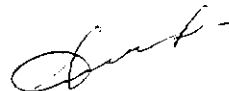


4511.3
#C 198

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
Фізико-механічний інститут ім. Г. В. Карпенка

Сапужак Ігор Ярославович



УДК 621.317

РОЗРОБКА ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНИХ СИСТЕМ
ДЛЯ ПІДГОТОВКИ СПОРТСМЕНІВ ВИСОКОЇ КВАЛІФІКАЦІЇ

05.11.16 – інформаційно-вимірювальні системи

АВТОРЕФЕРАТ

дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

ЛЬВІВ – 2002

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана у Фізико-механічному інституті ім. Г.В. Карпенка Національної академії наук України і у Львівському державному інституті фізичної культури Держкомспорту України

Науковий керівник:

доктор технічних наук, професор
СОПРУНЮК Петро Маркіянович,
Фізико-механічний інститут НАН України, завідувач відділу електричних вимірювань фізичних величин

Офіційні опоненти:

доктор технічних наук, старший науковий співробітник НІЧОГА Віталій Олексійович, Фізико-механічний інститут ім. Г.В. Карпенка НАН України, провідний науковий співробітник

доктор технічних наук, професор ЗАНЕВСЬКИЙ Ігор Іллічович, Львівський державний інститут фізичної культури Держкомспорту України, професор кафедри теорії і методики олімпійського і професійного спорту

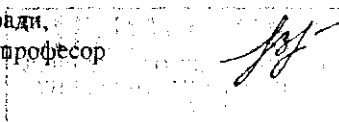
Провідна установа: Національний університет "Львівська політехніка", кафедра інформаційно-виміральної техніки, Міністерство освіти і науки України, м. Львів

Захист відбудеться "..." 2002 р. о ... год. на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 35.226.01 у Фізико-механічному інституті ім. Г.В. Карпенка НАН України за адресою: 79601, Львів, МСП, вул. Наукова, 5.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Фізико-механічного інституту ім. Г.В. Карпенка НАН України (79601, Львів, МСП, вул. Наукова, 5)

Автореферат розісланий "..." 2002 р.

В.о. вченого секретаря
спеціалізованої вченої ради,
доктор технічних наук, професор



Воробець В.А.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Для ефективного управління підготовкою спортсменів високої кваліфікації, в числі інших основних елементів, необхідно володіти оперативною і об'єктивною інформацією про численні показники підготовленості, що неможливо без використання комплексів технічних засобів вимірювання і реєстрації, алгоритмів та програм обробки експериментальних даних, особливо в режимі реального часу. Хоча за останні роки було вирішено ряд актуальних завдань по створенню інформаційно-вимірювальних систем (ІВС), підсистем комплексного контролю підготовленості, участь дисертанта у роботі комплексних наукових груп (КНГ) при збірних командах України дає підстави стверджувати, що рівень використання сучасних засобів інформаційно-вимірювальної техніки (ІВТ) у практиці підготовки спортсменів високої кваліфікації є недостатній. Отже, питання розробки ІВС визначення інформативних параметрів та вдосконалення методик тренувань на цій основі, впровадження їх у практику підготовки збірних команд України є особливо актуальні, зокрема і для лучного, санного спорту та бобслею.

Зв'язок роботи з науковими програмами. Теоретичні основи роботи і практичні результати було розроблено та отримано при проведенні робіт з науково-методичного забезпечення підготовки збірних команд України з лучного, санного спорту та бобслею відповідно до наказів Міністерства України у справах молоді та спорту №1330 від 4 травня 1993 р., №689 від 7 червня 1995 р. "Про організацію роботи комплексних наукових груп збірних команд України", №785 від 20 березня 1996 р. та наказу Державного комітету України з фізичної культури і спорту №724 від 8 липня 1998 р. "Про вдосконалення роботи з науково-методичного забезпечення збірних команд України" у яких дисертант брав участь як заступник керівника, а згодом як керівник КНГ при збірних командах України з санного спорту та бобслею; при виконанні в якості виконавця та відповідального виконавця бюджетних та договірних тем Фізико-механічного інституту ім. Г.В. Карпенка НАН України РБ-30/276, г/д 1268, г/д 2000, г/д 2009. Роботи, що виконуються під керівництвом дисертанта, включені до Зведеного плану науково-дослідних робіт Держкоммолодь-спорттуризму України на 2001–2005 р. п.1.4.6 "Кінематичні і динамічні параметри вправ у санному спорті", номер державної реєстрації – 0102U002651.

Мета і задачі дослідження. Мета – розробка принципів побудови і створення ІВС для оперативного та об'єктивного визначення інформативних параметрів руху спортивних снарядів і спортсменів та психофізіологічних показників їх функціонального стану у санному спорті, бобслеї та стрільбі з лука.

Задачі дослідження:

1. Проаналізувати інформативні параметри рухів спортсменів та спортивного спорядження на основі математичних моделей взаємодії "спортсмен-опорно-спорядження" при виконанні стартових вправ у санному спорті і бобслеї та вильоті стріли із спортивного лука.

2. Розробити принципи побудови і структуру систем для вимірювання інформативних параметрів, зокрема кінематичних і динамічних параметрів руху спорядження та біолонок спортсменів, а також контролю їх психофізіологічного стану.
3. Створити ІВС на базі ЕОМ та проаналізувати похибки вимірювань.
4. Впровадити розроблені системи у практику підготовки спортсменів збірних команд України.

Об'єкт дослідження – процес отримання даних про інформативні параметри фізичних відрив та функціональний стан спортсменів.

Предмет дослідження: методи та засоби, необхідні для розробки ІВС визначення кінематичних і динамічних параметрів руху спорядження і біолонок спортсменів та їх функціонального стану.

Методи дослідження: теоретичний аналіз і узагальнення даних науково-методичної літератури та емпіричних матеріалів досліджень, математичне моделювання, синтез структурних схем, аналіз загасаючих коливань (метод Проні та сврістичні методи інвертування), розробка алгоритмів та програмного забезпечення (структурне програмування, швидке перетворення Фур'є, цифрова фільтрація).

Наукова новизна одержаних результатів полягає у розробці принципів побудови та реалізації ІВС для оперативного та об'єктивного визначення кінематичних та динамічних параметрів руху спортсменів та спортивного спорядження. При цьому:

1. Створено математичні моделі взаємодії елементів системи "спортсмен-опора-спорядження" при виконанні стартової вправи у саниному спорті та бобслеї, на основі аналізу яких визначено інформативні параметри руху спортивного спорядження, методи та засоби їх вимірювання.

2. На основі аналізу математичної моделі отримано аналітичну залежність швидкості розгону і спортивного результату у бобслеї від різниці часів прикладання спортсменами зусиль до руківок боба при старті, що дало підстави запропонувати новий метод вдосконалення координаційних якостей спортсменів.

3. Запропоновано індуктивний метод визначення швидкості вильоту стріли для налагодження лука, який відрізняється від відомого оптичного тим, що не порушує динамічний баланс його елементів.

4. На основі математичної моделі випуску стріли з лука та ІІІ Заневським запропоновано використання акселерометричного методу для оцінки якості налагодження лука, аналітичне представлення експериментальних акселерограм та метод отримання числових параметрів коливань, що дало можливість підвищити, порівняно з існуючими методами, якість налагодження спорядження.

Практичне значення одержаних результатів. Отримані результати дали змогу реалізувати діючі макети ІВС визначення кінематичних і динамічних параметрів руху спортсмена і спортивних снарядів, за допомогою яких можна проводити – фотоселекційний хронометраж стартових відрізків у саниному спорті та бобслеї.

- реєстрацію різниці часу прикладання спортсменами стартових зусиль до боба;
- визначення швидкості вильоту стріли з лука індуктивним способом;
- вимірювання швидкостей та прискорень руху саней і боба при проходженні стартового відрізка у санному спорті та бобслеї;
- вимірювання зусиль, що прикладаються спортсменами до руківок при виконанні стартової вправи у санному спорті.

Впровадження запропонованих систем дає змогу інтенсифікувати навчально-тренувальні заняття зі спеціальної підготовки – виконання стартової вправи у санному спорті і бобслеї, а також спростити процедуру налагодження спортивного лука. Ефективність використання пристроїв, впроваджених у практику підготовки спортсменів збірних команд України, підтверджується актами впровадження у Державному науково-дослідному інституті фізичної культури і спорту (м. Київ).

Універсальність структури розроблених ІВС і програмного забезпечення дозволяє застосовувати їх з незначними доробками у багатьох інших видах спорту.

Особистий внесок автора. З робіт, опублікованих у співавторстві [1, 6, 10–12, 14, 16, 17], до дисертації включено лише матеріали, одержані особисто автором. У статті [3] автору належать основна ідея використання імпульсної електромагнітної системи для контролю якості спортивного лука, її структурна схема, аналіз завад та використання схемних рішень для боротьби з ними, розробка способів визначення початкової швидкості стріли за допомогою оптичного калібрування і математичного аналізу згасаючих сигналів та автоматизація всієї системи на базі EOM. У статті [4] автор запропонував структурну схему та апаратну реалізацію комп'ютерної системи контролю якості спортивного лука, а також шляхи її подальшого розвитку та вдосконалення на основі проведених натурних експериментальних досліджень. У [7] автору належить аналіз підготовки спортсменів-санників високої кваліфікації, розробка питань об'єктивного контролю за рівнем їх техніко-тактичної майстерності. У [8] автором проаналізована залежність спортивного результату у бобслеї від різниці часу прикладання спортсменами зусиль до боба при старті на основі розробленої моделі, запропоновано також принцип дії, структурну схему та апаратну реалізацію приладу реєстрації різниці часу прикладання спортсменами зусиль до руківок боба, проаналізовано можливість використати у бобслеї апробовані у санному спорті підходи і апаратні методики. У авторському свідоцтві [9] автору належить ідея використання багатоканальних мультиплексорів та відповідних зв'язків.

Апробація результатів дисертації. Основні положення та окремі результати виконаних досліджень доповідались на міжнародних та всеукраїнських конференціях: Всесоюзній конференції молодих науковців “Електромагнітні процеси в землі і космосі” (Звенигород, 1989), I Міжнародній науково-практичній конференції молодих вчених і фахівців у галузі приладобудування (Москва, 1990), I Всесоюзному семінарі “Прикладні проблеми моделювання і оптимізації” (Славське, 1991), науково-практичних конференціях викладачів Львівського державного

інституту фізичної культури (Львів, 1995-2001), Всеукраїнській науковій конференції "Фізична культура, спорт і здоров'я" (Харків, 1997), III Всеукраїнській науково-практичній конференції "Роль фізичної культури в здоровому способі життя" (Львів, 1997), V Міжнародній науково-технічній конференції "Фізичні методи та засоби контролю середовища, матеріалів та виробів" (Славське, 2000), V Міжнародній науковій конференції "Молода спортивна наука України" (Львів, 2001), VI Міжнародній науково-технічній конференції "Фізичні методи та засоби контролю середовища, матеріалів та виробів" (Славське, 2001), Міжнародній науково-проблемній конференції "Зимові види спорту на порозі XXI ст. та традиції і перспективи Злочаного" (Республіка Польща, Краків, 2001).

Робота в цьому обговорювалась на VII Міжнародній науково-технічній конференції "Фізичні методи та засоби контролю середовища, матеріалів та виробів" (Славське, 2002), науково-практичній конференції викладачів Львівського державного інституту фізичної культури у секції олімпійського і професійного спорту (Львів, 2002), на розширеному науковому семінарі відділу електричних вимірювань фізичних величин Фізико-механічного інституту ім. Г.В. Карпенка НАН України, а також на розширеному засіданні кафедри теорії і методик олімпійського і професійного спорту Львівського державного інституту фізичної культури.

Публікації. Матеріали роботи опубліковано у 7-и статтях, в тому числі у 5-и фахових виданнях, 1-у авторському свідоцтві, 1-у навчальному посібнику та 9-и тезах і матеріалах наукових конференцій.

Обсяг і структура роботи. Робота складається із вступу, 5 розділів, висновків, списку використаних джерел із 105 найменувань, 7 додатків, містить 64 рисунки і 1 таблицю. Загальний обсяг роботи 161 сторінка.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **Вступі** обґрунтовано актуальність досліджень та сформульовано мету та задачі роботи, наукову новизну та практичне значення отриманих результатів.

У **першому розділі** проаналізовано сучасний стан вистосування ІВС у підготовці спортсменів високої кваліфікації.

Бурхливий прогрес досягнень, зафіксованих в останні роки у більшості видів спорту, в значній мірі визначається факторами матеріально-технічного і науково-методичного плану, комп'ютеризацією навчально-тренувального процесу і наукових досліджень, контролю і аналізу структури змагальної діяльності. Багато авторів (Запорожанов В.А., Петровський В.В., Платонов В.П.) вважають, що точність, обґрунтованість та об'єктивність дій тренера визначається інтенсивністю і якістю інформаційних потоків, для чого насамперед необхідна стандартизована система контролю за станом спортсменів і наявність критеріїв оцінки. У зв'язку з цим, як показано у Годіка М.А., актуальним питанням є теоретичне обґрунтування і практична апробація моделей тренувального процесу, систематичний контроль і аналіз навантажень.

Сучасний рівень розвитку комп'ютерної техніки створює передумови для вирішення всього комплексу завдань у сфері наукового управління підготовкою спортсменів, дозволяє забезпечити необхідну обробку інформації в поєднанні з наглядною формою представлення. Аналіз науково-методичної літератури свідчить, що кожен тренер-практик зацікавлений в отриманні даних про функціональний стан спортсменів, можливості команди в цілому. Враховуючи необхідність швидко і періодично проводити комплексні тестування, обробляти великі масиви даних, використання інформаційних систем на базі ЕОМ для цього є безальтернативним.

Реалізація основних напрямків сучасної наукової теорії спортивного тренування, викладених у Верхошанського Ю.В., також неможлива без застосування персональних комп'ютерів і засобів вимірювання, обробки, накопичення, передачі даних та їх візуалізації. Отже, набуття певної кваліфікації користування ЕОМ створюватиме основу для широкого впровадження інформаційних технологій у практику підготовки і тренування спортсменів та проведення змагань. Як приклад такого застосування ІВС можна навести глобальну інформаційну систему компанії ІВМ на Олімпіаді в Атланті (Ешштейн Л).

Незважаючи на певні досягнення у цій галузі, восьмирічна практика роботи автора у складі КНГ збірних команд України з лучного, санного спорту та бобслею, спілкування з тренерами та спортсменами дозволяє констатувати недостатній рівень наявності та використання засобів ІВТ у навчально-тренувальному процесі, тому доцільність їх застосування не викликає сумніву.

Визначено напрями досліджень, необхідні для створення зазначених систем:

- провести математичне моделювання змагальних вправ з метою виділення найбільш інформативних параметрів для об'єктивного контролю;
- розглянути фізичні методи і засоби вимірювання зазначених параметрів і вибрати найефективніші для даних конкретних умов;
- провести аналіз принципів побудови та структури ІВС з певним ступенем універсальності для вирішення задач вимірювання кінематичних та динамічних параметрів руху біологів спортсменів та спортивних снарядів;
- вибрати адекватні методики тестування якості психофізіологічних реакцій спортсменів;
- розробити алгоритми математичної обробки та аналізу результатів вимірювання та на цій основі створити пакет прикладних програм;
- на основі перелічених досліджень створити та апробувати діючі макети ІВС.

У другому розділі розглядаються методи та засоби автоматизованих вимірювань кінематичних та динамічних параметрів при виконанні фізичних вправ.

Приступаючи до створення спеціалізованих ІВС, необхідно перш за все визначити інформативні параметри, а також методи та засоби їх вимірювання. Враховуючи специфіку застосування таких систем у галузі спорту, доцільно використати математичне моделювання взаємодії "спортсмен-опора-спорядження".

Досвід роботи автора у КНУ при збірних командах України з лучного, санного спорту, вобелею вказує, що особливу увагу тренери та спортсмени приділяють підгонці та налагодженню зброї у лучному спорті, стартовій вправі у санному та рогиону у бобслеї. Враховуючи ці особливості, розглянуто відповідні математичні моделі для виділення найбільш інформативних параметрів.

В лучному спорті відповідно до даних останніх досліджень внесок якості лука і стріли у результат в деяких випадках досягає 90 відсотків. Тому при підготовці лучників високої кваліфікації особлива увага приділяється підбору параметрів лука відповідно до індивідуальної техніки кожного спортсмена [3].

Розглянуто математичну модель лука за І.І. Заневським, яка передбачає, що тязина не розтягується, руківка має можливість вільно рухатися у вертикальній площині у напрямку, протилежному до напрямку руху стріли, геометрія системи "плече-тятиву" в динаміці така сама як і в статичі. Показано, що швидкість вильоту стріли та її стабільність протягом тривалого часу і в різних кліматичних умовах можна вважати інтегральним показником якості спортивного лука. Це вказує на необхідність її визначення і оперативного доведення до спортсмена при підгонці і налагодженні лука, а отже є одним з основних інформативних параметрів при застосуванні ІВС для підвищення ефективності цього процесу.

Специфіка підготовки спортсменів-санників високої кваліфікації полягає у тому, що в Україні немає жодної сучасної санної траси. Сланий елемент техніки, виконання якого можливе в умовах, близьких до змагальних – старт на льодовому майданчику (стадіоні). Оскільки вдалий старт вносить суттєвий вклад у досягнення високого спортивного результату, детальне дослідження кожного руху спортсмена, можливість отримання об'єктивної експрес-інформації про динамічні параметри стартових дій, аналіз ефективності та проведення оперативної корекції техніки виконання вправи особливо актуальні.

Розглянуто схематичне зображення стартових дій спортсмена (рис. 1) і динамічні та кінематичні параметри всієї системи "спортсмен-сани-руківки", де R , R_n , R_l , R_s , R_h – результуючий вектор реакції опори та його права, ліва, вертикальна і горизонтальна складові, α , β , γ , φ – кути відповідних відхилень, що виникають від неспівпадіння векторів прикладених зусиль і напрямком руху саниці [2]. Виведено рівняння швидкості у будь-який момент часу τ ($0 \leq \tau \leq t_0$)

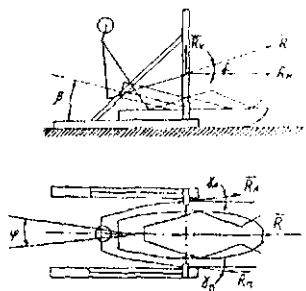


Рис. 1. Схематичне зображення стартових дій спортсмена: а – вид збоку; б – зверху

Виведено рівняння швидкості у будь-який момент часу τ ($0 \leq \tau \leq t_0$)

$$v(\tau) = \frac{1}{m+M} \left(\int_0^\tau R_n(t) \cos \alpha_n(t) \cos \gamma_n(t) dt + \int_0^\tau R_l(t) \cos \alpha_l(t) \cos \gamma_l(t) dt \right) / g \tau,$$

де m і M – маси саней та спортсмена, f_k – коефіцієнт тертя ковзання, I_0 – момент закінчення доштовхування.

Проведений аналіз показав, що вдосконалити техніку виконання вправи можна на основі вимірювання часу проходження мірного відрізка, миттєвої швидкості та прискорення руху саней, а також зусиль, що прикладаються спортсменами до стартових рухів.

На основі аналізу запропонованої математичної моделі виконання стартової вправи боба-«двійки» показано, що зменшення різниці часів Δt прикладання спортсменами зусиль до рухів боба приводить до збільшення швидкості розгону v [6]:

$$v = \sqrt{2S_0(a_1 + a_2 + g(\sin \varphi - f_k \cos \varphi)) - a_1(a_1 + g(\sin \varphi - f_k \cos \varphi))\Delta t^2},$$

де S_0 – довжина розгінного відрізка, a_1 і a_2 – прискорення, надані бобу кожним спортсменом, φ – кут нахилу траси. Проведений розрахунок часу t_p проходження траси довжиною S для реальних значень за встановленою аналітичною залежністю

$$t_p = \frac{-v + \sqrt{v^2 + 2g(\sin \varphi - f_k \cos \varphi)S}}{g(\sin \varphi - f_k \cos \varphi)}$$

показав, що при збільшенні швидкості боба в кінці розгінного відрізка на 1 м/с отримемо покращення результату на $1,5 \div 1,8$ с (рис. 2). Отже, для підвищення ефективності навчально-тренувального процесу у бобслеї необхідно вимірювати цей параметр. Крім того, проаналізовано і адаптовано підходи, апробовані у санному спорті – вимірювання часу проходження розгінної ділянки, миттєвої швидкості та прискорення руху боба.

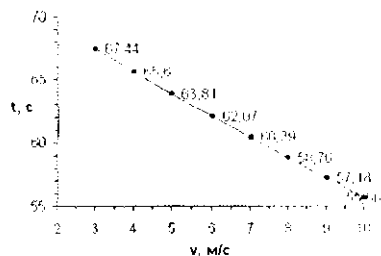


Рис. 2. Залежність результату t проходження траси від початкової швидкості боба v .

Зважаючи на необхідну точність вимірювання часових параметрів вправ, запропоновано використовувати автоматичний електронний хронометраж, пристрої для його реалізації – контактні датчі і оптико-електронні перетворювачі. Розглянуто способи вимірювання швидкості, які практично можуть бути використані у навчально-тренувальному процесі спортсменів високої кваліфікації.

Швидкість боба та саней запропоновано вимірювати методом, покладеним в основу спидографа В.М. Абалакова, а вильоту стріли з лука – індуктивним способом, при якому стріла пролітає через контури вимірювальних датчів, які встановлюються перед луком. Розглянуто питання завадостійкої обробки та виділення корисних сигналів [1, 11, 15].

Для визначення миттєвих значень прискорень руху саней та боба, а також вібрації лука при пострілі вибрано одно- або трикомпонентні акселерометричні датчі, які використовувалися в залежності від поставлених завдань [4].

Вимірювання зусиль, що прикладаються спортсменами до стартових рухів у санному спорті запропоновано проводити за допомогою напівпровідникових тензодинамометричних датчиків, що дає можливість визначати горизонтальні та вертикальні складові векторів реакції опори, будувати площинні і просторові голографи [2].

Враховуючи, що у санному спорті та бобслеї рівень тренуваності визначається, окрім інших показників, функціональним станом центральної нервової системи, запропоновано проводити тестування якості психофізіологічних реакцій, відібравши для цього ряд методик, які дозволяли нам виміряти: латентний час рухової реакції на зоровий подразник, час реакції на рухомий об'єкт, швидкість переробки зорової інформації, показник відчуття часу [17]. З метою підвищення інформативності вимірювань та одночасної автоматизації процедури збору, обробки та зберігання даних у 1996 році було здійснено комп'ютеризацію цього процесу.

Викладено підхід до оцінки похибки вимірювання системи у випадку, коли відомі їх окремі джерела і точність базових елементів системи [5]. Тоді наближений вираз для похибки величини, що вимірюється, можна представити у вигляді:

$$\Delta n = \left| \frac{\partial \Phi}{\partial a_1} \right|_{a_{10}} \Delta a_1 + \left| \frac{\partial \Phi}{\partial a_2} \right|_{a_{20}} \Delta a_2 + \dots,$$

де $\Delta a_1, \Delta a_2, \dots$ – похибки визначення первинних параметрів, $\left| \frac{\partial \Phi}{\partial a_1} \right|_{a_{10}}, \left| \frac{\partial \Phi}{\partial a_2} \right|_{a_{20}}, \dots$ – вагові коефіцієнти, що визначають чутливість вимірюваної величини до змін первинних параметрів в околі їх певних значень a_{10}, a_{20}, \dots . Показано, що при визначенні похибки вимірювання системи похибки датчиків є визначальними.

Як підсумок наведено структурну схему напрямків досліджень, перелік видів спорту та вирав, що аналізуються у роботі, а також інформативні параметри та запропоновані методи їх вимірювань.

Третій розділ присвячений розробці принципів побудови і структур систем вимірювання інформативних параметрів, опису алгоритмів обробки даних і особливостей пакетів прикладних програм АІХ та "Діагностика".

Окреслено завдання, виконання котрих для вирішення поставлених задач у навчально-тренувальному процесі повинна забезпечити ПС: відбір аналогових інформаційних сигналів від первинних перетворювачів у певному динамічному діапазоні по кількох незалежних каналах, аналого-цифрове перетворення та від інформації в ЕОМ, первинна обробка і відображення даних у реальному часі та проведення подальшого математичного аналізу. На основі цього запропоновано загальну структурну схему системи (рис. 3), а також її модифікації з врахуванням специфіки вимірювань у кожному окремому випадку [2, 4, 8].

Інформативні параметри відбираються від об'єкту датчиками D_1, \dots, D_n . В залежності від специфіки застосування може бути використаний телеметричний зв'язок (ТМЗ) з датчиками за допомогою радіопередавачів $П_1, \dots, П_n$ та приймальної радіотелеметричної системи РТС. При необхідності комутації кількох каналів може використовуватись мультиплексор МП, сигнали з котрого перетворюються в цифровий код аналого-цифровим перетворювачем АЦП та через інтерфейс ІФ

подаються на ЕОМ, яка виконує функції обробки, зберігання та представлення інформації, керування пристроями системи. Інформація з ЕОМ може бути виведена на друкувальний пристрій ДП чи збережена на магнітних або інших носіях (Н).

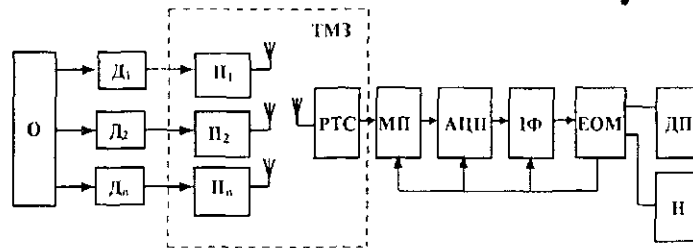


Рис. 3. Загальна структурна схема ІВС визначення кінематичних і динамічних параметрів руху спортсмена і спортивних снарядів

Визначено уніфіковані алгоритми обробки даних, приведено перелік основних програм для вимірювання часу, для спідометричного комплексу, для визначення швидкості стріли, для акселерометрії і тензометрії, розраховані на роботу на стандартному комп'ютері типу ІВМ РС.

Наведено блок-схему програми, перелік її основних модулів: роботи АЦП та управління мультиплектором, обміну даних інтерфейсу зв'язку з ЕОМ, програмування системного таймера, режиму роботи паралельного порту із зміною векторів переривань та їх обробки. Описано можливості сервісної програми роботи АЦП: задання частоти вхідного сигналу, кількості його відліків та каналів; запуск АЦП за зовнішнім сигналом; візуалізація записів з можливістю виділення певних фрагментів і каналів; збереження записів, завантаження їх у базу даних та математична обробка.

Для управління ІВС визначення швидкості вильоту стріли додатково розроблено ряд підпрограм, що забезпечують керування генераторно-приймальними пристроями для відбору інформативного сигналу, компенсацію гармонічних завад та відносні вимірювання для позбавлення інформативного сигналу від шумів.

Приведено опис програми дослідження сенсорних якостей спортсменів "Діагностик", на основі якої створено комплекс нехтодіагностичних тестів, що дозволяє адаптувати методики досліджень для спортсменів різної кваліфікації, максимально стандартизувати умови експерименту, оперативно обробляти дані.

Оригінальне програмне забезпечення реалізовано на мові програмування Borland Pascal 7.0 з використанням бібліотек TurboVision, а також підпрограм на мові "Assembler" для виконання системних операцій з векторами переривань таймера і паралельного порту та їх обробки.

В **четвертому розділі** розглянуто використання ІВС для підвищення ефективності навчально-тренувального процесу у лучному спорті.

Представлено систему визначення швидкості вильоту стріли з лука індуктивним способом [3], приведено її структурну схему, опис роботи. Детально розглянуто пристрій відносних вимірювань [9, 12], його функціональну схему, осцилограми та розрахунки, що пояснюють принцип дії. Проілюстровано виділення корисного сигналу на фоні шумової завади.

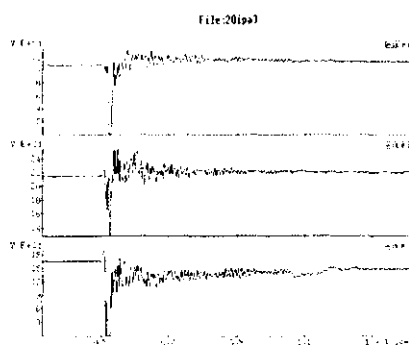


Рис. 4. Запис трикомпонентної акселерограми вібрації руківки лука

Для контролю якості спортивного лука використано запис трикомпонентної акселерограми вібрації руківки лука після пострілу. Наведено функціональну схему та зовнішній вигляд акселерометричної системи контролю якості спортивного лука, експериментальний запис акселерограм (рис.4), зроблений на навчально-тренувальних зборах (НТЗ) збірної команди України зі стрільби з лука у Львові у 1997 р. На основі отриманих даних запропоновано практичну методику налагодження спортивного лука, котра полягає у зміні геометричних розмірів регульовальних елементів з метою

зменшення амплітуди та часу загасання кожної з компонент акселерограми вібрації руківки лука після пострілу. Описано підхід до вибору інформативних параметрів вібрації руківки лука після вильоту стріли, який враховує нестационарний характер коливань і відображає стан лука як динамічної системи. Зареєстровані акселерограми представлено сумою загасаючих синусоїд [6]:

$$x(t) = \sum_{i=1}^N A_i e^{-\alpha_i t} \sin(\omega_i t + \varphi_i),$$

кожна з яких характеризується чотирма параметрами: частотою ω_i , амплітудою A_i , декрементом загасання α_i і фазою φ_i ($i = 1, \dots, N$). Внаслідок застосування методу Проні до аналізу сигналів отримуємо чотирикомпонентний набір даних, які представляють собою параметри загасаючих синусоїд і є об'єктивною інформацією для оцінки стану системи "стрілець-лук".

У п'ятому розділі наведено опис приладів та ІВС, розроблених та впроваджених автором у навчально-тренувальний процес збірних команд України з санного спорту та бобслею.

Описано пристрій і комп'ютерну систему фотосектричного автоматичного хронометражу стартових відрізків у санному спорті та бобслеї. Наведено функціональну схему та схему встановлення системи фотосектричного автоматичного хронометражу стартових відрізків (рис. 5). Відстань між стартовими руківками СР, з яких стартує спортсмен на санях С, становить 0,7 м. Згідно з рисунком розташову-

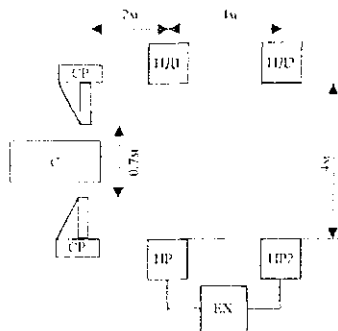


Рис. 5. Схема встановлення системи фотоелектричного автоматичного хронометражу

КД₁ і КД₂, з яких електричний сигнал подається у блок вимірювання та індикації БВІ. Логічна схема ЛС аналізує черговість сигналів з КД₁ і КД₂, виділяє їх фронти та формує імпульс тривалістю M , тобто різниці часів прикладання зусиль спортсменами до руківок боба. Тактова частота з задаючого генератора Г подається на дільник Д, зміна коефіцієнту ділення якого забезпечує точність вимірювання часу від 0,1 до 0,001 с. Денцифратор ДШ підраховує кількість імпульсів з дільника за

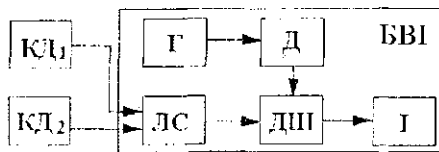


Рис. 6. Функціональна схема приладу реєстрації різниці часу у бобелі

елементної бази КМОП дають можливість застосовувати розробку на тренуваннях стартового розгону для аналізу та оперативної корекції рухів спортсменів. Апробовано прилад реєстрації різниці часу прикладання спортсменами стартових зусиль до боба у Львівській обласній федерації санного спорту на базі СДЮШОР "Беркут" [8].

Наведено спідометричний електромеханічний комплекс на базі ЕОМ для вимірювання швидкості на стартовому відрізку у санному спорті та бобелі у модифікаціях з нерозтяжним шнуром (рис. 7) та телеметричним каналом.

Наведено технічну документацію і приклади спідограм виконання стартової вправи членом збірної команди України з санного спорту Л. Лудан на НТЗ у жовтні 1997 р. на льодовому стадіоні АТЕК у м. Києві. На рис. 8 зображено графіки швидкості саней при виконанні відштовхувань від льоду (т.зв. "пінгвінів"), за якими можна визначати ефективність вправи.

ють фотоелектронні передавачі ПД та приймачі ПР, сигнал від котрих подається на відповідні входи електронного хронометра ЕХ. Враховуючи невелику відстань, час вимірюється з точністю до 0,001 с [7]. Наведено результати практичних вимірювань часу на НТЗ збірної команди України з санного спорту в період 1994–97 рр.

Для оперативного і об'єктивного вимірювання різниці часу прикладання спортсменами стартових зусиль до боба розроблено прилад реєстрації цього параметру. Наведено функціональну схему (рис. 6) і розглянуто принципи дії та особливості роботи приладу. На руківки боба чи імітатора спортивного снаряду встановлюються контактні давачі

КД₁ і КД₂, з яких електричний сигнал подається у блок вимірювання та індикації БВІ. Логічна схема ЛС аналізує черговість сигналів з КД₁ і КД₂, виділяє їх фронти та формує імпульс тривалістю M , тобто різниці часів прикладання зусиль спортсменами до руківок боба. Тактова частота з задаючого генератора Г подається на дільник Д, зміна коефіцієнту ділення якого забезпечує точність вимірювання часу від 0,1 до 0,001 с. Денцифратор ДШ підраховує кількість імпульсів з дільника за час M та перетворює їх у цифровий код для відображення на індикаторі І 4-х знаків результату M та інформації про черговість прикладання спортсменами зусиль до руківок. Об'єктивне та наочне представлення інформації, портативний варіант виконання, автономне живлення, невеличке споживання струму завдяки використанню

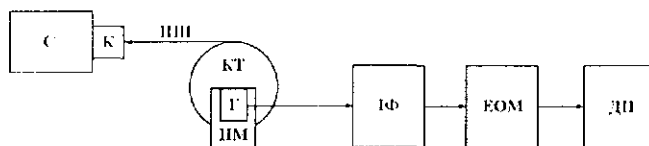


Рис. 7. Функціональна схема спідометричного вимірювального комплексу: С – сани, К – спеціальний карабін, НШ – нерозтяжний шнур, КТ – безінерційна котушка, Г – герконовий давач, ПМ – підмотуючий механізм, ІФ – інтерфейс, ДП – друкуючий пристрій

Описано акселерометричний комплекс для вимірювання прискорень руху саней і боба при проходженні стартового відрізка, розглянуто його структурну схему,

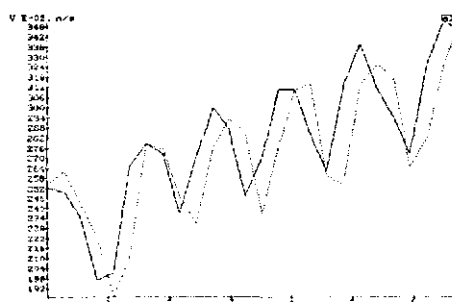


Рис. 8. Спідограми двох спроб стартової вправи Л. Лудан

опис роботи та основних вузлів [2]. Наведено технічні характеристики акселерометричних давачів, акселерограми проведених досліджень на НТЗ збірної команди України з санного спорту у Кременці та Алушті у 1997 р. (рис. 9).

Розроблено тензометричний комплекс для вимірювання зусиль, що прикладаються спортсменами до руківок при виконанні стартової вправи у санному спорті. Наведено структурну схему та принцип дії комплексу, його

зовнішній вигляд (рис. 10), тензограми стартових зусиль члена збірної команди України з санного спорту Д. Папченка на НТЗ у м. Алушта в липні 1997 р.

Тензодавачі на стартових руківках забезпечують передачу електричних сигналів, пропорційних прикладеним спортсменом зусиллям правою та лівою руками в двох перпендикулярних проекціях – горизонтальній та вертикальній.

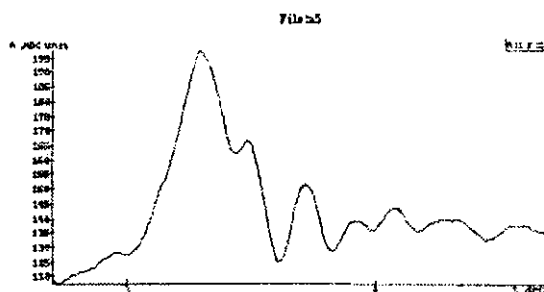


Рис. 9. Акселерограма руху саней при виконанні стартової вправи членом збірної команди України А.Мухімов (НТЗ, червень 1997, м. Кременець)

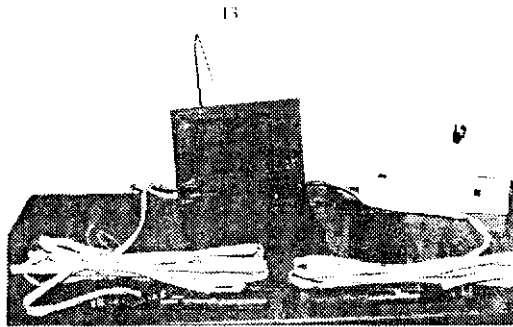


Рис.10. Тензодинамометричний вимірювальний комплекс

Підсилені тензопідсилювачами сигнали через багатоканальний мультиплексор передаються на вхід швидкодіючого паралельно-послідовного АЦП і далі через спеціальний інтерфейс у цифровому вигляді на ЕОМ. В результаті обробки записаних сигналів можна отримати графіки складових зусиль, що прикладаються до руківок, та їх годографи. Інформація зберігається в пам'яті комп'ютера, звідки в графічному чи цифровому вигляді виводиться на дисплей для візуального контролю. Описаний комплекс був апробований на ІІЗ збірної команди в липні 1997 р. в м. Алушта, він дозволив інтенсифікувати підготовку спортсменів та підвищити ефективність тренувань.

Розроблено оригінальну методику визначення динамічних параметрів стартових дій санників з використанням тензо- та акселерометричних комплексів і фотоелектричного автоматичного хронометражу. Паралельна відеозйомка стартів та обробка її на комп'ютерній системі за допомогою програми вводу та обробки зображень "Gray Vision" дозволили побудувати біокінематичні схеми виконання стартової вправи з часовою синхронізацією (рис. 11).

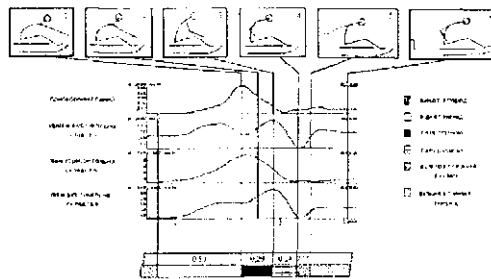


Рис. 11. Схемограма, акселерограма саней, тензограми зусиль на стартових руківках та хронограма стартової вправи

Дослідження дали можливість побудувати хронограми стартових дій, провести інтерпретацію записів динамічних параметрів, скласти та проаналізувати

індивідуальні моделі виконання вправи, оперативно виявляти помилки і на цій основі вдосконалити техніко-тактичну майстерність членів збірної команди України з санного спорту.

ВИСНОВКИ

В результаті проведених досліджень на основі аналізу математичних моделей системи “спортсмен-опора-спорядження” розроблено ряд ІВС визначення кінематичних та динамічних параметрів руху спорядження та біологів спортсменів і контролю їх психофізіологічних реакцій.

Основні результати роботи полягають в наступному.

1. Запропоновано математичні моделі системи “спортсмен-опора-спорядження” при виконанні спортивних вправ у санному спорті та бобслеї, на основі аналізу яких визначено основні інформативні кінематичні і динамічні параметри – різницю часу прикладення зусиль до руківок боба, час проходження стартових відрізків, миттєві швидкість і прискорення руху снарядів при цьому, та зусилля, що прикладаються санниками до стартових руківок.

2. Проведено аналіз залежності швидкості боба в кінці стартового відрізка і спортивного результату від різниці часів прикладання спортсменами зусиль до руківок боба, на основі якого запропоновано методику вдосконалення координаційних якостей бобслеїстів та прилад для її реалізації.

3. На основі аналізу математичної моделі лука за І.П. Заневським визначено підходи до оцінки його якості: швидкісний – за максимумом швидкості вильоту стріли, та енергетичний – за мінімумом вібрації елементів лука після пострілу. Запропоновано індуктивний метод вимірювання швидкості вильоту стріли, при використанні якого не порушується динамічний баланс елементів лука, та структурну схему ІВС з використанням пристрою відносних вимірювань.

4. Проаналізовано акселерограми вібрації руківки лука після пострілу, запропоновано їх аналітичне представлення сумою загасаючих синусоїд, запропоновано евристичні методи визначення параметричних функцій, а також визначення параметрів сигналів методом Проні, що дало можливість реалізувати практичну методику налагодження лука.

5. Визначено адекватні методики тестування якості психофізіологічних реакцій спортсменів, на основі яких з використанням програми дослідження сенсомоторних якостей “Діагностик” запропоновано комп’ютеризовану систему психофізіологічного контролю стану спортсменів, що дозволило максимально стандартизувати умови експерименту, оперативно проводити тестування та опрацьовувати дані.

6. Проаналізовано джерела основних похибок первинних перетворювачів, показано, що вони є визначальними в оцінці похибок вимірювання розроблених систем. Запропоновано методики перевірки первинних перетворювачів і

вимірювальних систем в цілому, що відрізняються простотою реалізації при забезпеченні достатньої точності.

7. Запропоновано методи і алгоритми відбору, опрацювання та візуалізації інформації про кінематичні і динамічні параметри руху болюнок спортсмена і спорядження, на основі яких створено ряд діючих макетів ІВС на базі ЕОМ IBM PC та розроблено пакет прикладних програм АДС на мові програмування Borland Pascal 7.0 з використанням бібліотек TurboVision та підпрограм на мові "Assembler", що дало можливість розробити відповідні методики і впровадити їх в практику підготовки збірних команд України.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ

1. Кусый Л.И., Сапужак И.Я., Цема М.И. Анализ интегрального преобразования, основанного на многократном инвертировании монотонно затухающих сигналов // Отбор и обработка информации. – 1991. – Вып. 7 (83). – С. 97–100.
2. Сапужак І.Я. Застосування інформаційно-вимірювальних систем на базі ЕОМ для вдосконалення майстерності спортсменів-сапників // Вибір і обробка інформації – 1997. – Вип. 11 (87). – С. 49–53.
3. Сапужак І.Я., Виноградський Б.А., Сапужак О.Я. Імпульсна електромагнітна система контролю якості спортивного лука // Фізичні методи та засоби контролю середовищ, матеріалів та виробів. – Київ-Львів: Вид-во ФМІ НАН України. 2000. – Вип. 5. – С. 111–114.
4. Сапужак І.Я., Виноградський Б.А., Сапужак О.Я. Акселерометрична система контролю якості спортивного лука // Фізичні методи та засоби контролю середовищ, матеріалів та виробів. – Київ-Львів: Вид-во ФМІ НАН України. – 2001. – Вип. 6. – С. 234–237.
5. Сапужак І. Я. Визначення похибок вимірювання окремих інформаційно-вимірювальних систем спортивного призначення // Фізичні методи та засоби контролю середовищ матеріалів та виробів, вип.7: Перуїнівний контроль конструкційних та функціональних матеріалів: Зб. наук. пр. – Львів: Фізико-механічний інститут ім. Г.В. Карпенка, 2002. – С. 274-276.
6. Виноградський Б.А., Сапужак І. Я. Оцінка якості настройки лука за допомогою акселерометричного інформаційно-обчислювального комплексу // Фізичні методи та засоби контролю середовищ матеріалів та виробів (серія), вип.7: Перуїнівний контроль конструкційних та функціональних матеріалів: Зб. наук. пр. – Львів: Фізико-механічний інститут ім. Г.В. Карпенка, 2002. – С. 277-279.
7. Сапний спорт. Навчальна програма для дитячо-юнацьких спортивних шкіл, спеціалізованих дитячо-юнацьких шкіл олімпійського резерву, шкіл вищої спортивної майстерності / І.Я. Сапужак, Ю.Б. Собота, О.С. Желтуцький, О.В. Чухліб. – К: вид-во Держкоммолодьспорттуризму України, 2000. – 81 с.

8. Сапужак І., Сапужак О. Технічні засоби вдосконалення майстерності спортсменів-бобслеїстів // Молода спортивна наука України: Збірник наукових статей з галузі фізичної культури та спорту. – Львів: ЛДДФК, 2001. – Вип. 5. – Т. 1. – С. 383–387.
9. А.с. 1584590 СССР, МКИ G 01 V 3/10, G 06 G 7/18. Устройство для обработки импульсных сигналов / П.П. Драбич, И.Я. Сапужак, М.И. Цема (СССР). № 4266724/31–25; Заявлено 23.06.87; Опубл. 8.04.90, Бюл. № 29. – 4 с.
10. Рибак О.Ю., Сапужак І.Я. Системи безпеки автомобільних змагань // Фізична культура, спорт та здоров'я. – Харків: Вид-во ХДДФК. – 1997. – С. 175–177.
11. Кусый Л.И., Сапужак И.Я., Цема М.И. Об одном способе снижения синхронных помех при импульсных электромагнитных исследованиях // Изв. высших учебных заведений "Электромеханика". – Повочеркасск: Изд-во НИИ. – 1991. – Вып. 8. – С. 92–93.
12. Сапужак И.Я., Цема М.И. Многоканальный измеритель переходных процессов // Электромагнитная индукция в верхней части земной коры. – М.: Наука, 1990. – С. 129.
13. Сапужак И.Я. Микропроцессорное устройство предварительной обработки сигналов для геоэлектроразведки по методу переходных процессов // Тезисы докладов Всесоюзной конференции молодых ученых "Электромагнитные процессы в земле и космосе". – М.: ИЗМИРАН. – 1989. – С. 81.
14. Жук А.В., Петрунин Ю.А., Пугач А.А., Сапужак И.Я., Цема М.И. Импульсная система вихрегового неразрушающего контроля // Тезисы докладов научно-технической конференции "Приборы и методы неразрушающего контроля". – К.: Знание. – 1989. – С. 16.
15. Сапужак И.Я. Помехоустойчивый компенсационный измеритель периодических сигналов // Сб. тезисов и докладов I-ой Международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов в области приборостроения «Интерприбор – 90». – М. – 1990. – С. 58–59.
16. Сапужак И.Я., Цема М.И. Многопроцессорный комплекс для моделирования и обработки сигналов // Тезисы докладов I Всесоюзного семинара "Прикладные проблемы моделирования и оптимизации". – М.: ВНИИСИ. – 1991. – С. 90.
17. Рибак О.Ю., Рибак Л.І., Сапужак І.Я. Використання психофізіологічних показників для спортивного та професійного відбору студентів // Матеріали III Всеукраїнської науково-практичної конференції "Роль фізичної культури в здоровому способі життя". – Львів. – 1997. – С. 61–62.
18. Igor Sapuzak. System komputerowy dla ćwiczeń saneczkarzy // Ogólnopolska konferencja naukowo-problemowa "Sporty Zimowe u Progu XXI wieku oraz tradycje i perspektywy Zakopanego". – Kraków. – 2001. – S. 41–42.

Сапужак І.Я. Розробка інформаційно-вимірювальних систем для підготовки спортсменів високої кваліфікації. – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.11.16 – інформаційно-вимірювальні системи. Фізико-механічний інститут ім. Г.В. Карпенка НАН України, Львів, 2002.

Дисертація присвячена розробці та створенню інформаційно-вимірювальних систем для вимірювання і контролю кінематичних та динамічних параметрів руху спорядження та біоланок спортсменів, проведення тестувань їх психофізіологічних реакцій. Проаналізовано інформативні параметри руху на основі математичних моделей взаємодії елементів системи “спортсмен-опора-спорядження” при виконанні стартових вправ у санному спорті і бобслеї та вильоту стріли при пострілі із спортивного лука: різницю часу прикладення зусиль до руківок боба, час проходження стартових відрізків, миттєві швидкість і прискорення руху снарядів при цьому, та зусилля, що прикладаються санниками до стартових руківок, швидкість вильоту стріли і вібрація руківки лука після пострілу. Розроблено способи та структуру систем вимірювання інформативних параметрів. Створено інформаційно-вимірювальні системи на базі ЕОМ та проаналізовано похибки вимірювань. Впроваджено розроблені системи у практику підготовки спортсменів збірних команд України. Отримані результати підтвердили високу ефективність діючих макетів систем.

Ключові слова: інформаційно-вимірювальні системи, інформативні параметри, математична модель, кінематичні, динамічні та психофізіологічні параметри, фотоселекtronний хронометраж, спідометрія, акселерометрія, тензометрія, алгоритми обробки, програмне забезпечення.

Сапужак И.Я. Разработка информационно-измерительных систем для подготовки спортсменов высокой квалификации. – Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.11.16 – информационно-измерительные системы. Физико-механический институт им. Г.В. Карпенко НАН Украины, Львов, 2002.

Диссертация посвящена вопросам разработки и создания информационно-измерительных систем (ИИС) определения и контроля кинематических и динамических параметров движения спортивных снарядов, а также качества психофизиологических реакций спортсменов, характеризующих состояние центральной нервной системы спортсменов. Для определения информативных параметров предложены и проанализированы математические модели взаимодействия элементов системы “спортсмен-опора-инвентарь”.

Анализ научно-методической литературы, мнения квалифицированных тренеров-практиков и спортсменов, собственный опыт автора, приобретенный за несколько лет работы в комплексных научных группах при сборных командах

Украины по лучшему, санному спорту и бобслею, показал, что современный уровень развития и использования компьютерной техники и автоматизированных средств измерения в учебно-тренировочном процессе сборных команд Украины является недостаточным, что и определило направления исследований, необходимые для разработки ИИС в данной отрасли.

Исходя из специфики таких задач, для определения наиболее информативных параметров выполняемых упражнений проводились математическое моделирование стартового рывка в санном спорте и разгона в бобслее и анализ модели вылета стрелы из спортивного лука. Таковыми оказались разница времен приложения спортсменами усилий к рукояткам боба, время прохождения стартового отрезка, скорость и ускорение саней и боба на нем, скорость вылета стрелы, вибрация лука при этом, а также усилия, прикладываемые спортсменами к стартовым рукояткам в санном спорте.

Рассмотрены методы и средства измерения этих параметров: контактный и оптико-электронный автоматический хронометраж, электромеханическая и импульсная индуктивная спидометрия, акселерометрия и тензометрия. В качестве датчиков и первичных преобразователей соответствующих сигналов при этом использовались специальные контактные пластины, фотоэлектронные приемопередатчики, катушка калиброванного диаметра с нерастяжной нитью и герконовыми датчиками, индуктивные преобразователи, одно- и трехкомпонентные акселерометры, полупроводниковые тензодатчики.

Рассмотрены различные структурные схемы построения ИИС в зависимости от функционального назначения, организации алгоритма функционирования, способа передачи информации между функциональными узлами. Определено, что наиболее перспективным методом проектирования является принцип агрегатно-модульного построения из определенного набора унифицированных узлов. Обобщены основные задачи, определяющие структуру ИИС, применяемых в учебно-тренировочном процессе.

Исходя из этого, предложено общую структурную схему систем, а также отдельные ее модификации с учетом специфики измерений и требований в каждом конкретном случае.

Описаны алгоритмы обработки данных, на основании которых было создано оригинальное программное обеспечение на языке Borland Pascal 7.0 с использованием библиотек TurboVision, а также подпрограмм на языке "Assembler" для выполнения системных операций с векторами прерываний, перечислены его сервисные возможности.

Представлены методики для определения сенсомоторных реакций спортсменов, описана компьютерная программа для автоматизации тестирования.

На основании проведенных исследований был разработан и внедрен в практику подготовки спортсменов высокой квалификации ряд электронных

приборов и информационно-измерительных систем: фотоэлектрического хронометража стартовых отрезков в санном спорте и бобслее; регистрации разницы времен приложения спортсменами усилий к рукояткам боба; спидометрический комплекс для измерения скорости на стартовом отрезке в санном спорте и бобслее; определения скорости вылета стрелы из лука индуктивным способом; акселерометрические комплексы измерения ускорений движения саней и боба при прохождении стартового отрезка в санном спорте и бобслее, а также для контроля параметров и настройки спортивного лука; тензометрического комплекса для измерения усилий, прикладываемых спортсменами к рукояткам при выполнении стартового упражнения в санном спорте.

Приведены их функциональные схемы и описание принципов работы, экспериментальные графики информативных параметров, полученные на учебно-тренировочных сборах сборных команд Украины.

Внедрение предложенных систем позволило существенно повысить объективность оценки параметров выполняемых упражнений и интенсивность учебно-тренировочных занятий по специальной подготовке выполнения старта в санном спорте и бобслее, а также упростить процедуру настройки спортивного лука.

Универсальность структуры реализованных ИИС и разработанного программного обеспечения позволяет использовать их с незначительными доработками и в других видах спорта.

Ключевые слова: информационно-измерительные системы, информативные параметры, математическая модель, кинематические, динамические и психофизиологические параметры, фотоэлектронный хронометраж, спидометрия, акселерометрия, тензометрия, алгоритмы обработки, программное обеспечение.

Sapuzhak I. Ya. Engineering of informative-measuring systems for top level sportsmen preparation. – Manuscript.

Thesis for obtaining of the scientific degree of Candidate of Engineering Sciences on speciality 05.11.16 – informative-measuring systems. – Karpenko Physical-Mechanical Institute of National Academy of Sciences of Ukraine, Lviv, 2002.

Thesis are being devoted to creation of informative-measuring systems of determination and control of sportsmen and sport equipment movement's kinematic and dynamic parameters, completion of psychophysiological reactions testing for evaluation of sportsmen central nervous systems state. Informative parameters of sportsmen and sport equipment movements' parameters have been analysed on the basis of mathematical models of "sportsmen-bob/equipment" interrelations of start exercises completion in luge and bobsleigh and arrow release from sport bow. Methods and structure of informative parameters measuring systems have been worked out. Automatic measuring systems on the PC basis have been worked out and deviations of investigations have been analysed. Developed systems have been implemented into the practice of sportsmen – members of

Ukrainian national teams' training process. Obtained results confirmed high efficiency of working models of automatic systems which measure kinematic and dynamic parameters of sportsmen and sport equipment movements.

Key words: informative-measuring systems, informative parameters, mathematical model, kinematic, dynamic and psychophysiological parameters, photoelektronic chronometrage, spidometry, akselerometry, tensometry, algorithm of treatment, software.