

Міністерство освіти і науки України  
Національний університет фізичного виховання і спорту України

ХУРТИК ДМИТРО ВІКТОРОВИЧ

УДК: 796.92.015.134:616.28-008.13+519.711

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНІЧНИХ ДІЙ ВИСОКОКВАЛІФІКОВАНИХ  
ЛИЖНИКІВ З ПОРУШЕННЯМ СЛУХУ НА ОСНОВІ КОМП'ЮТЕРНОГО  
МОДЕЛЮВАННЯ

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** кандидат наук з фізичного виховання та спорту, доцент **Хмельницька Ірина Валеріївна**, Національний університет фізичного виховання і спорту України, доцент кафедри біомеханіки та спортивної метрології

**Офіційні опоненти:**

доктор наук з фізичного виховання та спорту, професор **Ахметов Рустам Фагимович**, Житомирський державний університет ім. Івана Франка, завідувач кафедри теорії і методики фізичного виховання;

кандидат наук з фізичного виховання та спорту, доцент **Котляр Сергій Миколайович**, Харківська державна академія фізичної культури, декан факультету циклічних видів спорту

Захист відбудеться 28 вересня 2018 р. о 14.00 на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 26.829.01 Національного університету фізичного виховання і спорту України (03150, Київ-150, вул. Фізкультури, 1).

Із дисертацією можна ознайомитися у бібліотеці Національного університету фізичного виховання і спорту України (03150, Київ-150, вул. Фізкультури, 1).

Автореферат розіслано 27 серпня 2018 р.

Учений секретар  
спеціалізованої вченої ради



В. І. Воронова

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність.** Однією з важливих складових сучасного спортивного міжнародного руху є адаптивний спорт. Базуючись на гуманістичних ідеалах, спортивний рух людей з порушеннями фізичного, сенсорного або розумового розвитку є одним з масштабних соціальних явищ сучасності. В адаптивному спорті виділяють два напрями: рекреаційно-оздоровчий спорт та спорт вищих досягнень, де реалізується право кожної особистості на тренувальні заняття та участь в змаганнях (Е. Захарина, 2015; О. В. Котова, 2016; J Winnick, D Porretta, 2010-2016).

Саме тому останнім часом у більшості країн світу все більше уваги приділяють проблемам людей з обмеженими можливостями. Як наслідок, різними державними і громадськими організаціями здійснюються активні заходи із соціальної реабілітації та адаптації такої категорії людей засобами фізичної культури і спорту. Для людей з обмеженими можливостями, які займаються спортом, проводяться різні заходи у форматі від невеликих спортивних змагань до таких масштабних змагань, як Паралімпійські, Дефлімпійські ігри та Спеціальні Олімпіади (Ю. А. Бріскін, 2006–2010, І. О. Когут, 2014; О. В. Борисова, 2014).

В програмі зимових Дефлімпійських ігор п'ять видів спорту. На останніх іграх збірна команда України приймала участь в трьох видах спорту: лижні гонки, керлінг та гірськолижний спорт. Серед лижників-дефлімпійців із кожним роком зростає як індивідуальна, так і командна конкуренція, що потребує пошуків вдосконалення системи підготовки даної категорії спортсменів, оскільки на сьогодні вона базується на основних положеннях системи підготовки лижників-гонщиків в олімпійському спорті.

Процес підготовки до змагань людей з обмеженими можливостями вимагає спеціального науково-методичного підходу до всіх складових її системи. Проведений аналіз сучасних наукових досліджень свідчить про різні напрями процесу спортивного тренування, використання сучасних інноваційних технологій та вдосконалення окремих сторін підготовки спортсменів-дефлімпійців у різних видах спорту (А. О. Заворотна, 2008; А. Н. Кадочкін, 2011; М. С. Розторгуй, А. Передерій, 2011; А. П. Морозов, 2013; О. Каковкіна, 2014; И. Н. Собко, 2014; L. Petrinovic, 2014).

Аналіз науково методичної літератури показав, що авторами (JS Grindstaff, 2007; В.П. Карленко, З. Д. Смірнова, О. В. Лимар, 2009) розглянуто психологічні характеристики лижників-гонщиків із порушенням слуху, фізичну підготовку та побудову їх річного макроциклу. Проте дані про технічну підготовку лижників з вадами слуху, яка є важливим компонентом у досягненні максимального спортивного результату, у доступній спеціальній літературі не представлені.

На сучасному етапі досвід підготовки спортсменів високої кваліфікації свідчить про те, що одним із головних напрямів удосконалення спортивної підготовки є розвиток фізичних якостей спортсмена у взаємозв'язку з технічною підготовленістю в умовах, максимально наближених до змагань (В. М. Платонов, 2015; В. М. Болобан, 2015; Р. Ф. Ахметов, 2017).

В свою чергу технічна підготовка лижника – це процес цілеспрямованого вивчення і вдосконалення техніки способів пересування на лижах. Основним чинником становлення і вдосконалення техніки лижних ходів є правильне освоєння

біомеханічної структури рухів (А. М. Лапутін, 1999-2005; Т. И. Раменская, 2004-2015; С. М. Котляр, 2015).

У сучасній практиці спорту для визначення пріоритетних напрямів удосконалення спортивної техніки все більше використовують метод моделювання (А. В. Воронов, 2004; М. П. Шестаков, 2005; В. М. Платонов, 2015). Моделювання спортивної техніки застосовують у тренувальному процесі під час вирішення двох основних завдань – дослідження раціональних зразків техніки і їх навчання. Вирішення першого завдання здійснюють на основі використання методів біомеханічного аналізу і синтезу, а також теоретичного, математичного, фізіологічного або будь-якого іншого виду моделювання фізичних вправ (Н. Б. Новикова, 2010–2013; И. Ю. Кривецкий, 2013).

Теоретичний аналіз науково-методичної літератури, а також досвід передової практики свідчать про широке використання модельних характеристик техніки найсильніших спортсменів у процесі їх відбору та підготовки з використанням штучних нейронних мереж (Р. Ф. Ахметов, 2011; Г. И. Попов, 2013; И. Ю. Кривецкий, 2014; I. Namatevs, 2016; D. Pettersson, 2017; А. В. Зеленский, 2017). Проте моделі технічних дій висококваліфікованих лижників-гонщиків із порушенням слуху відсутні.

Таким чином, узагальнення, оцінка та аналіз даних спеціальної науково-методичної літератури та мережі Інтернет свідчать про те, що вдосконалення техніки пересування на лижах висококваліфікованих лижників-гонщиків з порушенням слуху належить до числа актуальних проблем дефлімпійського спорту.

**Зв'язок роботи з науковими планами, темами.** Дисертаційну роботу виконано відповідно до «Зведеного плану науково-дослідної роботи у сфері фізичної культури і спорту на 2011–2015 рр.» Міністерства України у справах сім'ї, молоді та спорту за темою 2.16 «Удосконалення засобів технічної та тактичної підготовки кваліфікованих спортсменів з використанням сучасних технологій вимірювання, аналізу та моделювання рухів» (номер державної реєстрації – 0110U002416) та плану науково-дослідної роботи Національного університету фізичного виховання і спорту України на 2016–2020 рр. за темою: 2.14. «Теоретико-методичні основи підвищення технічної майстерності кваліфікованих спортсменів у змагальних вправах (на прикладі легкої атлетики, зимових видів та велосипедного спорту)» (номер державної реєстрації – 0116U001616).

Внесок дисертанта як співвиконавця теми полягає в отриманні кількісних і якісних характеристик структури техніки висококваліфікованих лижників-гонщиків з порушенням слуху, розробці математичних моделей, розробці і експериментальному обґрунтуванні технології вдосконалення технічних дій висококваліфікованих лижників-гонщиків з вадами слуху при пересуванні на лижах класичними ходами.

**Мета роботи** – удосконалення технічних дій висококваліфікованих лижників-гонщиків з порушенням слуху на основі комп'ютерного моделювання кінематичної структури рухів класичних ходів.

**Завдання:**

1. Вивчити сучасні підходи до вдосконалення технічних дій спортсменів з вадами слуху за даними спеціальної наукової літератури та мережі Інтернет.

2. Дослідити особливості кінематичної структури техніки поперемінного двокрокового й одночасного безкрокового класичних лижних ходів висококваліфікованих лижників-гонщиків із порушенням слуху.

3. Розробити моделі кінематичної структури рухових дій поперемінного двокрокового і одночасного безкрокового класичних лижних ходів висококваліфікованих лижників-гонщиків із депривацією слуху з використанням штучних нейронних мереж.

4. Розробити й обґрунтувати технологію вдосконалення технічних дій висококваліфікованих лижників-гонщиків із порушенням слуху в річному макроциклі підготовки та експериментально перевірити її ефективність.

**Об'єкт дослідження** – технічна підготовка спортсменів з вадами слуху, які спеціалізуються в лижних гонках.

**Предмет дослідження** – технічні дії класичних лижних ходів висококваліфікованих лижників-гонщиків з порушенням слуху.

**Методи дослідження.**

– *теоретичні*: аналіз науково-методичної літератури та даних мережі Інтернет дозволив отримати загальне уявлення про проблеми дисертаційного дослідження. На основі отриманих даних визначено мету, завдання, актуальність та новизну роботи. На основі літературних джерел було отримано інформацію про особливості технічної підготовки спортсменів із порушенням слуху в різних видах спорту та вдосконалення технічних дій у лижному спорті. За допомогою аналізу медичних карт спортсменів було визначено їх захворюваність та ступінь втрати слуху;

– *інструментальні*: метод антропометрії було застосовано для визначення антропометричних розмірів тіла лижників з порушенням слуху; відеозйомку використовували для реєстрації кількісних показників, які характеризують техніку пересування висококваліфікованих лижників з депривацією слуху класичними лижними ходами (поперемінним двокроковим та одночасним безкроковим). Увесь кількісний експериментальний матеріал було отримано в результаті обробки відеограм рухів із застосуванням біомеханічного відеокомп'ютерного аналізу з використанням програмного забезпечення «BioVideo».

Комп'ютерне моделювання за допомогою штучних нейронних мереж дозволило розробити моделі класичних лижних ходів, які стали ключовим елементом технології вдосконалення технічних дій висококваліфікованих лижників-гонщиків з порушенням слуху.

З метою перевірки ефективності авторської технології, спрямованої на вдосконалення технічних дій класичних лижних ходів висококваліфікованих лижників-гонщиків з порушенням слуху в річному циклі підготовки, проведено педагогічний експеримент;

– *методи статистичної обробки даних*: описова статистика, непараметричні критерії, кореляційний та факторний аналізи.

**Наукова новизна** роботи полягає в тому, що в результаті проведеного дослідження вперше:

- визначено кінематичні характеристики технічних дій висококваліфікованих лижників-гонщиків з вадами слуху при пересуванні класичними лижними ходами;

- розроблено імітаційні біомеханічні моделі кінематичної структури техніки класичних лижних ходів висококваліфікованих лижників-гонщиків з депривацією слуху на основі штучних нейронних мереж;
- розроблено технологію вдосконалення технічних дій висококваліфікованих лижників-гонщиків з порушенням слуху, що включає мету та завдання, дидактичні та специфічні принципи спортивної підготовки, комп'ютерне моделювання класичних лижних ходів, комплекси фізичних вправ, методи і форми організації занять, їх зміст і обсяг тренувального навантаження, контроль;
- **здобули подальший розвиток** положення про використання комп'ютерного моделювання у вдосконаленні технічних дій спортсменів;
- **доповнено** дані про кількісні кінематичні характеристики технічних дій лижників-гонщиків при пересуванні класичними ходами;
- **підтверджено** дані про ефективність та доцільність застосування методу біомеханічного аналізу при вдосконаленні технічних дій спортсменів.

**Практична значущість** результатів дослідження полягає в розробці технології вдосконалення технічних дій висококваліфікованих лижників-гонщиків з порушенням слуху, на основі комп'ютерного моделювання, що дозволяє ефективно планувати їх технічну підготовку впродовж річного макроциклу, а також здійснювати контроль їхньої технічної підготовленості.

Результати наукових досліджень можуть бути використані в навчально-тренувальному процесі лижників-гонщиків з порушенням слуху в ДЮСШ, СДЮШОР, ШВСМ, УОР, під час читання лекцій студентам спеціалізованих навчальних закладів різного рівня акредитації, на факультетах підвищення кваліфікації тренерів з лижного спорту, а також у подальшому вивченні проблеми вдосконалення технічних дій спортсменів з депривацією слуху, що спеціалізуються в лижних гонках.

Основні положення дослідження впроваджено в навчальний процес кафедри легкої атлетики, зимових видів та велосипедного спорту, кафедри біомеханіки та спортивної метрології Національного університету фізичного виховання і спорту України під час вивчення дисциплін «Теорія і методика тренерської діяльності в лижному спорті» (04.2018 р.) та «Біомеханіка» (04.2018 р.), а також в практику підготовки дефлімпійської збірної команди України з лижних гонок (04.2017 р.), про що свідчать відповідні акти.

**Особистий внесок здобувача** в опубліковані у співавторстві наукові праці полягає в постановці цілей і завдань дослідження, організації та проведенні наукових досліджень, аналізі та інтерпретації отриманих результатів, формуванні висновків та у підготовці наукових даних до публікації. Внесок співавтора визначається участю в організації досліджень, допомогою в обробці матеріалів та їх узагальненні обговоренні.

**Апробація результатів дисертації.** Результати проведеного дослідження доповідались на XV Міжнародному науковому конгресі «Олимпийский спорт и спорт для всех» (Кишинів, 2011), V Міжнародній конференції молодих вчених «Молодь та олімпійський рух» (Київ, 2012), XVIII Міжнародному науковому конгресі «Олимпийский спорт и спорт для всех» (Алмати, 2014), Міжнародному науковому конгресі «Спорт, Олимпизм, Здоровье» (Кишинів, 2016),

XII Міжнародній науково-методичній конференції «Фізичне виховання в контексті сучасної освіти» (Київ, 2017), щорічних науково-практичних конференціях кафедри біомеханіки та спортивної метрології, лабораторії біомеханічних технологій у фізичному вихованні та олімпійському спорті, кафедри легкої атлетики, зимових видів та велосипедного спорту Національного університету фізичного виховання і спорту України (2011–2017).

**Публікації.** Результати дисертаційної роботи викладено в 10 наукових працях. З яких 5 представлено у спеціалізованих виданнях України (3 з них включено до міжнародної наукометричної бази), 4 публікації апробаційного характеру та 1 публікація додатково відображає результати дослідження.

**Структура та обсяг дисертаційної роботи.** Робота складається з анотацій, вступу, п'яти розділів, практичних рекомендацій, висновків, списку використаних літературних джерел (241 джерело, в тому числі 37 зарубіжних). Робота ілюстрована 28 таблицями, 21 рисунком. Загальний об'єм дисертаційної роботи складає 192 сторінки.

## ОСНОВНИЙ ЗМІСТ

У **вступі** обґрунтовано актуальність обраної теми, вказано на зв'язок роботи з науковими планами, темами; визначено мету, завдання, об'єкт, предмет, основні методи дослідження, розкрито наукову та практичну значущість одержаних результатів, а також визначено особистий внесок здобувача у спільно опублікованих наукових працях, подано інформацію про апробацію і впровадження результатів дослідження, визначено кількість публікацій автора за темою дисертаційної роботи, зазначено структуру та обсяг роботи.

У першому розділі «**Аналіз проблеми вдосконалення технічних дій висококваліфікованих лижників-гонщиків з порушенням слуху**» проведено теоретичний аналіз науково-методичної літератури та мережі Інтернет, здійснено узагальнення та систематизацію даних про проблеми дослідження.

Проаналізовано й узагальнено дані спеціальної літератури, що стосуються особливостей технічної підготовки та вдосконалення технічних дій спортсменів з порушенням слуху в дефлімпійському спорті (А. Н. Кадочкин, 2011; И. М. Собко, 2014; А. П. Морозов, 2013; О. Каковкіна, 2014, L. Petrinovic, 2014). Розглянуто питання щодо сучасних підходів до вдосконалення техніки пересування на лижах поперемінним двокроковим та одночасним безкроковим класичним стилем лижників-гонщиків різної кваліфікації (В. И. Колыхматов, 2010; S. J. Lidinger, 2011; А. В. Гурський, 2012; Н. Holmberg, 2013; М. Рудберг, 2014; В. Pellegrini, 2015;). Обґрунтовано застосування методів біомеханічного аналізу і моделювання у вдосконаленні технічних дій спортсменів з використанням штучних нейронних мереж (Г. И. Попов, 2013; И. Ю. Кривецкий, 2014; I. Namatevs, 2016; D. Pettersson, 2017; А. В. Зеленский, 2017).

У другому розділі «**Методи та організація дослідження**» відповідно до мети та завдань дослідження обґрунтовано використання методів дослідження, описано організацію дослідження та подано характеристику контингенту випробуваних.

У дослідженні брали участь дев'ять висококваліфікованих лижників-гонщиків з порушенням слуху – члени дефлімпійської збірної команди України з лижних

гонок. Вік спортсменів 22–26 років, їх спортивна кваліфікація: один майстер спорту міжнародного класу, п'ять – майстрів спорту та три – кандидати в майстри спорту України.

Дослідження проведено з 2011 р. по 2017 р. на базі кафедри біомеханіки та спортивної метрології Національного університету фізичного виховання і спорту України і включає три етапи.

На *першому* етапі дослідження (січень 2011 – грудень 2012 рр.) нами проведено детальний аналіз спеціальної науково-методичної літератури та мережі Інтернет, що стосується проблеми дослідження; сформульована мета і завдання роботи; відібрано методи дослідження, які стосуються питання вивчення вдосконалення технічних дій висококваліфікованих лижників з вадами слуху; визначено предмет і об'єкт дослідження. Проведено аналіз медичних карт спортсменів, у яких визначено рівень втрати слуху.

На *другому* етапі дослідження (січень 2013 – квітень 2014 рр.) проведено констатуючий експеримент, в якому здійснювали відеозйомку техніки висококваліфікованих спортсменів з депривації слуху, що спеціалізуються в лижних гонках, під час проходження змагальної дистанції поперемінним двокроковим і одночасним безкроковим лижними ходами. За результатами аналізу відеogram з використанням програмного забезпечення «BioVideo» отримано біомеханічні характеристики класичних лижних ходів спортсменів. Визначено взаємозв'язок антропометричних даних з кінематичними характеристиками, також виявлено найбільш інформативні технічні дії поперемінного двокрокового і одночасного безкрокового лижних ходів, які впливають на швидкість пересування в циклі.

На *третьому* етапі роботи (травень 2014 – квітень 2017 рр.) було розроблено та апробовано у педагогічному експерименті технологію вдосконалення технічних дій висококваліфікованих лижників-гонщиків з порушенням слуху в річному макроциклі. Ефективність авторської технології визначали за відповідністю параметрів технічних дій спортсменів модельним показникам техніки класичних лижних ходів, що отримані на основі штучних нейронних мереж та результатами на змаганнях.

У результаті проведеної роботи в тренувальний процес лижників-гонщиків з вадами слуху було впроваджено практичні рекомендації у формі комплексів фізичних вправ, спрямованих на збільшення результуючої швидкості загального центру маси (ЗЦМ) тіла спортсмена в циклі поперемінного двокрокового та одночасного безкрокового класичних лижних ходів.

У третьому розділі **«Особливості технічних дій висококваліфікованих лижників-гонщиків з порушенням слуху»** представлено кінематичні характеристики техніки поперемінного двокрокового та одночасного безкрокового лижних ходів спортсменів з депривацією слуху, які спеціалізуються в лижних гонках.

Так, у спортсменів з вадами слуху, які спеціалізуються в лижних гонках, визначено тривалість фаз ковзаючого кроку поперемінного двокрокового ходу. Тривалість першої фази вільного одноопорного ковзання на лівій лижі становить 0,17 (S=0,04) с,  $Me (25\%; 75\%) = 0,17 (0,13; 0,17)$  с, друга фаза ковзання з випрямленням опорної ноги в колінному суглобі є найбільш тривалою –



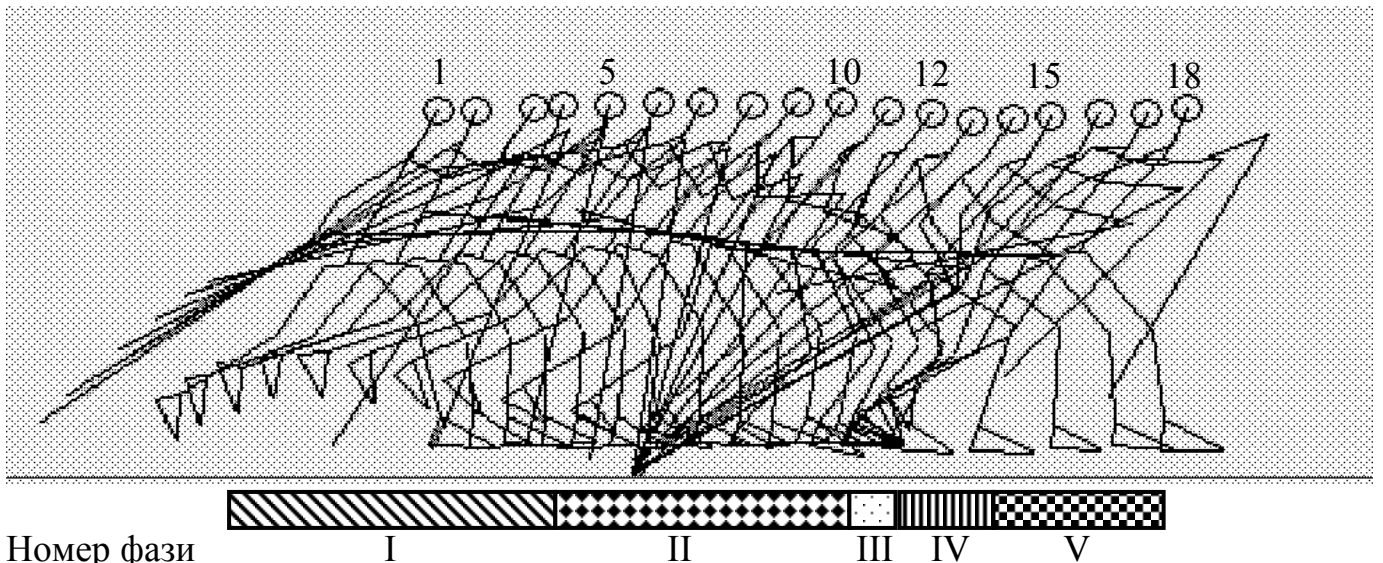
0,20 ( $S=0,02$ ) с,  $Me$  (25 %; 75 %) = 0,20 (0,19; 0,2) с, оскільки здійснюється одноопорне ковзання на лижі, що характеризує економічність роботи спортсмена на дистанції та розвиток його координаційних здібностей (утримання вертикального положення тіла). Час третьої фази ковзання з підсіданням на опорній нозі у лижників з порушенням слуху становить 0,09 ( $S=0,02$ ) с,  $Me$  (25 %; 75 %) = 0,09 (0,09; 0,10) с, що характеризує швидке згинання ноги в колінному суглобі. Для виконання швидкого випаду махової ноги вперед та початку відштовхування ногою в четвертій фазі спортсмени витрачають 0,09 с,  $Me$  (25 %; 75 %) = 0,09 (0,07; 0,01) с. Тривалість п'ятої фази відштовхування з випрямленням поштовхової ноги – 0,10 ( $S=0,02$ ) с,  $Me$  (25 %; 75 %) = 0,10 (0,09; 0,10) с, під час якої лижник з вадами слуху закінчує поштовх ногою, відбувається розгинання в кульшовому, колінному і надп'яtkово-гомiлковому суглобах, а також поштовх лижною палицею.

У процесі дослідження швидкості переміщення біоланок тіла висококваліфікованого лижника з депривацією слуху було встановлено, що вертикальна швидкість біоланки ЦМ «кисть права» (яка відповідає швидкості лижної палиці) збільшується з 0,40 ( $S=0,07$ )  $m \cdot s^{-1}$  в першій фазі вільного одноопорного ковзання на опорній нозі до 1,76 ( $S=0,23$ )  $m \cdot s^{-1}$  у фазі вільного ковзання з випрямленням опорної ноги, що характеризує активну постановку лижної палиці на сніг.

У результаті аналізу поперемінного двокрокового ходу у другій фазі ковзання з випрямленням опорної ноги, яка триває від постановки палиці на сніг до початку згинання лівої ноги в колінному суглобі, виявлено збільшення результуючої швидкості ЦМ біоланок: «правого стегна» до 7,62 ( $S=0,30$ )  $m \cdot s^{-1}$ ,  $Me$  (25 %; 75 %) = 7,62 (7,58; 7,87)  $m \cdot s^{-1}$ , «гомiлки правої» до 8,12 ( $S=1,59$ )  $m \cdot s^{-1}$ ,  $Me$  (25 %; 75 %) = 8,74 (6,60; 9,17)  $m \cdot s^{-1}$  і «стопи правої» до 10,39 ( $S=0,36$ )  $m \cdot s^{-1}$ ,  $Me$  (25 %; 75 %) = 10,34 (10,17; 10,44)  $m \cdot s^{-1}$ . Це вказує на швидке виконання маху правої ноги вперед, що необхідно для здійснення випаду вперед у наступній фазі. Також необхідно відмітити горизонтальну швидкість ЦМ біоланки «стопа ліва» в першій фазі 6,27 ( $S=0,37$ )  $m \cdot s^{-1}$ ,  $Me$  (25 %; 75 %) = 6,51 (5,92; 6,51)  $m \cdot s^{-1}$  та в другій – 5,83 ( $S=0,47$ )  $m \cdot s^{-1}$ ,  $Me$  (25 %; 75 %) = 5,79 (5,49; 6,23)  $m \cdot s^{-1}$ , що є характерним для утримання рівноваги при одноопорному ковзанні на одній лижі. Виконання закінчення поштовху рукою лижником з вадами слуху можна охарактеризувати показником результуючої швидкості ЦМ біоланки «праве передпліччя» у п'ятій фазі – 5,32 ( $S=0,91$ )  $m \cdot s^{-1}$ ,  $Me$  (25 %; 75 %) = 5,33 (5,21; 5,64)  $m \cdot s^{-1}$ .

Аналізуючи гоніометричні характеристики лижників-гонщиків з депривацією слуху в поперемінному двокроковому ході, варто відмітити кути в біопарі «тулуб–стегно праве» в момент початку розгинання лівої ноги в колінному суглобі – 110,3 ( $S=7,4$ ) град,  $Me$  (25 %; 75 %) = 112 (104; 115) град та в момент відриву лівої лижі від снігу 112 ( $S=5,9$ ) град,  $Me$  (25 %; 75 %) = 113 (108; 116) град в п'ятій фазі виконання поштовху ногою, що свідчить про нахил тулуба вперед. Найменший кут у колінному суглобі зафіксовано у момент зупинки лижі (закінчення третьої фази вільного ковзання з підсіданням на опорній нозі) – 123,3 ( $S=20,5$ ) град,  $Me$  (25 %; 75 %) = 122 (110; 123) град, що дозволяє здійснити активне відштовхування і виконати наступний крок у четвертій фазі для збереження ритму руху.

У результаті біомеханічного відеокomp'ютерного аналізу побудовано кінематичні схеми поперемінного двокрокового ходу висококваліфікованих лижників-гонщиків з порушенням слуху з використанням програмного забезпечення «BioVideo» (рис. 1).



Номер фази

I

II

III

IV

V

Рис. 1. Кінематична схема висококваліфікованого лижника-гонщика з вадами слуху (спортсмен – майстер спорту II-к) при пересуванні поперемінним двокроковим лижним ходом: I фаза вільного одноопорного ковзання на лижі (кадри 1-5); II – ковзання з випрямленням опорної ноги в колінному суглобі (кадри 5-10); III – ковзання з підсіданням на опорній нозі (кадри 10-12); IV – випад правою ногою з підсіданням на лівій нозі (кадри 12-15); V – відштовхування з випрямленням поштовхової ноги (кадри 15-18)

Встановлені кількісні показники одночасного безкрокового лижного ходу висококваліфікованих лижників-гонщиків з вадами слуху: тривалість циклу – 0,78 ( $S=0,07$ ) с,  $Me$  (25 %; 75 %) = 0,76 (0,75; 0,81) с, тривалість фази вільного ковзання на двох лижах – 0,47 ( $S=0,05$ ) с,  $Me$  (25 %; 75 %) = 0,46 (0,45; 0,50) с та другої фази вільного ковзання з одночасним відштовхуванням руками – 0,31 ( $S=0,02$ ) с,  $Me$  (25 %; 75 %) = 0,30 (0,30; 0,32) с.

Аналіз горизонтальної і вертикальної складових швидкості ЗЦМ тіла лижника з порушенням слуху у першій фазі (вільне ковзання на двох лижах) дозволив визначити їх максимальні значення –  $7,05 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$  і  $0,70 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$  відповідно, а максимальне значення результуючої швидкості –  $7,03 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$ .

Результуюча швидкість ЦМ біоланки «кисть права» у фазі вільного ковзання на двох лижах дорівнює  $10,93$  ( $S=1,10$ )  $\text{м}\cdot\text{с}^{-1}$ ,  $Me$  (25 %; 75 %) =  $11,0$  (10,3; 11,6)  $\text{м}\cdot\text{с}^{-1}$ , що є характерним для даної фази, оскільки спортсмен здійснює активне винесення лижних палиць уперед для постановки на сніг та виконання поштовху руками у наступній фазі.

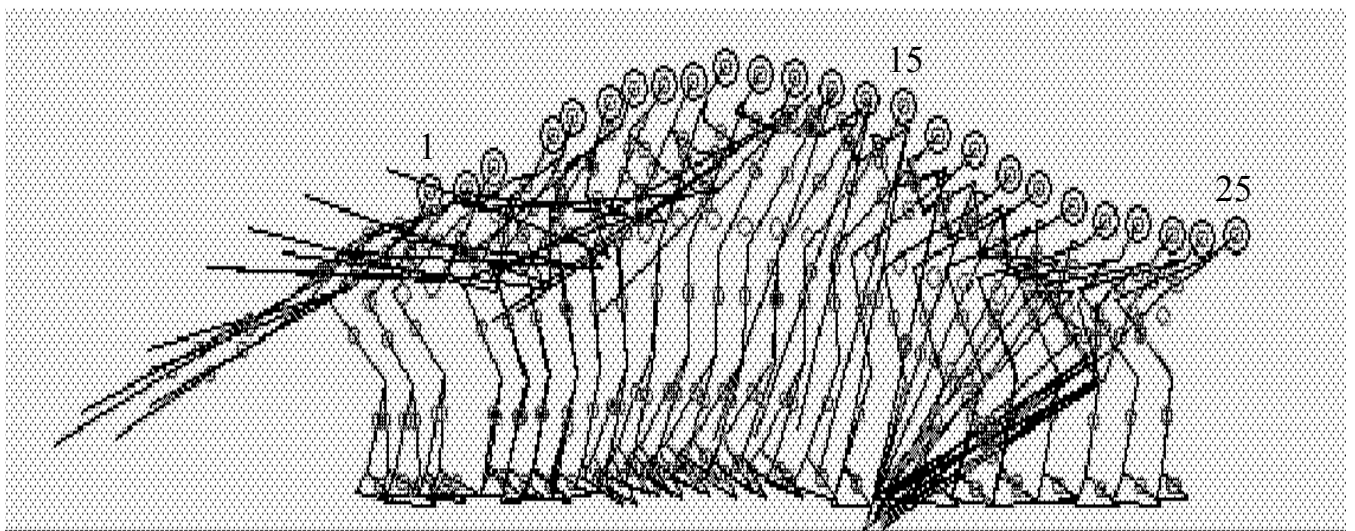
Необхідно відзначити, що у фазі вільного ковзання на двох лижах горизонтальна швидкість ЦМ біоланок верхнього плечового поясу вища, ніж біоланок нижніх кінцівок, оскільки висококваліфіковані лижники з порушенням слуху виносять руки вперед і випрямляються для подальшого виконання поштовху

лижними палицями. Але у фазі вільного ковзання на двох лижах з одночасним відштовхуванням руками все змінюється на протилежне – горизонтальна швидкість ЦМ біолонок нижніх кінцівок вища, ніж ЦМ біолонок верхнього плечового поясу. Це пов'язано з виконанням поштовху руками.

Проведений аналіз гоніометричних характеристик свідчить про нахил тулуба лижника-гонщика вперед після виконання поштовху руками в правому кульшовому суглобі в момент відриву лижних палиць від снігу  $65,5$  ( $S=12,08$ ) град,  $Me$  (25 %; 75 %) =  $67$  (62; 74) град.

У результаті констатуючого експерименту отримані наступні показники технічних дій висококваліфікованих лижників-гонщиків з депривацією слуху при пересуванні одночасним безкроковим ходом: довжина першої фази вільного ковзання на лижах  $3,49$  ( $S=0,13$ ) м,  $Me$  (25 %; 75 %) =  $3,55$  (3;45; 3,56) м, фази вільного ковзання з одночасним відштовхуванням руками –  $2,29$  ( $S=0,15$ ) м,  $Me$  (25 %; 75 %) =  $2,31$  (2,27; 2,33) м і довжина циклу –  $5,78$  ( $S=0,54$ ) м,  $Me$  (25 %; 75 %) =  $5,80$  (5,74; 5,83) м.

У ході дослідження побудовано кінематичні схеми висококваліфікованих лижників-гонщиків з вадами слуху при пересуванні одночасним безкроковим лижним ходом (рис. 2).



Номер фази

I

II

Рис. 2. Кінематична схема висококваліфікованого лижника-гонщика з вадами слуху (спортсмен – МСУМК А-н) при пересуванні одночасним безкроковим лижним ходом: I фаза вільного ковзання на двох лижах (кадри 1-15); II – ковзання на двох лижах з одночасним відштовхуванням руками (кадри 15-25)

Визначені взаємозв'язки між кінематичними характеристиками та результуючою швидкістю загального центру маси (ЗЦМ) тіла лижника-гонщика в поперемінному двокроковому (табл. 1) та одночасному безкроковому ходах за допомогою кореляційного аналізу.

З метою редукції даних (34 показників) технічних дій висококваліфікованих лижників гонщиків в поперемінному двокроковому ході було застосовано

факторний аналіз, де визначено чотири фактори з сумарним внеском у загальну дисперсію 80,09% (I фактор – 39,89%, II – 26,57%, III – 8,37%, IV – 5,26%).

Таблиця 1

**Коефіцієнти кореляції між кінематичними характеристиками і результуючою швидкістю ЗЦМ тіла висококваліфікованих лижників-гонщиків із порушенням слуху у фазах попереминого двокрокового лижного ходу, n=9**

№ з/п	Кінематична характеристика	Коефіцієнт кореляції
1.	Горизонтальна швидкість ЦМ «стопа ліва» в фазі вільного одноопорного ковзання на лівій лижі, м·с <sup>-1</sup>	0,95***
2.	Горизонтальна швидкість ЦМ «стопа ліва» в фазі випрямлення опорної ноги в колінному суглобі, м·с <sup>-1</sup>	0,94***
3.	Тривалість фази ковзання з випрямленням опорної (лівої) ноги в колінному суглобі, с	0,84**
4.	Тривалість періоду стояння лижі, с	0,68*
5.	Вертикальна швидкість ЗЦМ тіла лижника у фазі вільного ковзання з випрямленням опорної ноги, м·с <sup>-1</sup>	0,78*
6.	Кут у правому ліктьовому суглобі в момент постановки палиці на сніг, град	0,69*
7.	Результуюча швидкість ЦМ біоланки «праве передпліччя» в фазі відштовхування з випрямленням поштовхової ноги, м·с <sup>-1</sup>	0,97***
8.	Кут у правому кульшовому суглобі в момент відриву лижі від снігу, град	0,81**
9.	Кут у правому надп'ятково-гомільковому суглобі в момент відриву лижі від снігу, град	0,80**
10.	Кут між стегном і гомількою поштовхової ноги в момент зупинки лівої лижі, град	0,81**
11.	Кут постановки палиці на сніг в фазі ковзання з випрямленням опорної ноги в колінному суглобі, град	0,81**

Примітки: \* – коефіцієнти кореляції статистично значущі на рівні  $p < 0,05$ ; \*\* –  $p < 0,01$ ; \*\*\* –  $p < 0,001$ .

Результати кореляційного та факторного аналізів стали підґрунтям для розробки моделей технічних дій висококваліфікованих лижників-гонщиків з порушенням слуху при пересуванні класичними ходами на основі комп'ютерного моделювання. Побудовано моделі техніки попереминого двокрокового (рис. 3 а) та одночасного безкрокового (рис. 3 б) лижних ходів з використанням штучних нейронних мереж.

У четвертому розділі «Обґрунтування і розробка технології вдосконалення технічних дій висококваліфікованих лижників-гонщиків з порушенням слуху на основі комп'ютерного моделювання» представлено обґрунтування технології вдосконалення технічних дій висококваліфікованих лижників-гонщиків з порушенням слуху при пересуванні класичними ходами у річному циклі підготовки.

При розробці технології враховано дидактичні та специфічні принципи спортивної підготовки (Ю. Гавердовський, 2007-2013; В. Платонов, 2004–2015). Основними компонентами авторської технології є: мета і завдання, етапи, методи та засоби технічної підготовки спортсменів (рис. 4).

Особливістю експериментальної технології є використання комп'ютерного нейромережевого моделювання техніки попереминого двокрокового та

одночасного безкрокового лижних ходів. Найкращою моделлю вважається мережа, яка дає мінімальну тестову похибку. Для вдосконалення кінематичної структури класичних ходів висококваліфікованих лижників-гонщиків з вадами слуху розроблені моделі поперемінного двокрокового ходу – нейронна мережа MLP 31-23-1 ( $p < 0,002$ ) та для одночасного безкрокового – RBF 16-8-1 ( $p < 0,029$ ).

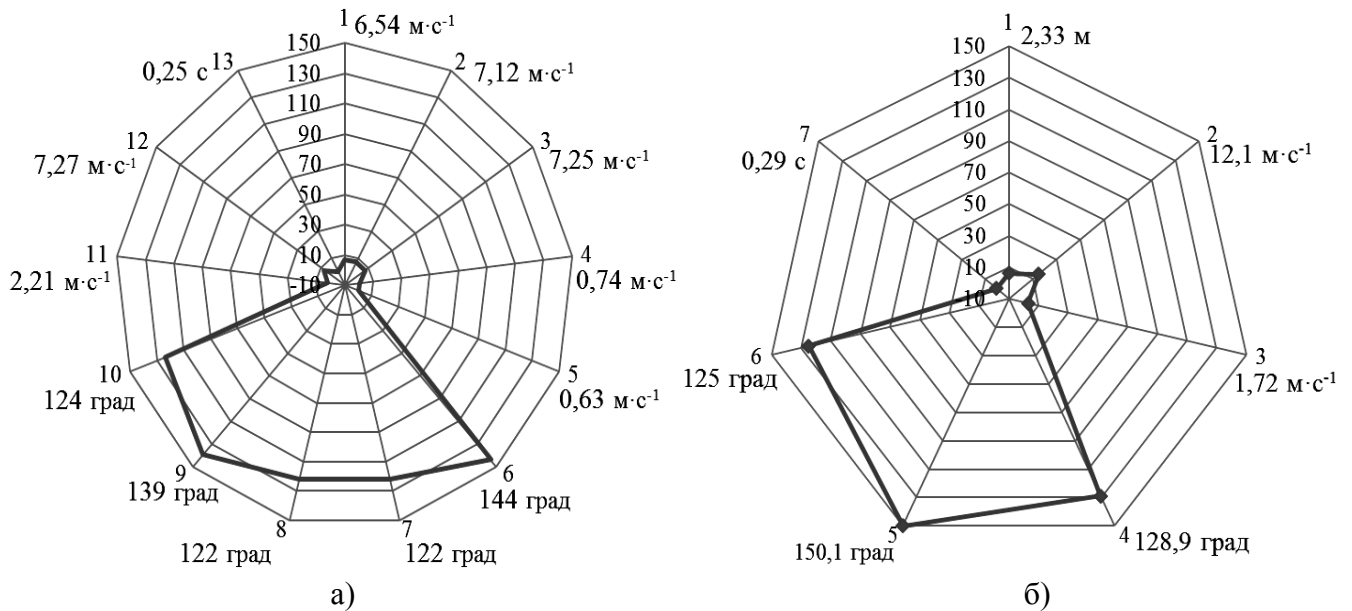


Рис. 3. Модельні показники технічних дій висококваліфікованих лижників-гонщиків із порушенням слуху у: а) поперемінному двокроковому лижному ході: 1 – результуюча швидкість ЦМ біоланки «праве передпліччя» у V фазі, м·с<sup>-1</sup>; 2 – горизонтальна швидкість ЦМ біоланки «ліва стопа» у I фазі, м·с<sup>-1</sup>; 3 – горизонтальна швидкість ЦМ біоланки «ліва стопа» у II фазі, м·с<sup>-1</sup>; 4 – вертикальна швидкість ЗЦМ спортсмена у II фазі, м·с<sup>-1</sup>; 5 – вертикальна швидкість ЦМ «гомілка права» у I фазі, м·с<sup>-1</sup>; 6 – кут у лівому колінному суглобі в момент зупинки лівої лижі, град; 7 – кут правого кульшового суглоба в момент початку розгинання лівої ноги в колінному суглобі, град; 8 – кут правого кульшового суглоба в момент відриву лівої лижі, град; 9 – кут лівого надп'ятково-гомілкового суглоба в момент відриву правої лижі від снігу, град; 10 – кут правого ліктювого суглоба в момент постановки правої палиці на сніг, град; 11 – вертикальна швидкість ЦМ біоланки «кисть права» (лижна палиця) у II фазі, м·с<sup>-1</sup>; 12 – горизонтальна швидкість ЗЦМ тіла лижника у ковзаючому кроці, м·с<sup>-1</sup>; 13 – тривалість II фази, с; б) одночасному безкроковому класичному лижному ході: 1 – довжина фази вільного ковзання з одночасним відштовхуванням руками, м; 2 – горизонтальна швидкість ЦМ біоланки «кисть права» в I фазі, м·с<sup>-1</sup>; 3 – вертикальна швидкість ЦМ біоланки «праве передпліччя» в II фазі, м·с<sup>-1</sup>; 4 – кут у правому ліктювому суглобі в момент постановки палиць на сніг, град; 5 – кут у лівому колінному суглобі в момент відриву лижних палиць від снігу, град; 6 – кут у правому кульшовому суглобі в момент відриву лижних палиць від снігу, град; 7 – тривалість другої фази вільного ковзання з одночасним відштовхуванням руками, с.

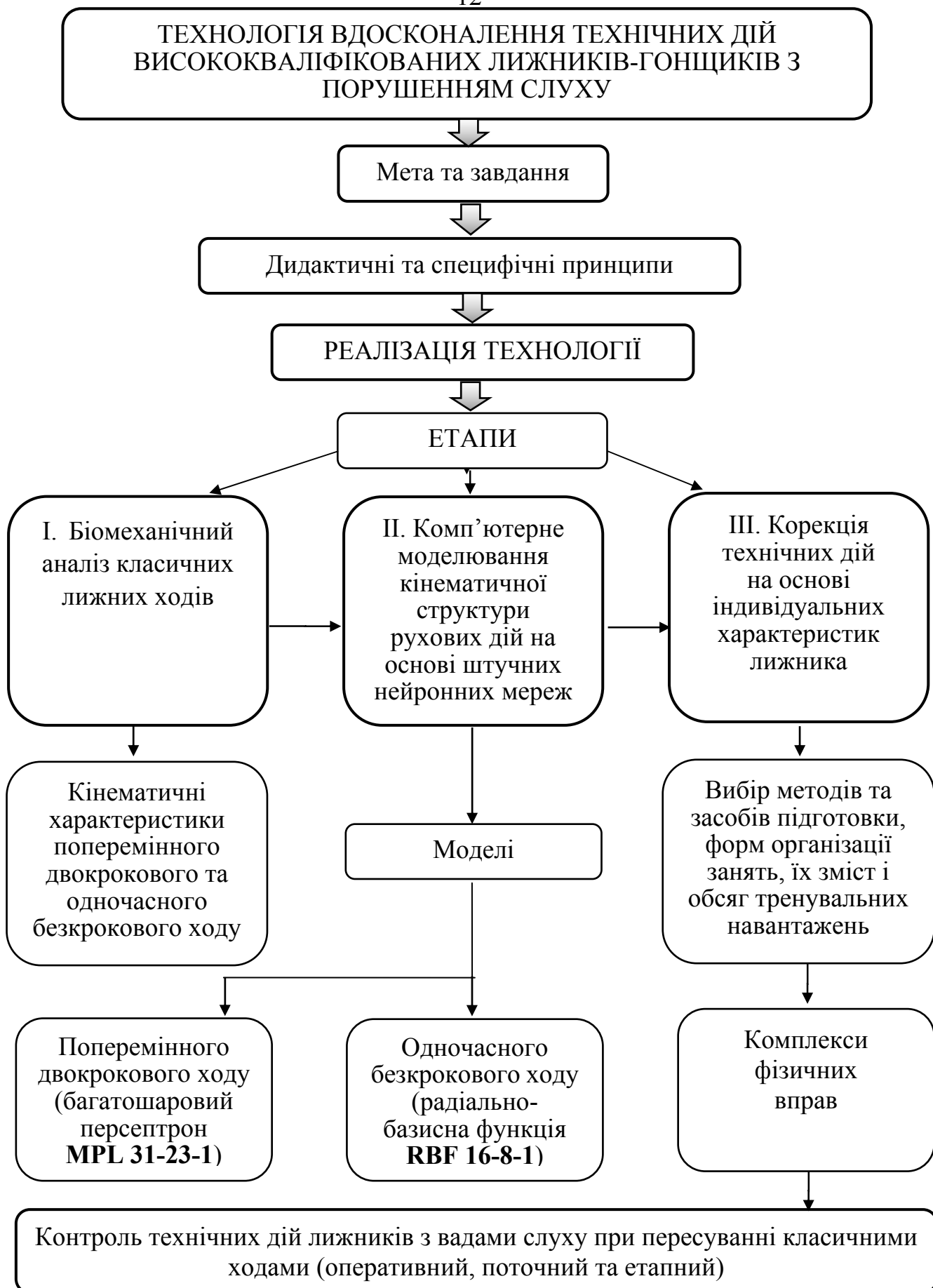


Рис. 4. Блок-схема технології вдосконалення технічних дій класичних ходів висококваліфікованих лижників-гонщиків з порушенням слуху в річному макроциклі підготовки

Запропонована технологія спрямована на корекцію технічних дій класичних ходів лижників-гонщиків з вадами слуху за рахунок покращення окремих елементів кінематичної структури рухів. На основі моделей розроблені комплекси фізичних вправ у поєднанні з руховими настановами, індивідуальним підходом до кожного спортсмена.

Ефективність розробленої технології визначена у процесі педагогічного експерименту, який був проведений впродовж річного макроциклу підготовки дефлімпійської збірної команди України з лижних гонок.

Застосування впровадженої технології впродовж річного макроциклу підготовки висококваліфікованих лижників з вадами слуху сприяло статистично значущим змінам більшості кінематичних показників попереминого двокрокового ходу, що наблизилися до модельних значень нейронної мережі, а саме: тривалість другої фази вільного ковзання з випрямленням опорної ноги збільшилася на 0,02 с, кут у правому ліктьовому суглобі в момент постановки палиці на сніг збільшився на 12,8 град, горизонтальна швидкість ЦМ біоланки «ліва стопа» в другій фазі збільшилася на 0,67 м·с<sup>-1</sup>, вертикальна швидкість ЦМ біоланки «права кисть» у другій фазі у момент постановки палиці на сніг покращилася на 0,39 м·с<sup>-1</sup> (p<0,05) (табл. 2).

Таблиця 2

**Динаміка біомеханічних характеристик техніки попереминого двокрокового лижного ходу висококваліфікованих лижників-гонщиків з порушенням слуху у результаті педагогічного експерименту, n=9**

Показник	На початку експерименту		Наприкінці експерименту	
	$\bar{x}$	S	$\bar{x}$	S
Результуюча швидкість ЦМ біоланки «праве передпліччя» у п'ятій фазі, м·с <sup>-1</sup>	5,32	0,91	5,88*	1,12
Горизонтальна швидкість ЦМ біоланки «ліва стопа» в першій фазі, м·с <sup>-1</sup>	6,27	0,37	6,54	0,48
Горизонтальна швидкість ЦМ біоланки «ліва стопа» у другій фазі, м·с <sup>-1</sup>	6,11	0,35	6,78*	0,65
Вертикальна швидкість ЗЦМ спортсмена у другій фазі, м·с <sup>-1</sup>	0,52	0,09	0,54	0,08
Вертикальна швидкість ЦМ «гомілка права» в першій фазі, м·с <sup>-1</sup>	-0,25	0,01	0,13	0,01
Кут у лівому колінному суглобі в момент зупинки лівої лижі, град	123,3	20,54	131,5	9,89
Кут правого кульшового суглоба в момент початку розгинання лівої ноги в колінному суглобі, град	109,6	7,70	110,2	6,57
Кут правого кульшового суглоба в момент відриву лівої лижі, град	112,1	7,06	115,6	5,34
Кут лівого надп'ятково-гомілкового суглоба в момент відриву правої лижі від снігу, град	112,9	7,45	128,7	6,05
Кут правого ліктьового суглоба в момент постановки правої палиці на сніг, град	103,3	12,45	115,1*	9,87
Вертикальна швидкість ЦМ біоланки «кисть (лижна палиця) права» у другій фазі, м·с <sup>-1</sup>	1,76	0,23	2,13*	0,25
Горизонтальна швидкість ЗЦМ ковзаючого кроку, м·с <sup>-1</sup>	7,09	0,12	7,16	0,14
Тривалість другої фази, с	0,20	0,02	0,22	0,02

Примітка. \* – зміна показника статистично значуща на рівні p<0,05.

Комплекси фізичних вправ застосовувалися в підготовчому та змагальному періодах річного макроциклу. На початку загально-підготовчого етапу підготовчого періоду використовувалися імітаційні вправи, вправи на координацію та силового спрямування, а також вправи на лижоролерах. Основу тренувального навантаження спеціально-підготовчого етапу та змагального періоду склали вправи на вдосконалення технічних дій класичних ходів висококваліфікованих лижників з депривацією слуху при пересуванні на лижах.

Аналізуючи технічні дії лижників-гонщиків з вадами слуху при пересуванні одночасним безкроковим ходом у результаті педагогічного експерименту, необхідно відмітити статистично значущі зміни: збільшилася горизонтальна швидкість ЦМ біоланки «кисть права» в першій фазі на  $0,32 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$ , зменшився час другої фази вільного ковзання з одночасним відштовхуванням руками на  $0,02 \text{ с}$ , збільшився кут у колінному суглобі в момент відриву лижних палиць від снігу на  $12,2 \text{ град.}$  ( $p < 0,05$ ) (табл. 3).

Лижники-гонщики з порушенням слуху завоювали 8 медалей (5 срібних та 3 бронзові) на XVIII зимових Сурдлімпійських іграх, 2015 р. та скоротили програвш лідеру гонки в середньому на  $20,3 \text{ с}$  ( $p < 0,05$ ), що є підтвердженням ефективності запропонованої технології.

Таблиця 3

**Динаміка біомеханічних характеристик техніки одночасного безкрокового лижного ходу висококваліфікованих лижників-гонщиків з порушенням слуху у результаті педагогічного експерименту,  $n=9$**

Показник	На початку експерименту		Наприкінці експерименту	
	$\bar{x}$	S	$\bar{x}$	S
Довжина фази вільного ковзання з одночасним відштовхуванням руками, м	2,35	0,15	2,34	0,14
Горизонтальна швидкість ЦМ біоланки «кисть права» в першій фазі, $\text{м}\cdot\text{с}^{-1}$	10,92	1,09	11,24*	1,23
Вертикальна швидкість ЦМ біоланки «праве передпліччя» в другій фазі, $\text{м}\cdot\text{с}^{-1}$	1,65	0,25	1,69	0,28
Кут у правому ліктьовому суглобі в момент постановки палиць на сніг, град	111,2	1,02	117,1	3,46
Кут у лівому колінному суглобі в момент відриву лижних палиць від снігу, град	125,1	8,67	137,3*	9,56
Кут у правому кульшовому суглобі в момент відриву лижних палиць від снігу, град	136	7,59	130	5,54
Час другої фази вільного ковзання з одночасним відштовхуванням руками	0,31	0,03	0,29*	0,02

Примітка. \* – зміна показника статистично значуща на рівні  $p < 0,05$

У п'ятому розділі «Аналіз і узагальнення результатів дослідження» викладена характеристика повноти вирішення завдань, здійснено узагальнення



експериментальних даних, які підтверджують ефективність розробленої технології вдосконалення технічних дій висококваліфікованих лижників-гонщиків з порушенням слуху при пересуванні класичними лижними ходами.

Отримали **підтвердження дані** А. М. Лапутіна (1999-2005), Ю. К. Гавердовського (2012), V. Zatsiorsky (2012) про ефективність і доцільність застосування методу біомеханічного аналізу при вивченні техніки рухових дій спортсменів різної кваліфікації; наукові дані, які представлені в роботах В. М. Платонова (1997-2017), В. М. Болобан (2000-2017), що свідчать про ефективність використання підвідних та імітаційних вправ в процесі вдосконалення техніки рухових дій спортсменів різної кваліфікації та необхідність залучення здорових спортсменів до тренувального процесу глухонімих (А. Н. Кадочкин, 2011).

Аналіз результатів дослідження дозволив **доповнити дані** авторів (В. И. Колыхматова, 2010-2015; S. J. Lidinger, 2011; А. В. Гурського, 2012; Н. Holmberg, 2013; М. Рудберга, 2014; В. Pellegrini, 2015) щодо кількісних кінематичних характеристик поперемінного двокрокового та одночасного безкрокового класичних ходів лижників-гонщиків, а також дослідження (Г. И. Попова, 2013; И. Ю. Кривецкого, 2014; I. Namatevs, 2016; D. Pettersson, 2017; А. В. Зеленского, 2017) стосовно використання способу моделювання на основі штучних нейронних мереж для дослідження раціональних зразків техніки в різних видах спорту.

#### **Новими даними є:**

- кількісні кінематичні характеристики технічних дій лижників-гонщиків з порушенням слуху в поперемінному двокроковому та одночасному безкроковому класичних ходах;

- моделі кінематичної структури техніки класичних ходів висококваліфікованих лижників з вадами слуху на основі штучних нейронних мереж;

- технологія вдосконалення технічних дій висококваліфікованих лижників-гонщиків з порушенням слуху в поперемінному двокроковому та одночасному безкроковому ходах на основі комп'ютерного моделювання в річному макроциклі їх підготовки.

## **ВИСНОВКИ**

1. Аналіз науково-методичної літератури, даних мережі Інтернет і власні педагогічні спостереження свідчать про те, що вдосконалення технічних дій висококваліфікованих лижників-гонщиків з порушенням слуху є одним із основних чинників досягнення ними високих спортивних результатів, проте на сьогодні технічна підготовка лижників-дефлімпійців базується на основних положеннях системи підготовки лижників в олімпійському спорті. Одним із пріоритетних напрямів вдосконалення спортивної техніки спеціалісти вважають метод комп'ютерного моделювання. Водночас модельні показники техніки класичних лижних ходів у спеціальній літературі представлені фрагментарно, а такий важливий компонент вдосконалення техніки, як моделі рухових дій висококваліфікованих лижників-гонщиків із депривацією слуху відсутні.

2. У результаті біомеханічного відеокomp'ютерного аналізу класичних лижних ходів висококваліфікованих лижників-гонщиків з порушенням слуху отримані кількісні кінематичні показники поперемінного двокрокового ходу: тривалість фази випрямлення опорної ноги в колінному суглобі –  $0,20 \pm 0,02$  с; результуюча швидкість переміщення ЗЦМ тіла спортсмена в циклі руху ковзаючого кроку –  $6,58 \pm 0,02$  м·с<sup>-1</sup>; вертикальна складова швидкості ЦМ біоланки «кисть права» (лижна палиця) у фазі вільного ковзання з випрямленням опорної ноги –  $1,76 \pm 0,23$  м·с<sup>-1</sup>; кут правого ліктьового суглоба у момент постановки лижної палиці на опору –  $103 \pm 12$  град.

3. Отримані кінематичні показники одночасного безкрокового ходу висококваліфікованих лижників-гонщиків з порушенням слуху: максимальна результуюча швидкість ЗЦМ тіла спортсмена –  $7,03$  м·с<sup>-1</sup>, час циклу –  $0,78 \pm 0,07$  с та окремих фаз: першої фази вільного ковзання на лижах –  $0,47 \pm 0,05$  с, другої фази –  $0,31 \pm 0,02$  с, гоніометричні характеристики колінного суглоба в другій фазі вільного ковзання з одночасним відштовхуванням палицями –  $125 \pm 9$  град та в ліктьовому суглобі в момент постановки палиць на опору –  $110 \pm 8$  град.

4. Визначена кінематична структура технічних дій лижників-гонщиків із порушенням слуху при пересуванні класичними лижними ходами на основі статистично значущих ( $p < 0,05$ ) взаємозв'язків отриманих кінематичних характеристик із швидкістю ЗЦМ тіла лижника у циклі руху, яка слугувала критерієм їх спортивного результату. Коефіцієнти кореляції у поперемінному двокроковому ході знаходяться в межах від 0,68 до 0,97; в одночасному безкроковому ході – від 0,76 до 0,98.

З урахуванням отриманих даних у результаті комп'ютерного нейромережевого моделювання технічних дій висококваліфікованих лижників-гонщиків з порушенням слуху при пересуванні класичними лижними ходами визначені модельні показники: 13 показників у поперемінному двокроковому ході і 7 показників у одночасному безкроковому ході.

5. Розроблено технологію вдосконалення технічних дій висококваліфікованих лижників з порушенням слуху, основними компонентами якої є: мета, завдання, дидактичні та специфічні принципи, етапи, методи і засоби підготовки, що застосовувалися у підготовчому і змагальному періодах. Характерною особливістю технології є застосування комп'ютерного моделювання з метою корекції технічних дій лижника-гонщика, що дозволило забезпечити вибір фізичних вправ та методів їх застосування у тренувальному процесі в залежності від індивідуальних особливостей кожного спортсмена.

6. Ефективність технології вдосконалення технічних дій висококваліфікованих лижників-гонщиків із порушенням слуху підтверджена експериментально. У результаті застосування авторської технології в річному макроциклі технічної підготовки дефлімпійської збірної команди України з лижних гонок відбулося статистично значуще покращення ( $p < 0,05$ ) кінематичних показників техніки:

- в поперемінному двокроковому класичному лижному ході:
  - підвищення результуючої швидкості ЗЦМ тіла лижників з порушенням слуху з  $6,58$  м·с<sup>-1</sup> на початку експерименту до  $7,16$  м·с<sup>-1</sup> наприкінці;

- збільшення горизонтальної швидкості ЦМ біоланки «ліва стопа» з  $6,27 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$  до  $6,54 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$  і з  $6,11 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$  до  $6,78 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$  відповідно;
- приріст вертикальної швидкості ЦМ біоланки «кисть права» (лижна палиця) у момент постановки на сніг на  $0,37 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$ .
  - в одночасному безкроковому класичному лижному ході:
    - збільшення горизонтальної швидкості ЦМ біоланки «кисть права» з  $10,92 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$  до  $11,24 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$ ;
    - збільшення вертикальної швидкості ЦМ біоланки «праве передпліччя» у фазі вільного ковзання з одночасним відштовхуванням руками, яке характеризує виконання постановки палиць на сніг з  $1,65 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$  до  $2,44 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$ ;
  - поліпшення результатів лижників-гонщиків з порушенням слуху збірної команди України на 20,3 с відносно лідера гонки на XVIII зимових Дефлімпійських іграх 2015 р.

Перспективи подальших досліджень пов'язані з розробкою технології вдосконалення техніки ковзанярських лижних ходів висококваліфікованих лижників-гонщиків з вадами слуху на основі комп'ютерного моделювання.

## СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

### *Наукові праці, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації*

1. Хуртик ДВ. Особенности технической подготовки спортсменов с нарушениями слуха в различных видах спорта. Педагогіка, психологія та медико-біологічні проблеми фізичного виховання і спорту. 2012;8:110-3. Фахове видання України, яке включено до міжнародної наукометричної бази Index Copernicus.
2. Хуртик Д. Кинематические характеристики техники передвижения высококвалифицированных лыжников-гонщиков с нарушениями слуха. Молодіжний науковий вісник Східноєвропейського національного університету імені Лесі Українки. 2013;11:83-6. Фахове видання України.
3. Хуртик Д, Хмельницька І. Особливості техніки пересування лижників-гонщиків високої кваліфікації із вадами слуху. Теорія і методика фізичного виховання і спорту. 2013;4:81-4. Фахове видання України, яке включено до міжнародної наукометричної бази Index Copernicus. *Особистий внесок здобувача полягає в узагальненні отриманих даних та формулюванні висновків. Особистий внесок співавтора – допомога в обробці матеріалів та їх частковому обговоренні.*
4. Хуртик ДВ, Смирнова ЗД. Биомеханические характеристики техники передвижения высококвалифицированных лыжников с нарушениями слуха. Науковий часопис НПУ імені М. П. Драгоманова. Серія: Науково-педагогічні проблеми фізичної культури (фізична культура і спорт). 2015;11(66):167-70. Фахове видання України. *Особистий внесок здобувача полягає в отриманні кінематичних характеристик одночасного безкрокового ходу висококваліфікованих лижників-гонщиків з вадами слуху. Особистий внесок співавтора – участь в організації досліджень окремих наукових напрямів.*
5. Хуртик Д, Хмельницька І, Смирнова З. Моделювання техніки поперемінного двокрокового ходу висококваліфікованих лижників з порушеннями

слуху. Спортивний вісник Придніпров'я. 2016;2:146-9. Фахове видання України, яке включено до міжнародної наукометричної бази Index Copernicus. *Особистий внесок здобувача полягає в узагальненні результатів дослідження, інтерпретації кількісних даних та формулюванні висновків. Особистий внесок співавторів – допомога в обробці матеріалів та їх частковому обговоренні.*

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

1. Хуртик ДВ, Смирнова ЗД. Характеристика технической подготовленности квалифицированных лыжников-гонщиков с нарушением слуха. В: Современный олимпийский спорт и спорт для всех: материалы 15-ого Международ. науч. конгресса; 2011 Сент 12-15; Кишинев. Кишинев, Молдова; 2011. Т. 1. с.163-7. *Особистий внесок здобувача полягає в постановці завдань дослідження та формулюванні висновків. Особистий внесок співавтора – участь в організації досліджень окремих наукових напрямів.*

2. Хуртик ДВ. Модельные биомеханические показатели техники высококвалифицированных лыжников-гонщиков с нарушениями слуха. В: Олимпийский спорт и спорт для всех: материалы 18-ого Международного научного конгресса; 2014 Окт 1-4; Алматы. Алматы, Казахстан; 2014. Т. 3. с. 372-5.

3. Хуртик Д, Хмельницкая И, Смирнова З. Средства подготовки в годичном макроцикле высококвалифицированных спортсменов с депривацией слуха специализирующихся в лыжных гонках. В: Спорт. Олимпизм. Здоровье: материалы Международного науч. конгресса; 2016 Окт 5-8; Кишинев. Кишинев: USEFS; 2016. с.352-5. *Особистий внесок здобувача полягає в узагальненні результатів дослідження та інтерпретації кількісних даних. Особистий внесок співавторів – участь в організації досліджень окремих наукових напрямів.*

4. Хуртик ДВ, Смирнова ЗД. Засоби підготовки висококваліфікованих лижників-гонщиків з вадами слуху. В: Фізичне виховання в контексті сучасної освіти: матеріали 12-ї Міжнародної наук.-метод. конф.; 2017 Черв 16; Київ. Київ; 2017. с. 117-8. *Особистий внесок здобувача полягає в узагальненні результатів дослідження та інтерпретації кількісних даних. Особистий внесок співавтора – участь в організації досліджень окремих наукових напрямів.*

***Наукові праці, які додатково відображають наукові результати дисертації***

1. Хмельницкая ИВ, Хуртик ДВ, Смирнова ЗД. Техника передвижения на лыжах высококвалифицированных лыжников-гонщиков с нарушением слуха. Вісник Чернігівського національного педагогічного університету. Педагогічні науки. Фізичне виховання та спорт. 2011;86(2):265-9. *Особистий внесок здобувача полягає в постановці завдань дослідження, визначенні методів та узагальненні даних. Особистий внесок співавторів – допомога в обробці матеріалів та їх частковому обговоренні.*

## АНОТАЦІЇ

**Хуртик Д. В. Удосконалення технічних дій висококваліфікованих лижників з порушенням слуху на основі комп'ютерного моделювання. – На правах рукопису.**

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

Дисертацію присвячено вирішенню проблеми удосконалення технічних дій висококваліфікованих лижників з порушенням слуху при подолання змагальної дистанції класичними лижними ходами.

На сьогоднішній день адаптивний спорт – одним з напрямів соціальної інтеграції людей з обмеженими можливостями в суспільстві. Для яких проводяться різні заходи у форматі від невеликих спортивних змагань до таких масштабних подій як Паралімпійські, Дефлімпійські ігри та Спеціальні Олімпіади.

Спортивний результат на пряму залежить від рівня технічної підготовки, яка на сьогодні для лижників-дефлімпійців проводиться за програмою лижників в олімпійському спорті. Водночас, незважаючи на широке використання комп'ютерного моделювання у вдосконаленні техніки рухових дій в у різних видах спорту, модельні характеристики технічних дій висококваліфікованих лижників-гонщиків з депривацією слуху у доступних джерелах не представлені. У дослідженні прийняли участь дев'ять висококваліфікованих лижників-гонщиків з порушенням слуху – члени дефлімпійської збірної команди України з лижних гонок. Використовувалися методи дослідження: аналіз науково-методичної літератури та даних мережі Інтернет, аналіз медичних карт спортсменів, антропометрія, відеозйомка, біомеханічний відеокomp'ютерний аналіз, комп'ютерне моделювання, педагогічний експеримент та методи математичної статистики.

Проаналізовано напрями вдосконалення технічної підготовки спортсменів з порушенням слуху в видах дефлімпійського спорту; визначення кінематичних характеристик техніки класичних лижних ходів, а також сучасних методів моделювання в спорті.

У роботі визначено кінематичні характеристики техніки поперемінного двокрокового та одночасного безкрокового класичних ходів висококваліфікованих лижників-гонщиків з депривацією слуху з використанням програмного забезпечення «BioVideo».

За результатами кореляційного та факторного аналізів визначена кінематична структура техніки висококваліфікованих лижників-гонщиків з вадами слуху побудовані їх кінематичні схеми при пересуванні класичними лижними ходами. Розроблено моделі техніки поперемінного двокрокового та одночасного безкрокового лижних ходів на основі комп'ютерного моделювання з використанням штучних нейронних мереж.

Обґрунтовано та розроблено технологію вдосконалення технічних дій висококваліфікованих лижників-гонщиків з порушенням слуху з використанням методу комп'ютерного моделювання. Технологія включала: мету і завдання, дидактичні та специфічні принципи, етапи, методи та засоби технічної підготовки спортсменів. Враховуючи індивідуальні кінематичні характеристики спортсменів,

для корекції їх технічних дій було застосовано комплекси фізичних вправ, які представлено у вигляді практичних рекомендацій.

Ефективність розробленої технології підтверджена у педагогічному експерименті, який проведено в річному макроциклі підготовки. У результаті експерименту відбулися достовірні зміни більшості кінематичних показників ( $p < 0,05$ ) технічних дій лижників-гонщиків з вадами слуху в поперемінному двокроковому та одночасному безкроковому класичних лижних ходах.

Результати дослідження впроваджено у навчально-тренувальний процес чоловічої збірної команди України з лижних гонок серед спортсменів з порушенням слуху, навчальний процес Національного університету фізичного виховання і спорту України при викладанні дисциплін «Теорія і методика тренерської діяльності в обраному виді спорту (лижні гонки)» та «Біомеханіка».

**Ключові слова:** технічні дії, лижник, порушення, слух, моделювання, нейронні мережі.

**Khurtyk D. V. Improving Technical Actions of Elite Skiers with Hearing Impairment based on Computer Modeling.** – Qualification scientific work on the manuscript.

Dissertation on graduating the degree of Candidate of Sciences in Physical Education and Sport in specialty 24.00.01 – olympic and professional sport. – The National University of Ukraine on Physical Education and Sport, Kyiv, 2018.

The dissertation is devoted to solving the problem of improving technical actions of highly skilled skier with hearing impairment during overcoming the competitive distance with classical ski runs.

The work describes the kinematic characteristics of the technique of classical moves of highly skilled skiers with deprivation of hearing using the software "BioVideo". The models of technology of diagonal stride and double poling ski runs on the basis of computer modeling using artificial neural networks are developed.

The technology of improvement of technical actions of highly qualified skier-riders with hearing impairment with the use of computer modeling method is substantiated and developed. The technology included: there is a goal and tasks, didactic and specific principles, stages, methods and means of technical training of athletes.

The results of the study were introduced into the training process of the men's national team of Ukraine for cross-country skiing among athletes with hearing impairment, the educational process of the National University of Ukraine on Physical Education and Sports during the teaching of disciplines «Theory and method of coaching in the chosen sport (cross-country skiing) » and «Biomechanics».

**Key words:** technical actions, skier, impairment, hearing, modeling, neural networks.

---

Підписано до друку 23.08.2018 р. Формат 60x90/16.  
Ум. друк. арк. 0,9. Обл.-вид. арк. 0,9.  
Тираж 100. Зам. 51.

---

«Видавництво “Науковий світ”»<sup>®</sup>  
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)