P. 25.
146. Nicholas J. V. Traceable Temperatures/ 2nd ed. / J. V. Nicholas, D. R. White. – Chichester: John Wiley & Sons, LTD, 2001. – №1. – P. 35. – ISBN 0-471-49291-4.
147. Джексон Р. Г. Новейшие датчики / Р. Г. Джексон. Под ред. В. В. Лучинина. – М. : Техносфера, 2007. – С. 133-138.
148. J. Bray BLUETOOTH Connect Without Cables / L. Bray, C. F. Sturman. – Prentice-Hall, Inc., Upper Saddle River, New Jersey, USA.
149. Методика расчета метрологических характеристик измерительных каналов ИИС по метрологическим характеристикам компонентов-МИ 222-80. Москва. Госкомитет СССР по стандартам. – 1981г. – 18с.
150. Курс лекций по дисциплине «Проектирование медицинской аппаратуры» [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://novsu.ru/file1691816>. – Дата обращения 16.05.2015.
151. Адашинская Г.А. Многомерный вербально-цветовой болевой тест (способ оценки боли) Пособие для врачей / М.: Федеральный научный клинико-экспериментальный центр традиционных методов диагностики и лечения МЗ РФ. – 2004. – 47с.
152. ГОСТ 15.013-94. Система разработки и постановки продукции на производство. Медицинские изделия.
- 153.(1) Категория эффективности в системе здравоохранения [Электронный ресурс]. – http://www.rae.ru/fs/?section=content&op=show_article&article_id=7782355. – Дата обращения 11.04.2015.
154. Методы оценки эффективности ИС [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://www.ibm.com/developerworks/ru/library/l-otcenka_efektivnosti_2. – Дата обращения 11.04.2015.

155. Костишин С.В. Информационные технологии в подготовке стрелков высшей квалификации / Костишин С.В., Штофель Д.Х., Московко М.В. - Германия, г. Сарбрюк : LAP LAMBERT Academic Publishing, 2014. - 304 с. - ISBN: 978-3-659-20247-6.

156. Особливості проектування оптоелектронних біомедичних систем для спорту / Л. Г. Коваль, О. Л. Лаугс, О. С. Козоріз, М. В. Московко, Н. О. Охрімова // Оптоелектронні інформаційні технології «Фотоніка – ОДС 2015» : збірник тех. доповідей VII міжнародної науково-технічної конференції, м. Вінниця, 21–23 квітня 2015 р. – Вінниця : ВНТУ, 2015. – С. 84.

157. Московко М. В. Медико-технічні вимоги на автоматизоване робоче місце спортивного лікаря (проект) / М. В. Московко, С. М. Злепко, С. В. Костишин // Актуальні питання біомедичної та реабілітаційної інженерії : матеріали науково-практичної конференції, м. Київ, 17 квітня 2015 р. – К. : НТУУ «КПІ». – С. 51.

158. Злепко С. М. Метод оцінювання підготовленості спортсменів для досягнення високих результатів / С. М. Злепко, М. В. Московко, С. В. Тимчик // Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я : тези доповідей XXIII міжнародної науково-практичної конференції у чотирьох частинах, м. Харків, 20–22 травня 2015 р. – Харків : НТУ «ХПІ». – Ч. III. – С. 44.

159. Оптоелектронна система для оцінювання функціонального стану спортсмена: модель змагальної діяльності / М. В. Московко, С. М. Злепко, С. В. Тимчик, О. М. Бурдюг // Оптоелектронні інформаційні технології «Фотоніка – ОДС 2015» : збірник тех. доповідей VII міжнародної науково-технічної конференції, м. Вінниця, 21–23 квітня 2015 р. – Вінниця : ВНТУ, 2015. – С. 82.

160. Московко М. В. Аналіз сучасних методів оцінювання майстерності спортсменів вищої кваліфікації / М. В. Московко, С. В. Костишин, В. С. Галузінська // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах : матеріали XII міжнар. наук.-техн. конференції (3–8 червня 2013 р., м. Одеса) ; Одес. нац. акад. зв'язку ім. О. С. Попова. – Одеса–Хмельницький : ХНУ, 2013. – С. 124–125. – ISBN 978-966-330-176-1.

161. Особливості комп'ютеризації сучасної медичної апаратури / Д. Х. Штофель, М. В. Московко, Н. М. Сурова, В. І. Макогон // Перша міжнародна наукова конференція «Вимірювання, контроль та

діагностика в технічних системах» (ВКДТС — 2011), 18—20 жовтня 2011 р. : збірник тез доповідей. — Вінниця : ВНТУ, 2011. — С. 201. — ISBN 978-966-641-429-1.

Наукове видання

**Злепко Сергій Макарлович
Московко Марина Васильвна
Тимчик Сергій Васильович
Костішин Сергій Володимирович**

**МЕТОДИ І ЗАСОБИ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ
ФУНКЦІОНАЛЬНОГО СТАНУ СПОРТСМЕНІВ-
БАГАТОБОРЦІВ**

Монографія

Редактор

Оригінал-макет підготовлено С. М. Злепком, М. В. Московко

Підписано до друку 07.06.2017 р.
Формат 29,7×42¼. Папір офсетний.
Гарнітура Times New Roman.
Друк різнографічний. Ум. др. арк. 10,23
Наклад 100 прим. Зам № 123614

Виддруковано ПП «ТД «Едельвейс і К»»,
21100, м. Вінниця, вул. 600-річчя, 17,
Тел. (0432) 550-333.
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи
ДК № 3736