

МІНІСТЕРСТВО МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ
МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ ФІЗИЧНОЇ КУЛЬТУРИ

Факультет магістратури, заочного навчання та підвищення кваліфікації
Кафедра лижних видів спорту, велоспорту та туризму

КОЗАК МАРК СЕРГІЙОВИЧ

ОПТИМІЗАЦІЯ ТРЕНУВАЛЬНОГО ПРОЦЕСУ ЛИЖНИКІВ-ГОНЩИКІВ
ЮНІОРСЬКОГО ВІКУ НА ПІДГОТОВЧОМУ ЕТАПІ РІЧНОГО
МАКРОЦИКЛУ

Кваліфікаційна робота

освітній рівень	Другий (магістерський) рівень <i>(назва освітнього рівня)</i>
галузь знань	01 Освіта / Педагогіка <i>(шифр і назва галузі знань)</i>
спеціальність	017 Фізична культура і спорт <i>(код і назва спеціальності)</i>
спеціалізація	Тренерська діяльність в обраному виді спорту (лижний спорт) <i>(назва спеціалізації)</i>

Науковий керівник: Котляр Сергій Миколайович, кандидат наук з фізичного виховання та спорту, доцент

АНОТАЦІЯ

Кваліфікаційної роботи

КОЗАК МАРК СЕРГІЙОВИЧ

ОПТИМІЗАЦІЯ ТРЕНУВАЛЬНОГО ПРОЦЕСУ ЛИЖНИКІВ-ГОНЩИКІВ ЮНІОРСЬКОГО ВІКУ НА ПІДГОТОВЧОМУ ЕТАПІ РІЧНОГО МАКРОЦИКЛУ

Спеціальність: 017 Фізична культура і спорт

Спеціалізація: Лижний спорт

2026 рік

Актуальність дослідження. Питання організації та наукового обґрунтування побудови тренувального процесу лижників-гонщиків юніорського віку (18 – 20 років) на сучасному етапі розвитку спортивної науки набувають особливої актуальності. В умовах високої конкуренції на міжнародній арені успішність виступів спортсменів багато в чому залежить від оптимальної системи побудови тренувального процесу, ефективного використання методів і засобів підготовки, а також впровадження сучасних інноваційних технологій, включаючи штучний інтелект. Тому, дослідження співвідношення засобів підготовки та вибору величини навантаження під час тренувального процесу у лижників-гонщиків на етапі спортивного удосконалення є актуальними.

Мета роботи полягає у оптимізації та удосконалення тренувального процесу лижників-гонщиків 18-20 років у підготовчому періоді.

Завдання дослідження: 1. Провести аналіз науково-методичної літератури, що стосується питань адаптації до навантажень в циклічних видах спорту (лижні перегони, біатлон), підготовки лижників-гонщиків на різних етапах річного макроциклу. 2. Здійснити аналіз тренувального процесу кваліфікованих лижників-гонщиків юніорського віку на підготовчому етапі провідних лижних країн та України. 3. Розробити та експериментально дослідити сполучення навантаження LIT/МІТ/НІІТ/SIT в підготовці лижників-гонщиків 18-20 років.

Матеріали та методи дослідження. У дослідженні взяли участь лижники віком 18-20 років, які мали 1 розряд до КМС у кількості 20 чоловік (дві групи контрольна та експериментальна). Тренувальні заняття і змагання в обох групах проводилися одночасно, а потім реєструвалися їх результати. Основна різниця в тренувальних групах було поєднання навантаження різної спрямованості: ЛІТ/МІТ/НІІТ/СІТ. Для вирішення поставлених завдань використовувалися методи дослідження: аналіз науково-методичної літератури; вивчення й узагальнення практичного досвіду роботи тренерів; педагогічні спостереження; педагогічний експеримент; методи математичної статистики.

Результати. В результаті проведення досліджень було виявлено: приріст результатів фізичної підготовленості лижників в контрольній та експериментальній групах. Показники у спортсменів експериментальної групи були кращими особливо в тестах, які відповідають за спеціальну підготовку (пересування на лижоролерах, робота на лижному тренажері), але достовірної різниці між групами ми не отримали ($p > 0,05$); в результаті аналізу тестових показників на лижоролерах спортсмени експериментальної групи показали кращі результати на дистанціях 1,5 км і 10 км ковзанярським стилем (8,6%, 1,8%) 1,5 км і 10 км класичним стилем (9,2%, 1,2%) ($p < 0,05$). Аналіз участі в змаганнях показав, що результати в експериментальній групі були кращі: в гонці на 10 км – 4,14% і спринт – 7,78% класичним стилем та в гонці 15 км – 2,97% і спринт – 10,14% ковзанярським стилем.

Висновки. Підготовка кваліфікованих лижників-гонщиків у віці 18–20 років на етапі спортивного удосконалення – це поєднання наукового підходу, індивідуалізації та системного планування. Успіх залежить від: чіткого дотримання полярної моделі навантажень; формування міцної аеробної бази; розвитку анаеробної потужності; покращення техніки та психологічної стійкості.

Ключові слова: лижні перегони, підготовчий період, засоби підготовки, навантаження ЛІТ/МІТ/НІІТ/СІТ.

ABSTRACT

Qualification work

KOZAK MARK SERHIYOVYCH

OPTIMIZATION OF THE TRAINING PROCESS FOR JUNIOR SKIERS- RACERS AT THE PREPARATORY STAGE OF THE ANNUAL MACROCYCLE

Specialty: 017 Physical Culture and Sports

Specialization: Skiing sports

Year 2026

Relevance of the study. The issues of organisation and scientific justification of the training process for junior skiers (aged 18–20) are particularly relevant at the current stage of development of sports science. In the context of high competition in the international arena, the success of athletes' performances largely depends on an optimal training process system, the effective use of training methods and means, as well as the introduction of modern innovative technologies, including artificial intelligence. Therefore, research into the relationship between training methods and the selection of training loads during the training process for cross-country skier's racers at the stage of athletic improvement is relevant.

The purpose of the work is to optimizes and improve the training process for 18-20-year old cross-country skier's racers during the preparatory period.

Objectives of the study: 1. To analyse scientific and methodological literature on adaptation to loads in cyclic sports (cross-country skiing, biathlon) and the training of cross-country skiers at different stages of the annual macrocycle. 2. Analyse the training process of qualified junior skiers at the preparatory stage in leading skiing countries and Ukraine. 3. Develop and experimentally investigate the combination of LIT/MIT/HIIT/SIT loads in the training of skiers aged 18-20.

Materials and methods of research. The study involved 20 skiers aged 18-20 with sports qualifications (two groups: control and experimental). Training sessions and competitions were held simultaneously in both groups, and their

results were then recorded. The main difference between the training groups was the combination of different types of exercise: LIT/MIT/HIIT/SIT. To solve the tasks set, the following research methods were used: analysis of scientific and methodological literature; study and generalisation of the practical experience of coaches; pedagogical observations; pedagogical experiment; methods of mathematical statistics.

Results. The research revealed an increase in the physical fitness results of skiers-racers in the control and experimental groups. The athletes in the experimental group performed better, especially in tests related to special training (ski roller skiing, ski trainer work), but we did not obtain a statistically significant difference between the groups ($p > 0.05$). As a result of the analysis of test indicators on roller skis, athletes in the experimental group showed better results at distances of 1.5 km and 10 km in the skating style (8.6%, 1.8%); 1.5 km and 10 km in the classic style (9.2%, 1.2%) ($p < 0.05$). Analysis of participation in competitions showed that the results in the experimental group were better: in the 10 km race – 4.14% and sprint – 7.78% in classic style and in the 15 km race – 2.97% and sprint – 10.14% in skating style.

Conclusions. Training qualified cross-country skier's racers aged 18–20 at the stage of athletic improvement is a combination of a scientific approach, individualisation and systematic planning. Success depends on: strict adherence to the polar model of training loads; building a strong aerobic base; developing anaerobic power; improving technique and psychological resilience.

Keywords: cross-country skiers, preparation period, preparation methods, LIT/MIT/HIIT/SIT training loads.

ЗМІСТ

	Стр.
ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ	7
ВСТУП	8
РОЗДІЛ 1. Науково-методичне обґрунтування побудови тренувального процесу лижників-гонщиків на етапах річного макроциклу	11
1.1. Побудова тренувального процесу лижників в річному циклі підготовки.....	11
1.2. Характеристика засобів, методів і основних видів підготовки лижників-гонщиків	13
1.3. Процеси адаптація до тренувальних навантажень в лижних перегонах	19
1.4. Інноваційні технології які застосовуються у лижних видах спорту ..	30
ВИСНОВОК ДО 1 РОЗДІЛУ	35
РОЗДІЛ 2. Методи та організація дослідження.....	39
2.1. Методи дослідження.....	39
2.2. Організація дослідження.....	45
РОЗДІЛ 3. Дослідження тренувального процесу кваліфікованих лижників-гонщиків 18-20 років на підготовчому етапі.....	47
3.1. Аналіз побудови тренувального процесу у лижників-гонщиків юніорського віку на підготовчому етапі річного макроциклу.....	47
3.2. Удосконалення тренувального процесу лижників-гонщиків в підготовчому періоді річного макроциклу.....	58
ВИСНОВОК ДО 3 РОЗДІЛУ	68
ВИСНОВКИ	73
ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ	75
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	77

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

АМЕ	аеробна метаболічна ємність
АНАМЕ	анаеробна метаболічна ємність
АТ	артеріальний тиск
АТФ	аденозинтрифосфат
ЖЄЛ	життєва ємність легенів
МСК	максимальне споживання кисню
ЧСС	частота серцевих скорочень
ЦНС	центральна нервова система
ЗМЕ	загальна метаболічна ємність
ІГСТ	індекс гаргвардського степ-теста
КВ	коефіцієнт витривалості
ETS	систему транспорту електронів
LIT/LSD	тренування в повільному темпі (<2 мМ лактату в крові, 60–82% від максимальної частоти серцевих скорочень)
MIT	тренування в середньому темпі (2–4 мМ лактату в крові, 82–87% від ЧСС _{max})
НІТ	високоінтенсивні тренування (>4 мМ лактату в крові, >87% від ЧСС _{max})
SIT	спринтерські інтервальні тренування (max ЧСС)
CSA	площа поперечного перерізу
TCA	трикарбонових кислот

ВСТУП

Актуальність. Високий рівень спортивних досягнень, подальше зростання спортивних результатів у лижних-гонках тісно пов'язане з докладно продуманою, науково-обґрунтованою системою адаптації до фізичних навантажень спортсменів різного рівня підготовки.

Здатність спортсменів виконувати фізичні вправи можна підвищити за допомогою тривалих фізичних вправ направлених на розвиток фізичних якостей. Здатність адаптуватися до фізичних вправ дозволяє спортсменам виступати на високому рівні своїх можливостей та підтримувати максимальний фізичний стан протягом усього життя.

Вправи зазвичай поділяються на анаеробні/аеробні та по розвитку фізичних якостей: сила/швидкість/витривалість. Вправи на витривалість зазвичай виконуються з відносно низьким навантаженням протягом тривалого часу, тоді як силові вправи виконуються з відносно високим навантаженням протягом короткого часу. Однак чисті вправи на витривалість і чисту силу зустрічаються рідко. Більшість видів діяльності поєднують у собі витривалість і силу, і цей тип тренувань називають одночасними вправами.

Відомо, що класичні тренування на витривалість призводять до збільшення серцевого викиду, максимального споживання кисню та мітохондріального біогенезу (Holloszy 1967; Coyle et al. 1983, 1986, 1988; Holloszy and Coyle 1984; Favier et al. 1986). Загальне покращення як центральних, так і периферичних тканин дозволяє покращити економію фізичних вправ і більшу здатність людини бігати на більші відстані та час (Brooks 2011). Навпаки, силові тренування призводять до збільшення розміру м'язів (площа поперечного перерізу), нейронних адаптацій (моторна потужність) і покращення сили (вироблення максимальної сили) (Narici et al. 1989; Staron et al. 1991; Ryka et al. 1994; Naˆkkinen et al. 1998a). Ці позитивні зміни фізичних можливостей дозволяють людині бути сильнішою,

потужнішою та підтримувати кращу якість життя протягом усього життя та життя в життя (Visser et al. 2005; Goodpaster et al. 2006; Newman et al. 2006).

Розвиток окремих фізичних якостей тісно пов'язаний зі спеціалізованим впливом на основні системи енергозабезпечення: аеробну та анаеробну. Тому одним із напрямів удосконалення спеціальної фізичної підготовки є розробка методики впливу на провідні системи енергозабезпечення шляхом оптимізації основних компонентів дозування фізичних навантажень: інтенсивність, тривалість, кількість повторень, тривалість інтервалу відпочинку та характер його організації. Проте невирішених питань залишається ще досить багато.

Безупинний зріст спортивних результатів, ускладнення трас, модифікація спортивного інвентарю, удосконалення техніки лижних ходів зажадали перегляду співвідношення загально-фізичної (ЗФП) і спеціально-фізичної підготовки (СФП) у тренуванні лижників-гонщиків в періодах річного макроциклу. Адаптації як до витривалості, так і до силових тренувань сприяють не тільки досягненню потенційної спортивної досконалості, але, у більшості випадків, сприяють відстроченню появи вікових захворювань (McGregor et al. 2014; Zampieri et al. 2015; Cartee et al. 2016).

Ця робота спирається на дослідження останніх років в галузі тренувань в циклічних видах спорту (лижні перегони, біатлон) на витривалість/силу/швидкість, а також на інформацію про покращення фізичної продуктивності і загальної адаптації.

Дослідження буде направлено на вплив фізичних навантажень під час підготовчого етапу лижників-гонщиків 18-20 років на адаптації до тренувальних навантажень.

Мета роботи полягає у оптимізації та удосконалення тренувального процесу лижників-гонщиків 18-20 років у підготовчому періоді.

Відповідно до мети дослідження у роботі вирішувалися такі **завдання**:

1. Провести аналіз науково-методичної літератури, що стосується питанням адаптації до навантажень в циклічних видах спорту (лижні перегони, біатлон), підготовки лижників-гонщиків на різних етапах річного макроциклу.

2. Здійснити аналіз тренувального процесу кваліфікованих лижників-гонщиків юніорського віку на підготовчому етапі провідних лижних країн та України.

3. Розробити та експериментально дослідити сполучення навантаження ЛІТ/МІТ/НІТ/СІТ в підготовці лижників-гонщиків 18-20 років.

Об'єкт дослідження є навчально-тренувальний процес лижників-гонщиків 18-20 років у підготовчому період.

Предмет дослідження – засоби і методи підготовки лижників-гонщиків на підготовчому етапі річного макроциклу.

Для вирішення поставлених завдань використовувалися наступні методи: аналіз спеціальних літературних джерел, педагогічне спостереження, педагогічний експеримент, методи математико-статистичного опрацювання результатів дослідження.

Практичне значення отриманих результатів:

- розробка методичних рекомендацій щодо вдосконалення загальної та спеціальної фізичної підготовленості лижників-гонщиків на підготовчому етапі річного циклу підготовки;
- визначення мети, завдань, засобів і методів на окремі етапи удосконалення спеціальної фізичної підготовленості;
- встановлення рівнів взаємозв'язку показників загальної та спеціальної фізичної підготовленості з спортивним результатом.

Структура роботи. Робота складається з трьох розділів, висновків, практичних рекомендацій та списку використаних джерел 84. Робота викладена на 86 сторінках тексту, містить 3 рисунки і 14 таблиць.

РОЗДІЛ 1

НАУКОВО-МЕТОДИЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ПОБУДОВИ ТРЕНУВАЛЬНОГО ПРОЦЕСУ ЛИЖНИКІВ-ГОНЩИКІВ НА ЕТАПАХ РІЧНОГО МАКРОЦИКЛУ

1.1. Побудова тренувального процесу лижників в річному циклі підготовки

У роботах багатьох учених на прикладі різних видів спорту показано, що для досягнення високих спортивних результатів потрібне системне тренування, що складається з різних етапів, що обумовлюються різними чинниками [3, 17, 19, 23].

Структура спортивного тренування характеризується наявністю відносно відособлених рівнів структури тренувального процесу: мікроструктури - структури окремих занять і мікроциклів; мезоструктури - структури середніх циклів і етапів тренування, цілеспрямованих мікроциклів, що включають серію; макроструктури - структури великих циклів тренування (макроциклів)[52]. Усі ці ланки пов'язані один з одним в єдине ціле - така закономірність тренувального процесу.

Тривалість і структура макроциклів обумовлюються багатьма чинниками, до числа яких відносять: специфічні особливості видів спорту і закономірності становлення в них основних складових спортивної майстерності; необхідність підготовки спортсмена до участі в конкретних змаганнях; індивідуальні адаптаційні можливості спортсмена, структура його підготовленості, зміст передуючого тренування [12].

Для сезонних видів спорту, до яких відносяться лижні гонки, характерна побудова тренування на основі річних макроциклів, в яких чітко видимі відносно самостійні періоди і етапи підготовки.

Розподіл тренувальних і змагань навантажень в річному циклі багато в чому визначає ефективність підготовки спортсменів. На думку фахівців

Матвєєва Л. П. (1977), Зимкін В. І. (2010), Платонова В. М. (2015), Вомра Т., Buzzichelli С. (2015), Foster С. та колеги (2017), Олійник О. М. (2020), Коцюба О. М. (2021), що про перевагу того або іншого варіанту неоднозначні. Більшість з них дотримується ствердження про більш високу ефективність хвилеподібного розподілу навантаження в порівнянні з рівномірним, що знайшло вираження в одному з принципів спортивного тренування - в принципі хвилеподібності навантажень.

У своїй монографії Бурла А. О., Бурла О. М. (2018) провели аналіз роботи Ю. В. Верхошанського, який стверджував, що великий тренувальний цикл включає три відносно самостійних етапу, об'єднаних певною логікою послідовного і спадкоємного рішення головної цільової задачі – підготовки спортсмена до змагань. Це підготовчий, передзмагальний і змагальний етапи. В той же час основна особливість підготовки спортсменів високого класу полягає в тому, що головним причинним чинником, що визначає прогрес їх майстерності, виступає підвищення їх моторного потенціалу [6].

Цілісність тренувального процесу в часі обумовлена певною протяжністю, фазовістю і гетерохронністю розвитку пристосовних реакцій на рівні окремих фізіологічних систем організму, а також об'єктивною послідовністю, спадкоємністю і зв'язаністю його морфо-функціональних перебудов при переході від термінової до довготривалої адаптації стверджують у своїх роботах Матвєєва Л. П. (1977) та Костюкевич (2007) [11, 19].

Тренувальний річний цикл лижника підрозділяють на періоди: підготовчий, змагальний і перехідний. У висококваліфікованих спортсменів виділяють два змагальних періода: літніх і зимових змагань. В основному підготовчий період складається з трьох етапів: весняно-літнього (з 1 травня до 31 липня), літньо-осіннього (з 1 серпня до 15 жовтня), осінньо-зимового (з 16 жовтня до 10 грудня). Період змагання триває з 10 грудня до 31 березня. Перехідний період займає два тижня перейти до активного відпочинку і потім

поступово розпочати тренувальну підготовку. Також автор виділяє окремо підготовку та участь у літніх змаганнях.

За останні роки методика підготовки лижників-гонщиків помітно змінилася, і пошуки нових форм побудови річного циклу тривають у багатьох країнах. У роботах [4, 24, 50] пропонується будувати тренування за типом здвоєного макроциклу. Обґрунтування своєї пропозиції автори бачать у великій тривалості підготовчого періоду, коли із-за збільшеної долі спеціальних вправ, збільшених об'ємів і інтенсивності їх застосування основний ріст працездатності спостерігається вже до середини підготовчого періоду і до кінця його значно сповільнюється.

Також в роботах відзначається і те, що не слід скидати з рахунків можливості якісної зміни в методиці тренування (і, як наслідок, періодизації) у зв'язку з використанням снігової підготовки в літній час, що вже отримала помітне поширення, а також змагань у літню пору року на лижоролерах [5, 10]. Є цілий ряд робіт, в яких автори при плануванні річного циклу рекомендують враховувати і інші аспекти.

1.2. Характеристика засобів, методів і основних видів підготовки лижників-гонщиків

Засобами спортивного тренування є різноманітні фізичні вправи, прямо або опосередковано майстерність спортсменів, що впливає на вдосконалення. Склад засобів формується з урахуванням особливостей конкретного виду спорту, що є предметом спортивної спеціалізації. Засоби спортивного тренування є фізичні вправи, які можуть бути спеціальними, загальними та додатковими. Platonov V. M. умовно підрозділяє на чотири групи: загально-підготовчі, допоміжні, спеціально-підготовчі, змагальні [49].

Загальна фізична підготовка покликана підвищувати функціональні можливості організму спортсмена, збагачувати і всебічно розвивати рухові уміння і навички. У коло її задач також входить:

- усебічний розвиток організму спортсмена, виховання фізичних якостей, що входять і не відносяться до числа специфічних в обраному виді спорту, але так чи інакше визначають успіх спортивної діяльності;
- усунення недоліків у фізичному розвитку, що заважають оволодінню правильною технікою вправ;
- поліпшення морально-вольової підготовки, загартування бойових якостей;
- створення умов для активного відпочинку в період зниження тренувальних навантажень, прискорення протікання відбудовних процесів [24].

Основними засобами ЗФП є вправи «свого» виду спорту, а також широке коло загальнорозвиваючих вправ і вправ з інших видів спорту.

Спеціальна фізична підготовка є спеціалізованим розвитком загальної фізичної підготовки. Задачі її більш вузькі і більш специфічні:

- удосконалювання фізичних якостей найбільш необхідних і характерних для даного виду спорту;
- виборчий розвиток окремих м'язів і груп м'язів несучих основне навантаження при виконанні змагальної вправи;
- переважний розвиток тих рухових навичок, що найбільш необхідні для успішного техніко-тактичного удосконалювання в обраному виді спорту [24].

Основними засобами СФП є змагальні вправи і спеціально-підготовчі вправи. Крім них для підвищення спортивної працездатності використовуються додаткові фактори, а саме: тренування в умовах середньогір'я застосування вітамінізації для прискорення відбудовних процесів, спеціальне харчування, масаж, фізіотерапевтичні процедури, парова лазня [24, 25, 26].

Співвідношення загальної і спеціальної фізичної підготовки, а також їхній конкретний зміст міняються в процесі багаторічних занять спортом (табл. 1.1).

Таблиця 1.1

Принципове співвідношення засобів ЗФП і СФП у багаторічному тренувальному процесі (%) [24]

Засоби фізичної підготовки	Кваліфікація спортсмена			
	III-II р.	II-I р.	I р.-КМС	МС-МСМК
ЗФП (%)	80 - 90	50 - 60	30 - 40	20 - 30
СФП (%)	10 - 20	40 - 50	60 - 70	70 - 80

Основна тенденція при цьому виявляється в поступовому збільшенні питомої ваги спеціальної підготовки в міру просування спортсмена по етапах спортивного удосконалювання, що, однак, не означає обов'язкового скорочення тієї абсолютної кількості часу, що приділяється загальній фізичній підготовці. На окремих етапах можливо і тимчасове розширення обсягу загальної підготовки. Усе залежить від конкретних умов кожного чергового етапу.

До загально-підготовчих відносяться вправи, що сприяють всебічному функціональному розвитку організму спортсмена [24].

Допоміжні вправи передбачають рухові дії, що створюють спеціальний фундамент для наступного вдосконалювання в тих або іншій спортивній діяльності.

Спеціально-підготовчі вправи займають центральне місце в системі тренування кваліфікованих спортсменів й охоплюють коло засобів, що включають елементи змагальної діяльності, а також дії, наближені до них за формою, структурою, а також за характером якостей і діяльності функціональних систем організму спортсменів.

Змагальні вправи передбачають виконання комплексу рухових дій, що є предметом спортивної спеціалізації, відповідно до існуючих правил змагань.

В якості найбільш використовуваних у підготовчому періоді засобів тренувань лижників-гонщиків є: лижоролери; важкі та легкі ковзани; імітація

лижних ходів із палицями та без палиць (крокова та стрибкова); використання штучної лижні.

Засоби тренування лижників розділяють на: основні й допоміжні. Вправи підрозділяють на: загально-розвиваючі й спеціальні. Спеціальні ж діляться на: підготовчі, імітаційні і підводящі.

Загально-розвиваючі вправи сприяють загальному розвитку й застосовуються у всіх періодах тренування в лижників різного віку й кваліфікації в індивідуальному для кожного з них обсязі. Ці вправи використовуються для розвитку сили, витривалості, швидкості, спритності, а також розтягування, розслаблення, рівноваги [24].

Підготовчі вправи переважно спрямовані на розвиток специфічних для лижників якостей.

Імітаційні відтворюють рух лижника при пересуванні без лиж по місцевості на лижоролерах, роликкових ковзанах та інше, які близькі за формою й характером до основного засобу й сприяють оволодінню технікою або ліквідації помилок [24, 26].

Крім цього в багаторічній підготовці підбор вправ ведеться з урахуванням:

- ✓ знань закономірностей біологічного розвитку організму вікових періодів інтенсивного розвитку тієї або іншої якості;
- ✓ вікового періоду вищих спортивних показників у даному виді спорту;
- ✓ рівня індивідуальної підготовленості спортсмена;
- ✓ фізичних і психічних якостей, необхідних для даного виду спорту, знання закономірностей переносу якостей.

Причому, необхідною умовою спортивного вдосконалення вважають єдність загальної й спеціальної фізичної підготовки.

У лижних гонках при підборі вправ необхідно враховувати більше або менше перенесення навиків і якостей з різних вживаних вправ на способи пересування на лижах.

Всі фізичні вправи, вживані в підготовці лижників, прийнято ділити на наступні основні групи.

Вправи основного виду лижного спорту – лижних гонок, вибраних як предмет спеціалізації. До цієї групи входять всі способи пересування на лижах (лижні ходи, спуски, підйоми, повороти і так далі). Всі ці вправи виконуються в різних варіантах і різноманітними методами.

Загально-розвиваючі вправи, що підрозділяються, у свою чергу, на дві підгрупи: а) загально-розвиваючі підготовчі; б) вправи з інших видів спорту [24, 49].

Загально-розвиваючі вправи особливо важливо підбирати відповідно до особливостей вибраного вигляду – лижних гонок. У підготовці лижників склався широкий круг вправ, які класифікуються по переважній дії на розвиток окремих фізичних якостей. Це розділення декілька умовно, оскільки при виконанні вправ, наприклад на швидкість, розвиваються і інші якості, зокрема сила м'язів. Тривале виконання різноманітних вправ в якійсь мірі сприяє підвищенню і загального рівня витривалості [2, 7].

Спеціальні вправи також розділяються на дві підгрупи: а) спеціально підготовчі; б) що спеціально підводять. Спеціально підготовчі вправи застосовуються для розвитку фізичних і вольових якостей стосовно лижних гонок. Вправи, що спеціально підводять, застосовуються з метою вивчення елементів техніки способів пересування на лижах [24, 49].

У тренуванні лижників-гонщиків на загальному фоні високого розвитку сили, силової витривалості, швидкості, спритності і гнучкості основна увага приділяється розвитку загальної і спеціальної (швидкісний) витривалості і швидкісно-силовим якостям. Спеціальні вправи широко застосовуються в підготовці спортсменів в різних видах лижного спорту. У лижних гонках для вдосконалення елементів техніки способів пересування на лижах використовуються імітаційні вправи і пересування на лижоролерах. Пересування на лижах в літній час по заміниках снігу широкого розповсюдження не отримало.

Під методами спортивної підготовки Платонов В.М. (2020) пропонує розуміти способи роботи тренера і спортсмена, за допомогою яких досягається оволодіння знаннями, уміннями і навичками, розвиваються необхідні якості, формується світогляд. Усі методи умовно ділять на три групи: словесні, наочні і практичні. Ми зупинимося на останній, оскільки саме ці методи дають можливість творчого підходу до побудови спортивного тренування і кінець кінцем, визначають спортивний результат [26].

Методи практичних вправ умовно розділяють на дві основні групи: 1) методи, переважно спрямовані на освоєння спортивної техніки, тобто на формування рухових умінь і навичок, характерних для обраного виду спорту; 2) методи, переважно спрямовані на розвиток рухових якостей. В той же час обидві групи методів тісно взаємозв'язані. Так, широкий арсенал і різноманітність фізичних навантажень, характерних для другої групи методів, розвивають не лише фізичні якості, але і удосконалюють техніко-тактичне майстерність, психічні якості, що дає можливість в сукупності забезпечувати ефективне рішення завдань спортивного тренування [26].

Методи, спрямовані переважно на розвиток рухових якостей, підрозділяються за характером виконання вправи – безперервно або з інтервалами на відпочинок. Є роботи, в яких дана характеристика найбільш сприятливих періодів розвитку фізичних якостей [37, 48] і представлені особливості методики їх виховання – швидкості, сили [9], швидкісно-силових якостей [42, 47], витривалості [27, 32, 45], координації [14, 39], гнучкості [36], спритності [12].

Залежно від підбору вправ і особливостей їх застосування тренування може носити узагальнений (інтегральний) і виборчий (переважний) характер. При узагальненій дії здійснюється паралельне (комплексне) вдосконалення різних якостей, що обумовлюють рівень підготовленості спортсмена, а при виборчому - переважний розвиток окремих якостей [20].

1.3. Процеси адаптація до тренувальних навантажень в лижних перегонах

Адаптація – це процес перебудови функціональних систем організму у відповідь на систематичні тренувальні подразники. Вона відбувається через:

- Морфологічні зміни (збільшення м'язової маси, серця, легень тощо).
- Біохімічні зрушення (активація ферментів, зміна енергетичних шляхів).
- Нейрофізіологічну оптимізацію (координація, рефлексії).
- Гормональні та імунні адаптації.

Процес тренування в лижних перегонах і в подальшому виступ у змаганнях є унікальною дією для кожного спортсмена. Цей процес передбачає урахування антропометричних, фізіологічних і психологічних можливостей спортсмена, відбуваються індивідуальні значні коливання швидкості, темпу роботи та інтенсивності метаболізму, а також потрібно розвивати у спортсмена різні фізичні якості з використанням різних режимів тренувань. Таким чином, підготовка лижників-гонщиків складається зі складної системи тренувань різних методів, засобів, режимів, які ще не були детально розглянуті.

У відповідь на фізичні вправи люди змінюють фенотип своїх скелетних м'язів, відбувається зміна запасу поживних речовин, кількості та типу метаболічних ферментів, кількості скорочувального білка та жорсткості сполучної тканини – це лише деякі зміни з адаптації. Зміна фенотипу є результатом частоти, інтенсивності та тривалості вправ у поєднанні з віком, генетикою, статтю та часом тренувань спортсмена (Joynner and Coyle 2008; Brooks 2011). Тому, незважаючи на те, що фізичні вправи часто називають єдиним стимулом, і ми шукали узагальнені відповіді, те, як кожен спортсмен реагує на фізичні вправи та від багатьох інших речей.

Вправи зазвичай поділяються:

- ✓ за характером навантаження на тренувальні та змагальні, специфічні і неспецифічні, локальні, часткові й глобальні;

- ✓ за величиною навантаження на організм спортсмена на малі, середні, значні (біляграничні), великі (граничні);
- ✓ за спрямованістю фізичних вправ, ті, що розвивають окремі рухові здібності (витривалість/сила/швидкість/ гнучкість);
- ✓ компоненти енергозабезпечення алактатні або лактатні, анаеробні/аеробні;
- ✓ за характером розподілу — у вигляді рівномірно розподілених або сконцентрованих впливів;
- ✓ вправи, які вдосконалюють структуру рухів;
- ✓ вправи і дії технічної та тактичної майстерності;
- ✓ за координаційною складністю — виконувані в стереотипних умовах, які не потребують значної мобілізації координаційних здібностей, або пов'язані з виконанням рухів високої координаційної складності;
- ✓ за психічною напруженістю, ті, що пред'являють різні вимоги до психічних можливостей спортсменів [21; 23].

Адаптація до силових навантажень відбувається за рахунок таких механізмів, як:

- ✓ гіпертрофія м'язових волокон (особливо типу II);
- ✓ покращення міжм'язової координації;
- ✓ зростання міцності сухожиль, кісток;
- ✓ збільшення синтезу анаболічних гормонів (тестостерон, гормон росту).

Типовий тренувань які допомагають здійснити адаптацію до силових навантажень:

- ✓ висока інтенсивність (70–90% від 1ПМ «максимального підйому ваги»);
- ✓ невелика кількість повторів (4–8);
- ✓ великий період відновлення між підходами (2–3 хв).

Відомо, що підчас адаптації до силових навантажень відбуваються зміни в фізіологічних механізмах:

✓ нейром'язова адаптація: покращення міжм'язової координації, синхронізації моторних одиниць та зниження ко-активації антагоністів сприяють зростанню сили без значного збільшення м'язової маси;

✓ збільшення максимальної сили: інтенсивні силові тренування (3–4 підходи по 6–8 повторень) сприяють підвищенню максимальної сили, що позитивно впливає на техніку в double poling (DP) в лижних перегонах.

Проведені дослідження в лижних перегонах виявили, що у чоловіків-лижників 12-тижнева програма силових тренувань верхньої та нижньої частини тіла покращує $VO_2\max$ та ефективність двоштовхування у роботі рук і покращили результати в double poling (DP) technique. У жінок-лижниць після 9 тижнів максимальних силових тренувань спостерігалось покращення економіки руху та продуктивності.

Силові тренування призводять до збільшення розміру м'язів (площа поперечного перерізу [CSA]), нейронних адаптацій (моторна потужність) і покращення сили (вироблення максимальної сили) (Narici et al. 1989; Staron et al. 1991; Рука et al. 1994; Наїккінен et al. 1998a). Ці позитивні зміни фізичних можливостей дозволяють людині бути сильнішою, потужнішою та підтримувати кращу якість життя протягом усього життя та життя в житті (Visser et al. 2005; Goodpaster et al. 2006; Newman et al. 2006).

Дійсно, адаптації до силових тренувань сприяють не тільки досягненню потенційної спортивної досконалості, але, у більшості випадків, сприяють відстроченню появи вікових захворювань (McGregor та ін. 2014; Zampieri та ін. 2015; Cartee та ін. 2016) [35].

Дослідження, що вивчають роль інтенсивності та обсягу фізичних вправ на мітохондріальну адаптацію, були проведені з використанням тренувань:

- на довгих повільних дистанціях (LSD/LIT), аеробні тренування;
- високоінтенсивних інтервальних тренувань (HIIT), час роботи 1–4 хв, змішані аеробні/анаеробні тренування;
- спринтерських інтервальних тренувань (SIT), час максимальної роботи до ~30 с, анаеробні тренування (Gibala et al. 2014).

Традиційний тренінг LSD/LIT передбачає, що особа підтримує субмаксимальне робоче навантаження протягом тривалого періоду часу або успішно завершує фіксовану відстань/час за рахунок потужності, що перевищує середню (Coyle 1995). З іншого боку, НІТ і SIT вимагають від спортсмена виконання повторень з інтенсивністю, близькою до максимальної, протягом короткого періоду часу зі зменшеним обсягом тренувань (Laursen and Jenkins 2002; Gibala et al. 2006).

Точні механізми того, як короточасні високоінтенсивні тренування впливають на продуктивність, до кінця не зрозумілі, але було продемонстровано, що вони покращують ключові фактори, пов'язані з витривалістю. НІТ/SIT було запропоновано як ефективну в часі стратегію для покращення аеробних адаптацій (Gibala and McGee 2008; Gillen and Gibala 2013).

Дослідження, які провів Burgomaster К. А. з колегами (2008) виявили, що інтервальні тренування збільшують окислювальну здатність скелетних м'язів, вміст глікогену в стані спокою, зменшують використання глікогену та вироблення лактату, збільшують здатність до окислення ліпідів усього тіла та скелетних м'язів, покращують структуру та функцію периферичних судин, а також збільшують час до виснаження [39].

Адаптація до цього типу тренувань нескінченно мінлива та унікальна для кожної людини. Малоймовірно, що дві людини реагуватимуть абсолютно однаково на одне й те саме тренування. Через брак доступних досліджень з цієї теми поки що неможливо або не відповідально давати точні рекомендації щодо тренувань для цього методу вправ. Не можна сказати, що виконання НІТ/SIT небезпечне – воно просто створює більше навантаження на тіло та розум спортсменів порівняно з іншими видами тренувань.

Інтервальне тренування може мати різні форми – від 10-секундних інтенсивних навантажень до менш інтенсивних 5-хвилинних сеансів. Періоди відпочинку між інтервалами можуть тривати від двадцяти секунд до трьох-

чотирьох хвилин. Поєднання тривалості інтервалу та тривалості відпочинку, яке буде обране, зрештою визначатиме тренувальний ефект.

Змінюючи тривалість інтервалів та відпочинку, змінюється співвідношення внесків енергетичних систем. Залежно від тривалості інтервалів, певна енергетична система домінуватиме в енергозабезпеченні та зазнаватиме найбільшої адаптації.

Локальні адаптації в скелетних м'язах, такі як збільшення мітохондріального біогенезу та щільності капілярів, сприяють здатності організму транспортувати та використовувати кисень для генерації енергії, а отже, затримують настання м'язової втоми під час тривалої аеробної продуктивності (Joyner and Coyle 2008). Мітохондрія є основною органелою для виробництва енергії шляхом генерації аденозинтрифосфату (АТФ) через систему транспорту електронів (ETS), використовуючи субстрати, що утворюються в циклі трикарбонових кислот (ТСА) (Egan and Zierath 2013; Bishop et al. 2014). Недавні дослідження почали досліджувати вплив індукованих фізичними вправами адаптацій мітохондріального біогенезу з точки зору вмісту та функції мітохондрій із зміною парадигм інтенсивності вправ (Serpiello et al. 2012; Granata et al. 2016a,b; MacInnis et al. 2016).

Granata et al. (2016b) використовували всі три протоколи вправ (LSD, НІТ і SIT), відповідаючи за обсягом у традиційних групах і групах НІТ, для молодих чоловіків із середньою підготовкою. Після 4 тижнів тренувань дослідники спостерігали збільшення максимального мітохондріального дихання на 25% лише в групі SIT, без змін ні в групах LSD, ні в групах НІТ. Підвищення рівня мітохондріального дихання в групі SIT супроводжувалося змінами вмісту білків PGC-1 α , p53 і PNF20.

На відміну від дослідження Granata, було показано, що сам по собі НІТ впливає на вміст мітохондрій і дихання (Daussin et al. 2008; Jacobs et al. 2013b). Jacobs et al. (2013b) спостерігали збільшення мітохондріального дихання разом із змінами вмісту (вимірюваною активністю цитохром с-оксидази [COX] діяльності), що завершилося збільшенням фізичної

здатності лише після 2 тижнів тренувань НІТ. Подальша підтримка мітохондріальної адаптації за допомогою НІТ походить від внутрішнього дослідження, яке показало, що 2 тижні тренувань призвели до збільшення об'ємної щільності мітохондрій і дихання (MacInnis et al. 2016). Розбіжності між цими дослідженнями можуть бути пов'язані з відмінностями в статусі підготовки суб'єкта, плані експерименту та методологічних заходах, застосованих для оцінки адаптації мітохондрій. Оптимальне дослідження для остаточного вирішення цієї проблеми мало б використовувати всі три моделі навчання та перехресний дизайн у межах суб'єкта.

Коли зберігається інтенсивність тренувань і регулюється лише об'єм, мітохондріальна адаптація знову відрізняється, використовуючи схему, за якою 10 суб'єктів виконували НІТ один раз на день три рази на тиждень (1/1/3), потім двічі на день три рази на тиждень (2/1/3), а потім один раз на день два рази на тиждень (1/1/2). Granata зі своїми колегами (Granata et al. 2016b) показали, що мітохондріальне дихання та активність цитратсинтази (CS) зросли (приблизно на 50%) лише протягом періоду тренувань із великим обсягом. Загалом ці дослідження свідчать про те, що високоінтенсивне тренування є важливим для підвищення активності мітохондрій, тоді як для збільшення маси мітохондрій необхідний більший об'єм тренувань (MacInnis et al. 2016).

Отже, при адаптація до швидкісних навантажень потрібно щоби працювали основні механізми, це: покращення нервово-м'язової провідності; активізація швидких моторних одиниць; підвищення швидкості реакцій і частоти скорочень м'язів; використання фосфагенної (АТФ-КФ) енергетичної системи.

Для адаптації і розвитку швидкісних якостей потрібно проводити тренування за наступними вимогами, це: максимальна або субмаксимальна інтенсивність (НІТ/SIT); коротка тривалість виконання (до 10 с); повне або майже повне відновлення між підходами (3–5 хв); адаптація до швидкісних навантажень.

При адаптації до швидкісних навантажень потрібно розвивати наступні фізіологічні механізми: покращення нервово-м'язової провідності (швидкісні тренування сприяють активації швидких моторних одиниць та підвищенню частоти скорочень м'язів); зростання швидкості реакцій (інтенсивні короткочасні навантаження покращують реакцію та координацію рухів).

Тренування для покращення жорсткості сполучної тканини та нервово-м'язових компонентів значно відрізняються від класичних тренувань на витривалість. Тут тренування базується на силових статичних і пліометричних вправах для посилення нервово-м'язової адаптації (наприклад, м'язова активація, набір рухових одиниць) і жорсткості м'язово-ЕСМ-сухожильного блоку (Storen et al. 2008; Yamamoto et al. 2008; Beattie et al. 2014). Хорошим прикладом цієї роботи є раннє дослідження Raavolainen та його колег (1999а), які досліджували вплив силових тренувань вибухового типу у добре підготовлених спортсменів на витривалість на показники витривалості (5-кілометрова гонка на час, економічний біг тощо). Після 9 тижнів тренувань дослідники повідомили про покращення на 3% у 5-кілометровій гонці з тенденцією до зниження VO_{2max} . Поліпшення продуктивності значною мірою стало наслідком покращення економії ходу. Подальші дослідження підкреслили додатковий ефект від включення програми силових тренувань у тренування спортсменів, які переважно тренуються на витривалість, як під час передсезонного періоду, так і в сезон (Rønnestad et al. 2010). Крім того, спостерігалось, що додавання силових тренувань покращує економію вправ краще, ніж лише тренування на витривалість (Sunde et al. 2010; Beattie et al. 2014; Vikmoen et al. 2015), а включення силових тренувань може підвищити результативність під час наступних тренувань. етапи конкуренції (Rønnestad et al. 2011). Крім того, необхідна обережність щодо силових тренувань для покращення показників витривалості, оскільки є також дані, які свідчать про те, що збільшення обсягу силових тренувань на витривалість разом може призвести до

погіршення як адаптації, так і продуктивності (Hickson 1980; Rønnestad et al. 2012; Jones et al. 2013).

Адаптацією до вправ на витривалість, є гіпертрофія та ріст м'язів (Harber et al. 2009b, 2012; Konopka and Harber 2014). Виявлено, що протягом 12-тижневої програми тренувань на витривалість м'язова маса збільшується на 7–11% (Konopka et al. 2010; Trappe et al. 2011; Harber et al. 2012). Це збільшення м'язової маси можна порівняти з тренуваннями з опором за той самий період часу (Trappe et al. 2011; Mitchell et al. 2012).

Адаптація до навантажень на витривалість потрібно щоби працювали основні механізми, це: збільшення ударного об'єму серця; зростання кількості мітохондрій у м'язах; збільшення обсягу капілярної мережі; покращення аеробного порогу та використання жирів як джерела енергії.

Для адаптації і розвитку витривалості потрібно проводити тренування за наступними вимогами, це: середня інтенсивність (60–75% VO_2max); тривалість – 30 хв до 2 год і більше; можливе варіювання за методом (порогові тренування, інтервали, LSD).

При адаптації на витривалість потрібно розвивати наступні фізіологічні механізми: збільшення аеробної потужності (тривалі тренування середньої інтенсивності сприяють підвищенню VO_2max та покращенню аеробного порогу); покращення економії руху (силові тренування можуть зменшити енергетичні витрати при заданій інтенсивності, що підвищує ефективність руху).

Тренування на витривалість призводить до адаптації як серцево-судинної, так і кістково-м'язової системи, що підтримує загальне збільшення фізичної здатності та продуктивності (Brooks, 2011). Локальні адаптації в скелетних м'язах, такі як збільшення мітохондріального біогенезу та щільності капілярів, сприяють здатності організму транспортувати та використовувати кисень для генерації енергії, а отже, затримують настання м'язової втоми під час тривалої аеробної продуктивності (Joyner and Coyle, 2008) [35].

Зростає кількість досліджень, які вказують на те, що типові вправи з опором погіршують нервово-м'язову функцію та показники витривалості в періоди пошкодження м'язів, викликаного силовими тренуваннями. Крім того, нещодавно отримані дані свідчать про те, що на послаблюючі ефекти пошкодження м'язів, викликаного силовими тренуваннями, на показники витривалості впливають інтенсивність вправ, режим вправ, послідовність вправ, відновлення та швидкість скорочення під час тренувань із силовими навантаженнями. Розуміючи вплив тренувальних змінних на рівень пошкодження м'язів, викликаного силовими тренуваннями, і його подальший послаблюючий вплив на показники витривалості, програми паралельного тренування можуть бути призначені таким чином, щоб мінімізувати втому між режимами тренування та оптимізувати якість витривалості (Doma et al., 2019).

Фізіологічно завдання тренувань зводиться до підвищення можливостей організму підтримувати високий рівень виробництва енергії (або швидкості пересування) на заданій дистанції або протягом певного часу. У підготовчому періоді тренувальне навантаження має поступово зростати у відповідь на підвищення адаптаційних можливостей різних фізіологічних систем організму. Тренер повинен прагнути дати навантаження, що перевершує звичний рівень спортсмена для того, щоб створити можливості для подальшого зростання адаптаційних можливостей і суперкомпенсації. Оскільки використання великого обсягу тренувальних засобів пов'язане з підвищеним ризиком травм і перетренованості, в рамках річного циклу передбачаються мікроцикли відновлювальної спрямованості. Суперкомпенсація настає в тому разі, коли підвищене навантаження і подальше відновлення грамотно збалансовані.

У роботі колективу дослідників із Франції та Австралії (Laboratory of Sport, Expertise and Performance, Department of Research, National Institute of Sport, Expertise and Performance, Paris, France; and 2Sport and Exercise Discipline Group, Faculty of Health, University of Technology Sydney (UTS),

Sydney, Australia) вивчали можливі схеми тейперінгу в спортсменів на витривалість на тлі суперкомпенсації після високих тренувальних навантажень. Відомо, що внаслідок тривалих високоінтенсивних навантажень або високооб'ємних тренувань, або комбінації того й іншого разом, виникають типові симптоми перетренованості. Якщо ж після цього атлет переходить до нормального тренінгу, то протягом кількох тижнів відбувається «суперкомпенсація».

Під «спортивною формою» розуміють здатність реалізувати збільшені можливості організму під час змагальної діяльності. На піку форми спортсмен наближається до результатів, близьких до його потенційного максимуму.

Інтенсивність адаптації людини до тренувальних навантажень обмежена і не може бути форсована. На жаль, на одне й те саме тренувальне навантаження кожна людина реагує по-своєму, тому те, що може бути надмірним для одного, виявляється недостатнім для іншого. У зв'язку з цим під час планування тренувальних програм дуже важливо враховувати індивідуальні відмінності.

Стратегії виходу на пік суперкомпенсації вивчені головним чином в індивідуальних, циклічних видах спорту, таких як біг, лижні перегони, плавання, триатлон, веслування та велосипедний спорт. Це пояснюється тим, що у вищезазначених видах спорту істотне значення в досягненні спортивного успіху мають саме фізіологічні чинники працездатності. Друга причина пов'язана з тим, що в цих видах спорту можливо управляти та регулювати ключовими елементами тренувального процесу, зокрема частотою тренувальних занять, інтенсивністю та їхньою тривалістю. Іншими словами, можливо створити більш-менш контрольовані умови для реалізації дослідження і проведення об'єктивного аналізу.

Стосовно до різних видів фізичних навантажень, які використовують у сучасному тренуванні, виникають специфічні адаптаційні реакції, зумовлені

особливостями нейрогуморальної регуляції, ступенем активності різних органів і функціональних механізмів.

Термінова й довгострокова адаптація спортсменів значно змінюються під впливом рівня кваліфікації атлетів, підготовленості і функціонального стану. При цьому одна і та сама за обсягом та інтенсивністю робота спричинює різну реакцію. Якщо реакція на стандартну роботу у майстрів спорту виражена несуттєво — стомлення або зрушення в діяльності функціональних систем, що несуть основне навантаження, невеликі, відновлення відбувається швидко, то у менш кваліфікованих спортсменів така ж робота обумовлює набагато бурхливішу реакцію: чим нижчою є кваліфікація спортсмена, тим більш вираженими є стомлення і зрушення в стані функціональних систем, які найбільш активно беруть участь у забезпеченні роботи, довше триває відновний період. При граничних навантаженнях у кваліфікованих спортсменів відзначаються більш виражені реакції (Платонов, 2020).

Фізіологічна адаптація та адаптація до тренувальних навантажень можуть бути оптимізовані протягом періоду підготовки до змагань, шляхом значного зменшення обсягу тренувань, помірного зменшення частоти тренувань і проведення спеціальної підготовки.

Тренування в стані компенсованого стомлення є досить ефективним для створення специфічних умов, адекватних діяльності спортсмена у змаганнях, коли він, долаючи стомлення, прагне досягти високого спортивного результату, а напружену роботу в умовах змагань, пов'язану з компенсацією стомлення на останній третині дистанції, слід розглядати як вельми ефективний вплив, спрямований на розширення функціональних можливостей організму спортсмена.

Результати наукових досліджень і досвід змагальної діяльності видатних спортсменів переконливо показують, що робота, виконувана в умовах компенсованого стомлення і спрямована на збалансоване вдосконалення компонентів техніко-тактичного, функціонального і

психологічного порядку, є ефективним засобом забезпечення високого рівня роботоздатності в умовах стомлення, що розвивається, і прогресуючого відчуття втоми (Платонов, 2020).

Більше того, систематичне застосування великих тренувальних і змагальних навантажень забезпечує формування тісного взаємозв'язку між функцією відповідних структур організму й індивідуальним генетичним апаратом термінової та довготривалої адаптації. Внаслідок застосування таких навантажень забезпечується значно глибше вичерпання функціональних резервів організму спортсмена, більш інтенсивне і збалансоване відновлення і регенерація витрачених структур, формування ефективного ритму взаємодії між процесами виснаження, відновлення, функціональної та структурної адаптації (Платонов, 2020).

1.4. Інноваційні технології які застосовуються в лижних видах спорту

Зараз спостерігається стрімкий розвиток сучасних інноваційних технологій в різних галузях життя людини. Спорт, лижний спорт (лижні перегони, біатлон) не є винятком.

В Національній доктрині розвитку освіти зазначено, що в Україні повинен забезпечуватися прискорений, випереджальний інноваційний розвиток освіти шляхом оновлення змісту освіти та організації навчально-виховного процесу відповідно до демократичних цінностей, ринкових засад економіки, сучасних науково-технічних досягнень [9].

Глобальна конкуренція у спорті вищих досягнень посилюється з кожним роком і висуває нові вимоги до наукового забезпечення спорту та підготовки кадрів. Важливу роль при цьому відіграє саме використання цифрових інноваційних технологій. Існує низка питань та процесів, які можна вирішити чи вдосконалити за допомогою їх впровадження в тренувальний процес [34].

Розвитку спорту в Україні в цілому перешкоджає певний перелік проблем, пов'язаних з кадровим забезпеченням (військовий стан в Україні, проблеми спортивної науки та освіти: нестача фахівців, що забезпечують ефективний супровід спортивної підготовки), фінансуванням (проблема переважно державного фінансування клубів, внаслідок відсутності можливості функціонування повністю на комерційній основі), наявності спортивних об'єктів (лижних-тренувальних баз, лижних стадіонів, лижних тунелів, лижоролерних трас та інше), низький порівняно із країнами Скандинавії, Західної Європи та Північної Америки відсоток людей, які систематично займаються зимовим видами спорту та спортом взагалі. Всі перелічені проблеми повинні вирішуватися поетапно і грамотна [25].

Штучний інтелект (ШІ) швидко перетворився на одну з найбільш перетворюючих технологій в різних областях, змінивши сферу фізичної культури і спорту, так само, як і різні сфери економіки. У спортивній індустрії ШІ поступово перетворюється з екзотичного елемента наукової фантастики в потужний інструмент, що дозволяє підвищити ефективність навчально-тренувального процесу, удосконалити стратегії як запобігання травматизму, так і фізичної реабілітації після перенесених травм і високоінтенсивних навантажень. Також він дозволяє оптимізувати прийняття тактичних і стратегічних рішень, що мають на увазі як оперативне управління, так і перспективне планування для досягнення конкретних спортивних результатів. Використання в спорті вищих досягнень систем, керованих ШІ, включаючи аналітику і узагальнення даних, машинне навчання і комп'ютерний зір призвело до глибоких змін в підході спортсменів, тренерів і спортивних організацій до побудови навчально-тренувального процесу, ігрової стратегії та управління спортсменами [12].

Основними напрямками, в яких можливо і необхідно впроваджувати цифрові технології та штучний інтелект, є спортивне екіпірування та інвентар спортсменів, системи відеоспостереження та відеофіксації (відеоповтори) під час тренувань і змагань, збирання та аналіз необхідної

інформації, удосконалення тренувального процесу тощо. Нижче наведено існуючі проблеми за даними напрямками та їхнє повне або часткове вирішення з впровадженням цифрових технологій:

1. Відсутність достовірної інформації щодо загального фінансування навчально-тренувального, змагального процесу та придбання необхідного інвентарю та обладнання. Намічено курс на вдосконалення формату збору даних, а також способів обробки інформації.

2. Визначення точного результату спортсмена. Сучасні системи відеоспостереження та відеофіксації дають можливість не лише отримати порядок фінішу та точний результат під час змагань кожного атлета, але й використовуються в навчально-тренувальному процесі для аналізу та удосконалення техніко-тактичної майстерності, а також як техніка забезпечення безпеки.

3. Вимірювання онлайн аудиторії спортивних трансляцій. Поява дослідницьких компаній, що займаються медіа дослідженнями, моніторингом реклами та ЗМІ, збором первинних даних про глядачів [34].

Мотивація молоді до занять аматорським спортом. Створення електронних девайсів, що буде полегшувати тренувальний процес і робити його цікавішим. Різноманітні електронні гаджети (плеєри, смарт годинник, фітнес-браслети, цифрові ваги, блютуз трекери, програми тощо), що допомагають організувати режим дня, підтримувати правильне харчування, підбирати індивідуальні тренування, розраховувати калорії та інше. Багато з них уже можуть визначати ритм биття серця, тиск, частоту дихання тощо.

Аналізуючи величезні обсяги даних, отриманих під час тренувань і змагань, системи ШІ можуть виявляти закономірності і надавати інформацію, яку людині було б важко або неможливо виявити [12].

Наявність індивідуальних вимог спортсменів до спортивного екіпірування та інвентарю. Удосконалення спортивного взуття для збору даних та фіксації прогресу. Наприклад, кросівки із сенсорами, які фіксують

вагу, розподіл тиску та параметри руху. Щодо інвентарю, можна виділити проєкт FramSki, «розумні» лижі [24].

Конструкція лиж представляє макрорівень, структура представляє мікрорівень, а віск лиж справляється з тертям на нанорівні. Основні завдання досліджень і розробок FramSki полягають у розумінні тертя в різних масштабах і використанні цих знань для розробки продукту з оптимальними характеристиками. Щоб досягти цього, керівник проєкту Audun Formo Buene і дослідницька група з Норвезького університету науки і технологій (NTNU) працюватиме над оптимізацією конструкції лиж, розробкою нових методів структурування та створенням нової ковалентної обробки ковзної поверхні лиж без вмісту фтору з покращеною довговічністю, з індивідуально налаштовуваними властивостями, які відповідають особистим уподобанням спортсмена та умовам снігу в день змагань. У проєкті також беруть участь Swix, Madshus і Olympiatoppen.

Застосування ШІ в спорті різноманітне. По-перше, це вже призвело до революції в аналізі результатів, в якому передові технології комп'ютерного зору та прогнозу аналітики перевершили традиційні методи. Насамперед це стосується біомеханіки, отже, техніки виконання рухів, відстеження техніко-тактичних параметрів та поведінки спортсменів.

За словами Bunker R. & Thorpe H. (2022), інтеграція штучного інтелекту в спортивну аналітику значно підвищила точність і швидкість обробки даних, що забезпечує командам конкурентні переваги за рахунок більш ефективного прийняття рішень під час змагань і тренувань [40].

Оскільки системи ШІ в спорті продовжують розвиватися при зборі величезної кількості персональних даних, від біометричних даних до психологічних профілів, питання, пов'язані зі згодою і захистом даних стають все більш актуальними. Крім того, триває дискусія щодо того, чи повинен штучний інтелект доповнювати або замінювати людську (тренерську) думку в системі управління гравцями. Хоча ШІ може дати цінну інформацію, ризик надмірної залежності від автоматизованих систем може підірвати людський

фактор у спорті, який характеризується інтуїцією, досвідом та творчістю [37, 43].

Electrical Muscle Stimulation (EMS) тренування буквально перекладається як «електростимуляція м'язів». Вперше такий спосіб почали застосовувати ще в 60-х, на той момент він був призначений для реабілітації космонавтів, у яких спостерігалося атрофування м'язів після тривалих експедицій. Це швидке тренування, що допомагає досягти найбільших результатів за рахунок скорочення м'язів під впливом слабких електричних імпульсів. Тренажер імітує імпульси, ідентичні до природного м'язового скорочення. Тільки за одне EMS-тренування опрацьовується до 90% м'язів, а що ще цікавіше, опрацьовуються навіть ті м'язи, які у звичайному тренажерному залі натренувати важко. Навантаження стають більш інтенсивними і нагадують НІТ – тренування. Разом з цим збільшується і потужність імпульсів.

Системи аналізу результатів також набули поширення в режимі реального часу. У таких видах спорту, як їзда на велосипеді, триатлон, веслування, лижні пергони, біатлон, гірськолижні види та інші. Датчики в поєднанні зі ШІ забезпечують миттєвий зворотний зв'язок, дозволяючи тренерам коригувати режими тренувань під час занять. Прикладом цього є системи ШІ в поєднанні з носимими пристроями для моніторингу фізичного стану спортсменів, такими як Garmin, Polar і Catapult, дозволяють проаналізувати активність спортсмена під час тренувань/змагань і об'єднати ці дані з відеоаналізом для отримання всебічної інформації.

Незважаючи на ці досягнення, використання ШІ для прийняття стратегічних рішень викликає важливі питання щодо балансу між технологіями та людською інтуїцією. Так переважна кількість дослідників стверджують, що, хоча ШІ може надавати інформацію, засновану на даних, творчі та інстинктивні аспекти тренерської професії, які часто засновані на багаторічному досвіді не повинні бути виключені через моду, засновану на застосуванні ШІ.

Впровадження ШІ у спорт продемонструвало величезний потенціал у різних галузях спортивної науки. Однією з ключових сильних сторін ШІ є його здатність обробляти та аналізувати величезні обсяги даних у режимі реального часу, пропонуючи інформацію, яка часто виходить за рамки людських можливостей. ШІ має потенціал революціонізувати спорт таким чином, щоб максимально використовувати як його технологічні переваги, так і цінності справедливості, прозорості та людської гідності, що лежать в основі спортивних змагань [12].

Надмірна залежність від систем, керованих ШІ, потенційно може зменшити цінність людської інтуїції та досвіду, які історично були центральними в системі спортивних тренувань та тренувань. Це особливо важливо в складних ситуаціях, коли зважене судження і творчий підхід відіграють життєво важливу роль. Крім того, для розгляду етичних аспектів ШІ та етиків необхідний спільний підхід за участю тренерів, спортивних науковців, дослідників ШІ та етиків, щоб його впровадження посилювало, а не підривало гуманні аспекти спорту.

Зрештою, хоча ШІ пропонує потужні інструменти, які можуть суттєво покращити спортивні показники, запобігти травматизму та керувати талантами, ці технології повинні використовуватися відповідально та відповідно до досвіду людей.

Таким чином, ми бачимо, що за допомогою цифрових технологій і штучного інтелекту вирішується досить багато існуючих проблем або, як мінімум, спрощуються різні процеси. Безперечно, вони стосуються не просто окремих питань, а й впроваджуються для розвитку спорту.

ВИСНОВОК ДО 1 РОЗДІЛУ

Питання організації та наукового обґрунтування побудови тренувального процесу лижників-гонщиків на сучасному етапі розвитку спортивної науки набувають особливої актуальності. В умовах високої

конкуренції на міжнародній арені успішність виступів спортсменів багато в чому залежить від оптимальної структури річного макроциклу, ефективного використання методів і засобів підготовки, а також впровадження сучасних інноваційних технологій, включаючи штучний інтелект.

Побудова тренувального процесу лижників-гонщиків у річному макроциклі повинна враховувати загальні закономірності періодизації, фазовість тренувальних впливів, послідовність розвитку основних фізичних якостей і спеціальної підготовленості спортсменів. Річний цикл включає підготовчий, змагальний та перехідний періоди. Основна частина навантажень припадає на підготовчий період, коли закладається фундаментальна фізична підготовленість, розвивається загальна і спеціальна витривалість, удосконалюється техніка пересування, закріплюються техніко-тактичні дії. В змагальному періоді акцент зміщується на підтримку функціональних можливостей, оптимізацію техніки і тактики, психологічну підготовленість до змагань. Перехідний період забезпечує відновлення організму та профілактику перенавантажень.

Методика побудови занять у лижних видах спорту ґрунтується на раціональному поєднанні загальної фізичної, спеціальної фізичної, технічної, тактичної, психологічної та функціональної підготовки. Загальна фізична підготовка забезпечує всебічний розвиток фізичних якостей – сили, витривалості, швидкості, координації та гнучкості. Спеціальна фізична підготовка спрямована на розвиток спеціальної витривалості, сили м'язів ніг, рук, спини, плечового поясу, які безпосередньо беруть участь у виконанні технічних рухів при ковзанярському та класичному стилях пересування. Важливу роль відіграють тренування техніки пересування на лижах, що потребують високої нервово-м'язової координації та балансу.

Серед основних засобів підготовки широко застосовуються різні види циклічних вправ: біг, велосипед, плавання, гребля, імітаційні вправи на лижоролерах, імітатори, тренування у високогірних умовах. В останні роки значного поширення набули крос-тренінг, функціональні тренування, силові

комплекси із застосуванням тренажерів, вправ з власною вагою, ізометричних та ізокінетичних тренажерів. Вибір методів тренування залежить від конкретних завдань етапу підготовки та індивідуальних особливостей спортсмена. Серед методів найчастіше застосовуються методи безперервної рівномірної роботи (LIT – Long Slow Training), інтервальний (НІТ – High Intensity Interval Training), повторний, змінний, ігровий, змагальний методи. Особливої популярності набувають також короткі високоефективні інтервальні тренування SIT (Sprint Interval Training), що дають виражений стимул для розвитку як аеробної, так і анаеробної витривалості [75].

Процеси адаптації до тренувальних навантажень у лижних гонках базуються на формуванні довготривалих морфофункціональних перебудов організму, зокрема серцево-судинної, дихальної, опорно-рухової та нервової систем. Формується економічна робота серця, підвищується ефективність транспортної функції крові, зростає аеробна продуктивність. Адаптаційні перебудови також стосуються окисно-відновних процесів, буферних систем крові, ферментативної активності, підвищується рівень максимальної споживаної кисню (VO_{2max}), поліпшується механічна ефективність техніки пересування. Важливу роль у забезпеченні адаптації відіграють механізми регуляції центральної нервової системи, нейрогуморальної системи, ендокринної системи та психофізіологічні фактори.

Застосування різних типів навантажень (LIT/НІТ/SIT) дозволяє цілеспрямовано стимулювати різні ланки енергетичного забезпечення і забезпечувати оптимальні адаптаційні реакції. Так, LIT сприяє розвитку базової аеробної потужності, капіляризації та підвищенню ефективності жирового обміну; НІТ активізує митохондріальну біогенезу, підвищує толерантність до високих концентрацій лактату; SIT дозволяє покращити як аеробні, так і анаеробні характеристики за короткий період, стимулюючи максимальні адаптаційні резерви організму. Важливим є грамотне

планування чергування цих видів навантажень протягом макроциклу для досягнення пікових кондицій під час основних стартів.

Водночас на сучасному етапі розвитку спортивної науки все більшого значення набуває застосування інноваційних технологій у підготовці лижників-гонщиків. Серед таких технологій варто виділити системи біомеханічного аналізу техніки пересування (відеоаналіз, 3D-кінематика, системи аналізу силових імпульсів), моніторинг функціонального стану організму за допомогою телеметричних приладів (пульсометри, GPS-системи, акселерометри, варіабельність серцевого ритму). Застосовуються також біохімічний контроль метаболічних показників, гематологічний контроль стану кисневого транспорту, психологічна діагностика за допомогою тестових комп'ютерних систем.

Особливої уваги заслуговує активне впровадження штучного інтелекту в систему спортивної підготовки. Використання ШІ дозволяє здійснювати глибокий аналіз великих масивів даних тренувального моніторингу, оптимізувати планування навантажень, прогнозувати функціональні зрушення, попереджати ризики перенавантаження і травматизму. Алгоритми машинного навчання дозволяють враховувати індивідуальні реакції спортсмена на тренувальні стимули, автоматизувати контроль біомеханіки рухів, оцінювати ефективність технічної підготовки. Розроблено спеціалізовані платформи, що дозволяють інтегрувати дані пульсометрії, біомеханіки, психологічного стану, які допомагають тренеру приймати більш обґрунтовані рішення.

Таким чином, комплексне поєднання класичних методик побудови тренувального процесу, сучасних інноваційних засобів діагностики та контролю, цілеспрямованого використання різних моделей навантажень (LIT/НІІТ/SIT), а також можливостей штучного інтелекту створює основу для подальшого вдосконалення підготовки висококваліфікованих лижників-гонщиків, забезпечення стабільного зростання спортивних результатів і збереження здоров'я спортсменів у довгостроковій перспективі.

РОЗДІЛ 2

МЕТОДИ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1. Методи дослідження

У роботі були використані такі методи дослідження:

1. Аналіз науково-методичної літератури, а також вивчення і ознайомлення з практичним досвідом підготовки лижників-гонщиків;
2. Педагогічні спостереження;
3. Педагогічні тести контролю;
4. Педагогічний експеримент;
5. Методи математичної статистики.

2.1.1. Методи теоретичного аналізу і узагальнення науково-методичної літератури.

Вивчення, аналіз і узагальнення вітчизняної і зарубіжної науково-методичної літератури дозволили розглянути наявні науково-практичні розробки в підготовці лижників. Було проведено пошук для виявлення відповідних досліджень у кількох наукових базах даних, включаючи PubMed, Google Scholar, Web of Science та Scopus.

Пошук був обмежений рецензованими журнальними статтями та матеріалами конференцій, опублікованими між 2005 і 2025 роками, щоб охопити останні досягнення в цій галузі. Для пошуку використовувалися наступні ключові слова: «Адаптація в спорті»; «Тренувальний процес в циклічних видах спорту (лижні перегони, біатлон)»; «Підготовка до змагань в лижних перегонах»; «Інноваційні методики тренування в спорті»; «Особливості підготовки спортсменів юніорського віку в лижних видах спорту».

Були отримані наступні дані:

- відомості про дослідження: автор(и), рік публікації, назва журналу;
- методи та засоби спортивного тренування на різних етапах підготовки;
- методи розвитку фізичних якостей сила/швидкість/витривалість;

- види передзмагальної підготовки спортсменів в лижних видах спорту.

На основі вивчення науково-методичної літератури, виявлені наукові роботи з лижних видів спорту (лижні гонки, біатлон, лижнедвоборство) що стосуються підготовки спортсменів на етапах річного макроциклу.

2.1.2. Методи педагогічного дослідження і експерименту.

Інтерв'ювання і опитування тренерів і спортсменів.

При узагальненні досвіду передової спортивної практики враховувалися точки зору провідних українських і зарубіжних тренерів і спортсменів. Інтерв'ювання і опитування проводилися в основному у формі особистих бесід, а також по розробленим анкетам, з метою виявлення думок з ряду питань: а) засоби підготовки які використовуються на етапах річної підготовки; б) методи тренування які застосовують тренери при підготовці спортсменів; в) види технічної підготовки спортсменів; г) перелік загально-підготовчих та спеціально-підготовчих засобів та інше.

Збір анкетних даних, а також бесіди з тренерами і спортсменами проводилися в процесі змагань і тренувальних зборів. Усього було опитано понад 50 тренерів і спортсменів.

Аналіз щоденників самоконтролю і тренувальних планів. Зміст щоденника узятий з робіт [10, 26] і доповнено нами. Всього проаналізовані більше 50 щоденників обліку тренувального процесу лижників-гонщиків що мають спортивний розряд КМС і вище, включаючи і членів збірних команд України.

Окрім цього вивчені річні і перспективні тренувальні плани Центру Олімпійської підготовки зимових видів спорту м.Харків, Харківського КЗ ШВСМ, Харківського обласного училища фізичної культури і збірних команд України з лижних гонок.

Педагогічні спостереження. На усіх етапах виконання кваліфікаційної роботи нами використовувався метод педагогічних спостережень [6, 16, 43]. Об'єктом цих спостережень були тренувальні заняття з кваліфікованими лижниками-гонщиками. В ході таких спостережень збирався, а потім

аналізувався матеріал про зміст, спрямованість і порядок використання загальних і спеціальних засобів в підготовці спортсменів.

Спостереженням необхідно було виявити ефективність використання різних засобів на перед змагальному етапі підготовки лижників-гонщиків. Проводилися спостереження за змінами параметрів техніки (довжина і частота кроків) при пересуванні на лижах і лижоролерах на різних ділянках трас. В ході експериментів спостерігалася загальна і спеціальна працездатність лижників.

Хронометраж робився для фіксації часу проходження дистанцій змагань і тренувальнь. Також в педагогічних експериментах фіксувалися результати тестів з кросового бігу, кросу з імітацією лижних ходів, пересуванню на лижоролерах і лижах.

Спеціальні педагогічні випробування. Педагогічне тестування проводилося з урахуванням відомих наукових положень, викладених в роботах В.М. Платонова [45].

Для вирішення завдань, поставлених в роботі, нами були вибрані тести, які раніше вже використовувалися в дослідженнях загальної і спеціальної фізичної і технічної підготовленості лижників і, по можливості, що усебічно характеризують рухову і функціональну підготовленість кваліфікованих лижників. Такий підхід виправданий, оскільки при цьому можна отримати результати порівнянні із вже відомими в спеціальній літературі.

I. Тести для оцінки загальної підготовленості лижників:

десятерний стрибок з місця з ноги на ногу (м); біг на дистанції 100 м, 400 м, 1500 м, 5000 м (с); згинання – розгинання рук в упорі лежачи (раз); підтягування на перекладині різним хватом (раз); вправи для мишц черевного пресу.

II. Тести для оцінки спеціальної підготовленості:

контрольні перегони на лижах/лижоролерах різними стилями пересування на дистанціях 500 м, 1500 м, 5000 м, 10 000 м, 15 000 м (с); кросовий біг з відштовхуванням лижними палицями з шаговою і стрибковою імітацією

лижних ходів у підйом на дистанціях 2 500 м, 5000 м, 10 000 м (с); «утримання» заданого темпу рухів при роботі руками на блоковому тренажері при різному навантаженні (с); пересування з ходу з максимальною швидкістю на лижах/лижоролерах 200 м, 500 м, 1000 м (с); стрибкова імітацією в підйом при максимальній швидкості 50 м, 100 м, 200 м.

Педагогічні експерименти були основним методом дослідження і проводилися в природних умовах.

В процесі проведення експериментів вирішувалися завдання: а) визначення засобів ЗФП та СФП які використовуються в підготовці; б) поєднання засобів підготовки та величини навантаження різної спрямованості ЛІТ/МІТ/НІТ/СІТ в тренувальному процесі.

Групи для експерименту склалися за загальноприйнятих принципах логічного розподілу, за спортивним результатом, віком, статі та інше. Експерименти переслідували мету виявлення ефективних засобів і методів підготовки на підготовчому етапі у кваліфікованих лижників-гонщиків 18-20 років. У експериментах брали участь 20 спортсменів, які навчаються у Харківському обласному училищі фізичної культури, ДЮСШ «Темп». Тренування відбувалися на НТБ «Тисовець», НТБ «Західний реабілітаційний центр» в період з квітня по листопад 2025 року.

2.1.3. Медико-біологічні методи досліджень.

Дослідження проводилися для визначення рівня функціональної підготовленості і спеціальної працездатності у лижників: серцево-судинної системи - ЧСС, тест PWC_{170} ; дихальної системи – ЖЄЛ, частота дихання [11].

Застосовуються для вивчення адаптації організму до навантажень, стану енергетичних систем, функціональної готовності. Фізіологічні методи представлені в таблиці 2.1

Частота серцевих скорочень є одним з найважливіших фізіологічних показників, що характеризують стан серцево-судинної системи при оцінці інтенсивності м'язового навантаження [47].

На тренувальних заняттях ЧСС реєструвалася пальпаторно і за допомогою пульсометрів фірми «POLAR», «GARMIN».

Таблиця 2.1

Фізіологічні методи дослідження

МЕТОД	МЕТА	ЗАСТОСУВАННЯ
Тестування $VO_2\max$	Визначення максимальної споживаної кількості кисню	Оцінка аеробної витривалості
Лактатний профіль (лактат-тест)	Вимірювання концентрації молочної кислоти в крові	Моніторинг тренувальної інтенсивності
ЧСС та варіабельність ритму серця (HRV)	Аналіз автономної нервової системи	Оцінка відновлення, стресу
Спірометрія, газоаналіз	Аналіз дихальної системи під час навантажень	Дослідження ефективності дихання
Функціональні проби (PWC_{170} , Руф'є, Гарвардський тест)	Оцінка витривалості	Для різних вікових груп

Тест PWC_{170} . Методика тестування. Спортсменові давалися послідовно два навантаження на лижних тренажерах CONCEPT-2/ERCOLINA виконувати які пропонувалося в рівномірному темпі 5 хв.

Перше навантаження складале 40 одночасних відштовхувань за хвилину.

Друге навантаження було 60 одночасних відштовхувань за хвилину.

Після кожного навантаженнями спортсменів надавався 5-хвилинний відпочинок, за який брався ЧСС відновлення 3 хвилини (кожні 5 с записувався результат).

Після виконання другого навантаження у лижників вимірювалася ЧСС за методикою Мешкониса кожні 5 с на протязі 3 хвилини. На підставі виміру ЧСС нами визначався «показник функціонального стану» (ПФС) лижників :

Частота дихання визначалася підрахунком дихальних рухів з додатком кисті руки до грудей в подчеревній області спортсменів.

Біомеханічні методи дослідження аналізують рухи людини на основі їхніх кількісних характеристик, включаючи ситемний аналіз і синтез рухів, кінематичний аналіз (швидкість, прискорення, траєкторія) та кінетичний

аналіз (сили, моменти сили). Це включає аналіз рухів, їхньої координації, сили, швидкості, та інших механічних параметрів, а також вплив різних факторів на ці рухи і представлені в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2

Біомеханічні методи дослідження

МЕТОД	МЕТА	ЗАСТОСУВАННЯ
Відеоаналіз (кінематографія)	Аналіз техніки пересування та стрільби	Оптимізація технічних елементів
3D-моделювання рухів	Захоплення рухів у тривимірному просторі	Професійне моделювання техніки
Форцеплатформи	Вимірювання сили натискання при ковзанню або пострілу	Оцінка ефективності відштовхування
Електроміографія (EMG)	Вивчення м'язової активності	Аналіз техніки, втоми
Системи GPS / акселерометри	Вимірювання швидкості, темпу, відстані	Тренувальний моніторинг на трасі

2.1.4. Методи математичної статистики

Усі отримані в ході експериментального дослідження дані піддавалися обробці з використанням загальновідомих методів математичної статистики [10, 30, 60].

Розраховувалися наступні показники:

\bar{x} - середнє арифметичне;

σ - середньоквадратичне відхилення;

m - помилка репрезентативності середньої арифметичної;

t - достовірність відмінності між середніми величинами (за критерієм Стьюдента);

r - коефіцієнт кореляції.

Математична обробка матеріалу проводилася з використанням ПЕОМ Pentium за стандартними програмами StatGraphics 2.1, програм Excel.

2.2. Організація досліджень

Дослідження складалося з трьох послідовних та взаємопов'язаних етапів, що забезпечували послідовність у плануванні, отриманні, обробці, теоретичній інтерпретації, експериментального дослідження та математико-статистичній обробці результатів.

Основна частина досліджень була спрямована на визначення загальних і спеціальних засобів підготовки та поєднання їх з навантаження різної спрямованості: ЛІТ/МІТ/НІТ/СІТ для кваліфікованих лижників-гонщиків 18-20 років в підготовчому етапі річного макроциклу. Дослідження проводилися в період з 2024 – 2025 роки. Учасниками досліджень були кваліфіковані лижники-гонщики від 1 розряду до КМС. У основному експерименті взяло участь 20 кваліфікованих лижників.

При побудові занять контрольної і експериментальної груп враховувалися вимоги, що пред'являються нині до побудови навчально-тренувального процесу: спрямованість вправ, їх інтенсивність, тривалість серій, інтервал відпочинку після навантаження, що відповідало рекомендаціям В.М. Платонова [28] і В.В. Мулика [21].

Тренувальні заняття і змагання в обох групах проводилися одночасно, а потім реєструвалися їх результати. Після цього отримані результати порівнювалися і обчислювалася різниця між ними. Основна різниця в тренувальних групах було поєднання навантаження різної спрямованості: ЛІТ/МІТ/НІТ/СІТ.

Контрольні випробування проводилися на початку і у кінці кожного педагогічного експерименту.

На початку експерименту спортсмени пройшли тестування за методиками представленими в розділі 2, які стали початковими. Закінченням експерименту було участь спортсменів у Чемпіонаті України серед юніорів в змаганнях на лижоролерах різними стилями пересування і на різних за довжиною дистанціях, що дало можливість нам зробити висновки по

побудові тренувального процесу передзмагального періода до основних змагань в зимовий період.

1 етап (вересень – травень 2024-2025 років) На першому етапі досліджень проводився аналіз науково-методичних літературних і інформаційних джерел з питань застосування спеціальних вправ для розвитку витривалості, швидкісно-силових якостей, адаптації організму спортсменів до навантажень різної спрямованості ЛІТ/МІТ/НІІТ/СІТ, визначення іноваційних технологій та застосування штучного інтелекту які можуть бути застосовувани у сучасному лижному спорті. На цьому етапі дослідження сформульовано тему магістерської роботи, визначено об'єкт, предмет дослідження та завдання, які вирішують поставлену мету.

2-й етап (квітень – листопад 2025 року) – включав проведення педагогічного експерименту, сформовано дві групи КГ (n=10) та ЕГ (n=10) віком 18 – 20 років, які мали порівняну однакову фізичну підготовленість. На початку та наприкінці експерименту пройшло тестування спортсменів КГ і ЕГ спеціальної фізичної підготовленості та прийняли участь у змаганнях на лижоролерах. КГ продовжувала своє тренування за планами, розробленими їхнім тренером, використовуючи традиційні методи та засоби для розвитку фізичних якостей. Спортсмени ЕГ проводили тренування за розробленими практичними рекомендаціями, які передбачали спрямоване використання спеціальних вправ для розвитку швидкісно-силових якостей та різної спрямованості: ЛІТ/МІТ/НІІТ/СІТ.

3-й етап (жовтень – грудень 2025 року) мав узагальнюючий характер, було проведено педагогічний аналіз результатів, статистичну обробку отриманих матеріалів та їх узагальнення, систематизацію та інтерпретацію з формулюванням висновків та практичних рекомендацій, літературне оформлення кваліфікаційної роботи магістерського рівня.

РОЗДІЛ 3

ДОСЛІДЖЕННЯ ТРЕНУВАЛЬНОГО ПРОЦЕСУ КВАЛІФІКОВАНИХ ЛИЖНИКІВ-ГОНЩИКІВ 18-20 РОКІВ НА ПІДГОТОВЧОМУ ЕТАПІ

3.1. Аналіз побудови тренувального процесу у лижників-гонщиків юніорського віку на підготовчому етапі річного макроциклу

Лижні перегони по пересіченій місцевості (Cross country skiing, Nordic skiing) - це вимогливий і складний циклічний вид спорту, що включає різні техніки пересування на лижах (класична/ковзанярська) та підтехніки (різні лижні ходи в кожній техніці), а також ще подолання різноманітних труднощів, які зустрічаються під час перегонів (спуски, повороти, підйоми та інше). Час перегонів займає від кількох хвилин до кількох годин та різноманітні гоночні траси за профілем і довжиною. Значна кількість досліджень вивчала фізіологічні вимоги та розвиток фізичних якостей для пересування на лижах, які можуть бути прогностичними для успішного виступу чоловіків та жінок лижників-гонщиків різного вікового рівня [35, 48].

Спортивні змагання є кульмінацією тренувального процесу, оскільки в них проявляються результати спортивного тренування, і вони дають можливість об'єктивно оцінювати її ефективність [17, 21, 28].

При розробці тренувального процесу і виборі спеціальних засобів підготовки необхідно враховувати усі основні параметри змагальної діяльності і моделювати їх в тренувальному процесі [17, 28].

Питання організації та наукового обґрунтування побудови тренувального процесу лижників-гонщиків на сучасному етапі розвитку спортивної науки набувають особливої актуальності. В умовах високої конкуренції на міжнародній арені успішність виступів спортсменів багато в чому залежить від оптимальної структури річного макроциклу, ефективного

використання методів і засобів підготовки, а також впровадження сучасних інноваційних технологій, включаючи штучний інтелект.

Для визначення засобів підготовки, які використовуються в підготовчому періоді, нами було проведено анкетування з тренерами та спортсменами з лижних перегонів.

Із проведених досліджень виявлено, що кваліфіковані лижники-гонщики із загального часу тренувань у безсніжну пору року (квітень – листопад, а буває і більше) використовують засоби: лижоролери різними стилями пересування – 50%; біг з імітацією лижних ходів – 20%; вправи на спеціальних лижних тренажерах (CONCEPT-2/ERCOLINA) або з гумовим амортизатором – 7%; спеціальні стрибкові вправи – 5%; крос-фіт – 5%; кросова підготовка – 5%; циклічне навантаження (вело/гребля/плавання) – 3%; вправи на координацію/рівновагу/баланс – 3%; стретчинг – 2% (рис. 3.1).

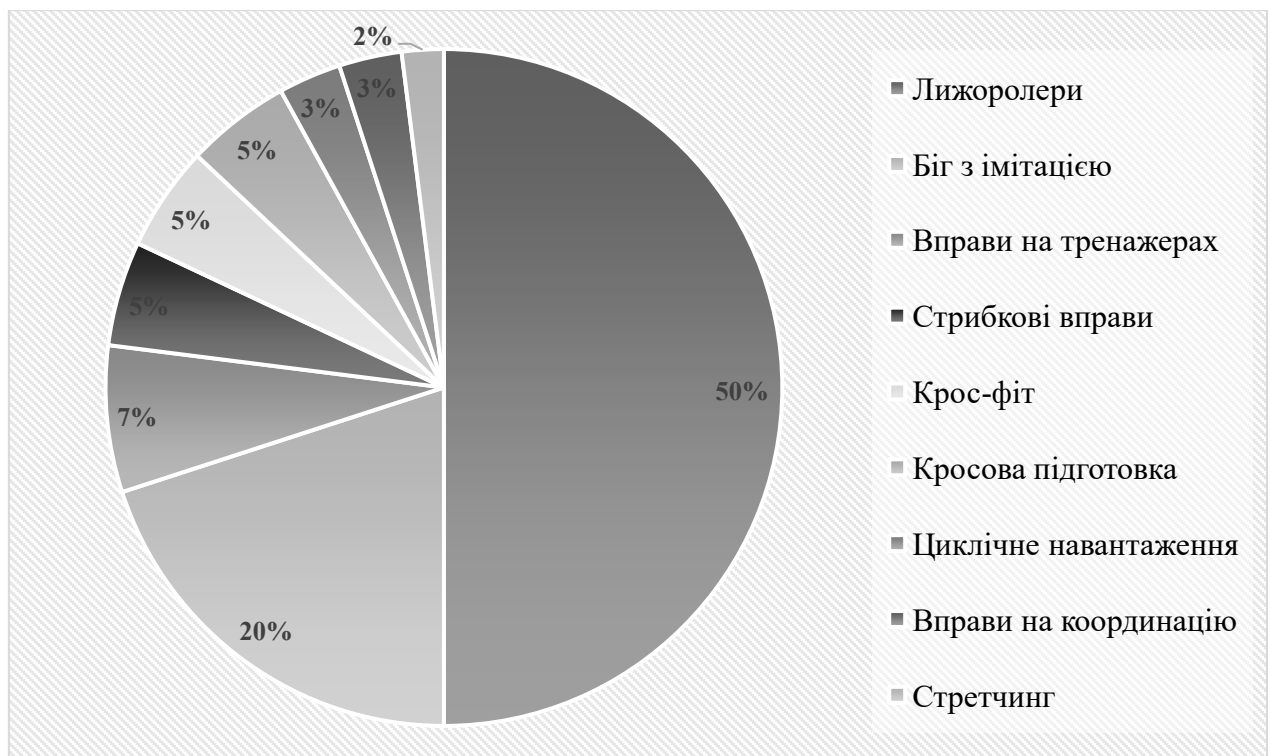


Рис. 3.1. Засоби тренування які використовують лижники-гонщики 18-20 років в підготовчому періоді

Підготовчий етап (квітень–листопад) є фундаментальним періодом для формування аеробної бази, силові підготовки, технічних навичок та загальної витривалості. У юніорів 18–20 років цей період особливо важливий — він визначає подальший прогрес до елітного рівня.

В результаті аналізу спеціальної літератури, а також планів підготовки спортсменів провідних країн Світу (Норвегія, Швеція, США, Італія, Франція, Фінляндія, Німеччина), нами було виявлено які загальні та спеціальні засоби підготовки використовують спортсмени (дані засновано на офіційних звітах FIS, національних федерацій, наукових дослідженнях (Stöggli, Sandbakk, Holmberg) та інтерв'ю з тренерами (табл. 3.1 – 3.2).

Таблиця 3.1

***Загальні та спеціальні засоби підготовки, які використовують
лижники-гонщики провідних країн Світу***

КРАЇНА	ЗАГАЛЬНІ ЗАСОБИ	СПЕЦІАЛЬНІ ЗАСОБИ
Норвегія	Біг, велосипед, плавання	Ролери, SkiErg, імітаційні вправи, VR
Швеція	Біг, Скандинавська ходьба	Ролери, силові платформи, GPS-аналіз
США	Гірський біг, велосипед, ролери	SkiErg, Catapult (для моніторингу навантажень за допомогою AI)
Італія	Біг, велосипед, гірський туризм	Ролери, тренажери, технічні вправи
Франція	Біг, велосипед, плавання	Ролери, силова підготовка, НІТ
Фінляндія	Біг, велосипед, каное	Ролери, SkiErg, силові вправи
Німеччина	Біг, велосипед, плавання	Ролери, імітація, лабораторне тестування
Україна	Біг, велосипед, плавання	Лижоролери, імітація, SkiErg, VR

Таблиця 3.2

Основні засоби фізичної підготовки лижників-гонщиків

Завдання	Вимоги до засобів	Групи засобів	Методи і методичні прийоми
Розвиток аеробних можливостей (загальної витривалості)	Помірна інтенсивність (нижче або на рівні ПАНО). Велика тривалість. Участь у роботі великих обсягів м'язової маси. Значна активізація вегетативних систем	<ul style="list-style-type: none"> - циклічні вправи; - спортивні та рухливі ігри; - тренувальні заняття в цілому при поступовому підвищенні їхньої моторної щільності; - комплекси загальнорозвиваючих вправ при поступовому збільшенні кількості вправ, числа повторень і інтенсивності; - змагальні вправи при виконанні їх із помірною інтенсивністю 	Методи: рівномірний; перемінний; ігровий; круговий
Розвиток анаеробних можливостей (швидкості і швидкісної витривалості)	Висока інтенсивність (вище рівня ПАНО). Невелика тривалість. Величина м'язових зусиль, яка дорівнює або вище змагальних	<ul style="list-style-type: none"> - циклічні вправи; - силові вправи; - змагальні вправи при виконанні їх з великою та максимальною інтенсивністю 	Методи: перемінний; інтервальний; повторний; ігровий; змагальний. Прийоми: довгі прискорення; виконання вправи з прогресивно зростаючою швидкістю; збільшення дистанції, подоланої з нормованою швидкістю; полегшення умов; варіативний
Розвиток силових здібностей (власне-силових, швидкісно-силових, силової витривалості)	Спрямованість на ведучі м'язові групи. Величина зусиль вище змагальних. Врахування характеру концентрації зусиль	<p>Спеціально-підготовчі та загальнорозвиваючі вправи із загальним і локальним впливом на окремі м'язові групи:</p> <ul style="list-style-type: none"> - з подоланням власної ваги тіла або окремих його ланок; - з подоланням опору партнера або його ваги; - з опором пружних предметів; - з подоланням ваги різних обтяжень; - з подоланням підвищеного опору зовнішнього середовища; - в ускладнених умовах 	Методи: максимальних зусиль; повторних зусиль; динамічних зусиль; інтервальний; круговий; ізометричний. Прийоми: інтенсифікації силового компонента в рамках дистанційних методів; ударний режим роботи м'язів

Отримані результати свідчать про те, що, не знижуючи значення фізичної підготовки в лижних перегонах, все ж необхідно відзначити очевидну однобічність системи тренувань і недостатню кількість спеціальних тренувальних засобів, що дозволяють в підготовчий період річного циклу розвивати спринтерські якості.

Період змагань для кваліфікованих лижників, як правило, починається в грудні. Характерною рисою змагального періоду є домінування лижної підготовки як основного засобу підготовки. Тим не менш, тренувальний процес включає в себе ряд технічних, силових, швидкісно-силових тренувань.

Ми з'ясували, що виконання високоінтенсивного циклічного тренувального навантаження (HIIT/SIT) є одним з найважливіших факторів цілорічного тренування. Ступінь напруги тіла повинна відповідати як мінімум розвивальному характеру тренувального навантаження.

Проблема українських фахівців на нашу думку, це в використанні технології контролю за фізичним навантаженням. Не усі тренери володіють знаннями, а також не мають такої системи контролю, як *Catapult*, яка дозволяє аналізувати щоденні навантаження у спортсменів, аналіз техніки відштовхувань, симетрії рук і ніг, оптимізує ритм і частоту циклів, а також може сповіщати про ризики перетренування.

Наприклад, у 2024 році Українська федерація лижного спорту отримала два пристрої (Garmin + TrainingPeaks) від FIS для тестування молодих спортсменів.

Проведений аналіз річних планів підготовки спортсменів виявив, показники навантаження, які застосовують в своїй підготовці спортсмени різних країн Світу (табл. 3.3).

Як ми бачимо з результатів досліджень, спортсмени України застосовують менше тренувальний об'єм в годинах на тиждень, чим їх однолітки інших країн. Так, самий великий об'єм в підготовчому періоді використовують лижники США – 136 год/тиж, що на 25% більше, чим

українці. В середньому лижники провідних країн тренуються більше за часом на 12-15% за українців.

Таблиця 3.3

Показники навантажень (год/тиждень) в підготовчому періоді, які застосовують лижники-гонщики 18-20 років провідних країн Світу

КРАЇНА	МІСЯЦІ								
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	Σ
Норвегія	10	10	16	18	20	18	16	14	122
Швеція	10	11	15	17	19	17	15	14	118
США	10	12	18	20	22	20	18	16	136
Італія	10	10	14	16	18	16	14	14	112
Франція	10	12	15	17	19	17	15	14	119
Фінляндія	10	10	16	18	20	18	16	16	124
Німеччина	10	12	15	17	19	17	15	14	119
Україна	9	10	13	14	14	14	14	12	100

Пояснення: IV - Квітень; V – Травень; VI – Червень; VII – Липень; VIII – Серпень; IX – Вересень; X – Жовтень; XI – Листопад.

Єдиний науковий звіт про тренування лижників на довгі дистанції XC належить дослідженню Skattebo et al. (2019), які повідомили про річний обсяг тренувань 775 годин, розподілений на 83% низької інтенсивності (ЛІТ), 3% помірної інтенсивності (МІТ), 6% високої інтенсивності (НІІТ), 7% силових і 2% швидкісних тренувань. Це відповідає діапазону розподілу тренувань, про який повідомляється для лижників світового класу Olympic XC: 750–950 годин щорічних обсягів тренувань розподілено як 90–95% тренувань на витривалість, 5–10% силових тренувань і 1–2% швидкісних тренувань (Sandbakk et al., 2011, 2016; Tønnessen та ін., 2014; Solli та ін., 2017). Розподіл

інтенсивності тренувань на витривалість, що спостерігався у елітних лижників Olympic XC, складався з 88–91% ЛІТ, 3–7% МІТ і 4–6% НІТ, з рівним акцентом на класичні та ковзанярський стиль пересування (Sandbakk et al., 2011,2016; Losnegard and Gallen, 2014; Tønnessen та ін., 2014; Solli et al., 2017).

Дослідження поєднання навантаження різної спрямованості ЛІТ/МІТ/НІТ/СІТ [72] виявив, що тренери для підготовки лижників-гонщиків застосовують різні комбінації поєднання навантажень в підготовчому періоді, які представлені в таблиці 3.4.

Таблиця 3.4

Показники співвідношення навантажень ЛІТ/МІТ/НІТ/СІТ (% від загального обсягу) в підготовчому періоді, які застосовують лижники-гонщики 18-20 років провідних країн Світу та України

КРАЇНА	НАВАНТАЖЕННЯ				Літературне джерело
	ЛІТ	МІТ	НІТ	СІТ	
Норвегія	80%	<5%	12%	8%	[76]
Швеція	78%	<5%	13%	7%	[70]
США	80%	8%	10%	8%	[81]
Італія	77%	12%	10%	9%	[43]
Франція	75%	15%	12%	10%	[58]
Фінляндія	80%	<5%	12%	8%	[77]
Німеччина	76%	12%	12%	8%	[46]
Україна	80%	10%	6%	4%	[80]

Країни, які є світовими лідерами в лижних перегонах (Норвегія, Швеція, Фінляндія) мінімізують тренування в підготовчому періоді в зоні

На рисунку 3.2 представлено план підготовчого періоду лижників-гонщиків 18-20 років за яким відбуваються тренування українських спортсменів. За цим план тренувалась контрольна група (КГ).

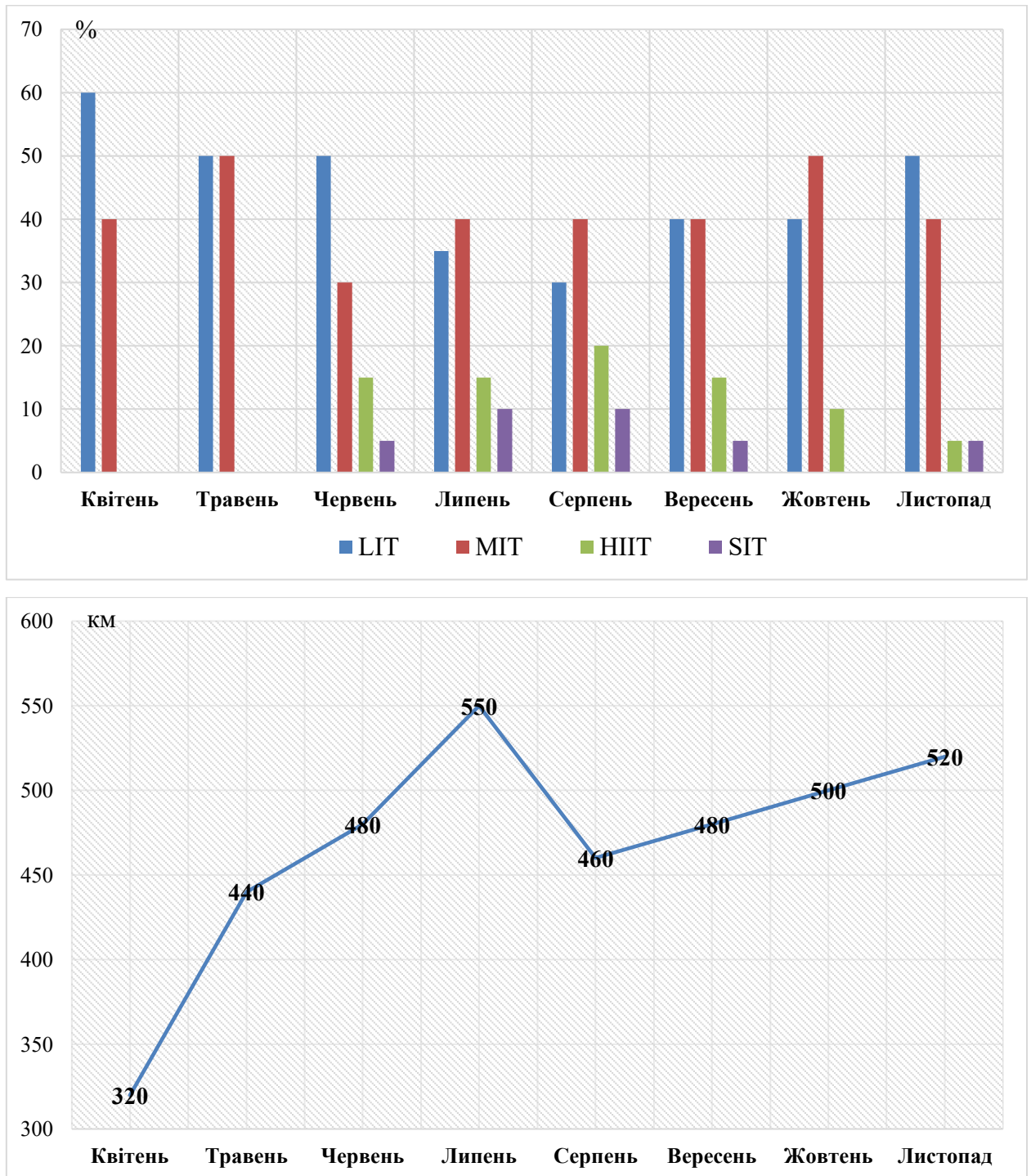


Рис. 3.2. Величина навантаження (LIT/MIT/HIIT/SIT, %) та об'єм циклічної роботи (км) кваліфікованих лижників-гонщиків 18-20 років в підготовчому періоді річного макроциклу

Дослідження поєднання навантаження різної спрямованості ЛІТ/МІТ/НІТ/SIT виявив, що більшість спортсменів тренуються за такою схемою ЛІТ – 172 ± 4 (год), МІТ – 164 ± 6 (год) і НІТ/SIT – 60 ± 4 (год) відповідно, що відповідає розподілу інтенсивності, що складався: ЛІТ – 45%; МІТ – 40%; НІТ – 10%; SIT – 5% від загального часу тренувань.

При проведенні порівняльного аналізу підготовки кваліфікованих лижників-гонщиків на підготовчому етапі річного макроциклу спортсменів провідних лижних країн (Скандинавії та Західної Європи) і українських лижників, ми виявили, що є різниця і вона стосується часу тренувального і величини навантаження за її спрямованістю (табл. 3.6)

Таблиця 3.6

Порівняльні показники тренувальних навантажень в підготовчому періоді укваліфікованих лижники-гонщики 18-20 років провідних країн Світу та України

ПАРАМЕТРИ	ПРОВІДНІ КРАЇНИ СВІТУ	УКРАЇНА
Обсяг (год/тиж)	16–20	12–14
ЛІТ	78–80%	45%
МІТ	<5–12%	40%
НІТ/SIT	10–15%	6–8%
Науковий супровід	Повний (HRV, кров, AI)	Обмежений
Технології	GPS, HRV, AI, VR	Мінімум
Лижоролери/Лижні тренажери (SkiErg/Concept 2/Ski Tread)	Повний доступ	Обмежено
Тренувальні бази	Високогір'я, лижні тунелі, сучасні лижоролерні траси, штучний сніг	НТБ які знаходяться в Карпатах

Особливістю тренувального процесу у лижників провідних країн є:

- Довгий підготовчий етап (6–7 місяців), акцент на техніку пересування (відеоаналіз);
- Акцент на LIT + НІТ/SIT (розвиток спеціальної витривалості та швидкісно-силових якостей);
- Використання гіпоксичного тренування (використання гірської підготовки (1600 – 2600 м), використання барокамер);
- Щоденний HRV-моніторинг, використання VR для моделювання лижних трас, для контролю за тренувальним процесом застосування Catapult, Spiro, штучного інтелекту (AI).

В результаті дослідження системи підготовки кваліфікованих лижників-гонщиків 18-20 років на підготовчому етапі річного макроциклу різних країн Світу, ми виявили, що в підготовці лижників України є наступні проблеми:

1. Недостатній обсяг анаеробних навантажень (НІТ/SIT).
2. Відсутність системного моніторингу стану (HRV, VO₂max, лактату крові, застосування штучного інтелекту).
3. Обмежений доступ до лижоролерних трас, спеціальних лижних тренажерів, до сніжної підготовки.
4. Недофінансування наукового супроводу та контролю за станом спортсменів.

У провідних країнах (особливо Норвегія, Швеція, США) тренувальний процес побудовано за принципом полярної моделі: 80% LIT, 10–15% НІТ/SIT, <5% MIT. Юніори 18–20 років отримують високий обсяг навантажень (16–22 год/тиж), що забезпечує формування міцної аеробної бази. Використовуються сучасні технології: HRV, GPS, AI, VR, SkiErg.

Крім того, за даними FIS, понад 80% цього загального обсягу у лижників-гонщиків становили тренування на витривалість, інтенсивність яких розподілялася за пірамідальною схемою (тобто 80% LIT, 10% MIT і 10% НІТ/SIT) [76].

За даними фахівців з лижного спорту (Sandbakk, Holmberg, Laursen) для всіх успішних лижників, найбільш тренувальний ефект складається від застосування LIT навантаження, яке вважається важливим фундаментом для довгострокової адаптації до витривалості, підвищуючи ймовірності спортсменів до великих обсягів тренувань без травм та перевантажень, а також доповнюючи тренування з більш високою інтенсивністю [52, 67, 68]/

Останні дослідженнями (Stöggl et al., 2022) виявили, що середня інтенсивність під час змагань становить 82% від ЧСС_{max} на довгі дистанції та 92% спринтерських гонках. Тренувальні програми фахівців на довгі дистанції складаються з відносно високих обсягів тренувань (тобто >850 годин на рік) з пірамідальною інтенсивністю витривалості [76].

Україна має потенціал, але відстає за обсягом, інтенсивністю та технологічним забезпеченням. Для прогресу необхідно: збільшити частку НІІТ/SIT; впровадити HRV-моніторинг; створити регіональні тренувальні центри з лижними/лижоролерними/імітаційним трасами; залучити фахівців з спортивного тренування, фізіології та біомеханіки/біохімії.

3.2. Удосконалення тренувального процесу лижників-гонщиків в підготовчому періоді річного макроциклу

Вибір методів тренування залежить від конкретних завдань етапу підготовки та індивідуальних особливостей спортсмена. Серед методів найчастіше застосовуються методи безперервної рівномірної роботи (LST — Long Slow Training), інтервальний (НІІТ — High Intensity Interval Training), повторний, змінний, ігровий, змагальний методи. Особливої популярності набувають також короткі високоефективні інтервальні тренування SIT (Sprint Interval Training), що дають виражений стимул для розвитку як аеробної, так і анаеробної витривалості [49].

Кожному рівню спортивної майстерності відповідає визначена фізична підготовленість спортсмена. Але у динамічній системі, якою є організм

людини, тому самому результату може відповідати чимала кількість станів. Стійкість і надійність біологічних систем організму обумовлені їхньою взаємодією, здатністю однієї системи компенсувати змінену роботу іншої і тим самим згладжувати вплив зміненої роботи однієї чи декількох систем на загальний стан організму. У цьому випадку недостатньо високий рівень функціонального розвитку будь-якої однієї системи компенсується більш напруженою діяльністю інших [36, 62, 66]. Тому моделі «ідеального спортсмена» повинні визначати не тільки найбільш істотні показники (модельні характеристики), але і можливий поріг відхилень від «ідеалу».

Безупинний зріст спортивних результатів, ускладнення трас, модифікація спортивного інвентарю, удосконалення техніки лижних ходів зажадали перегляду співвідношення загально-фізичної і спеціально-фізичної підготовки у тренуванні лижників-гонщиків в періодах річного макроциклу [17, 21, 35, 50].

Тому, дослідження співвідношення засобів підготовки та вибору величини навантаження ЛІТ/МІТ/НІТ/СІТ підчас тренувального процесу у лижників-гонщиків на етапі спортивного удосконалення є актуальними.

Досліджень була спрямована на визначення загальних і спеціальних засобів підготовки кваліфікованих лижників-гонщиків на підготовчому етапі річного макроциклу. У дослідженні взяли участь лижники віком 18-20 років, які мали 1 розряд до КМС у кількості 20 чоловік (дві групи контрольна та експериментальна). Тренувальні заняття і змагання в обох групах проводилися одночасно, а потім реєструвалися їх результати. Після цього отримані результати порівнювалися і обчислювалася різниця між ними. Основна різниця в тренувальних групах було поєднання навантаження різної спрямованості: ЛІТ/МІТ/НІТ/СІТ.

Контрольна група (КГ) тренувалась за програмою тренерів (рис. 3.2), де навантаження складало: ЛІТ – 65%; МІТ – 20%; НІТ – 10%; СІТ – 5% від загального часу тренувань. Загальний об'єм циклічної роботи в підготовчому

періоді (квітень-листопад) в обох групах був однаковий 3750 ± 65 км, що складає 2% відхилення.

Експериментальна група (ЕГ) тренувалась за програмою розробленою нами (рис. 3.3) згідно з попередніх досліджень побудови тренувального процесу лижників провідних країн Світу (розділ 3.1), де навантаження складало: LIT 75%; MIT – 5%; НІІТ – 15%; SIT – 5% від загального часу тренувань.

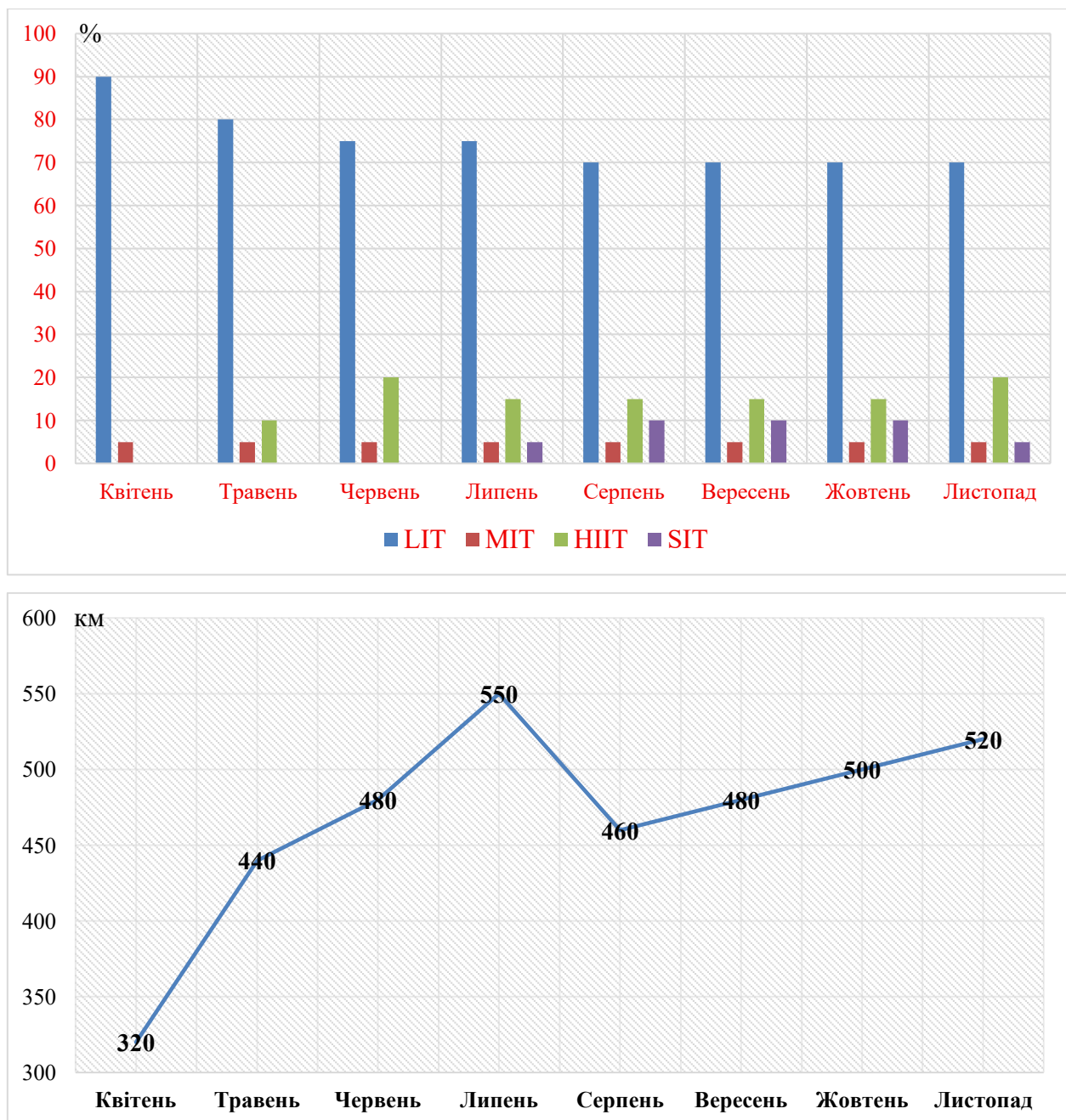


Рис. 3.3. Величина навантаження (LIT/MIT/НІІТ/SIT, %) та об'єм циклічної роботи (км) кваліфікованих лижників-гонщиків 18-20 років експериментальної групи в підготовчому періоді річного макроциклу

Дослідження підготовки кращих спортсменів Світу виявили, що найефективнішою моделлю підготовчого періода є полярна модель (табл. 3.7), Чемпіони Світу проводять на 15% більше LIT і на 30% менше MIT, ніж спортсмени середнього рівня [76].

Таблиця 3.7

**Співвідношення LIT/MIT/НІТ/SIT в тренувальному процесі
кваліфікованих лижників-гонщиків [76]**

ЗОНА НАВАНТАЖЕННЯ	% від загального обсягу	ПРИЗНАЧЕННЯ
LIT (60–75% ЧСС max)	75–80%	Формування аеробної бази
MIT (75–90%)	<5%	Обмежено — може знижувати ефективність LIT
НІТ (90–95%)	10–12%	Розвиток VO ₂ max

Важливим питанням при побудові тренувального процесу є реалізація індивідуального підходу до організації тренувальних навантажень в річному циклі і дозування тренувальних навантажень різної спрямованості в тренувальних заняттях.

Усі учасники КГ і ЕГ повідомляли про свої тренування у щоденнику тренувань версію (Microsoft Excel) або письмові щоденники, включаючи ті ж категорії для реєстрації. Записані тренування включали інформацію про частоту, тривалість, форму тренування (витривалість, сила, швидкість, координація та інші [наприклад, спортивні ігри або футбол]), інтенсивність (LIT/MIT/НІТ/SIT або зони інтенсивності 1 – 5), а також режими вправ (спеціальні: пересування на лижах/лижоролерах/імітація/скандинавська ходьба та загальні: біг/вело/плавання/кросфіт/веслування та інші) для тренування фізичних якостей.

Розподіл тренувального процесу в КГ і ЕГ був оснований та адаптований на попередніх дослідженнях.

Інтенсивність і тривалість тренувань на витривалість були зареєстровані з використанням модифікованого підходу до мети тренувань і відповідно до моделі п'яти зон ЧСС ($уд^{-1хв}$) за загально прийнятою методикою. Максимальна частота серцевих скорочень була визначена за допомогою спеціальних тестів з фізичної підготовленості. ЧССтах було досягнуто під час високоінтенсивних (НІТ/SIT) тренувань.

Однак, оскільки межі зон інтенсивності не чітко закріплені в основних фізіологічних показниках, дані були проаналізовані за допомогою тризонної шкали, де ЛІТ включав зони 1 і 2, МІТ включав зону 3, а НІТ/SIT включав зони 4 і 5. Пасивне відновлення протягом інтервалів не реєструвалося, тоді як активне відновлення реєструвалося як ЛІТ.

Для силових тренувань була фіксація загального часу тривалості заняття (включаючи періоди відновлення).

На початку досліджень в квітне місяці нами було проведено тестування лижників за показниками фізичної підготовленості (табл. 3.8).

Таблиця 3.8

Результати тестувань фізичної підготовленості кваліфікованих лижників-гонщиків 18-20 років на початку дослідження (n=20)

№	ТЕСТИ	РЕЗУЛЬТАТ
1	Десять стрибків, м	29,53±2,37
2	Трійний стрибок, м	11,63±1,05
3	Присідання за 30 с, кіл.раз	32,04±5,12
4	Згинання рук в упорі лежачи, кіл. раз	57,87±10,58
5	Підтягування на поперечені, кіл.раз	18,45±3,17
6	Лижоролери 5000 м F, с	788,3±54,47
7	Лижоролери 5000 м CL, с	912,7±58,12
8	Лижний тренажер за 180 с, м	976,4±19,95

№	ТЕСТИ	РЕЗУЛЬТАТ
9	PWC ₁₇₀ , умов. од.	16,1±2,54
10	ПФС, умов. од.	76,8±2,72

Примітка: F – ковзанярський стиль; CL – класичний стиль

На всіх етапах досліджень нами широко використовувався метод педагогічних та медіко-біологічних спостережень. Об'єктом цих спостережень була підготовка лижників-гонщиків 18-20 років. Особлива увага була приділена аналізу динаміки силових і швидкісних якостей спортсменів, за допомогою застосування стандартних тестів в підготовчому періоді річного макроциклу.

За показниками тестувань, було сформовано контрольну та експериментальну групу, в яких показники розвитку загальної фізичної підготовленості у спортсменів був приблизно однаковим і достовірних відмінностей між показниками тестувань не виявлено ($p > 0,05$).

Спортсмени обох груп істотно не відрізнялися за початковими показниками спеціальної підготовленості. До початку проведення педагогічного експерименту в рівні їх спортивно-технічної підготовленості істотних відмінностей виявлено не було. Особлива увага в експериментальній групі на цьому етапі приділялася спеціальній силовій підготовки (швидкісно-силова, силова витривалість).

Оцінка інтенсивності тренувальної діяльності спортсменів здійснювалася на основі реєстрації зміни часу проходження дистанції, що дозволяє визначити динаміку середньої швидкості, і даних функціонування серцево-судинної системи по динаміці показника частоти серцевих скорочень за допомогою пульсометрів Garmin/Polar.

Після виконання спеціальних навантажень визначалося динаміка ЧСС уд/хв, яка фіксувалася та оброблялася за загально прийнятими методиками.

Для контролю за підготовкою спортсменів дослідження було розділено на два етапи: перший (квітень – червень); другий (липень – жовтень).

Перший етап підготовки був направлений на розвиток витривалості, загальної і спеціальної сили, удосконалення технічної підготовки (засоби: лижоролери, кросфіт, крос, імітація крокова, скандинавська ходьба, плавання, вело та інші).

Після першого етапу було проведено тестування підготовленості (загальної та спеціальної) та порівняно результати між групами (табл. 3.9).

Таблиця 3.9

Результати тестувань фізичної підготовленості кваліфікованих лижників-гонщиків 18-20 років КГ та ЕГ після першого етапу досліджень ($n_k = n_e = 10$)

№	ТЕСТИ	КГ	ЕГ	Оцінка достовірності	
		$X_k \pm m_k$	$X_e \pm m_e$	t	P
1	Десять стрибків, м	30,41±2,37	31,01±2,12	0,19	p>0,05
2	Трійний стрибок, м	11,98±1,12	12,54±1,15	0,35	p>0,05
3	Присідання за 30 с, кіл.раз	32,45±5,18	34,16±5,78	0,22	p>0,05
4	Згинання рук в упорі лежачи, кіл. раз	60,12±10,02	59,34±11,45	0,05	p>0,05
5	Підтягування на поперечені, кіл.раз	18,24±4,57	17,68±4,24	0,09	p>0,05
6	Лижоролери 5000 м F, с	769,6±51,32	752,3±41,57	0,26	p>0,05
7	Лижоролери 5000 м CL, с	906,5±50,82	902,4±42,10	0,06	p>0,05
8	Лижний тренажер за 180 с, м	988,1±17,74	992,2±20,14	0,15	p>0,05
9	PWC ₁₇₀ , умов. од.	15,90±2,42	16,24±2,86	0,09	p>0,05
10	ПФС, умов. од.	76,60±2,62	78,42±2,42	0,51	p>0,05

Примітка: F – ковзанярський стиль; CL – класичний стиль

Аналіз результатів тестувань виявив приріст результатів фізичної підготовленості лижників в контрольній та експериментальній групах. Показники у спортсменів експериментальної групи були кращими особливо в тестах, які відповідають за спеціальну підготовку (пересування на лижоролерах, робота на лижному тренажері), але достовірної різниці між групами ми не отримали ($p > 0,05$).

Тестові показники які відповідають за розвиток загально-фізичних якостей особливої різниці між КГ і ЕГ не були отримані, тому у подальшому дослідженні ми їх не враховували, а більшу увагу приділяли розвитку спеціальних якостей лижників.

Наступний тренувальний етап підготовки (серпень – жовтень) контрольна и експериментальна група проводили за планами (рис. 3.2, 3.3), в яких направленість була на розвиток спеціальної швидко-силової витривалості та удосконалення змагальної техніки (за допомогою засобів: лижоролери, крос з імітацією стрибковою/кроковою, спеціальна робота на лижних тренажерах, спеціальні силові вправи, координаційні вправи).

Основна відмінності між тренувальними програмами полягали в тому, що у спортсменів експериментальної групи застосовувалися вправи на витривалість, на рівновагу, баланс і координацію рухів (переважно в ЛІТ навантажені 70% загального часу), а також вправи два рази на тиждень на розвиток швидкості (SIT навантаження 10%) та сили (НІТ навантаження 15%) минуючи навантаження в 3 зоні інтенсивності (МІТ – 5%). При цьому тренувальні програми були орієнтовані на роботу наближену до змагання.

У кінці підготовчого періода (вересень) були проведені контрольні тестування розвитку спеціальної фізичної підготовленості спортсменів, а в жовтні спортсмени обох груп приймали участь у змаганнях на лижоролерах.

За результатами проведених досліджень спеціальної фізичної підготовки кваліфікованих лижників-гонщиків 18-20 років у підготовчому періоді річного макроциклу, слід зазначити, що найбільший приріст результатів тестів які показують рівень спеціальних якостей, був досягнутий

спортсменами в експериментальній групі (ЕГ), у контрольній групі (КГ) приріст був несуттєвим (табл. 3.10).

Таблиця 3.10

**Результати тестувань спеціальної підготовленості лижників-гонщиків
18-20 років КГ та ЕГ після проведення досліджень ($n_k = n_e = 10$)**

№	ТЕСТИ	КГ	ЕГ	Оцінка достовірності	
		$X_k \pm m_k$	$X_e \pm m_e$	t	P
1	Лижоролери 1500 м F, с	324,10±10,42	296,02±8,04	2,13	p<0,05
2	Лижоролери 1500 м CL, с	368,84±11,18	334,15±9,10	2,41	p<0,05
3	Подолання підйому 6-9° F, 200 м	34,86±3,64	33,64±3,18	0,25	p>0,05
4	Подолання підйому 6-9° CL, 200 м	36,42±5,12	34,82±4,68	0,23	p>0,05
5	Лижоролери 10000 м F, с	16126,6±64,12	15834,2±42,08	3,81	p<0,05
6	Лижоролери 10000 м CL, с	18006,2±52,78	17782,1±43,42	3,28	p<0,05

Примітка: F – ковзанярський стиль; CL – класичний стиль

Аналіз тестових показників (табл. 3.9) виявив, що в показниках які характеризують спеціальну швидкісно-силову витривалість лижників в тесті на лижоролерах в ЕГ були кращими, чим в КГ на: лижоролерах 1500 м ковзанярським стилем – 8,6%, на лижоролерах 1500 м класичним стилем – 9,2%, лижоролерах 10000 м ковзанярським стилем – 1,8%, лижоролерах 10000 м класичним стилем – 1,2% (p<0,05).

В інших тестових показниках достовірної різниці не було отримано.

Так, на початок експерименту показники обох груп були однаковими, в середині експерименту червні місяці, після першого етапу підготовки, результати в обох групах покращали, але в експериментальній вони були вищі, і їх приріст склав за усіма тестовими показниками но достовірної різниці за критерієм Стюдента не було отримано.

В жовтні місяці спортсмени прийняли участь у змаганнях на лижоролерах в гонках класичним і ковзанярським стилем на різних за довженою дистанціях (спринт/10 км/15 км).

Отримані показники участі у змагань були нами оброблені методами математичної статистики і приведені в таблиці 3.11.

Таблиця 3.11

Результати змагань лижників-гонщиків 18-20 років контрольної і експериментальної груп після експерименту ($n_k = n_e = 10$)

№	ПОКАЗНИКИ	Контрольна група	Експериментальна група	Оцінка достовірності	
		$X_k \pm m_k$	$X_e \pm m_e$	t	P
1	Гонка класичним стилем 10 км (с)	1578,8 \pm 53,18	1513,4 \pm 47,01	0,92	P>0,05
2	Гонка ковзанярським стилем 15 км (с)	2201,6 \pm 41,63	2136,2 \pm 34,09	1,22	P>0,05
3	Спринт класичним стилем, пролог (с)	182,6 \pm 12,14	168,4 \pm 10,12	0,90	P>0,05
4	Спринт ковзанярським стилем, пролог (с)	176,5 \pm 8,18	158,6 \pm 7,52	1,61	P>0,05

За результатами проведених змагань контрольної та експериментальної груп видно, що час подолання дистанції 10 км класичним, 15 км ковзанярським стилем, а також участі у змаганнях зі спринту різними стилями пересування достовірних відмінностей між результатами в групах не було виявлено ($p > 0,05$).

Але, якщо провести більш детальніший аналіз цих змагань ми виявили, що результати в експериментальній групі були кращі: в гонці на 10 км класичним стилем на 4,14%; в гонці 15 км ковзанярським стилем на 2,97%; спринт класичним стилем – 7,78%; спринт ковзанярським стилем – 10,14%.

Проведений нами порівняльний аналіз середньої часу подолання дистанції і швидкості подолання дистанції класичним і ковзанярським

стилем, виявив більш кращі показники в експериментальній групі лижників-гонщиків, які готувались в підготовчому періоді приділяючи більш уваги на розвиток швидко-силових якостей застосовуючи НІТ/SIT режими навантаження, а для відновлення ЛІТ – 70%.

Особливої уваги заслуговує активне впровадження штучного інтелекту (ШІ) в систему спортивної підготовки. Використання ШІ дозволяє здійснювати глибокий аналіз великих масивів даних тренувального моніторингу, оптимізувати планування навантажень, прогнозувати функціональні зрушення, попереджати ризики перенавантаження і травматизму.

Таким чином, комплексне поєднання класичних методик побудови тренувального процесу, сучасних інноваційних засобів діагностики та контролю, цілеспрямованого використання різних моделей навантажень (LST/НІТ/SIT), а також можливостей штучного інтелекту створює основу для подальшого вдосконалення підготовки висококваліфікованих лижників-гонщиків, забезпечення стабільного зростання спортивних результатів і збереження здоров'я спортсменів у довгостроковій перспективі.

ВИСНОВОК ДО 3 РОЗДІЛУ

Період 18–20 років є одним із найбільш вирішальних у кар'єрі лижника-гонщика. У цей час спортсмен переходить від юніорського рівня до дорослого спорту, формуючи фізіологічний потенціал, який стане основою для майбутніх успіхів на міжнародній арені. Саме на цьому етапі – етапі спортивного удосконалення – закладається фундамент продуктивності, який визначатиме результати протягом усього змагального сезону та подальшого професійного шляху.

Підготовчий період (квітень – листопад) є ключовим часом для формування аеробної бази, оскільки саме в цей час можна максимально навантажити серцево-судинну систему без ризику перетренованості.

Дослідження показують, що у віці 18 – 20 років лижники мають найвищий адаптаційний потенціал, особливо до тривалих навантажень низької інтенсивності (ЛІТ), що робить цей період унікальним «віковим моментом» для довготривалого розвитку [70].

Тренування на витривалість включають низький, помірний і високий рівні інтенсивності (таблиці 3.4 – 3.6). Низькоінтенсивні тренування (ЛІТ) створюють важливу основу для більш інтенсивного періоду змагань з лижного спорту, коли лижники Світового класу виконують більше таких тренувань, ніж лижники національного класу [63, 66]. Чередування загальних і спеціальних засобів тренування може допомогти лижникам переносити велику кількість тренувань низької інтенсивності з низьким ризиком травм та перетренування. Тренування низької інтенсивності були запропоновані для підвищення загальної аеробної здатності та ефективності виконання вправ, а також для підвищення «терпимості» до високих тренувальних навантажень за рахунок сприяння більш швидкому відновленню [78]. З усіма своїми підтехніками (класична/ковзанярська/гірськолижна), що виконуються на різних місцевостях і за поганими/змінними зовнішніми умовами, лижний спорт вимагає широкого діапазону рухових навичок. Тренування низької інтенсивності можна виконувати протягом багатьох годин при прийнятному рівні навантаження.

Тренування помірної інтенсивності, що виконуються нижче анаеробного порогу, дозволяють проводити тривалі вправи з достатнім запасом аеробної енергії. На практиці такі тренування зазвичай тривалі з короткими перервами або безперервні протягом 30-60 хв. Щоби контролювати інтенсивність, краще проводити ці тренувань на відносно рівнинній місцевості та контролювати за допомогою пульсометрів. Однак на практиці тренування помірної інтенсивності також проводяться на лижних трасах, де інтенсивність є переривчастою, оскільки вона змінюється зі змінною місцевістю та відносним внеском рук і ніг залежно як від техніки,

так і від інтенсивності, що дозволяє тренуватися для конкретних змагань із середньою помірною інтенсивністю.

Центральним принципом сучасної підготовки є полярна модель розподілу навантажень, яка передбачає домінування LIT (75–80% загального обсягу), обмеження MIT (середньої інтенсивності) до мінімуму (<5%) та активне використання НІТ (10–12%) та SIT (5–8%) для розвитку анаеробної потужності. Ця модель довела свою ефективність у провідних країнах – Скандинавії, Європи та Північної Америки – де чемпіони світу проводять значно більше часу у зонах низької та високої інтенсивності порівняно з спортсменами середнього рівня [76]. MIT, навпаки, не дає суттєвого приросту VO_{2max} і може навіть завдати шкоди загальній ефективності тренувального процесу, оскільки знижує якість LIT.

У цьому віці особливо важливо індивідуалізувати тренувальний процес. Хоча загальні рамки підготовки однакові для всіх, реакція кожного спортсмена на навантаження може відрізнятися. Тому все більшого значення набуває науковий супровід: використання HRV (варіабельності серцевого ритму), аналізу крові (лактат, гемоглобін, феритин), GPS-моніторингу, тестування VO_{2max} , застосування штучного інтелекту. Ці дані дозволяють тренеру коригувати обсяг і інтенсивність тренувань в реальному часі, запобігати перетренованості та оптимізувати відновлення. Наприклад, за даними Norwegian Olympic Sports Centre (NIF, 2023), щоденний контроль HRV дозволив знизити кількість випадків перетренування серед юніорів на 28% [58].

Силова підготовка у цей період також відіграє ключову роль. Акцент робиться на функціональній силі, вибухових вправах (plyometrics), координації/балансу та стабільності торсу. Вправи повинні бути специфічними – максимально наближеними до техніки лижних ходів (класична/ковзанярська). Ефективними є присідання зі стрибками, вправи з опором (лижоролерах/під час імітації), робота на лижних тренажерах SkiErg/Concept та силових платформах. Регулярне виконання таких вправ

протягом підготовчого періоду (квітень – листопад) забезпечує приріст анаеробної потужності на 8–12%, що безпосередньо впливає на результати у спринтах та фінальних прискореннях [76].

Незважаючи на орієнтацію кращих спортсменів на великі обсяги тренувань низької інтенсивності, позитивний вплив високоінтенсивних тренувань (HIIT/SIT) на показники витривалості були продемонстровані неодноразово [64, 76]. У той же час можна припустити, що багато висококваліфікованих спортсменів повинні більше зосередитися на поліпшенні якості кожного високоінтенсивного заняття (тобто оптимізації фізичних, технічних і розумових аспектів), а не на збільшенні числа таких занять. Крім того, за періодом підготовки з екстенсивними тренуваннями низької інтенсивності слідує сезон змагань, з більш високоінтенсивними тренуваннями і численні змагання, що може бути корисним для довгострокового розвитку елітних спортсменів на витривалість, тобто з точки зору оптимізації адаптивної системи.

Технічна підготовка не втрачає своєї актуальності. У підготовчому періоді активно використовуються лижоролери, імітаційні вправи, відеоаналіз, а у провідних країнах — навіть віртуальна реальність (VR) для моделювання трас майбутніх змагань. Це дозволяє спортсменам "відпрацювати" участь в гонці ще до її початку, покращити техніку відштовхування, відчути оптимальний ритм і тактику.

Не менш важливою є психологічна підготовка. У віці 18–20 років спортсмени починають регулярно виступати на міжнародному рівні, де стресове навантаження значно зростає. Тому важливо вчасно сформувати навички саморегуляції: дихальні вправи, медитація, візуалізація, внутрішній діалог. Ці методики допомагають краще контролювати ЧСС, передстартове збудження, зберігати концентрацію та приймати правильні рішення у напружені моменти гонки.

Особливістю підготовки є поступовість та системність. Планування розгортається від загального до спеціального:

- Квітень–травень: відновлення, тестування, початок підготовки (ЛІТ – 90%);
- Червень–серпень: формування аеробної бази, силова підготовка (ЛІТ – 80%; НІТ – 10%);
- Вересень–жовтень: зростання інтенсивності, спеціалізована підготовка (ЛІТ – 70%; НІТ/SIT – 20%);
- Листопад: тестування, підготовка до змагального сезону (ЛІТ – 70%; НІТ/SIT – 20%).

Цей поступовий перехід забезпечує оптимальну адаптацію організму та мінімізує ризик травм та перевтоми.

ВИСНОВКИ

1. Аналіз літературних джерел і узагальнення практичного досвіду підготовки спортсменів свідчить, що одне з центральних місць в побудові тренувального процесу у лижних перегонах займає підготовчий період річного макроциклу. Зміна якісного змісту цього етапу підготовки, застосування нових форм (штучного інтелекту), дозволить поліпшити динаміку зростання результатів, що вплине на змагальний результат.

2. В результаті аналізу тренувального процесу кваліфікованих лижників-гонщиків юніорського віку на підготовчому етапі нами було виявлено, що із загального часу тренувань у безсніжну пору року (квітень – листопад) використовують наступні засоби: лижоролери різними стилями пересування – 50%; біг з імітацією лижних ходів – 20%; вправи на спеціальних лижних тренажерах (CONCEPT-2/ERCOLINA) або з гумовим амортизатором – 7%; спеціальні стрибкові вправи – 5%; крос-фіт – 5%; кросова підготовка – 5%; циклічне навантаження (вело/гребля/плавання) – 3%; вправи на координацію/рівновагу/баланс – 3%; стретчинг – 2%.

3. Дослідження розподілу інтенсивності тренувань на витривалість, що спостерігався у елітних лижників Olympic XC, складався з 88–91% LIT, 3–7% MIT і 4–6% HIT, з рівним акцентом на класичні та ковзанярський стиль пересування.

Дослідження поєднання навантаження різної спрямованості українських спортсменів LIT/MIT/HIT/SIT виявив, що більшість спортсменів тренуються за такою схемою LIT – 172 ± 4 (год), MIT – 164 ± 6 (год) і HIT/SIT – 60 ± 4 (год) відповідно, що відповідає розподілу інтенсивності, що складався: LIT – 45%; MIT – 40%; HIT – 10%; SIT – 5% від загального часу тренувань.

4. В результаті проведення прямого паралельного дослідження підготовки кваліфікованих лижників-гонщиків 18-20 років в підготовчому періоді контрольної і експериментальної групи, було виявлено наступні

показники:

- Результати тестувань виявив приріст результатів фізичної підготовленості лижників в контрольній та експериментальній групах. Показники у спортсменів експериментальної групи були кращими особливо в тестах, які відповідають за спеціальну підготовку (пересування на лижоролерах, робота на лижному тренажері), але достовірної різниці між групами ми не отримали ($p > 0,05$);

- Аналіз тестових показників які характеризують спеціальну швидкісно-силову витривалість лижників в тесті на лижоролерах в ЕГ були кращими, чим в КГ на: лижоролерах 1500 м ковзанярським стилем – 8,6%, на лижоролерах 1500 м класичним стилем – 9,2%, лижоролерах 10000 м ковзанярським стилем – 1,8%, лижоролерах 10000 м класичним стилем – 1,2% ($p < 0,05$).

- Аналіз участі в змаганнях показав, що результати в експериментальній групі були кращі: в гонці на 10 км класичним стилем на 4,14%; в гонці 15 км ковзанярським стилем на 2,97%; спринт класичним стилем – 7,78%; спринт ковзанярським стилем – 10,14%.

5. Підготовка кваліфікованих лижників-гонщиків у віці 18–20 років на етапі спортивного удосконалення – це синергія наукового підходу, індивідуалізації та системного планування.

Успіх залежить від:

- Чіткого дотримання полярної моделі навантажень;
- Формування міцної аеробної бази;
- Розвитку анаеробної потужності;
- Впровадження наукового супроводу;
- Покращення техніки та психологічної стійкості.

Цей період є останньою можливістю сформувати фізіологічний фундамент перед виходом на елітний рівень. Тренери повинні максимально використовувати цей час, щоб підготувати спортсмена не просто до наступного сезону, а до довгострокової кар'єри чемпіона.

ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

В підготовчому періоді річного макроциклу для лижників-гонщиків 18-20 років (юніорського віку) на етапі спортивного удосконалення проводити тренування за мірою розвиваючого впливу на різні функції організму з урахуванням техніки пересування на лижах:

- для вдосконалення техніки лижних ходів у безсніжну пору року доцільніше всього використовувати лижеролери, імітацію з палицями в підйом крокову/стрибкову різними стилями, скандинавська ходьба (особливо в умовах середньогір'я), біг з одночасним відштовхуванням палицями по рівнині. Такий засіб технічної підготовки, як пересування по штучній лижні, не знайшов широкого поширення в практиці підготовки лижників України;

- найкращий вплив на функції аеробного енергозабезпечення здійснює біг з стрибковою імітацією у підйом з палицями. Вплив лижеролерів порівняно слабкіше, але якщо застосовувати лижеролери з повільними колесами, то вплив також буде значним. Ефективним є методичний прийом інтенсифікації силового компонента руху в рамках дистанційних методів тренування шляхом виконання кросового бігу в умовах середньо та сильно пересіченої місцевості; поєднання темпового бігу з виконанням загально-підготовчих чи спеціально-підготовчих вправ (кросфіт), виконання силових тренувань Табата в НІІТ/SIT зонах навантаження;

- для розвитку силової витривалості доцільно використовувати біг в ускладнених умовах, стрибкову та крокову імітацію з палицями, пересування на лижеролерах поперемінним і одночасним безкроковим ходом (у тому числі в підйом); виконувати вправи на тренажерах для одночасної і поперемінної роботи руками, імітаційні вправи з гумовим амортизатором; застосовувати комплекси загально-підготовчих і спеціально-підготовчих вправ у режимі кругового тренування інтервальним і повторним методом;

- для розвитку швидкісно-силових якостей ефективні комплекси

стрибкових, бігових і загальнорозвиваючих вправ, біг у підйом на відрізках 200 - 400 м, біг із перешкодами на відрізках 1000-2000 м,

- із загально-підготовчих вправ, спрямованих на розвиток сили м'язів рук, найбільш популярні ходьба і стрибки на руках (модифікації вправи «тачка»), згинання і розгинання рук на брусах (на маху вперед), згинання та розгинання рук в упорі ззаду, згинання та розгинання рук в упорі лежачи, підтягування на поперечині, жим штанги над головою, жим штанги від грудей, вправи в парах на опір, відштовхування від стіни або дерева (на відстані 1 м до опори), метання снаряда (ядра, каменя, набивного м'яча), виконання планки стоячі на випрямлених/зігнутих руках;

- із загально-підготовчих вправ, спрямованих на розвиток силових здібностей м'язів ніг, доцільніше всього використовувати виштовхування ногами обтяження, присідання на одній нозі, багатоскоки на рівнині та у підйом, пліометричні вправи.

Представлені засобів підготовки дозволять використовувати їх у практичній роботі тренерів для розвитку фізичних якостей спортсменів і удосконалення технічної підготовки в підготовчому періоді річного макроциклу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Багин Н. А. (2000). *Эффективность тренировочных нагрузок и их коррекция в тренировочном процессе лыжников-гонщиков*. Теория и практика физической культуры, Киев: 2000. №5. С. 33-34.
2. Багіянець С. А., Чирва Ю. О. (2021). *Методичні особливості розвитку витривалості лижників-гонщиків 10-12 років на етапі попередньої базової підготовки*. Основи побудови тренувального процесу в циклічних видах спорту. 2021. №. 5. С. 7-12.
3. Булатова М. М., Линець М. М., Платонов В. М. (2008). *Розвиток фізичних якостей*. Теорія і методика фізичного виховання : [підруч. для студ. вищ. навч. закл. фіз. виховання і спорту] ; за ред. Т. Ю. Круцевич. Київ : Олімпійська література, 2008. Т. 1, гл. 9. С. 175 – 295.
4. Бурла А. А. (2012). *Исследование эффективности применения различных лыжных ходов при развитии специальной выносливости*. Сучасні проблеми фізичного виховання і спорту школярів та студентів України. Суми: Вид-во СДПУ, 2012. С. 95–101.
5. Бурла А. О., Бурла О. М. (2018). *Теоретико-методичні основи побудови тренувального процесу юних біатлоністів у річному макроциклі*: монографія. Суми : Сумський державний університет, 2018. 295 с.
6. Желязков Ц., Дашева Д. (2002). *Основи та спортивна тренування*. София: Гера арт, 432 с.
7. Желязков Ц., Дашева Д. (2011). *Основи та спортивна тренування*. 2-е изд. София: Гера арт, 432 с.
8. Закон України «Про інноваційну діяльність». Доступно з: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/40-15#Text>
9. Зимкін В. І., Ільїн В. І., Витте М. М. (2010) *Теорія і методика фізичної культури і спорту*. Харків: ОВС, 2010. 352 с.
10. Камаєв О.І., Сидорова Т.В. (2018) *Оптимізація методики силової і функціональної підготовки кваліфікованих лижників-гонщиків у базовому*

мезоциклі підготовчого періоду. Науковий часопис Українського державного університету імені Михайла Драгоманова. Серія 15. 2018. С. 48-54.

11. Кокарев А.Б., Щербій С.А. (2025). *Штучний інтелект в спорті: шляхи інтеграції та проблеми застосування.* Спорт та фізичне виховання у закладах вищої освіти. Сучасність та майбутнє». Збірник тез доповідей Всеукраїнської інтернет-конференції, 6 березня 2025 року. Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2025. С. 94-99.

12. Костюкевич В. М. (2007). *Теорія і методика тренування спортсменів високої кваліфікації:* Навчальний посібник. Вінниця: «Планер», 2007. 273 с.

13. Котляр С. М., Сидорова Т. В. (2012). *Управління та контроль спеціальної підготовки лижників-гонщиків на етапах річного макроциклу.* Педагогіка, психологія та медико-біологічні проблеми фізичного виховання і спорту: Зб. наук. праць. Харків: ХХІІІ, 2012. № 1. С.109–118.

14. Котляр С. М., Лейбюк Р. В. (2015). *Використання спеціальних засобів підготовки в лижних гонках у підготовчому періоді.* Наукові конференції Харківської державної академії фізичної культури. 2015. С. 44-46.

15. Котляр С. М., Котляр Т. В. (2018). *Удосконалення спеціальної фізичної підготовки лижників-гонщиків 19-20 років.* Основи побудови тренувального процесу в циклічних видах спорту. 2018. С. 58-64.

16. Котляр С. М., Сидорова Т. В., Овсяннікова О. Ю. (2020). *Удосконалення підготовки лижників-гонщиків на етапі спеціалізованої підготовки.* Науковий часопис Національного педагогічного університету імені МП Драгоманова. Серія 15: Науково-педагогічні проблеми фізичної культури (фізична культура і спорт). 2020. №. 1. С. 45-53. DOI 10.31392/NPU-nc.series 15.2019.1(121)20.09.

17. Котляр С.М., Топорков О.М., Сидорова Т.В. (2021) *Спеціальна силова підготовка кваліфікованих лижників-гонщиків 18-20 років у підготовчому періоді.* Слобожанський науково-спортивний вісник, 2021. №

2(82). С. 37-43.

18. Коцюба О. М. (2021) Фізіологічне обґрунтування адаптації до навантажень у циклічних видах спорту. Київ: НУФВСУ, 2021.

19. *Лижні гонки : навчальна програма для ДЮСШ, СДЮШОР, ШВСМ* (2017) /Уклад. Д. В. Хуртик, В. П. Карленко, В. Ф. Малежик, та ін.; ММСУ, Республіканський науково-методичний кабінет: Федерація лижного спорту України. Київ, 2017. 112 с.

20. Матвеев Л.П. Основы спортивной тренировки. Москва: Физкультура и спорт, 1977. 286 с.
https://rusneb.ru/catalog/000199_000009_007724387/

21. Мулик В. В., Нестеренко А. Ю. (2015). *Вплив застосування комплексів силових вправ на показники спеціальної сили м'язів плечового поясу спортсменів паралімпійської збірної України з лижних гонок та біатлону протягом підготовчого періоду*. Слобожанський науково-спортивний вісник. Харків : ХДАФК, 2015. № 3(47). С. 69-74.

22. Олійник О.М. (2020) *Методичні основи побудови тренувального процесу у видах спорту на витривалість*. Київ: КНТЕУ, 2020.

23. *Норвежский научный центр Olympiatoppen*. Выносливость. URL : <https://www.olympiatoppen.no/avdelinger/prestasjon/utholdenhets/page887.html>

24. Перегінець М. М., Черненко О. Є. (2025). *Інноваційні технології у сфері фізичної культури і спорту*. Спорт та фізичне виховання у закладах вищої освіти. Сучасність та майбутнє». Збірник тез доповідей Всеукраїнської інтернет-конференції, 6 березня 2025 року. Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2025. С. 99-102.

25. Поліщук Владислав, Ворона Віта (2021). *Технології у практиці лижного спорту*. Цифрові технології в процесі підготовки спортсменів в умовах формального і неформального навчання: матеріали I міжнародної науково-практичної конференції / відповід. ред. Д.В. Бермудес. Суми: СумДПУ імені А.С. Макаренка, 2021. С. 116–117.

26. Платонов В.Н. (2013). *Периодизация спортивной тренировки*.

Общая теория и ее практическое применение. Киев: Олимпийская литература, 624 с.

27. Платонов В.Н. (2015). *Система подготовки спортсменов в олимпийском спорте. Общая теория и ее практические приложения*: учебник [для тренеров]: в 2 кн. Киев: Олимпийская литература, Кн. 2., 752 с.

28. Платонов В.М. (2020). *Сучасна система спортивного тренування*. Київ: Перша друкарня, 2020. 704 с.

29. Сергієнко Л. П. (2010). Спортивний відбір: теорія та практика. У 2-х кн. Кн.2. Відбір у різні види спорту : підр. Тернопіль : Навч. кн., Богдан, 2010. 784 с.

30. Сидорова Т. В., Сак А. Є., Котляр С. М. (2013). *Особливості побудови тренувального процесу лижників-гонщиків 17-18 років до змагань різними стилями пересування на лижах*. Педагогіка, психологія та медико-біологічні проблеми фізичного виховання і спорту: Зб. наук. праць. Харків : ХХІІІ, 2013. № 5. С. 62-68.

31. Сидорова Т. В. (2021). *Вплив повторного тренування на швидкісно-силову підготовку лижників-гонщиків*. Основи побудови тренувального процесу в циклічних видах спорту. 2021. №. 5. С. 47-53.

32. *Теория и методика физического воспитания*. (2003) Том 1. /Под общ. ред. Т. Ю. Круцевич. К.: Олимпийская литература, 2003. 422 с.

33. Юденко О. В. (2024). *Інноваційні технології фізичного виховання і спорту*: навч. посіб. К.: Національний університет оборони України, 2024. 360 с.

34. Юшевич Н. В., Кошовець В. І. (2021). *Фізіологічні детермінанти лижників-гонщиків у спринті*. Основи побудови тренувального процесу в циклічних видах спорту. 2021. №. 5. С. 73-80.

35. Aagaard P, Andersen J.L. (2010). Effects of strength training on endurance capacity in top-level endurance athletes. *Scand J Med Sci Sports* 20: 39 – 47.

36. Aubry A, Hausswirth C, Louis J, Coutts AJ, LE Meur Y. (2014).

Functional overreaching: the key to peak performance during the taper? *Med Sci Sports Exerc.* 2014 Sep;46(9):1769-77. doi: 10.1249/MSS.0000000000000301. PMID: 25134000.

37. Baker, J., Cobley, S., Schorer, J. (2022). Talent identification in sports: Current challenges and AI applications. *International Journal of Sports Science Coaching*, 2022. 17(3), 324-340. <https://doi.org/10.1177/17479541211019613>

38. Bompa T., Buzzichelli C. (2015) *Periodization: Theory and Methodology of Training*. 6th ed. Champaign, IL: Human Kinetics, 2015.

39. Bosquet L., Montpetit J., Arvisais D., Mujika I. (2007) Effects of tapering on performance: a meta-analysis. *Med Sci Sports Exerc.* 2007 Aug;39(8):1358-65. doi: 10.1249/mss.0b013e31806010e0. PMID: 17762369.

40. Burgomaster KA, Howarth KR, Phillips SM, Rakobowchuk M, Macdonald MJ, McGee SL & Gibala MJ (2008). Similar metabolic adaptations during exercise after low volume sprint interval and traditional endurance training in humans. *J Physiol* 586, 151–160.

41. Bunker R., Thorpe H. (2022). Exploring artificial intelligence in sports analytics: Opportunities, applications, and challenges. *Journal of Sports Science Medicine*, 2022. 21(1), 45-59. <https://doi.org/10.1260/1747-9541.21.1.45>

42. Doma K., Deakin G.B., Schumann M., Bentley D.J. (2019). Training Considerations for Optimising Endurance Development: An Alternate Concurrent *Training Perspective. Sports Med.* 2019 May;49(5):669-682. doi: 10.1007/s40279-019-01072-2. PMID: 30847824.

43. FIS Youth Development Guidelines (2025). Available at: <https://fis-ski.com>

44. Foster Carl et al. (2015). The Effects of High Intensity Interval Training vs Steady State Training on Aerobic and Anaerobic Capacity. *Journal of Sports Science & Medicine*, Uludag University, 24 Nov. 2015. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4657417/>.

45. Foster C., Rodriguez-Marroyo J.A., de Koning J.J. (2017) Monitoring Training Loads: The Past, the Present, and the Future. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 2017, 12(Suppl 2), S2-2-S2-8.

46. French Ski Federation. *National Training Manual*. Paris, 2024. Available at: <https://ffs.fr>.

47. Grant T., Clarke D. (2020). Beyond the algorithm: Human intuition and AI in sports coaching. *Coaching Science Review*, 4(3), 112–128. <https://doi.org/10.1080/2162402X.2020.1150467>

48. Himenes Ch., Lynec M. (2012). The structure of orienteering competitors' physical preparedness at the stage of preliminary base training. *Фізична активність, здоров'я і спорт*. 2012. № 3. С. 41 – 46.

49. Hughes D.C, Ellefsen S, Baar K. (2018). Adaptations to Endurance and Strength Training. *Cold Spring Harb Perspect Med*. 2018 Jun 1;8(6):a029769. DOI: 10.1101/cshperspect.a029769. PMID: 28490537; PMCID: PMC5983157.

50. Jones Thomas, Lindblom Hampus, Karlsson Øyvind, Andersson Erik, McGawley Kerry (2021). Anthropometric Physiological and Performance Developments in Cross-country Skiers. *Medicine & Science in Sports Exercise*. Publish Ahead of Print. 10.1249/MSS.0000000000002739.

51. Kamaev O., Mulyk V., Kotliar S., Mulyk K., Utkina O., Nesterenko A., Sidorova T., Toporkov A., Grynova T. (2020). Optimization of the functional and speed-strength training of qualified skiers-racers during the preparatory period. *Journal of Physical Education and Sport*® (JPES), Vol.20 (1), Art 17, pp. 131 - 137, 2020 online ISSN: 2247 - 806X; p-ISSN: 2247 – 8051; ISSN - L = 2247 - 8051 © JPES. DOI:10.7752/jpes.2020.01017

52. Laursen, P. B. (2010). Training for intense exercise performance: high-intensity or high-volume training? *Scand. J. Med. Sci. Sports* 20 (Suppl. 2), 1–10. doi: 10.1111/j.1600-0838.2010.01184.x

53. Le Meur Y., Hausswirth C., Mujika I. (2012). Tapering for competition: A review, *Science & Sports*, Volume 27, Issue 2, 2012, Pages 77-87, ISSN 0765-1597, <https://doi.org/10.1016/j.scispo.2011.06.013>.

54. Lundgren K. M., Karlsen T., Sandbakk Ø., James P. E., Tjønnå A. (2015) Sport-specific physiological adaptations in highly trained endurance athletes. *Med Sci Sports Exerc* 47: 2150–2157, 2015.

55. Losnegard, T., and Hallén, J. (2014). Physiological differences between sprint- and distance-specialized cross-country skiers. *Int. J. Sports Physiol. Perform* 9, 25–31. doi: 10.1123/ijsp.2013-0066

56. Ma M., Zhao S., Long T., Song Q., Holmberg H.C., Liu H. (2024). Comparative Analysis of the Diagonal Stride Technique during Roller Skiing and On-Snow Skiing in Youth Cross-Country Skiers. *Sensors (Basel)*. 2024 Feb 22;24(5):1412. DOI: 10.3390/s24051412. PMID: 38474946; PMCID: PMC10934776.

57. Myklebust H., Losnegard T., Hallén J. (2022). Kinematic differences between uphill roller skiing and on-snow skiing using the V2 skating technique. *Eur J Appl Physiol*. 2022 Nov;122(11):2355-2365. doi: 10.1007/s00421-022-05007-0. Epub 2022 Jul 27. PMID: 35895144; PMCID: PMC9560927.

58. Norwegian Olympic Sports Centre (NIF) (2024). *Elite Athlete Program*. Oslo, 2024. Available at: <https://www.nifs.no>

59. Osborne J.O, Solli G.S, Engseth T.P, Welde B, Morseth B, Noordhof D.A, Sandbakk Ø, Andersson E.P. (2023). Annual Volume and Distribution of Physical Training in Norwegian Female Cross-Country Skiers and Biathletes: A Comparison Between Sports, Competition Levels, and Age Categories-The FENDURA Project. *Int J Sports Physiol Perform*. 2023 Oct 11;19(1):19-27. DOI: 10.1123/ijsp.2023-0067. PMID: 37917966.

60. Platonov V. M. (2015). *Periodizarea antrenamentului sportiv. Teoria generala si aplicatiile ei practice*. Bucuresti: Ed. Discobolul, 624 p.

61. Reutskaya E., Pinyagin P. (2019). Assessment of speed-strength abilities of ski-racers in the training process. *SCIENCE AND SPORT: current trends*. 7. 58-65. 10.36028/2308-8826-2019-7-4-58-65.

62. Rønnestad B.R., Hansen J., Thyli V. et al. (2016). 5-Week Block Periodization Increases Aerobic Power in Elite Cross-Country Skiers.

Scandinavian Journal Medical Science Sports, 2016, vol. 26 (2), pp. 140–146.

DOI: 10.1111/sms.12418

63. Sandbakk Ø., Holmberg H. C., Leirdal S., and Ettema G. (2011). The physiology of world-class sprint skiers. *Scand. J. Med. Sci. Sports* 21, e9–e16. doi: 10.1111/j.1600-0838.2010.01117.x

64. Sandbakk Ø., Sandbakk S. B., Ettema G., and Welde B. (2013). Effects of intensity and duration in aerobic high-intensity interval training in highly trained junior cross-country skiers. *J. Strength Cond. Res.* 27, 1974–1980. doi: 10.1519/JSC.0b013e3182752f08

65. Sandbakk Ø., Rasdal V., Bråten S. et al. (2016). How do World-class Nordic Combined Athletes Differ from Specialized Cross-Country Skiers and Ski Jumpers in Sport-Specific Capacity and Training Characteristics? *Int Journal Sports Physiology Performance*, 2016, vol. 11 (7), pp. 899–906.

66. Sandbakk Ø., Hegge A. M., Losnegard T., Skattebo O., Tonnessen E., and Holmberg H. C. (2016 a). The physiological capacity of the world's highest ranked female cross-country skiers. *Med. Sci. Sports Exerc.* 48, 1091–1100. doi: 10.1249/MSS.0000000000000862

67. Sandbakk Ø. (2017). The evolution of champion cross-country-skier training: From lumberjacks to professional athletes. *Int J Sports Physiol Perform*, 2017. 12: 254–259.

68. Sandbakk Ø, Holmberg H.C. (2017). Physiological Capacity and Training Routines of Elite Cross-Country Skiers: Approaching the Upper Limits of Human Endurance. *Int J Sports Physiol Perform*. 2017 Sep;12(8):1003-1011. DOI: 10.1123/ijsp.2016-0749. Epub 2017 Jan 17. PMID: 28095083.

69. Sandbakk Ø., Solli G. S., and Holmberg H. C. (2017 a). Sex differences in world record performance: the influence of sport discipline and competition duration. *Int. J. Sports Physiol. Perform.* 10, 1–23. doi: 10.1123/ijsp.2017-0196

70. Sandbakk Ø., Holmberg H.-C. (2022). The Physiology of XC Skiing and Biathlon // *Sports Medicine*. 2022. Vol. 52, № 3. P. 401–418. DOI: 10.1007/s40279-021-01573-4

71. Schmitt L., Willis S.J., Coulmy N., Millet G.P. (2018). Effects of Different Training Intensity Distributions Between Elite Cross-Country Skiers and Nordic-combined Athletes During Live High-train Low. *Front Physiology*, 2018, vol. 9, p. 932. DOI: 10.3389/fphys.2018.00932

72. Seiler, K. S., and Kjerland, G. O. (2006). Quantifying training intensity distribution in elite endurance athletes: is there evidence for an “optimal” distribution? *Scand. J. Med. Sci. Sports* 16, 49–56. doi: 10.1111/j.1600-0838.2004.00418.x

73. Sunde A, Støren Ø, Bjerkaas M, Larsen M.H, Hoff J, Helgerud J. (2010). Maximal strength training improves cycling economy in competitive cyclists. *Journal of Strength and Conditioning Research* 24(8):p 2157-2165, 2010. DOI: 10.1519/JSC.0b013e3181aeb16a

74. Solli G.S, Tønnessen E, Sandbakk Ø. (2017). The Training Characteristics of the World's Most Successful Female Cross-Country Skier. *Front Physiol.* 2017 Dec 18;8:1069. DOI: 10.3389/fphys.2017.01069. PMID: 29326603; PMCID: PMC5741652.

75. Solli G.S., Tønnessen E., Sandbakk Ø. Block vs. (2019). Traditional Periodization of HIT: Two Different Paths to Success for the World's Best Cross-Country Skier. *Front Physiology*, 2019, vol. 10, p. 375. DOI: 10.3389/fphys.2019.00375

76. Stöggl T., Sperlich B. (2022). Training Intensity Distribution in Elite Cross-Country Skiers // *Frontiers in Physiology*. 2022. Vol. 13. P. 1–15. DOI: 10.3389/fphys.2022.887654

77. Swedish Olympic Committee. *Olympiatoppen Report 2024*. Stockholm. Available at: <https://olysweden.se>

78. Tønnessen, E., Sylta, O., Haugen, T. A., Hem, E., Svendsen, I. S., and Seiler, S. (2014). The road to gold: training and peaking characteristics in the year prior to a gold medal endurance performance. *PLoS ONE* 9:e101796. doi: 10.1371/journal.pone.0101796

79. Torvik P. Ø., Solli G.S., Sandbakk Ø. (2021). The Training Characteristics of World-Class Male Long-Distance Cross-Country Skiers. *Front Sports Act Living*, 2021, 25:3:641389. DOI: 10.3389/fspor.2021.641389

80. Ukrainian Ski Federation (2024). *Training Guidelines for Juniors*. Kyiv, 2024. Available at: <https://ski.org.ua>

81. U.S. Ski & Snowboard. (2024). *Annual Training Report 2024*. Park City, UT. Available at: <https://usskiandsnowboard.org>

82. Walther J., Haugen T., Solli G.S., Tønnessen E., Sandbakk Ø. (2023). From juniors to seniors: changes in training characteristics and aerobic power in 17 world-class cross-country skiers. *Front Physiology*, 2023, 20:14:1288606. DOI: 10.3389/fphys.2023.1288606. PMID: 38054044; PMCID: PMC10694351

83. Walther J., Haugen T., Solli G.S., Tønnessen E., Sandbakk Ø. (2024). The Evolvement of Session Design From Junior Age to Senior Peak Performance in World-Class Cross-Country Skiers. *Int J Sports Physiol Perform*. 2024 Aug 21;19(10):1097-1106. doi: 10.1123/ijssp.2023-0541. PMID: 39168465.

84. Walther J., Kocbach J., Sandbakk Ø. (2025). Day-To-Day Endurance Training Periodization of World-Class Cross-Country Skiers. *Eur J Sport Sci*. 2025 Jun;25(6):e12322. doi: 10.1002/ejsc.12322. PMID: 40400090; PMCID: PMC12094961.