

Міністерство освіти і науки України

Національний університет фізичного виховання і спорту України

ХМЕЛЬНИЦЬКА ЮЛІЯ КОСТЯНТИНІВНА

УДК: 796.92.071.5

МОДЕЛЮВАННЯ КОМПОНЕНТІВ ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ  
ПІДГОТОВЛЕНOSTІ КВАЛІФІКОВАНИХ ЛИЖНИКІВ-ГОНЩИКІВ  
З УРАХУВАННЯМ УМОВ ЗМАГАЛЬНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

24.00.01 – олімпійський і професійний спорт

Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня  
кандидата наук з фізичного виховання і спорту



Київ – 2018

Дисертацією є рукопис

Роботу виконано в Національному університеті фізичного виховання і спорту України, Міністерство освіти і науки України

**Науковий керівник** доктор біологічних наук, професор **Філіппов Михайло Михайлович**, Національний університет фізичного виховання і спорту України, професор кафедри медико-біологічних дисциплін

**Офіційні опоненти:**

доктор біологічних наук, професор **Фурман Юрій Миколайович**, Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського, завідувач кафедри медико-біологічних основ фізичного виховання та фізичної реабілітації;

кандидат педагогічних наук, старший науковий співробітник **Павлік Анатолій Іванович**, Державний науково-дослідний інститут фізичної культури і спорту, завідувач лабораторії діагностики функціонального стану організму спортсменів

Захист відбудеться 28 вересня 2018 р. о 12 год. 30 хв. на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 26.829.01 Національного університету фізичного виховання і спорту України (03150, Київ–150, вул. Фізкультури, 1).

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Національного університету фізичного виховання і спорту України (03150, Київ–150, вул. Фізкультури, 1).

Автореферат розісланий 27 серпня 2018 р.

Учений секретар  
спеціалізованої вченої ради



В. І. Воронова

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність.** Лижні гонки є одним з основних видів зимових Олімпійських ігор, що обумовлює високу популярність цього виду спорту у світі. При цьому поступове зростання спортивних результатів, поява нових змагальних дисциплін вимагають постійного пошуку нових теоретико-методологічних підходів до системи підготовки висококваліфікованих спортсменів. Так встановлено, що прояв індивідуальних можливостей спортсменів в лижних гонках залежить від рівня функціональної підготовленості спортсменів, що зумовлюється особливими умовами змагальної діяльності, які необхідно враховувати при плануванні засобів і методів їх підготовки.

Провідні спеціалісти лижного спорту, такі як Б. Н. Шустін (1995); І. Н. Хохлов (1997); О. І. Камаєв (1999); Т. І. Раменська (2002); А. Г. Баталов, Н. А. Храмов (2002) та інші відмічають, що для підвищення планомірної та цілеспрямованої функціональної підготовки лижникам-гонщикам необхідно враховувати, перш за все, метричні та часові параметри змагального навантаження на різних компонентах рельєфу дистанцій, прокладених на складно пересіченій місцевості.

Причому в лижних гонках саме підйом є елементом траси, де наявність навіть незначної переваги може значно покращити змагальний результат. На думку ряду авторів – В. Н. Манжосова, М. Г. Огольцова (1987); І. В. Єреміна (1993); Т. І. Раменської (2002) – загальна протяжність підйомів досягає 50 % довжини дистанції, і на їх подолання спортсмени витрачають 43–51 % всього часу гонки.

Аналіз змагальної діяльності провідних лижників-гонщиків світу та України свідчить про те, що найбільш вагомою складовою їх спортивного результату є ефективність роботи на підйомах лижних трас різної довжини та складності (В. В. Мулік, 2005).

Актуальність дослідження обумовлена пошуком резервів поліпшення результативності змагальної діяльності лижників-гонщиків у зазначеному напрямі, які в значній мірі залежать від функціональних можливостей спортсмена при подоланні підйомів різної складності. Зі зростанням спортивно-кваліфікаційного рівня підготовки лижники поступово переходять на більш складні за рельєфом траси. Характеризуючи параметри складності трас, більшість авторів справедливо відносять до них крутизну та довжину підйомів, суму перепадів висот, складність та гармонійність (В. В. Балахничев, Ф. П. Суслов, Б. Н. Шустін, 1996; А. Г. Баталов, Н. А. Храмов, 2002; Н. Н. Пархоменко, 2005).

Всі підйоми на лижних трасах, що долаються з максимально можливою швидкістю залежно від характеру енергетичного забезпечення організму лижників-гонщиків, умовно можна поділити на три групи: короткі, з часом проходження до 18 с, де робота здійснюється, в основному, за рахунок анаеробних алактатних процесів; середні – до 60 с, коли переважають анаеробні гліколітичні процеси та довгі – до 150 с, на яких анаеробна гліколітична продуктивність досягає максимуму, але посилюється роль аеробних джерел енергії. При цьому сумарний час, витрачений на подолання цих підйомів при проходженні дистанцій, різний (М. Hoffmann, P. Clifford, S. E. Gaskill, 2000; Т. І. Раменська, 2002; А. Г. Баталов, Н. А. Храмов, 2002). Тобто, хоча аеробний метаболізм в лижних гонках є основним

енергетичним джерелом, однак на підйомах певної довжини та крутизни повною мірою проявляються і анаеробні процеси, які визначають змагальний результат лижника-гонщика (V. A. Kolupaev, D. A. Dyatlov, A. V. Okishor, I. Y. Meinikov, 2004; A. C. Бахарєва, А. П. Ісаєв, О. Б. Цейлікман, А. С. Амінов, 2016).

Безумовно, така ефективність, в першу чергу, забезпечується активністю кардіореспіраторної системи організму. Відомо, що основною умовою для забезпечення необхідної швидкості протікання окислювальних реакцій у дихальному ланцюгу є підтримка парціального тиску  $O_2$  на певному рівні. Зі збільшенням м'язового навантаження і підвищенням швидкості утилізації  $O_2$  тканинами напруження в них падає (Ю. М. Фурман, 2015), що призводить до розвинення гіпоксії навантаження та утворення кисневого боргу (М. М. Філіппов, 2010).

Аналіз спеціальної літератури та практичний досвід свідчать, що досі майже відсутні науково обгрунтовані рекомендації щодо особливостей проходження різних ділянок лижних трас та складання вимог, які висуваються до функціональної підготовленості лижників.

**Зв'язок роботи з науковими планами, темами.** Дисертаційну роботу виконано відповідно до «Зведеного плану науково-дослідної роботи в сфері фізичної культури і спорту на 2011–2015 рр.» за темою 2.22 «Розробка комплексної системи визначення індивідуально-типологічних властивостей спортсменів на основі прояву геному» (№ державної реєстрації 0106U010778) та Плану науково-дослідної роботи НУФВСУ на 2016-2020 рр. за темою 2.28 «Особливості соматичних, вісцеральних та сенсорних систем у кваліфікованих спортсменів на різних етапах підготовки» (№ державної реєстрації: 0116U001632). Здобувач є співвиконавцем наукових тем.

**Мета дослідження** – удосконалення функціональної підготовленості кваліфікованих лижників-гонщиків шляхом моделювання її компонентів в умовах, максимально наближених до змагальної діяльності.

**Завдання дослідження:**

1. Дослідити сучасні підходи щодо розвитку функціональної підготовленості кваліфікованих спортсменів, які спеціалізуються у лижних гонках за даними спеціальної науково-методичної літератури та мережі Інтернет.

2. Дослідити динаміку показників функціональної підготовленості спортсменів-лижників під час подолання трас різного ступеню складності.

3. Розробити модельні характеристики компонентів функціональної підготовленості кваліфікованих лижників-гонщиків з урахуванням специфічних умов лижних та лижеролерних трас.

4. Обгрунтувати практичні рекомендації щодо вдосконалення системи функціональної підготовленості кваліфікованих лижників-гонщиків з урахуванням особливостей їх змагальної діяльності.

**Об'єкт дослідження** – компоненти функціональної підготовленості спортсменів, що спеціалізуються в лижних гонках.

**Предмет дослідження** – модельні характеристики компонентів функціональної підготовленості кваліфікованих лижників-гонщиків, необхідних для ефективного подолання лижних трас різного ступеню складності.

### **Методи дослідження:**

– *теоретичні*: аналіз і узагальнення спеціальної літератури, матеріалів мережі Інтернет, що дозволило отримати загальне уявлення про ступінь розробленості досліджуваних проблем, виявити основні дані за темою дисертаційного дослідження; метод моделювання; систематизація та узагальнення інформації про об'єкт і предмет дослідження. На основі проаналізованої науково-методичної літератури були визначені мета, завдання, актуальність та новизна роботи. Аналіз літературних даних також дозволив узагальнити існуючі теоретичні уявлення щодо структури функціональної підготовленості лижників-гонщиків, сучасні уявлення про тренувальну та змагальну діяльність спортсменів у лижних гонках, розглянути питання щодо впливу функціональної підготовленості на спортивний результат спортсменів, які спеціалізуються у лижних гонках.

– *емпіричні*: аналіз офіційних протоколів змагань з лижних гонок, який дозволив виявити особливості змагальної діяльності у лижних гонках, зокрема – режими подолання різних відрізків змагальної дистанції; педагогічне спостереження і контроль для дослідження функціональної підготовленості лижників-гонщиків шляхом оцінки стану серцево-судинної та дихальної систем;

– *перетворювальний педагогічний експеримент* проводився з метою перевірки доцільності застосування запропонованого методичного підходу раціонального подолання підйомів різної крутизни кваліфікованими лижниками-гонщиками;

– *методи статистичної обробки даних*: методи математичної статистики (описова статистика; вибірковий метод; непараметричний критерій Уїлкоксона; кореляційний аналіз за формулою Браве-Пірсона, факторний та множинний регресійний аналіз) застосовували для аналізу сукупностей емпіричних даних на різних етапах дослідження; систематизацію матеріалу та первинну математичну обробку виконували із використанням інтегрованих статистичних і графічних пакетів «Statistica 7.0» (StatSoft Inc., США, 2007) і редактора таблиць «Excel 2003, 2007» (Microsoft, США).

**Наукова новизна** отриманих результатів полягає в тому, що **вперше**:

➤ розроблено модельні характеристики компонентів функціональної підготовленості лижників-гонщиків з урахуванням особливостей змагальної діяльності;

➤ розроблено практичні рекомендації щодо підготовки кваліфікованих лижників-гонщиків до умов змагальної діяльності на основі використання моделей компонентів їх спеціальної підготовленості;

**здобули подальший розвиток** існуючі теоретичні положення системи підготовки кваліфікованих лижників-гонщиків залежно від доцільності моделювання компонентів функціональної підготовленості з урахуванням особливостей проходження лижних трас різної складності;

**доповнено** критерії оцінки визначення функціональної підготовленості кваліфікованих лижників-гонщиків;

**підтверджені** дані щодо структури спеціальної функціональної підготовленості лижників-гонщиків та ролі кардіореспіраторної системи як провідного механізму формування сприятливої адаптації організму.

**Практична значущість** отриманих результатів роботи полягає в підвищенні якості контролю спеціальної працездатності спортсменів, що спеціалізуються в

лижних гонках, що забезпечує прогнозування компонентів функціональної підготовленості спортсменів до тренувальної та змагальної діяльності. Запропонована система оперативного та поточного контролю спеціальної витривалості та працездатності спортсменів-лижників в умовах змагальних навантажень на основі оцінки функціональних можливостей кардіореспіраторної системи з урахуванням швидкості пересування, профілю траси, висоти над рівнем моря тощо. Результати проведених досліджень впроваджено в програми спортивної підготовки національної команди України з лижних гонок на етапі реалізації індивідуальних можливостей, що підтверджено відповідними актами впровадження (2009–2010 рр., м. Київ).

Основні положення та результати дослідження впроваджено в освітній процес кафедри медико-біологічних дисциплін і кафедри легкої атлетики, велосипедного та зимових видів спорту Національного університету фізичного виховання і спорту України. Отримані нові наукові данні доповнюють зміст лекцій та практичних занять з дисциплін «Фізіологічні механізми адаптації та функціональні резерви організму», «Адаптація системи дихання організму спортсменів», «Адаптація серцево-судинної системи організму спортсменів», «Теорія і методика тренерської діяльності в обраному виді спорту (лижні гонки)» та «Адаптація функціональних систем спортсменів у легкій атлетиці» (2017–2018 рр., м. Київ). Впровадження підтверджено відповідними актами.

**Особистий внесок здобувача** у спільно опубліковані наукові праці полягає у виборі методів, організації та проведенні досліджень, інтерпретації результатів і формулюванні висновків роботи. Внесок співавторів – допомога у визначенні напрямку досліджень, їх організації, обробці матеріалів дослідження та обговоренні результатів.

**Апробація результатів** здійснювалася шляхом публікації науково-методичних праць та виступів на наукових конгресах і конференціях: XIII XIV, XV Міжнародних наукових конгресах «Сучасний олімпійський спорт і спорт для всіх» (2009 – 2011 рр.); Міжнародній науковій конференції ГУФВС Республіки Молдова «Актуальні проблеми методології підготовки кваліфікованих спортсменів» (Кишинів, 2010); I Міжнародній заочній науково-практичній конференції «Проблеми, досягнення та перспективи розвитку медико-біологічних та спортивних наук» (Херсон, 2015); III Міжнародній науково-практичній конференції «Педагогіка і сучасні аспекти фізичного виховання» (Краматорськ, 2017); I Всеукраїнській науково-практичній Інтернет-конференції «Удосконалення тренувального процесу в зимових видах спорту (в тому числі і спортсменів з обмеженими можливостями, Харків, 2017); а також на науково-практичних конференціях кафедр біології людини, біології спорту та медико-біологічних дисциплін Національного університету фізичного виховання і спорту України (2010, 2011, 2015, 2016, 2017 рр.).

**Публікації:** основні положення дисертаційного дослідження викладено у 14 наукових працях, серед них 7 опубліковано у фахових виданнях України, затверджених МОН України (4 з яких включено у міжнародні наукометричні бази), 6 публікацій апробаційного характеру, 1 публікація додатково відображає наукові результати дисертації.

**Структура та обсяг дисертації.** Дисертація складається зі вступу, п'яти розділів, практичних рекомендацій, висновків, списку використаної літератури (206 джерел, із яких 47 відображають результати досліджень зарубіжних фахівців) і додатків (5). Загальний обсяг дисертаційної роботи становить 201 сторінка, ілюстрована 22 таблицями, 15 рисунками.

## ОСНОВНИЙ ЗМІСТ

У **вступі** обґрунтовано актуальність досліджуваної проблеми, визначено мету, завдання, об'єкт і предмет дослідження, розкрито наукову новизну і практичну значущість роботи, показано особистий внесок здобувача в спільно опубліковані наукові праці, подано інформацію про апробацію результатів роботи і впровадження їх у практику, зазначено кількість публікацій, у яких викладено основні положення дисертаційної роботи, структуру та обсяг дисертації.

У першому розділі дисертації **«Особливості функціональної підготовленості і змагальної діяльності спортсменів, які спеціалізуються в лижних гонках»** проаналізовано та узагальнено дані вітчизняних і закордонних авторів з питання вдосконалення функціональної підготовленості кваліфікованих лижників-гонщиків шляхом моделювання її компонентів в залежності від умов змагальної діяльності.

Аналіз науково-методичної літератури і досвід спортивної практики свідчать про те, що для підвищення ефективності спортивного тренування необхідно знати особливості функціональної підготовленості та її складових, які в сукупності визначають досягнення високих спортивних результатів, з подальшим її моделюванням (В. Н. Селуянов, 1998; П. Янсен, 2007; О. А. Скиба, 2009; С. В. Сайкін, 2007; М. М. Філіппов, Д. Н. Давиденко, 2010; В. М. Платонов, 2015; А. С. Бахарєва, 2016). Оцінка компонентів функціональної підготовленості може відображати ті оптимальні значення продуктивності функцій і працездатності, які спортсмен досягає в процесі напруженої м'язової діяльності (В. М. Платонов, 2015). Питанням вивчення функціональної підготовленості спортсменів для досягнення ними найвищих спортивних результатів присвячено роботи В. С. Селуянова, 1991; В. Н. Міщенко, А. І. Павліка, А. С. Сухановського, 2000; Н. П. Грачова, 2002; С. Н. Котляра, 2002; О. М. Лисенко, 2003; А. Ю. Аджиппо, 2004; В. Н. Плохого, 2005; П. Шлікенрідера, 2008; А. А. Кузнєцова, 2014; В. М. Платонова, 2015 та ін.

Для кваліфікованих лижників-гонщиків найбільш значущими складовими, що визначають функціональну підготовленість спортсменів, є морфологічні особливості будови тіла, можливості біоенергетичних систем організму, особисті психологічні якості, техніко-тактична підготовленість (В. А. Булкін, 1983; К. М. Блещунова, Т. І. Дорофєєва, 2004; А. Г. Баталов, Н. А. Храмов, 2002). Недостатній акцент фахівцями лижного спорту робиться на підведенні функціональної підготовленості лижників-гонщиків до конкретних умов змагань (М. А. Аграновський, С. К. Фомін., В. І. Пивоварова 1980; В. В. Кардюков, В. Н. Манжосова, 1981; О. І. Камаєв, 1999; Т. І. Раменська, 2004; А. Г. Баталов, 2004, В. М. Плохой, 2005; В. П. Карленко, 2016; А. С. Бахарєв, А. П. Ісаєв, В. В. Єрлих, А. С. Амінов, 2016; P. Carlsson, M. Ainegren, M. Tinnsten, D. Sundström, V. Esping, A. Koptioug, M. Bäckström, 2016 та ін.). Тому був проведений аналіз технічних характеристик лижних трас, на яких здійснюється змагальна діяльність в лижних гонках, зокрема, таких складових, як довжина

дистанції і характер прокладання лижної траси; відповідно участь у змаганнях вимагає від лижника-гонщика збалансованого рівня функціональної підготовленості. Планування змагального та тренувального навантаження на підйомах різної довжини і крутизни є необхідною умовою підготовки лижників-гонщиків, сприяє розвитку спеціальних якостей і поліпшенню їх енергетичної продуктивності (А. Г. Баталов, 1993; Т. І. Раменська, 2014; Г. В. Пучинський, 2014; А. Ю. Людиніна, 2016; А. Павлік, С. Дрюков, Н. Поліщук, Н. Панюшкіна, 2016 та ін.).

Ефективність управління тренувальним процесом залежить від моделювання різних компонентів функціональної підготовленості спортсмена (Б. Н. Шульгін, 1995; Т. І. Раменська, 2002; М. Є. Бурдіна, 2007; В. О. Кашуба, 2010; Н. В. Добринська, 2013). Незважаючи на достатню кількість наукових розробок стосовно цієї проблематики в різних видах спорту, в лижних гонках до теперішнього часу ця проблема розглядалася фрагментарно. У зв'язку з цим моделювання функціональної підготовленості кваліфікованих спортсменів в лижних гонках на різних ділянках дистанції змагання є актуальним науковим напрямом і вимагає детального обґрунтування і вивчення.

У другому розділі «**Методи та організація дослідження**» наведено методи й етапи дослідження, що спрямовані на вирішення завдань дисертаційної роботи, а також відомості про контингент учасників. Використано такі методи: аналіз та узагальнення літературних даних за темою роботи; аналіз офіційних протоколів змагань з лижних гонок; педагогічне спостереження та контроль, що передбачав визначення функціональної підготовленості лижників шляхом моніторингу стану кардіореспіраторної системи; педагогічний експеримент; метод моделювання функціональної підготовленості спортсменів з урахуванням умов змагальної діяльності; методи математичної статистики.

Дослідження проводили на базі лабораторії теорії і методики спортивної підготовки і резервних можливостей спортсменів НДІ і кафедри біології спорту Національного університету фізичного виховання і спорту України. Тестування спеціальної витривалості і реалізації функціональних можливостей організму спортсменів в природних умовах подолання змагальної дистанції проводилося на навчально-спортивній базі «Тисовець» (Львівська обл.) за участю співробітників лабораторії теорії і методики спортивної підготовки і резервних можливостей спортсменів НДІ НУФВСУ. У лабораторних дослідженнях взяли участь 20 лижників віком 21–34 рр. з наступною кваліфікацією: майстер спорту міжнародного класу – 1 особа, майстер спорту – 5 осіб, кандидат в майстри спорту – 14 осіб. З них 10 жінок і 10 чоловіків. Усі спортсмени були членами Національної збірної команди України з лижних гонок.

Дослідницька робота проводилася в декілька етапів, в період з 2009 по 2017 рр., кожен з яких мав певні завдання:

На першому етапі (листопад 2009 – березень 2010 рр.) було проаналізовано та опрацьовано сучасний науково-методичний матеріал різних авторів, опублікований у відкритій пресі, узагальнено досвід практичної роботи тренерів. Вивчено профілі трас, складність підйомів, їх довжину та інші характеристики гомологації лижних трас. Проведено апробацію інструментального комплексу шляхом проведення попередніх досліджень.



На другому етапі (квітень – жовтень 2010 року) проведено серію досліджень, за допомогою яких в лабораторних умовах і умовах навчально-тренувального процесу вивчалися компоненти функціональної підготовленості лижників-гонщиків з урахуванням особливостей змагальної діяльності, визначалася оптимальна структура функціональних можливостей спортсменів, виявлялися фактори, що визначають її формування у лижників при проходженні підйомів різної складності. На цьому етапі було також проведено педагогічний експеримент, метою якого було оволодінню спортсменами раціональній тактиці подолання підйомів, брали участь 8 лижниць-гонщиць високої кваліфікації, яких було розділено «основну» та «контрольну» групи.

На третьому етапі (листопад 2010 – грудень 2017 рр.) було проведено систематизацію, обробку і аналіз отриманих даних, виявлено найбільш інформативні показники і критерії функціональної підготовленості лижників. Розроблено моделі функціональної підготовленості лижників високої кваліфікації з урахуванням особливостей змагальної діяльності, розроблено практичні рекомендації, реалізовано впровадження результатів досліджень у практику підготовки спортсменів. Виконано оформлення дисертаційної роботи, представлення її до апробації і офіційного захисту.

У третьому розділі **«Реалізація функціональної підготовленості кваліфікованих лижників-гонщиків в умовах тренувальної та змагальної діяльності»** на основі аналізу гомологації лижних трас наведено результати визначення вимог до функціонального потенціалу організму кваліфікованих лижників-гонщиків для його подальшої ефективної реалізації в тренувальних і змагальних умовах.

Ефективність змагальної діяльності в лижних гонках значною мірою залежить від гомологаційних характеристик лижних трас, що визначають особливості реалізації функціональних можливостей спортсменів (В. Скиреня, 2009). У роботі для визначення найбільш значущих для лижників-гонщиків гомологаційних характеристик лижних трас проаналізовано протоколи результатів чемпіонатів світу та зимових Олімпійських ігор з 1998 по 2014 рр.

При обробці протоколів аналізувалися наступні характеристики лижних трас: протяжність дистанції, км; перепад висот (HD), м; максимальний підйом (MC), м; сума перепадів висот (TC), м; довжина кола, м; кількість кіл; складність траси, м (розраховувалася за Т. І. Раменською, 2002), які були поділені на чотири групи змагальних дистанцій: спринтерські, стайерські, дистанції марафону та естафети. Оцінюючи розраховану для виділених груп дистанцій складність трас, можна зробити висновок, що більших значень вона досягає на стайерських дистанціях і естафетах, менших – на марафонських і спринтерських (рис. 1).

Крім гомологаційних характеристик лижних трас, також аналізувалися тимчасові і швидкісні характеристики змагальної діяльності, що дозволило вивчити динаміку спортивних результатів і тенденції розвитку лижних гонок, тому що спортсменам і тренерам необхідно враховувати швидкість пересування спортсмена по дистанції як особисту, так і порівняльну з основними конкурентами, яка становить близько  $6-7 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$  залежно від умов гонки.

З метою дослідження залежності між показниками гомологації лижних трас та спортивними результатами лижників-гонщиків на міжнародних змаганнях, проведено кореляційний аналіз статистичних результатів, згідно з яким, на

результат гонки найбільше впливають сума перепадів висот ( $r = 0,37$ ), кількість кіл на дистанції ( $r = 0,26$ ) і довжина максимального підйому ( $r = 0,25$ ). На щільність результатів у гонці впливає також довжина кола спортивної дистанції ( $r = 0,48$ ). На час проходження змагальної дистанції спортсменами команди України впливає сума перепадів висот ( $r = 0,45$ ) і кількість кіл на дистанції ( $r = 0,23$ ). Коефіцієнти кореляції статистично значущі на рівні  $p < 0,05$ . Все це дозволяє індивідуалізувати тактичну і функціональну підготовку спортсменів-лижників.

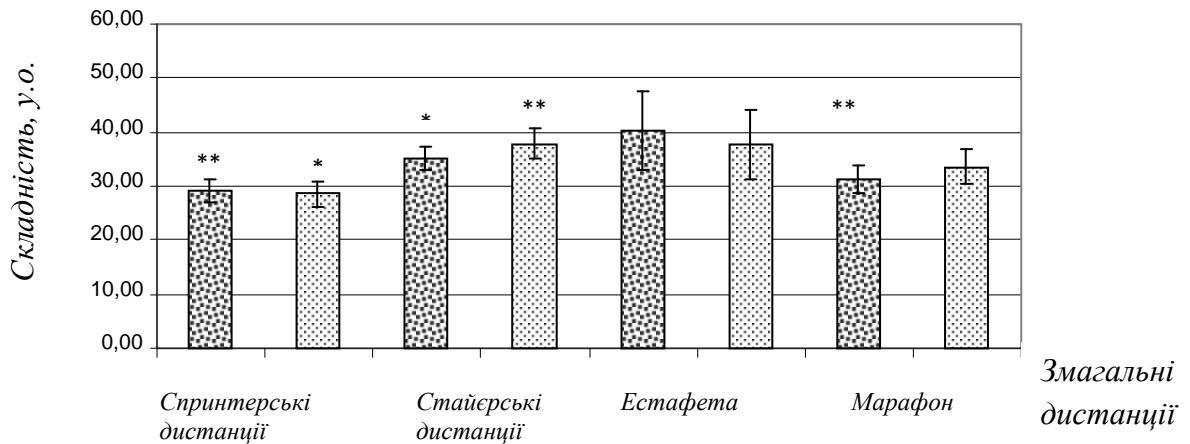




Рис. 1. Показник складності лижних трас на чемпіонатах світу і зимових Олімпійських іграх (з 1998 по 2014 рр.), де:

-  - жінки;
-  - чоловіки

\* – різниця між показниками жінок і чоловіків статистично значуща на рівні  $p < 0,05$ ; \*\* –  $p < 0,01$

Функціональна підготовленість спортсменів в лижних гонках, що вимагає переважного прояву витривалості, багато в чому залежить від можливостей кардіореспіраторної системи організму (D. R. Bassett, E. T. Jr. Howley, 2000; T. Astorino, 2012). У зв'язку з цим, одним із завдань досліджень було вивчення можливостей систем дихання і кровообігу при навантаженнях різної потужності.

У спортсменів-чоловіків, які спеціалізуються в лижних гонках і мають кваліфікацію КМС, в тесті зі східчасто-зростаючим навантаженням середня потужність роботи (P) становила ( $\bar{x} \pm S$ )  $288,2 \pm 9,17$  Вт з частотою  $57,33 \pm 8$  кроків за хвилину, у МС та МСМК ці показники були значно вищі: потужність –  $300,7 \pm 1,3$  Вт, частота –  $64,11 \pm 1,35$  кроків за хвилину. Хвилинний об'єм дихання (ХОД) при роботі у КМС досяг  $160,1 \pm 22,4$  л·хв<sup>-1</sup> (МС, МСМК –  $187,2 \pm 4,2$  л·хв<sup>-1</sup>), при збільшенні частоти дихання до  $55,3 \pm 6,9$  дих·цикл·хв<sup>-1</sup> (МС, МСМК –  $58,1 \pm 1,65$  дих·цикл·хв<sup>-1</sup>) і дихальному обсязі  $2,9 \pm 0,3$  л (МС, МСМК –  $3,5 \pm 0,27$  л). Оцінка інтегральних показників кваліфікованих лижників-чоловіків показала наступні значення:  $VO_{2max}$  –  $68,8 \pm 5,9$  мл·хв<sup>-1</sup>·кг<sup>-1</sup> (МС, МСМК –  $75,9 \pm 1,7$  мл·хв<sup>-1</sup>·кг<sup>-1</sup>), максимальна концентрація лактату на третій хвилині відновлення  $14,4 \pm 4,3$  ммоль·л<sup>-1</sup> (МС, МСМК –  $20,9 \pm 1,1$  ммоль·л<sup>-1</sup>),  $RQ_{max}$  –  $1,1 \pm 0,1$  (МС, МСМК –  $1,3 \pm 0,1$ ).

Аналогічно, як і для чоловіків, був проведений аналіз метаболічних процесів, дихальної та серцево-судинної систем у жінок. У процесі виконання роботи зареєстровано такі результати ергометрії: у КМС потужність бігу  $209,2 \pm 16,9$  Вт (МС, МСМК –  $236,7 \pm 2,1$  Вт), темп –  $53,5 \pm 6,61$  (МС, МСМК –  $60,0 \pm 1,3$ ) кроків за

хвилину. У КМС ХОД зростав до  $109,9 \pm 12,3$  л·хв<sup>-1</sup> (МС, МСМК – до  $134,2 \pm 3,0$  л·хв<sup>-1</sup>) при частоті дихання  $55,4 \pm 7,4$  дих·цикл·хв<sup>-1</sup> (МС, МСМК –  $62,0 \pm 1,12$  дих·цикл·хв<sup>-1</sup>) і дихальному об'ємі  $2,0 \pm 0,2$  л (МС, МСМК –  $2,9 \pm 0,23$  л).  $VO_{2max}$  у спортсменок досягало  $55,6 \pm 5,8$  мл·хв<sup>-1</sup>·кг<sup>-1</sup> (МС, МСМК –  $65,1 \pm 1,3$  мл·хв<sup>-1</sup>·кг<sup>-1</sup>), максимальна концентрація лактату на третій хвилині відновлення відповідно  $11,3 \pm 3,4$  ммоль·л<sup>-1</sup> і  $16,5 \pm 2,8$  ммоль·л<sup>-1</sup>, ЧСС<sub>max</sub> –  $190,9 \pm 11,4$  уд·хв<sup>-1</sup> (МС, МСМК –  $205,0 \pm 2,0$  уд·хв<sup>-1</sup>), RQ<sub>max</sub> –  $1,1 \pm 0,1$  (МС, МСМК –  $1,2 \pm 0,1$ ). Концентрація лактату на рівні ПАНО<sub>1</sub> у КМС –  $2,82 \pm 0,50$  ммоль·л<sup>-1</sup>, на рівні ПАНО<sub>2</sub> –  $4,95 \pm 1,45$  ммоль·л<sup>-1</sup> (МС, МСМК –  $5,71 \pm 0,12$  ммоль·л<sup>-1</sup>).

Таким чином, можна стверджувати, що для спортсменів, які спеціалізуються в лижних гонках, характерним є високий рівень розвитку і реалізації як аеробного, так і анаеробного механізмів енергозабезпечення м'язової діяльності, оптимізація діяльності кардіореспіраторної системи.

На підставі проведених досліджень було проаналізовано функціональні характеристики організму лижників-гонщиків на початку і наприкінці підготовчого періоду. Було визначено збільшення максимальної потужності роботи в групі жінок на 6 %, у групі чоловіків – на 11 %, потужності ПАНО<sub>2</sub> у жінок – на 13 %, чоловіків – на 19 %. Максимальний ХОД збільшився у жінок на 18 %, у чоловіків – на 5 %, на рівні ПАНО<sub>2</sub> – на 25 % і 8 % відповідно.  $V_{O2max}$  в групі жінок збільшилося на 12 %, а у чоловіків – на 4 %, на рівні ПАНО<sub>2</sub> – на 19 % і 12 % відповідно.

Для отримання інформації про функціональні можливості організму спортсменів, що спеціалізуються в лижних гонках, як при проходженні змагальної дистанції в цілому, так і при подоланні її окремих ділянок (на колах, підйомах різної довжини і крутизни), проводилися дослідження, що моделюють змагальну діяльність, на навчально-тренувальній базі «Тисовець» (Львівська область) на початку (липень) і наприкінці підготовчого періоду (вересень).

Лижники-гонщики виконували контрольне подолання змагальної дистанції класичним стилем на лижеролерах. Дистанція для жінок становила 6 км (з роздільним стартом, два кола по 3 км), для чоловіків – 10 км (з роздільним стартом, три кола по 3,33 км). Окремі ділянки профілів маршрутів наведено на рисунку 2.

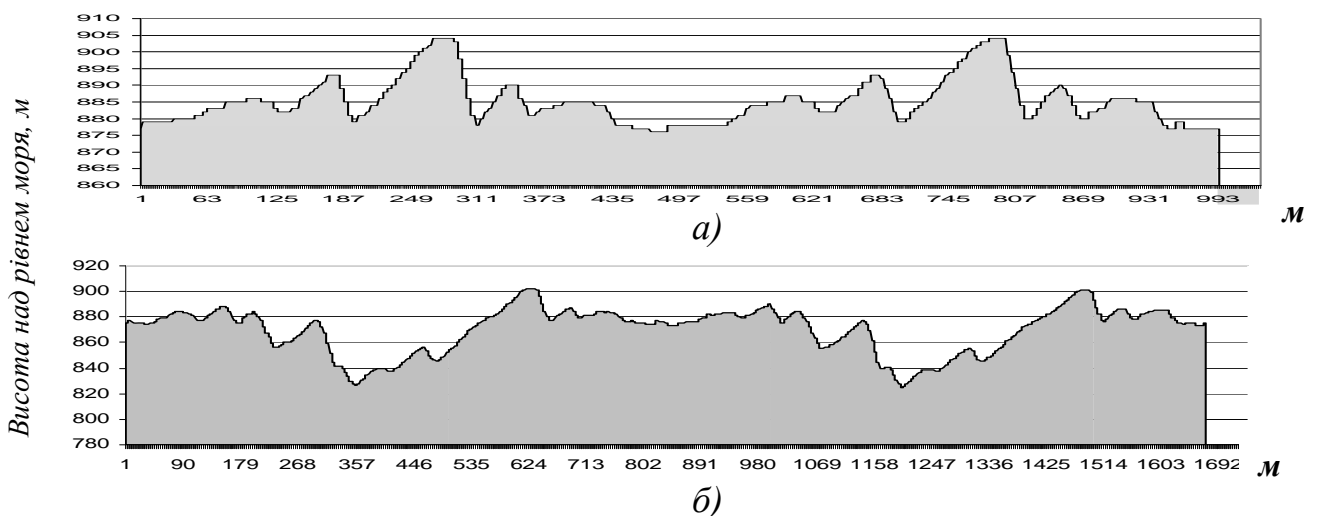


Рис. 2. Ділянки профілю дистанції для: жінок (а), чоловіків (б)

Згідно з міжнародними стандартами, дистанція для жінок була прокладена на трасі зі слабопересіченим, для чоловіків – з пересіченим профілем (табл. 1).

Таблиця 1

### Характеристика профілю лижних трас спортивної бази «Тисовець»

| Дистанція | Характер траси   | Сума перепадів висот (ТС), м | Складність траси (d), м | Гармонійність траси | Кількість підйомів різної крутизни |                     |                   | Загальна протяжність спусків, % довжини дистанції | Загальна протяжність підйомів, % довжини дистанції |
|-----------|------------------|------------------------------|-------------------------|---------------------|------------------------------------|---------------------|-------------------|---|--|
|           |                  |                              |                         |                     | Головний підйом (А)                | Короткий підйом (В) | Крутий підйом (С) |   |  |
| 6 км      | Слабо-пересічена | 148                          | 25                      | 1,41                | 1                                  | 2                   | -                 | 32,7  | 47   |
| 10 км     | Пересічена       | 354                          | 35,4                    | 1,41                | 2                                  | 2                   | -                 | 39,1  | 41,3   |

При аналізі швидкості проходження різних ділянок траси було визначено, що середня швидкість на підйомах коливалася від 3,55 до 5,19 м·с<sup>-1</sup>, на спусках – від 7,76 до 15,5 м·с<sup>-1</sup> (табл. 2).

Таблиця 2

### Зміни ЧСС, швидкості та часу подолання підйомів на дистанції

| Показник                     | 1-й короткий підйом |      |           |      | 2-й головний підйом |      |           |      | 3-й короткий підйом |      |           |       |
|------------------------------|---------------------|------|-----------|------|---------------------|------|-----------|------|---------------------|------|-----------|-------|
|                              | початок             |      | вершина   |      | початок             |      | вершина   |      | початок             |      | вершина   |       |
|                              | $\bar{x}$           | S    | $\bar{x}$ | S    | $\bar{x}$           | S    | $\bar{x}$ | S    | $\bar{x}$           | S    | $\bar{x}$ | S     |
| ЧСС, уд·хв <sup>-1</sup>     | 119,4               | 23,2 | 174,6     | 12,9 | 155,3               | 11,4 | 189,3     | 11,4 | 175,7               | 15,3 | 182,9     | 10,29 |
| Швидкість, м·с <sup>-1</sup> | 7,76                | 1,23 | 4,27      | 0,76 | 10,42               | 1,46 | 3,55      | 0,64 | 10,64               | 1,74 | 4,88      | 0,93  |
| Час, с                       | 162,81±39,77        |      |           |      | 246,52±21,87        |      |           |      | 183,34±31,45        |      |           |       |

При тестуванні реалізації функціональних можливостей, на початку підготовчого періоду у жінок максимальна потужність роботи склала 383,7±3,2 Вт, наприкінці підготовчого періоду – 402,6±7,5 Вт (приріст 4,9 %). У чоловіків спостерігалися аналогічні зміни.

Для лижниць високого класу зафіксовано такі значення: ХОД – 140,5±17,4 л·хв<sup>-1</sup>; VO<sub>2</sub>max 4,2±0,3 л·хв<sup>-1</sup> (66,8±5,1 ·хв<sup>-1</sup>·кг<sup>-1</sup>); виділення CO<sub>2</sub> – 3,8±0,3 л·хв<sup>-1</sup>; дихальний коефіцієнт – 0,9±0,1 у.о.; ЧСС – 195,3±5,3 уд·хв<sup>-1</sup>; кисневий пульс – 24,08±8,7 мл O<sub>2</sub>·уд·хв<sup>-1</sup>.

У спортсменів-чоловіків спостерігалися наступні значення реалізації функціонального потенціалу в умовах, що моделюють подолання змагальної дистанції: ХОД – 190,7±21,3 л·хв<sup>-1</sup>; VO<sub>2</sub>max 5,4±0,6 л·хв<sup>-1</sup>; виділення CO<sub>2</sub> – 5,8±0,7 л·хв<sup>-1</sup>; дихальний коефіцієнт – 1,0±0,1 у.о.; ЧСС – 195,0±5,1 уд·хв<sup>-1</sup>; кисневий пульс – 27,7±9,6 мл O<sub>2</sub>·уд·хв<sup>-1</sup>.

Було встановлено, що при подоланні лижниками змагальної дистанції основним

джерелом енергопродукції є аеробні можливості, рівень реалізації яких у процесі роботи може досягати 92–95 % максимальних значень. Водночас було виявлено, що значна роль у енергозабезпеченні організму лижників-гонщиків належала і анаеробним джерелам, внесок яких під час подолання підйомів досягав 80 %. При оцінюванні функціональних можливостей кваліфікованих лижників на початку і наприкінці підготовчого періоду було визначено, що  $\dot{V}O_2$  на підйомах підвищувалося на 2,8 %, а виділення  $CO_2$  ( $VCO_2$ ) – на 3,5 %, на коротких підйомах виділення  $CO_2$  зменшувалося на 1,8 %. Найбільш високе збільшення внеску анаеробних механізмів в енергетичне забезпечення організму було визначено на головних підйомах, про що свідчили значення  $VCO_2$  та надлишку виділеного  $CO_2$  ( $ExcCO_2$ ).

Таким чином, можна відмітити, що як аеробні, так і анаеробні процеси організму лижників-гонщиків змінюються відповідно до рельєфу траси. Під час подолання підйомів переважають анаеробні процеси, інтенсивність яких знижується на спусках.

Запропонований підхід до врахування аналізу рельєфу трас дозволив діагностувати функціональні можливості організму спортсменів, впорядкувати процес підготовки до змагальної діяльності, тісно пов'язати його зі структурою підготовленості спортсменів.

Отримані експериментальним шляхом наукові дані щодо впливу складності лижних трас на прояв функціональної підготовленості кваліфікованих лижників-гонщиків в умовах їх тренувальної діяльності визначили доцільність проведення спеціальних досліджень щодо виявлення ефективності моделювання їх функціональної підготовленості з урахуванням умов змагальної діяльності.

У четвертому розділі **«Моделювання компонентів функціональної підготовленості лижників-гонщиків з урахуванням умов змагальної діяльності»** було розроблено модельні характеристики окремих параметрів функціональної підготовленості лижників-гонщиків високої кваліфікації, підтверджено достовірний взаємозв'язок між можливостями реалізації компонентів функціональних можливостей організму і гомологаційними характеристиками лижних трас.

Аналізуючи дані досліджень, проведених у польових умовах, можна підтвердити той факт, що характеристики анаеробної продуктивності організму лижників-гонщиків змінюються відповідно до рельєфу траси.

У групі жінок швидкість подолання головних підйомів на 23 % виявилася меншою, ніж при проходженні коротких підйомів. Відповідно і потужність роботи була меншою на 13 %. Функціональні показники переважно були вищими при подоланні головних підйомів: частота дихання збільшилася на 7,38 %, ХОД – на 5,87 %,  $\dot{V}O_2$  – на 3,24 %, виділення  $CO_2$  – на 12 %, дихальний коефіцієнт – на 9,4 %, вентиляційний еквівалент за  $O_2$  – на 2,65 %, ЧСС – на 3,45 %, кисневий пульс – на 2,64 %. Вентиляційний еквівалент за  $CO_2$  знизився на 7,23 %.

Чоловіки долали головні підйоми на 16 % повільніше, ніж короткі, відповідно і потужність роботи виявилася меншою на 8,6 %. При подоланні головних підйомів, на відміну від коротких, більш високими були: частота дихання на 3,56 %, ХОД – на 0,26 %,  $\dot{V}O_2$  – на 4,76 %, виділення  $CO_2$  – на 10,65 %, дихальний коефіцієнт – на

5,12 %, ЧСС – на 3,95 %, кисневий пульс – на 1,45 %. Більше збільшення споживання  $O_2$  і виділення  $CO_2$  порівняно з ХОД свідчить про підвищення економічності функціонування системи дихання при подоланні головного підйому, що підтверджує також зниження вентиляційного еквіваленту за  $O_2$  на 6 % і вентиляційного еквіваленту за  $CO_2$  – на 11,78 %.

Для наочності результати отриманих характеристик функціональної підготовленості лижників при проходженні підйомів різної крутизни нами були представлені схематично (рис. 3). Встановлено, що проходження з максимальною швидкістю як головних, так і коротких підйомів викликає граничне посилення анаеробного обміну організму спортсменів. Про це свідчать високі величини  $ExcCO_2$ , особливо на головних підйомах.

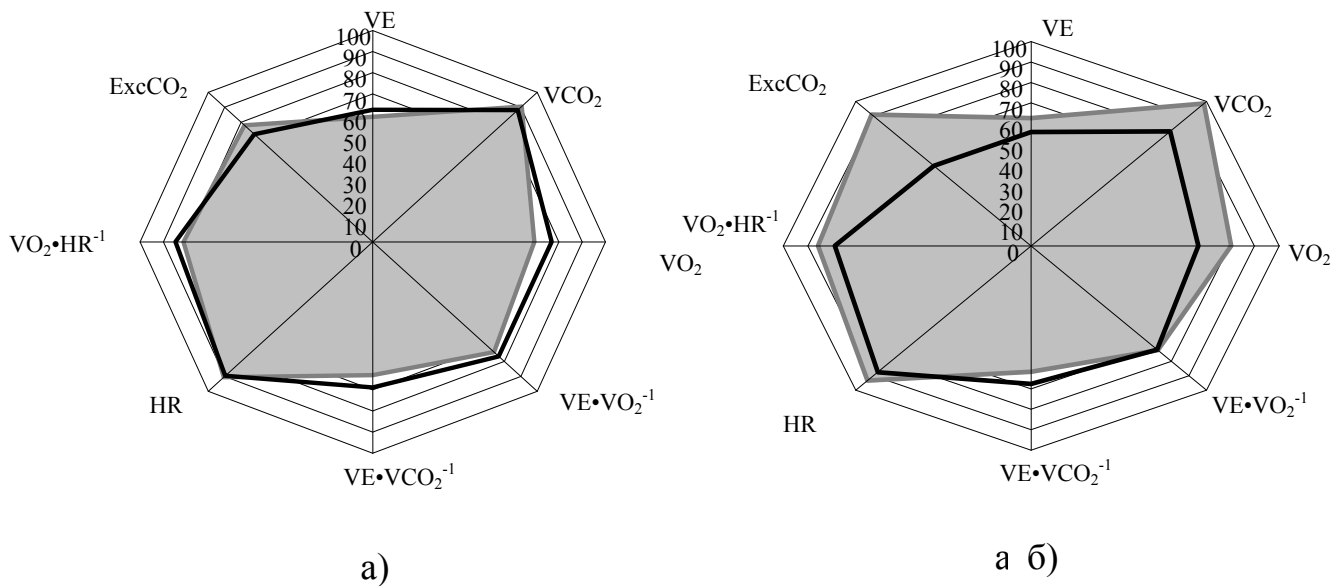


Рис. 3. Показники функціональної підготовленості лижників-гонщиків в умовах, що моделюють проходження змагальної дистанції (у відсотках максимального значення): а – жінки, б – чоловіки:

- головний підйом;
- короткий підйом

Помітно, що у жінок і чоловіків лижників-гонщиків при загальній подібності фізіологічних реакцій при подоланні підйомів різної крутизни існують і характерні відмінності. Так, у чоловіків більш високим, ніж у жінок, виявився відсоток збільшення  $ExcCO_2$  на головному підйомі (92 % і 80 % відповідно).

Якщо у жінок відсоток збільшення  $VCO_2$  незалежно від крутизни підйомів майже незмінний, то у чоловіків він був вищим на головному підйомі (100 % і 82 % відповідно). Тобто доля анаеробних процесів енергозабезпечення у них виявилася більшою.

Для визначення біоенергетичних особливостей реалізації спеціальної працездатності кваліфікованих лижників було проведено факторний аналіз отриманих результатів. Виявлено, що рівень функціонування кардіореспіраторної системи кваліфікованих лижників-гонщиків визначається, в першу чергу, аеробною потужністю, можливостями апарату дихання і кровообігу (табл. 3). Так, найбільшу

значущість мали абсолютні і питомі показники споживання кисню ( $r = 0,96$ ;  $p < 0,05$ ) і граничні значення потужності роботи ( $r = 0,73$ ;  $p < 0,05$ ).

Таблиця 3

**Фактори, які характеризують прояв спеціальної працездатності  
лижників-гонщиків**

| Показник   | Фактори               |                     |                         |  |
|--|-----------------------|---------------------|-------------------------|--|
|  | Аеробні<br>можливості | Зовнішнє<br>дихання | Анаеробні<br>можливості | Кут нахилу<br>підйому та<br>потужність |
| Швидкість, $\text{м} \cdot \text{с}^{-1}$                          | <b>-0,73</b>          | -0,24               | -0,38                   | -0,29                                  |
| Кут нахилу підйому   | 0,28                  | 0,20                | 0,22                    | 0,90                                   |
| P, Вт  | -0,35                 | -0,04               | -0,10                   | 0,88                                   |
| $V_T$ , л  | 0,03                  | <b>-0,79</b>        | 0,17                    | -0,01                                  |
| f, дих.цикл·хв <sup>-1</sup>                                       | -0,01                 | <b>0,98</b>         | -0,02                   | 0,01                                   |
| $V_E$ , л·хв <sup>-1</sup>   | 0,12                  | <b>0,80</b>         | 0,29                    | 0,19                                   |
| $VO_2$ , л·хв <sup>-1</sup>  | <b>0,96</b>           | 0,01                | 0,15                    | 0,01                                   |
| $VCO_2$ , л·хв <sup>-1</sup>                                       | 0,58                  | 0,03                | <b>0,79</b>             | 0,04                                   |
| $VO_2 \cdot \text{м}^{-1}$ , мл·хв <sup>-1</sup> ·кг <sup>-1</sup> | <b>0,97</b>           | -0,01               | 0,12                    | -0,03                                  |
| RQ, у.о.   | -0,03                 | 0,05                | <b>0,98</b>             | 0,06                                   |
| $V_E/VO_2$ , у.о.  | -0,69                 | 0,62                | 0,12                    | 0,16                                   |
| $V_E/VCO_2$ , у.о.   | -0,52                 | 0,50                | -0,61                   | 0,07                                   |
| ЧСС, уд·хв <sup>-1</sup>   | -0,22                 | 0,57                | 0,22                    | 0,14                                   |
| $VO_2 \cdot \text{HR}^{-1}$ , мл $O_2$ ·уд·хв <sup>-1</sup>        | 0,68                  | -0,46               | 0,36                    | -0,20                                  |
| Ехс $CO_2$ , у.о.  | 0,20                  | 0,04                | <b>0,96</b>             | 0,05                                   |
| Сума навантажувальних<br>змінних                                   | 32,3                  | 25,6                | 23,8                    | 18,3                                   |
| Внесок фактора в загальну<br>дисперсію, %                          | 28,34                 | 23,63               | 21,09                   | 12,43                                  |

Примітка. Жирним шрифтом виділені факторні навантаження, які статистично значущі на рівні  $p < 0,05$

Таким чином, можна стверджувати, що прояв механізмів реалізації аеробної продуктивності пов'язаний зі швидкістю  $VO_2$  ( $r = 0,96$ ;  $p < 0,05$ ) та утворенням і виведенням із організму  $CO_2$  ( $VCO_2$ ) –  $r = 0,79$ ;  $p < 0,05$ , відповідний зв'язок спостерігався із дихальним коефіцієнтом ( $r = 0,98$ ;  $p < 0,05$ ) і Ехс $CO_2$  ( $r = 0,96$ ;  $p < 0,05$ ). Тобто, досягнення високого рівня результативності в лижних гонках неможливе без реалізації анаеробних можливостей.

У результаті проведених досліджень в лабораторних умовах, на підставі регресійних рівнянь отримано модельні характеристики компонентів функціональних можливостей організму лижників при досягненні ПАН $O_2$ , які враховували показники, необхідні для підтримання швидкості  $6,2 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$  ( $22,3 \text{ км} \cdot \text{год}^{-1}$ ) на дистанції. Таким чином аналізувалися резерви реалізації функціональних можливостей в умовах, що моделюють подолання змагальної дистанції (рис. 4).

Отже, було розроблено та експериментально апробовано спосіб використання даних, отриманих в лабораторних умовах для прогнозування швидкості пересування

в природних умовах подолання лижної дистанції, енергетичних витрат і економічних способів пересування на лижах.

Побудовані регресійні залежності між показниками, що визначають спеціальну працездатність лижників і особливостями рельєфу трас показали, що функціональна підготовленість висококваліфікованих лижників-гонщиків детермінована можливостями максимальної аеробної і анаеробної продуктивності, а також різним проявом економічності зовнішнього дихання в умовах інтенсивної м'язової діяльності.

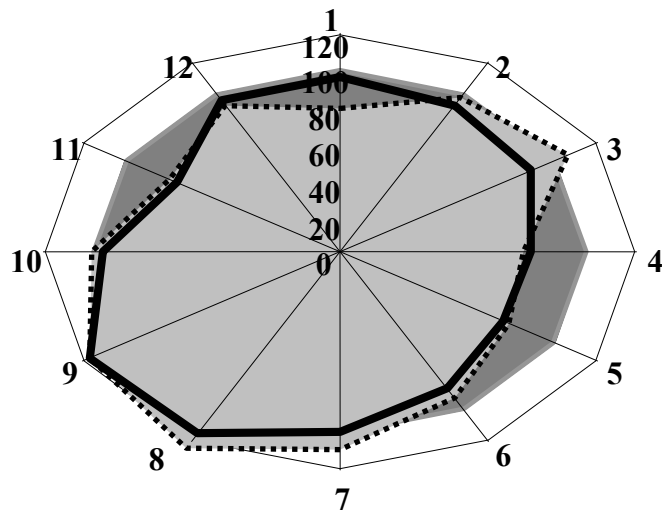


Рис. 4. Значення функціональних показників лижників-гонщиків при моделюючому проходженні змагальної дистанції 6 км ( відсоток належного значення):

- належні значення;
- середні по групі;
- індивідуальні значення;

де: 1 – дихальний об'єм; 2 – частота дихання; 3 – ХОД; 4 –  $\dot{V}O_2$ ; 5 –  $\dot{V}CO_2$ ; 6 – інтенсивність  $\dot{V}O_2$  (на 1 кг маси тіла); 7 – дихальний коефіцієнт; 8 – вентиляційний еквівалент за  $O_2$ ; 9 – вентиляційний еквівалент за  $CO_2$ ; 10 – ЧСС; 11 – кисневий пульс, 12 –  $\text{ExhCO}_2$

Побудоване регресійне рівняння (формула 1) на основі взаємозв'язку показників функціональної підготовленості та особливостей різних підйомів, дозволило оцінити вплив крутизни підйомів і швидкість їх подолання на реалізацію функціональних можливостей організму спортсменів, інтегральною оцінкою яких є  $\dot{V}O_2$ .

$$\dot{V}O_2 = 0.4658 + 0.3146 * x + 0.1731 * y - 0.0099 * x * x - 0.0081 * x * y - 0.0049 * y * y \quad (1)$$

Розроблена на цій основі модель (рис. 5) дозволила виявити, що між  $\dot{V}O_2$ , кутом підйому і швидкістю його подолання існує нелінійна залежність, яка багато в чому



визначається індивідуальними функціональними резервами організму спортсменів, які залежать від його функціональної підготовленості.

Крім показників, за якими оцінюють досягнення спортивного результату в лижних гонках, та споживання  $O_2$ , обрано і ті, які характеризують аеробні і анаеробні механізми енергозабезпечення:  $ExcCO_2$  і ЧСС.

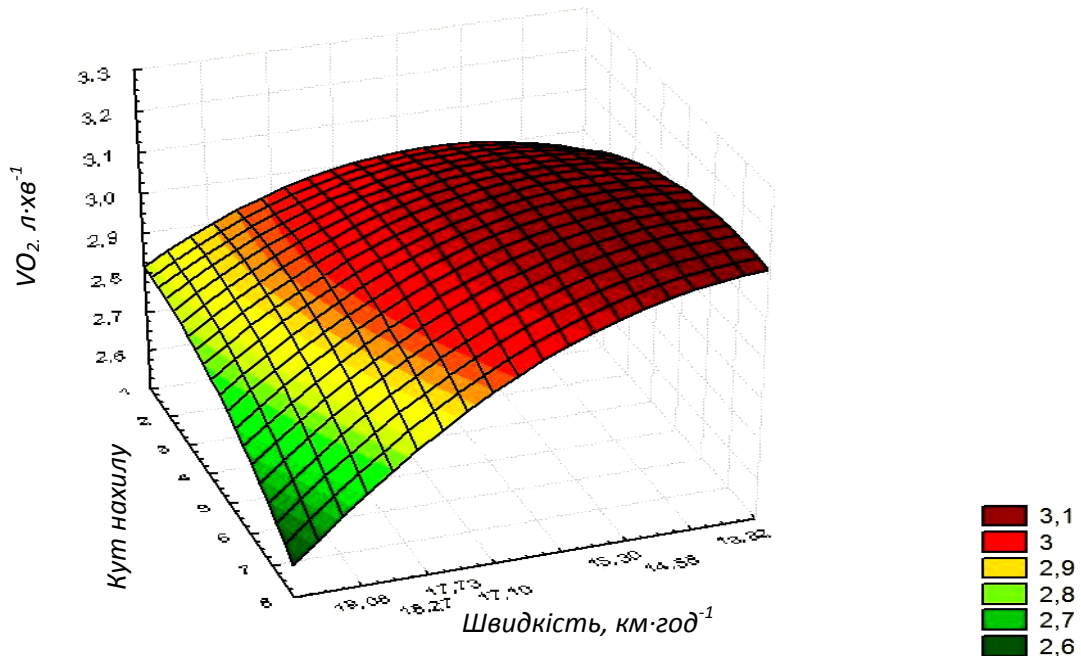


Рис. 5. Модель взаємозв'язку аеробної продуктивності лижників-гонщиків зі швидкістю подолання підйомів та їх крутизною

Було побудовано регресійне рівняння залежності ЧСС, кута нахилу підйому та швидкості подолання змагальної дистанції (формула 2.)

$$ЧСС = -91.8166 + 25.0722 * x + 21.3079 * y - 0.5411 * x * y + 0.0303 * x * y \quad (2)$$

На основі отриманого рівняння побудовано модель взаємозв'язку ЧСС та метричних характеристик лижних трас (рис. 6), за допомогою якої встановлено, що для досягнення високого результату в лижних гонках недостатньо розвивати лише аеробні можливості організму спортсменів. Необхідно враховувати і внесок анаеробної продуктивності в роботу, тому що саме анаеробні механізми енергозабезпечення дозволяють лижникам швидко та ефективно долати підйоми різної складності, які складають більше 50 % всієї довжини траси.

Певною мірою отримані дані відобразили взаємозв'язок спеціальної працездатності кваліфікованих лижників з виявленою нами економізацією фізіологічної системи дихання в умовах спеціальних навантажень.

У результаті проведеного аналізу побудовано регресійне рівняння взаємозв'язку  $ExcCO_2$  з кутом підйому і швидкістю його подолання (формула 3).

$$ExcCO_2 = 293,7016 - 26,9873 * x - 18,1987 * y + 0,6726 * x * x + 0,6419 * y * y \quad (3)$$

На його основі побудовано модель взаємозв'язку показників кута підйому, швидкості його подолання із  $\text{ExhCO}_2$ , яка відобразила процеси анаеробного метаболізму в організмі (рис. 7), що дозволило визначити оптимальний діапазон реалізації анаеробної лактатної потужності в лижників-гонщиків високого класу.

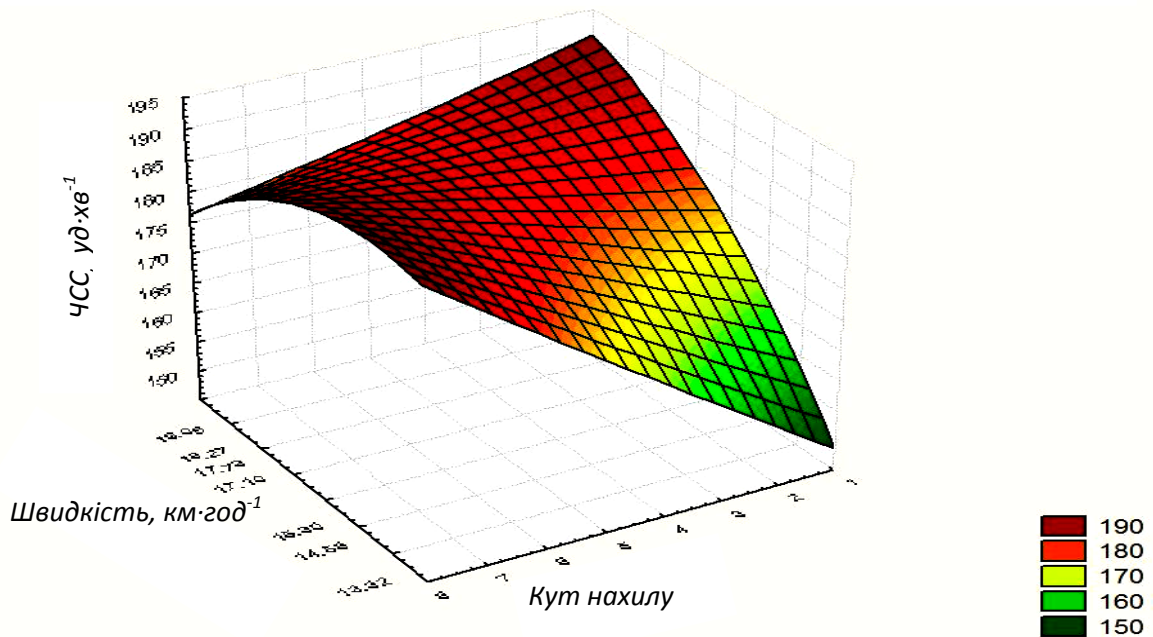


Рис. 6. Модель взаємозв'язку ЧСС лижників-гонщиків зі швидкістю подолання підйомів та їх крутизною

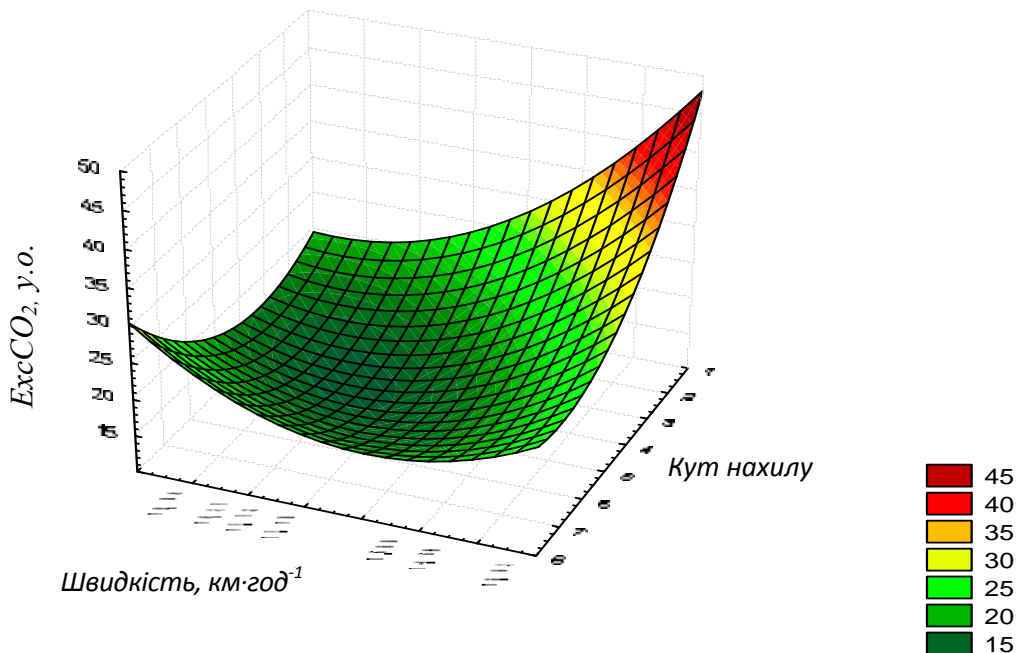


Рис. 7. Модель взаємозв'язку  $\text{ExhCO}_2$  лижників-гонщиків зі швидкістю подолання підйомів та їх крутизною

Отже даний аналіз показав, що орієнтуючись на взаємодію певних показників при оцінці функціональних можливостей спортсменів високого класу, можна суттєво впливати на ефективність реалізації спеціальної працездатності лижників, що може бути використано в підготовці спортсменів.

Для підтвердження отриманих даних проведено педагогічний експеримент, у якому взяли участь вісім спортсменок високої кваліфікації (дві групи по чотири людини в кожній – «основна» та «контрольна»). В основній групі вносилися корективи до тренувального процесу, тоді як спортсменки контрольної групи тренувалися за стандартною програмою.

Запропонований підхід полягав у тому, що за допомогою статистичного аналізу визначалися характеристики найбільш ймовірних підйомів майбутнього спортивного сезону, а потім у процесі аналізу функціональних особливостей спортсменів розраховувалися передбачувані варіанти подолання найбільш ймовірних підйомів. Спортсменкам основної групи індивідуально пропонували найбільш раціональні техніки подолання підйомів і режими навантажень, при цьому побудова тренувального процесу мала відмінність від попереднього, який використовувався традиційно (табл. 4).

Таблиця 4

**Основні відмінності в методичних підходах побудови тренувального процесу лижниць основної та контрольної груп**

| <i>Контрольна група</i>   | <i>Основна група</i>  |
|---|---|
| <i>Тренувальний процес</i>  |   |
| На основі використання методів і засобів передзмагальної підготовки без урахування аналізу майбутньої змагальної діяльності.<br>Тренування на трасах для лижних гонок | На основі визначення складності лижної траси і функціональних можливостей лижниць, необхідних для змагальної діяльності.<br>Тренування на трасах, адекватних умовам змагальної дистанції основних стартів |
| <i>Педагогічний контроль спеціальної підготовленості</i>  |   |
| Показники тестів спеціальної підготовленості  | Кількісні критерії модельних характеристик змагальної діяльності  |
| <i>Оцінка результатів змагальної діяльності</i>   |   |
| <i>Індивідуальні спортивні результати в змаганнях</i>   |   |

Результати педагогічного експерименту показали, що запропоновані методичні прийоми, спрямовані на виявлення найбільш ймовірних в майбутньому сезоні характеристик підйомів, на визначення в процесі моделюванні найбільш раціональних варіантів тактики подолання підйомів і на навчання спортсменів раціональної тактики, сприяли підвищенню спеціальної підготовленості спортсменів.

Підтвердженням стала закономірна зміна динаміки швидкості у спортсменок, які пройшли цикл навчання, порівняно з тим, що спостерігалось на початку педагогічного експерименту (табл. 5).

Показником ефективності запропонованого підходу став вищий рівень підтримки середньої швидкості протягом всієї дистанції у спортсменок основної групи порівняно з контрольною. Тобто, результати педагогічного експерименту дають підставу стверджувати, що розроблений і апробований підхід до підготовки лижників-гонщиків долати різні підйоми з урахуванням індивідуального рівня функціональної підготовленості, показав позитивний ефект, що підтверджується приростом змагальних результатів.

Таблиця 5

**Значення середньої швидкості пересування спортсменок і ЧСС на підйомах різної крутизни,  $\bar{x} \pm S$**

| Кут нахилу | Показник                     | Основна група |            | Контрольна група |           |
|------------|------------------------------|---------------|------------|------------------|-----------|
|            |                              | 1 круг        | 2 круг     | 1 круг           | 2 круг    |
| 5,7        | Швидкість, м·с <sup>-1</sup> | 5,23±0,15*    | 5,18±0,13  | 5,06±0,27        | 5,03±0,24 |
|            | ЧСС, уд·хв <sup>-1</sup>     | 178,7±2,3     | 181,6±7,9* | 176,4±1,1        | 179,9±7,8 |
| 8,9        | Швидкість, м·с <sup>-1</sup> | 4,83±0,20*    | 4,79±0,06* | 4,13±0,18        | 3,51±0,11 |
|            | ЧСС, уд·хв <sup>-1</sup>     | 181,6±2,3     | 182,3±2,8* | 186,2±1,4        | 186,7±3,6 |
| 11,6       | Швидкість, м·с <sup>-1</sup> | 4,50±0,21*    | 3,77±0,06* | 3,53±0,12        | 3,41±0,06 |
|            | ЧСС, уд·хв <sup>-1</sup>     | 188,3±1,9     | 189,4±3,7  | 188,9±3,2        | 190,1±3,5 |

*Примітка.* \* – різниця між показниками основної і контрольної груп статистично значуща на рівні  $p < 0,05$

У п'ятому розділі «Аналіз та узагальнення результатів дослідження» узагальнюються результати дисертаційної роботи, обговорюються отримані дані.

**Підтверджуючими** є дані про закономірності перебігу процесів адаптації організму протягом річного циклу підготовки і розвитку функціональних можливостей лижників за умови збереження досягнутого рівня при переході від підготовчої до спеціальної роботи (М. А. Аграновський, С. К. Фомін, В. І. Пивоварова 1980; В. В. Кардюков, В. Н. Манжосова, 1981; О. І. Камаєв, 1999; В. М. Плохой, 2005; В. П. Карленко, 2016; А. С. Бахарев, А. П. Ісаєв, В. В. Єрлих, А. С. Амінов, 2016; Р. Carlsson, М. Ainegren, М. Tinnsten, D. Sundström, В. Esping, А. Koptioug, М. Bäckström, 2016; В. М. Платонов, 2015); про структуру спеціальної функціональної підготовленості та роль її компонентів у розвитку спеціальної витривалості (Н. П. Грачова, 2002; С. Н. Котляр, 2002; Т. І. Раменська, 2002; А. А. Кузнецова, 2014); про роль кардіореспіраторної системи як провідного механізму формування сприятливої адаптації організму спортсменів, в забезпеченні як аеробного, так і анаеробного енергообміну (В. Н. Міщенко, 2000; О. М. Лисенко, 2003; А. І. Павлік, 2014; М. М. Філіппов, 2010; Ю. М. Фурман, 2015).

Результати наших досліджень **доповнюють** теоретичні положення, вдосконалення функціональної підготовленості лижників-гонщиків на різних ділянках дистанції (В. В. Балахничев, Ф. П. Сулов, Б. Н. Шустін, 1996; А. Г. Баталов, Н. А. Храмов, 2002; Н. Н. Пархоменко, 2005; В. В. Мулік, 2005). Так, обґрунтовано, що в лижних гонках основним є аеробний механізм енергозабезпечення, але з підвищенням потужності роботи, зокрема, при подоланні підйомів, зростає вклад анаеробного механізму. Доповнено відомості про особливості функціональної реакції організму лижників-гонщиків на дистанції і

підйомах різної складності (А. Г. Баталов, 1993; Т. І. Раменська, 2014; Г. В. Пучинський, 2014; А.Ю. Людиніна, 2016), показано підстави для їх вдосконалення.

**Абсолютно новим** є те, що вперше визначено модельні характеристики компонентів функціональних можливостей лижників-гонщиків під час проходження головних (крутих і протяжних) та коротких підйомів, які дають можливість корекції реакцій фізіологічних систем за рахунок формування високоспеціалізованої спрямованості тренувального процесу і індивідуального підбору режимів інтенсивності навантажень лижників. Модельні характеристики подолання підйомів різної складності можуть бути покладені в основу системи оцінки компонентів спеціальної працездатності лижників-гонщиків на різних ділянках змагальної дистанції.

## ВИСНОВКИ

1. Аналіз спеціальної літератури та мережі Інтернет показав, що на цей час недостатньо розроблена і науково обґрунтована технологія тренувального процесу спортсменів, які спеціалізуються у лижних гонках, на етапі спортивного вдосконалення. Практично відсутні дослідження щодо шляхів вдосконалення функціональних можливостей організму спортсменів для успішності проходження ділянок лижних трас різної складності; недостатньо при цьому приділяється уваги моделюванню різних сторін функціональної підготовленості.

2. Структура спеціальної працездатності кваліфікованих лижників-гонщиків багато в чому залежить від можливостей функціонування кардіореспіраторної системи, яка значною мірою визначає характер реалізації енергетичних процесів при проходженні лижних трас різної складності, тобто певним співвідношенням внеску аеробних і анаеробних джерел енергозабезпечення в залежності від особливостей змагальної діяльності.

На рівнинних ділянках поточний енергообмін у лижників-гонщиків забезпечується переважно аеробними джерелами, про що свідчать максимальні величини  $\dot{V}O_2\text{max}$ , компенсація ацидотичних процесів при відносній економізації кардіореспіраторної системи (вентиляційний еквівалент за  $O_2$  досягає максимальних значень). При проходженні головних і коротких підйомів в організмі спортсменів найбільшою мірою використовуються анаеробні джерела енергоутворення (їх внесок зростає до 80 %).

3. Високий рівень функціональної підготовленості лижників-гонщиків характеризується істотним збільшенням значення потужності  $\dot{P}ANO_2$  (у спортсменів-лижників рівня КМС  $288,20 \pm 9,17$  Вт, у МС і МСМК –  $300,70 \pm 1,30$  Вт), більш високою концентрацією лактату в крові ( $14,40 \pm 1,43$  і  $20,90 \pm 1,10$  ммоль·л<sup>-1</sup> відповідно) і підвищеним кисневим пульсом ( $21,81 \pm 1,19$  і  $28,60 \pm 1,40$  мл·серц.скор<sup>-1</sup>).

4. Реалізація функціонального потенціалу організму спортсменів-чоловіків в умовах, що моделюють подолання змагальної дистанції, характеризується збільшенням легеневої вентиляція до  $190,7 \pm 21,3$  л·хв<sup>-1</sup>; споживанням  $O_2$  – до  $5,4 \pm 0,6$  л·хв<sup>-1</sup>; виділенням  $CO_2$  – до  $5,8 \pm 0,7$  л·хв<sup>-1</sup>; дихального коефіцієнта – до  $1,0 \pm 0,1$  у.о. ; ЧСС – до  $195,0 \pm 5,1$  уд·хв<sup>-1</sup>; кисневого пульсу – до  $27,7 \pm 9,6$  мл $O_2$ ·уд·хв<sup>-1</sup>.

Функціональні можливості організму кваліфікованих лижниць в процесі моделювання проходження змагальної дистанції характеризуються досягненням легеневої вентиляції до  $140,5 \pm 17,4$  л·хв<sup>-1</sup>; споживання O<sub>2</sub> – до  $3,8 \pm 0,3$  л·хв<sup>-1</sup> ( $66,8 \pm 5,1$  мл·хв<sup>-1</sup>·кг<sup>-1</sup>); виділення CO<sub>2</sub> – до  $4,2 \pm 0,3$  л·хв<sup>-1</sup>; дихального коефіцієнта – до  $0,9 \pm 0,1$  у.о.; ЧСС – до  $195,3 \pm 5,3$  уд·хв<sup>-1</sup>; кисневого пульсу до –  $24,08 \pm 8,76$  млO<sub>2</sub>·уд·хв<sup>-1</sup>.

5. Взаємозв'язок між компонентами функціональної підготовленості кваліфікованих лижників-гонщиків з характеристиками рельєфу змагальних трас показав, що найвищий його рівень був між показниками складності рельєфу траси і такими компонентами функціональної підготовленості як: вентиляційний еквівалент за O<sub>2</sub> ( $r = -0,78$ ), споживання кисню ( $r = 0,79$ ), кисневий пульс ( $r = 0,68$ ); а також між довжиною змагальної дистанції і вентиляційним еквівалентом за CO<sub>2</sub> ( $r = 0,61$ ),  $p < 0,05$ .

6. Розроблені моделі компонентів функціональної підготовленості кваліфікованих лижників-гонщиків дозволяють оцінити вплив крутизни підйомів і швидкості їх подолання на реалізацію індивідуальних можливостей спортсменів, доцільність їх використання для побудови тренувального процесу лижників-гонщиків з урахуванням різних варіантів подолання підйомів.

7. Встановлена ефективність розробленої методології вдосконалення тренувального процесу лижників-гонщиків, що характеризується позитивною динамікою результатів спеціальної підготовленості, статистично достовірним підвищенням дистанційної швидкості (у середньому на  $0,37$  м·с<sup>-1</sup>,  $p < 0,05$ ) під час подолання підйомів різної крутизни.

8. Кількісні значення модельних характеристик компонентів функціональної підготовленості кваліфікованих лижників-гонщиків можуть бути використані для формування узагальненої моделі змагальної діяльності лижників-гонщиків високої кваліфікації та спортсменів в інших видах спорту, близьких до лижних гонок за фізіологічним впливом на організм.

9. Моделювання функціональних можливостей організму лижників-гонщиків у процесі їх підготовки до відповідальних змагань дозволило розробити практичні рекомендації з управління тренувальним процесом залежно від складності рельєфу траси та особливостей умов проведення змагань.

Перспектива подальших досліджень полягає у пошуку раціональних підходів до удосконалення функціональної підготовленості лижників-гонщиків високої кваліфікації з метою ефективнішого проходження лижних трас різної складності.

## **СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ**

*Наукові праці, в яких опубліковано основні наукові результати дисертації:*

1. Хмельницька Ю. Гомологація лижних трас та вимоги, які висуваються до функціональної підготовленості лижників-гонщиків / Юлія Хмельницька // Спортивний вісник Придніпров'я. – 2010. – № 3. – С. 97–99. Фахове видання України.

2. Хмельницька Ю. К. Сучасні аспекти управління змагальною діяльністю лижників-гонщиків з урахуванням їх функціональної підготовленості

/ Ю. К. Хмельницька // Науковий часопис НПУ імені М. П. Драгоманова. Сер. 15: Науково-педагогічні проблеми фізичної культури (Фізична культура і спорт). – 2010. – Вип. 7. – С. 324–328. Фахове видання України.

3. Хмельницька Ю. Особливості використання засобів спеціальної підготовки лижників-гонщиків у підготовчому періоді річного макроциклу / Юлія Хмельницька, Зоя Смірнова // Теорія і методика фізичного виховання і спорту. – 2011. – № 1. – С. 30–32. Фахове видання України. *Особистий внесок здобувача полягає у формулюванні мети дослідження, визначенні проблеми, узагальненні фактичного матеріалу. Внесок співавторів – допомога в частковому обговоренні результатів дослідження.*

4. Хмельницька Ю. К. Характеристики функціональної напруженості кваліфікованих лижниць при проходженні підйомів різної складності / Ю. К. Хмельницька, М. М. Філіппов // Педагогіка, психологія та медико-біологічні проблеми фізичного виховання і спорту. – 2015. – № 10. – С. 70–76. Фахове видання України, яке включено до міжнародної наукометричної бази: Index Copernicus. *Внесок автора полягає у постановці мети і завдань дослідження, здійсненні дослідження, інтерпретації отриманих даних, формулюванні висновків. Внесок співавторів – допомога в обробці матеріалів дослідження.*

5. Хмельницкая Ю. К. Моделирование реализации функциональных возможностей лыжников-гонщиков при прохождении лыжных трасс разной сложности / Ю. К. Хмельницька // Педагогіка, психологія та медико-біологічні проблеми фізичного виховання і спорту. – 2016. – № 4. – С. 42–49. Фахове видання України, яке включено до міжнародних наукометричних баз: Index Copernicus, Web of Science.

6. Хмельницька Ю. К. Взаємозв'язок гомологаційних характеристик лижних трас з характером реалізації функціональних можливостей організму кваліфікованих лижників-гонщиків / Ю. К. Хмельницька, В. В. Єфанова // Науковий часопис НПУ імені М. П. Драгоманова. Серія 15: Науково-педагогічні проблеми фізичної культури (Фізична культура і спорт). – 2017. – Вип. 3К (84) 17. – С. 499–504. Фахове видання України, яке включено до міжнародної наукометричної бази: Index Copernicus. *Внесок автора полягає в організації та проведенні дослідження, здійсненні статистичної обробки отриманих даних та формулюванні висновків. Внесок співавторів – допомога в проведенні дослідження.*

7. Хмельницкая Ю. К. Функционирование кардиореспираторной системы и энергообеспечение организма квалифицированных лыжниц-гонщиц при прохождении подъемов различной сложности / Ю. К. Хмельницкая, М. М. Филиппов // Наука в олимпийском спорте. – 2018. – № 1. – С. 11–16. Фахове видання України, яке включено до міжнародної наукометричної бази: Index Copernicus. *Особистий внесок здобувача полягає у виявленні проблеми, ретельному аналізі сучасної та іноземної літератури та узагальненні отриманих результатів. Внесок співавторів – участь у обговоренні результатів дослідження.*

***Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:***

1. Нестеров В. Н. Общая характеристика функциональной подготовленности лыжников-гонщиков высокой квалификации / В. Н. Нестеров, Ю. К. Хмельницкая,



3. Д. Смирнова, В. В. Ефанова // Современный олимпийский спорт и спорт для всех : материалы XIII Междун. науч. конгресса, 7–10 окт. 2009 г., Алматы. – Алматы : КазАСТ, 2009. – Т. 2. – С. 249–252. *Особистий внесок здобувача полягає у виявленні проблеми, здійсненні дослідження та формулюванні висновків. Внесок співавторів полягає у формулюванні висновків.*

2. Хмельницкая Ю. К. Особенности гомологации трасс в лыжном спорте / Ю. К. Хмельницкая // Олімпійський спорт і спорт для всіх : матеріали XIV Міжнар. наук. конгр., 5–8 жовт. 2010 р., Київ. – Київ, 2010. – С. 401.

3. Хмельницкая Ю. К. Морфологические характеристики лыжников-гонщиков и биатлонистов высокой квалификации / Ю. К. Хмельницкая // Актуальные проблемы методологии подготовки квалифицированных спортсменов : материалы Междунар. науч. конф., 21–22 окт. 2010 г., Кишинев. – Кишинев, Молдова, 2010. – С. 280–283.

4. Хмельницкая Ю. К. Особенности лыжных трасс и их учет при планировании соревновательной деятельности в лыжных гонках / Ю. К. Хмельницкая // Современный олимпийский спорт и спорт для всех : материалы XV Междунар. науч. конгресса, 12–15 сент. 2011 г., Кишинев. – Кишинев, Молдова, 2011. – Т. 1. – С. 466–470.

5. Хмельницкая Ю. К. Функциональное обеспечение организма лыжников-гонщиков при преодолении подъемов различной сложности / Ю. К. Хмельницкая, В. В. Ефанова // Педагогіка і сучасні аспекти фізичного виховання : зб. наук. праць III Міжнар. наук.-практ. конф., 18–19 квітня 2017 р. – Краматорск : ДДМА, 2017. – С. 207–216. *Внесок автора полягає в організації та проведенні дослідження, здійсненні статистичної обробки отриманих даних та формулюванні висновків. Внесок співавторів – участь у частковому обговоренні результатів дослідження.*

6. Хмельницька Ю. К. Прояви функціональних можливостей спортсменами-лижниками при подоланні змагальних трас в умовах низькогір'я Карпат / Ю. К. Хмельницька, В. А. Пастухова, В. М. Ільїн, М. М. Філіппов // Удосконалення тренувального процесу в зимових видах спорту (в тому числі і спортсменів з обмеженими можливостями) : зб. наук. праць I Всеукр. наук.-практ. Інтернет-конф. – Харків : ХДАФК, 2017. – С.49–58. *Особистий внесок здобувача полягає у виявленні проблеми, здійсненні дослідження та формулюванні висновків. Внесок співавторів полягає у формулюванні висновків.*

***Опубліковані праці, які додатково відображають наукові результати дисертації:***

7. Хмельницька Ю. К. Індивідуально-типологічні властивості функціональної напруженості лижниць високої кваліфікації при проходженні підйомів різної складності / Ю. К. Хмельницька, В. В. Єфанова // Український журнал медицини, біології та спорту. – 2016. – № 1 (1). – С. 273–279. *Внесок автора полягає у постановці мети і завдань дослідження, здійсненні дослідження, інтерпретації отриманих даних, формулюванні висновків. Внесок співавторів – участь у частковому обговоренні результатів дослідження.*



**АНОТАЦІЇ**

**Хмельницька Ю. К. Моделювання компонентів функціональної підготовленості кваліфікованих лижників-гонщиків з урахуванням умов змагальної діяльності.** – На правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата наук з фізичного виховання і спорту за спеціальністю 24.00.01 – олімпійський і професійний спорт. – Національний університет фізичного виховання і спорту України, Київ, 2018.

У дисертаційній роботі подано результати дослідження компонентів функціональної підготовленості кваліфікованих лижників-гонщиків при подоланні підйомів різної складності. Проходження підйомів різної довжини і крутизни супроводжується певним функціональним напруженням організму, змінами в кардіореспіраторній системі, що впливає на ефективність подальшого пересування на спуску і рівнині, при цьому співвідношення аеробної і анаеробної продуктивності змінюється відповідно до рельєфу траси. Показано позитивний ефект використання особливостей джерел енергозабезпечення лижників-гонщиків під час проходження різних відрізків дистанції. Оцінка функціональних можливостей організму при проходженні попередньо вивченої змагальної траси дозволила здійснити спрямоване навчання лижників-гонщиків раціональній тактиці подолання підйомів різної крутизни, сприяє підвищенню спеціальної підготовленості спортсменів. Підтвердженням цього стала закономірна раціональна зміна спортсменками обраної динаміки швидкості пересування на трасі. Отже, ефективність подолання підйомів різної складності в лижних гонках залежить від можливостей реалізації анаеробних механізмів енергозабезпечення, що значною мірою впливає на спортивну результативність.

**Ключові слова:** лижники-гонщики, змагальна діяльність, лижні траси, аеробна та анаеробна працездатність, функціональна підготовленість, моделювання.

**Khmelnytska J. K. Modeling of components of functional preparation of skilled skiers-racers taking into account conditions of competitive activity.** – On the rights of the manuscript.

The dissertation work for a candidate degree in physical education and sports in speciality 24.00.01 – olympic and professional sports. – National university of Ukraine on physical education and sports, Kyiv, 2018.

The dissertation is devoted to theoretical grounding, development and experimental verification of the model characteristics of components of elite ski-racers' functional fitness, depending on conditions of competition functioning.

In skiing kinds of sports there are specific peculiarities of competition's simulation, which are connected with competition conditions, competition's rules and other factors. Leading specialists in skiing note that for systematic and purposeful functional preparation for the highest sports achievements of ski-racers it is necessary to consider metrical and time parameters of competition load on different parts of trail relief. Orientation on competition functioning structure is one of the most important factors, when working out optimal model characteristics of ski-racers. In our works, on the base of systemizing of female-skiers' special fitness indicators, we determined model characteristics of functional fitness quantitative values for conditions of climbing hills of different complexity. We also

conditioned values of aerobic and anaerobic energy supply mechanisms' contribution. Anaerobic mechanisms are one of key components of high results in ski racings, when climbing hills.

Functional fitness of skiers is taken as the basis of sportsmen's workability in conditions of passing competition distance. That is why there is a need in increasing the significance of elite sportsmen's functional potentials' study.

The data, received in our research, permitted to find certain dependence of competition functioning's effectiveness indicators on current functional and working state of sportsmen, reflected in model characteristics. Model characteristics of functional potentials' realization in conditions of simulation of competition distance's passing were worked out on the base of regression models' construction.

For assessment of functional potentials indicators we studied regression dependences between characteristics of skiers' special workability, their functional potentials and specificities of ski trails relief. We found that sportsmen's special workability is determined by indicators of maximal aerobic and anaerobic efficiency, economic character of external breathing in conditions of intensive muscular functioning ( $R=0.71$ ;  $p<0.05$ ). The model, reflecting interconnection of functional fitness indicators and specificities of hills permitted to assess influence of hills steepness and speed of their climbing at distance as well as realization of sportsmen's organism's functional potentials. From many indicators of sports efficiency in ski racings and aerobic (anaerobic) energy supply contribution in work we chose the most significant: level of oxygen consumption, excess of carbon dioxide ( $ExCO_2$ ) and heart beats rate (HBR).

Analysis showed that one of the most problematic questions of increasing of sportsmen's functional potentials is development of respiratory function, compensating metabolic acidosis. Such approach is in agreement with the data of other authors. In the base of this function's assessment is the change of lungs ventilation's reaction, which characterizes organism's ability to release excessive  $CO_2$ . With it, among the found factors of aerobic power, the most significant are absolute and specific indicators of oxygen consumption ( $r=0.96$ ;  $p<0.05$ ) and maximal level of work intensity ( $r=0.73$ ;  $p<0.05$ ). Among the found factors of anaerobic power the highest specific weight belongs to total speed of  $CO_2$  formation and release ( $r=0.79$ ;  $p<0.05$ ), respiratory coefficient ( $r=0.98$ ;  $p<0.05$ ) and excess of formed  $CO_2$  ( $r=0.96$ ;  $p<0.05$ ). It is a factor, which proves impossibility to achieve high efficiency in ski racings without noticeable realization of anaerobic potential in process of competition distance passing. Materials of our researches to certain extent supplement theoretical principles, devoted to the problem of ski racers' functional fitness perfection at different segments of distance. On the base of our researches we worked out model characteristics of most important parameters (functional and competition functioning) of elite sportsmen's fitness. Their application can facilitate maintenance of special workability at high level on all segments of competition distance. Especially it concerns the trails with hills of different steepness. These results can be used for control over special fitness dynamic on stages of preparatory period and realization of individual approach to control over training process.

**Keywords:** skiers-racers, competitive activity, ski tracks, aerobic and anaerobic working capacity, functional preparedness, modeling.

---

Підписано до друку 25.05.2018 р. Формат 60x90/16.  
Ум. друк. арк. 0,9. Обл.- вид. арк. 0,9.  
Тираж 100. Зам. 55.

---

«Видавництво “Науковий світ”»®  
Свідоцтво ДК № 249 від 16.11.2000 р.  
м. Київ, вул. Казимира Малевича (Боженка), 23, оф. 414.  
200-87-15, 050-525-88-77  
E-mail: [nsvit23@ukr.net](mailto:nsvit23@ukr.net)  
Сайт: [nsvit.cc.ua](http://nsvit.cc.ua)