

## МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ТРЕНУВАЛЬНОГО НАВАНТАЖЕННЯ ЛЕГКОАТЛЕТІВ

**Манжула В.І.<sup>1)</sup>, Стефанишин Х.І.<sup>2)</sup>, Яковів В.І.<sup>3)</sup>**

*Тернопільський національний економічний університет*

*<sup>1)</sup> к.т.н., доцент, <sup>2)</sup> магістрант, <sup>3)</sup> викладач*

### I. Постановка проблеми

Теорія періодизації спортивного тренування передбачає: безперервне, планомірне і всебічне підвищення можливостей спортсменів за всіма напрямками техніко-тактичної, фізичної та психологічної підготовки, обумовлених специфікою виду спорту та вимогами високо інтенсивної змагальної діяльності; досягнення стану найбільш високої готовності до стартів у головних змаганнях макроциклу і демонстрація у цих змаганнях найкращого індивідуального результату даного макроциклу.[1]

Теорія періодизації зумовлює ієрархічну систему, що складається із компонентів тренувального процесу, які періодично повторюються (табл. 1).

Таблиця 1

Ієрархія та тривалість періодів тренувального процесу

Компоненти тренувального процесу	Тривалість	Спосіб планування
Чотирьохрічний (олімпійський цикл)	Чотири роки – період між Олімпійськими іграми	Довготривалий
Макроцикл (можливо річний)	Один рік чи декілька місяців	
Тренувальний період	Декілька місяців як частина макроциклу	Середньої тривалості
Мезоцикл	Декілька тижнів	
Мікроцикл	Один тиждень чи декілька днів	
Тренування	Декілька годин (зазвичай не більше трьох)	Короткотривалий
Тренувальна вправа	Декілька хвилин	

Актуальною задачею є використання математичного апарату для опису фізіологічних і біохімічних процесів, що відбуваються в організмі спортсмена, дослідження біомеханіки рухів і аналізу спортивної техніки. Особливо цікаві моделі адаптації до граничних фізичних навантажень, планування і оптимізації фізичних навантажень в процесі досягнення спортивної форми.

Використання математичних моделей дозволяє звести до мінімуму тренерську практику проб і помилок і дає можливість проводити експерименти не на самому спортсмені, а на його математичній моделі, прораховуючи найбільш прийнятні режими тренувань і відновлення. При цьому закономірно зростає спортивний результат, знижується ризик перетренованості і спортивних травм. Тим самим вирішується завдання збереження здоров'я і спортивного довголіття спортсмена.

### II. Мета та завдання

Головною метою роботи є моделювання характеристик тренувального навантаження легкоатлетів для вироблення плану тренувань і належного коригування тренувального процесу, що дасть змогу вивести спортсмена на пік спортивної форми, мінімізуючи «фізіологічну ціну» спортивного результату.

### III. Характеристики тренувального навантаження легкоатлетів

До характеристик тренувального навантаження легкоатлетів відносять фізіологічні параметри тіла відносяться параметри серцево-судинної та дихальної системи. До серцево-судинних відносяться такі параметри [2].

Тиск. Тиск визначається за допомогою тонометра, верхня межа якого показує артеріальний систолічний тиск, а нижня – артеріальний діастолічний. Різниця між артеріальним систолічним тиском і артеріальним діастолічним тиском називається – пульсовий тиск (ПТ).

Зведені дані характеристик тренувальних навантажень (стрибки у висоту)  
та показників його спортивної форми для мезоциклу

Таблиця 2.

Дата тренування	Фізичне навантаження	№	Функціональні показники									Коефіцієнт відновності	Линійний коефіцієнт						
			До тренування (ранок)				Під час тренування				Після тренування (вечір)								
			ЧСС	ЧД	Тиск			ЧСС	ЧД	Тиск				С	С	ЧД	Тиск		
09.10.19	Структурний біг 9*100	1	62	5	100	62	38	134	17	124	82	42	78	6	112	74	38	36	18
10.10.19	Відпочинок	0	60	5	98	60	38				0	65	5	100	63	37		7	
11.10.19	Структурний біг 9*100	1	58	5	95	62	33	126	16	122	85	37	76	6	108	70	38	34	13
12.10.19	Біг з об'ємом 5 кг. (гачка) 10*100	2	63	5	99	64	35	142	19	128	85	43	76	6	110	73	37	39,5	12
13.10.19	Відпочинок	0	64	5	103	65	38				0	64	5	95	61	34		6	
14.10.19	Структурний біг 9*100	1	58	5	99	62	37	126	16	124	86	38	71	6	103	68	35	34	10
15.10.19	Біг з об'ємом 5 кг. 10*100	2	61	5	98	63	35	141	18	127	88	39	77	6	109	71	38	40	14
16.10.19	Структурний біг 9*100	1	63	5	102	64	38	125	17	118	76	42	67	6	110	75	35	31	4
24.10.19	Відпочинок	0	63	5	103	67	36				0	63	5	102	63	39		4	
25.10.19	Скачки в кроці 15*50м.	3	59	5	94	60	34	135	19	124	85	39	74	6	103	67	36	38	12
26.10.19	Біг з об'ємом 5 кг. (гачка) 10*100	2	62	5	97	63	34	139	18	125	85	40	72	6	105	69	36	38,5	13
27.10.19	Відпочинок	0	59	5	96	58	38				0	64	5	98	62	36		7	
28.10.19	Скачки в кроці 5*50 м., Скачки на одній по 5*50 м.	3	57	5	96	59	37	143	21	132	89	43	78	6	112	76	36	78,5	14
		5				149	23	136	94	42									
29.10.19	Стрибки через 7 бар'єрів 3*10 (ліва, права, двох), Застрибування на тумбу 6*10, застрибування на тумбу на 1 нові 5*10	4	64	5	103	67	36	136	18	123	83	40	77	6	104	68	36	59,5	15
		6				124	15	118	79	39									
30.10.19	Біг з об'ємом 5 кг. (гачка) 10*100	2	62	5	98	64	34	136	18	120	83	37	74	6	105	69	36	37	14
		0	60	5	97	61	36						63	5	97	61	36		63

Частота серцевих скорочень (ЧСС). Вимірюється пальпаторним методом на зап'ясті лівої руки або з лівої сторони шиї. Рахується частота ударів за 1 хв.

Хвилиний об'єм крові (ХОК). Його можна визначити за формулою:

$$V_m = V_s * ЧСС$$

де:  $V_s$  - систолічний об'єм, ЧСС – частота серцевих скорочень.

Щоб визначити систолічний об'єм крові використовують формулу:

$$V_s = 90.97 + 0.54 ПТ * 0,57 ДТ - 0,61 В$$

де: ПТ – пульсовий тиск (мм рт. ст.), ДТ – діастолічний тиск (мм рт. ст.), В – вік у роках.

До параметрів дихальної системи відносяться:

Глибина дихання – визначається об'ємом вдихуваного й видихуваного повітря.

Частота дихальних рухів (ЧДР). Кількість дихальних рухів за хвилину.

Дихальний об'єм легенів (ДО) – об'єм повітря, що заходить (виходить) під час спокійного вдиху (видиху).

Мертвий простір – об'єм повітря, що міститься в повітроносних шляхах (бронхах, трахеї, гортані) і не бере участі в газообміні. Близько 150 мл.

Життєва ємність легенів (ЖЄЛ) – максимальна кількість повітря, яку можна видихнути після найбільшого вдиху.

Залишковий об'єм легенів (ЗОЛ) – порція повітря, яка перешкоджає повному спаданню легенів після максимального видиху. Близько 1500 мл повітря.

Загальна ємність легень (ЗЄЛ) – кількість повітря, яке міститься в легенях після максимального вдиху.

Кисневий борг – кількість кисню, яка потрібна для окислення недоокислених продуктів обміну, що накопичилися в організмі при інтенсивній м'язовій праці.

#### IV. Моделювання показників тренуваності спортсменів

Для моделювання характеристик тренувального навантаження легкоатлетів необхідно ввести результуючі показники форми спортсменів на різних рівнях ієрархії тренувального процесу.

Основним показником для короткотривалих періодів введемо лінійний показник відновлюваності, який характеризує здатність спортсмена відновлення між тренуваннями. Для його визначення використаємо різницю частоти серцевих скорочень після тренувань (вечір) та перед наступним тренуванням (ранок):

$$ЛК = ЧСС_{вечір} - ЧСС_{ранок}$$

Іншим показником введемо вертикальний показник відновлюваності, який будемо визначати як усереднене значення різниці частоти серцевих скорочень після тренувань (тренування-вечір) та в межах дня (вечір-ранок):

$$K_{відн} = 0,5(ЧСС_{тр} - ЧСС_{вечір}) + 0,5(ЧСС_{вечір} - ЧСС_{ранок}) = 0,5(ЧСС_{тр} - ЧСС_{ранок})$$

Для середньотривалих періодів (мезоцикли) введемо показник тренуваності, який характеризує здатність спортсмена до фізичних навантажень на початок мезоциклу та на його завершення та визначається різницею одного з параметрів (наприклад, частоти серцевих скорочень) відповідних тренувань:

$$K_{тр} = ЧСС_{кц} - ЧСС_{пц}$$

В таблиці 2 наведено результати моделювання характеристик легкоатлета (стрибки в висоту) за один мезоцикл.

#### Висновки

Математичні методи дозволяють провести точну оцінку здібностей спортсмена, визначити найбільш вигідну змагальну тактику і спрогнозувати результат. Математична модель допомагає вибудувати план тренувань і належним чином коригувати тренувальний процес, що виводить спортсмена на пік спортивної форми, мінімізуючи «фізіологічну ціну» спортивного результату.

На основі розроблених показників буде здійснено побудова моделей залежності характеристик навантаження спортсменів від видів та тривалості тренувань.

#### Список використаних джерел

1. Иссурин В. Подготовка спортсменов XXI века. Научные основы и построение тренировки. // Олимпия / Человек. – 2019
2. Маліков М.В., Сватєв А.В., Богдановська Н.В. Функціональна діагностика у фізичному вихованні і спорті: Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів – Запоріжжя: ЗДУ, 2006. – 227 с.