

ТМП. 1979. №2. 7-11

ТРЕНИРОВКА, ТЕХНИКА, ТАКТИКА

Методика оценки

СКОРОСТНО-СИЛОВЫХ СПОСОБНОСТЕЙ СПОРТСМЕНОВ

Профессор Ю. Е. Верхованский

Государственный Центральный ордена Ленина институт физической культуры

Реализация идеи управления тренировочным процессом требует наличия исчерпывающей информации о состоянии спортсмена, в частности о количественной характеристике способности спортсмена к проявлению взрывной силы мышц.

С учетом конструктивных недостатков и метрологических погрешностей, присущих применяемым ранее способам оценки динамической силы мышц, в проблемной лаборатории ЦОЛИФКа разработан и апробирован универсальный динамографический стенд (УДС-3) стационарного типа¹. Внешний вид стенда и момент исследования с его помощью приведены на снимках на 2-й стр. обложки.

УДС-3 включает в себя три основных блока: измерительный, функциональный и регистрирующий. Измерительный блок представляет собой функционально-самостоятельное устройство, предназначенное

Измерительная каретка соединена гибким тросом с элементом, создающим внешнее сопротивление движению. В качестве датчика пути использована высокоомная (0,3 мм) нить 5, а в качестве отметчиков времени — фотодiodы 6. Токоосъемник 7, расположенный на муфте 8 и закрепленный на тросе, скользит по нити. Изменяемое при этом напряжение в электрической схеме аналогично функции $S(t)$. Одновременно флажок 9 перекрывает световой пучок, включая (выключая) аппаратуру, регистрирующую время движения на каждом участке пути.

Функциональный блок УДС-3 предназначен для обеспечения такой позы испытуемого, которая необходима для регистрации рабочего движения и для создания ему внешнего сопротивления. Конструктивное решение блока допускает практически неограниченную возможность воспроизведения любых по форме и режиму мышечной активности двигательных заданий. Для создания внешнего сопротивления движению предусмотрено несколько способов: груз переменного веса 10, инерция покоя вращающегося маховика 12, дозированное сопротивление электромотора 13.

Принципиальная новизна и преимущества УДС-3 заключаются в следующем.

В конструктивном решении стыковки измерительного и функционального блоков исключен люфт, который обычно возникает при соединении измерительной каретки с внешним сопротивлением с помощью гибкого троса. Например, при использовании груза 10 в качестве внешнего сопротивления это достигается за счет выбора «слабины» троса с помощью талрепа 11. Поскольку трос закреплен на измерительной каретке 12, упирающейся в жесткий упор 4, усилие натяжения троса (5–10 кг) не передается на силоизмерительный элемент 1 и он воспринимает только внешнее усилие, передаваемое через рабочую каретку 3.

Конструкция функционального блока выполнена с учетом следующих требований: а) обеспечение удобной для максимального усилия позы, стабильное воспроизведение ее при повторном тестировании, б) исключение привязных ремней и лямок, в) ограничение числа степеней свободы рабочего движения.

Регистрирующий блок УДС-3 включает комплекс стандартных промышленных приборов, обеспечивающих стабилизированное питание электрических схем, усиление снимаемых сигналов, их преобразование и ре-

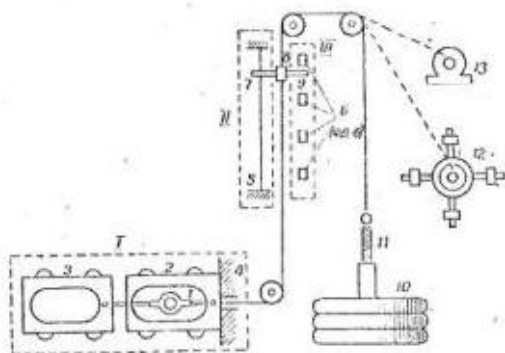


Рис. 1. Кинематическая схема измерительного блока УДС-3

для одновременного измерения внешней силы, приложенной к его воспринимающему элементу, пути движения и времени реализации его отдельных (трех) участков. Принципиальная кинематическая схема измерительного блока приведена на рис. 1. Его основные элементы: датчик усилия 1, устройство для измерения пути II и времени III движения. В качестве датчика усилия использовано тензocolьцо 1, закрепленное между измерительной 2 и рабочей 3 каретками (на схеме показаны в плане) и работающее на растяжение. Каретки свободно перемещаются по направляющим рельсам.

¹ В создании и совершенствовании стенда принимали участие Д. Илизов, В. Голыко, Э. Пурвин, В. Девякин, Ю. Штарев.

гистрацию в аналоговой или дискретной форме, позволяющей вводить необходимую информацию в ЦЭВМ. При аналоговой форме регистрации на ультрафиолетовой бумаге (осциллограф К-115) фиксируются кривые $F(t)$, $S(t)$ и отметки времени реализации трех участков рабочей амплитуды. Дополнительно с точностью до 3-го знака регистрируется время движения на трех участках пути (цифровой индикатор времени Ф-583 с цифрочастотным устройством ЭУМ-23). Образец записи регистрируемых на УДС-3 характеристик взрывного усилия в преодолеваемом динамическом режиме работы мышц приведен на рис. 2.

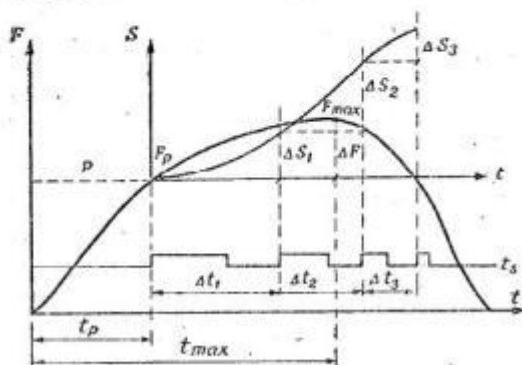


Рис. 2. Образец записи кривых $F(t)$ и $S(t)$ на УДС-3

В серии специальных исследований отобраны наиболее информативные характеристики, регистрируемые с помощью УДС-3, в состав которых вошли (рис. 2): P_0 — максимальная величина изометрического напряжения мышц, F_{max} — максимальное значение кривой $F(t)$, F_p — ордината кривой $F(t)$, соответствующая весу груза P , ΔF — значение силы, превышающей вес груза, t_p — время, ограниченное началом кривой $F(t)$ и ее ординатой, соответствующей весу груза, t_{max} — время, ограниченное началом кривой $F(t)$ и ее максимальным значением F_{max} , Δt — время движения на отдельных участках рабочей амплитуды, ΔS — длина отдельных участков рабочей амплитуды, I — коэффициент, характеризующий способность спортсмена к проявлению взрывных усилий $I = \frac{F_{max}}{t_{max}}$, Q — коэффициент, характеризующий стартовую силу мышц, т. е. их способность к проявлению эффективного внешнего усилия в начале напряжения

$$Q = \frac{F_p}{t_p},$$

G — коэффициент, характеризующий ускоряющую силу мышц, т. е. их способность к быстрому наращиванию усилия во время начавшегося движения

$$G = \frac{\Delta F}{t_{max} - t_p},$$

V — средняя скорость движения $\bar{V} = \frac{S}{t}$, N — средняя мощность работы силы $N = F \cdot V$.

В случаях, когда в качестве внешнего сопротивления движению используется инерция покоя махового колеса или сопротивление, задаваемое мотором, а также для взрывного изометрического усилия, ордината кривой $F(t)$ для расчета значений Q и G определяется по максимуму первой производной от $F(t)$ или другим способом¹. Метрологическое исследование показало, что в действующей модели УДС-3 есть некоторые погрешности измерения, связанные с частотными свойствами системы трос — груз, а также некоторыми конструктивными особенностями стенда (растяжение троса, установка фотодиодов для регистрации времени движения). Однако точность и надежность измерения основных характеристик достаточно высока. Коэффициенты надежности r_{tt} равны 0,83—0,99. В пределах повторных измерений одного опыта диапазон вариации характеристик $V\%$ не превышает 3—6%².

Остановимся теперь на результатах некоторых исследований, иллюстрирующих функциональные возможности УДС-3 и интересных своей феноменологической сущностью³.

Ежедневное тестирование (разгибание лопи с преодолением стандартного сопротивления) обнаружило существенную вариативность характеристик взрывного усилия в недельных циклах (табл. 1). Отметим, что в изометрическом режиме диапазон варьирования больше, чем в динамическом. Причем в последнем случае он тем больше, чем меньше величина внешнего сопротивления (груза). Данные этой части исследования интересны в том смысле, что они указывают на важность определения как дня тестирования, так и оптимального количества тестирующих процедур в недельном цикле, необходимых для объективной оценки текущего состояния спортсмена.

Для оценки информативности характеристик, регистрируемых на УДС-3, использовались процедуры множественного статистического анализа с включением в со-

Таблица 1

Средние значения коэффициента вариативности ($V\%$) характеристик взрывного усилия в 8 недельных циклах

Характеристики	Режимы работы	
	изометрический	динамический
F_{max}	6—12	2—7
t_{max}	8—18	7—11
I	8—20	6—14
Q	9—18	8—16
G	10—28	7—11

¹ См. «Теория и практика физической культуры», 1977, № 1, с. 40—42.

² Исследование выполнено научными сотрудниками Ю. Д. Ярмициком и М. Латашем.

³ Далее приводятся материалы исследования В. Денискина, И. Мироносица, С. Иванкина, А. Корнелюка, И. Буеянской.

воскуность исследуемых признаков спортивного результата и показателей контрольных педагогических тестов. В качестве примера в табл. 2 и 3 приведена корреляция характеристик взрывного динамического усилия при разгибательном (отталкивающем) движении ногой со спортивным результатом и некоторыми контрольными упражнениями у тяжелоатлетов ($n=25$, груз 70% от P_0 , в исходном положении угол в коленном суставе 90°) и прыгунов в высоту ($n=25$, груз 70% от P_0 , в исходном положении угол в коленном суставе 110°).

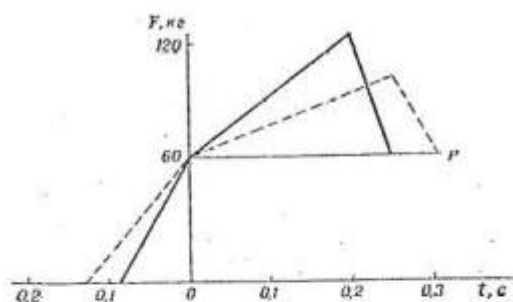
Наглядное представление о сдвигах в уровне скоростно-силовой подготовленности спортсменов в процессе тренировки дают графические модели кривой $F(t)$ взрывного усилия, построенные по данным УДС-3. На рис. 3 представлены модели кривой $F(t)$ разгибания ноги рекордсмена СССР в тяжелой атлетике Ю. Козина, соответствующие разным этапам годичного цикла подготовки. Модели смещены по ординате F_p . Модель, соответствующая исходному уровню, показана пунктиром.

Легко видеть, что сдвиги кривой $F(t)$ характерны увеличением максимума динамического усилия F_{max} и сокращением времени, затрачиваемого на его проявление t_p и t_{max} .

Таблица 2

Корреляция между контрольными характеристиками взрывного усилия и спортивными достижениями тяжелоатлетов

Характеристики	Рывок	Толчок	Сумма
P_0	0,685	0,710	0,704
F_{max}	0,815	0,773	0,795
I	0,621	0,589	0,606
Q	0,473	0,418	0,443
G	0,595	0,544	0,568
N_{cp}	0,705	0,636	0,669

Рис. 3. Графическая модель кривой $F(t)$

Накопленный в проблемной лаборатории экспериментальный опыт свидетельствует о высокой разрешающей способности УДС-3 в плане оценки тонких качественных показателей скоростно-силовой подготовленности спортсменов. Интересный материал получен в исследованиях, имеющих задачей наблюдение за срочным тренировочным эффектом от скоростно-силовой нагрузки различной направленности. Методически эта задача решалась следующим образом. Перед выполнением нагрузки оценивалось исходное состояние спортсмена. Сразу одну минуту после нагрузки проводилось повторное тестирование с 5-минутным интервалом в течение 30—40 мин. Регистрируемые при этом скоростно-силовые характеристики рассматривались как показатели, отражающие текущее функциональное состояние моторного аппарата спортсмена и динамику его изменения в послерабочий период.

На рис. 4 в качестве примера представлена динамика I -коэффициента (разгибание ноги с преодолением веса груза, равного собственному весу) после выполнения общеразвивающих прыжковых упражнений, серии отталкиваний после прыжка в глубину и объемной работы со штангой специального характера (в тренировке прыгуна в высоту I разряда). Исходный уровень I -коэффициента принят за 100%. Приведенные данные наглядно свидетельствуют об общей реакции моторного аппарата спортсмена в ответ на тренировочную на-

Таблица 3

Корреляция между контрольными характеристиками взрывного усилия и спортивными достижениями прыгунов в высоту

Характеристики	Тройной с места	Тройной на толчковой ноге	Вертикальный прыжок без маха	Прыжок в высоту	
P_0 разгибания стопы	0,552	0,658	0,579	0,468	
P_0 разгибания ноги	0,604	0,586	0,663	0,655	
Динамический режим $P = 70\%$ от P_0	F_{max}	0,726	0,717	0,682	0,725
	I	0,387	0,391	0,571	0,579
	Q	0,594	0,626	0,734	0,566
	N_{cp}	0,752	0,730	0,681	0,697
	N_{cp}	0,591	0,628	0,539	0,618

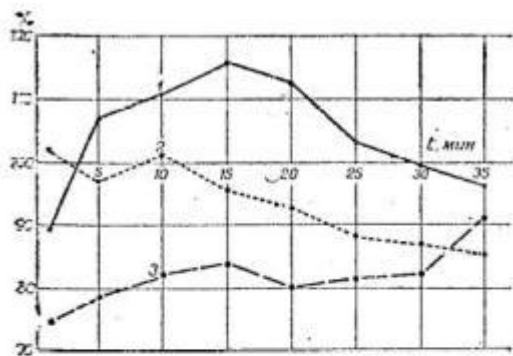


Рис. 4. Динамика I-коэффициента после тренировочной нагрузки различной направленности. Условные обозначения: сплошная линия — данные после прыжковой работы, пунктир — после прыжков в глубину, штрихпунктир — после работы со штангой

грузку различной направленности и о временной динамике последствия тренировочной работы.

Накопленный фактический материал свидетельствует о широких возможностях, которые дает использование УДС-3 в деле определения критериев оценки эффективности тренировочной нагрузки и разработки на этой основе рациональных принципов построения микроцикла и отдельного тренировочного занятия.

Хорошие результаты дало использование УДС-3 для наблюдения за динамикой уровня скоростно-силовой подготовленности спортсменов в годичном цикле тренировки (спринтеры, прыгуны в длину, высоту и тройным, десятиборцы, тяжелоатлеты, хоккеисты). В качестве примера на рис. 5 приведены данные прыгуна, специализирующегося в тройном прыжке: значения предельного изометрического напряжения F_0 и показателя, характеризующего взрывную силу мышц в изометрическом I_0 и динамическом I_d режимах (разгибание ноги), результат в тройном прыжке Tr и распределение тренировочной нагрузки по месяцам в процентах от общего годового объема (заштриховано). В каждом месяце представлен средний показатель двух тестирований.

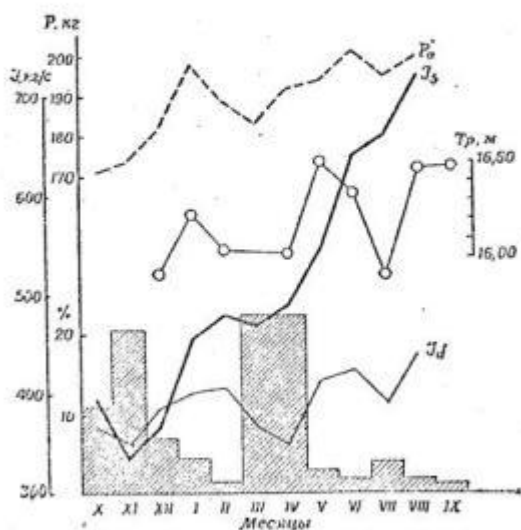


Рис. 5. Динамика тренировочной нагрузки и показателей скоростно-силовой подготовленности в годичном цикле

Установлено, что оптимальная периодичность тестирования спортсменов в месяц — двухразовая.

Отметим еще одно интересное явление, обнаруженное в ходе динамического наблюдения за спортсменами в годичном цикле подготовки. На рис. 6 представлена динамика I- и Q-коэффициентов разгибателей ноги и стопы (взрывной изометрический режим) у толкательницы ядра в подготовительном периоде, а на рис. 7 — недельная динамика значения силы, достигаемой за

двахразовая.

Отметим еще одно интересное явление, обнаруженное в ходе динамического наблюдения за спортсменами в годичном цикле подготовки. На рис. 6 представлена динамика I- и Q-коэффициентов разгибателей ноги и стопы (взрывной изометрический режим) у толкательницы ядра в подготовительном периоде, а на рис. 7 — недельная динамика значения силы, достигаемой за

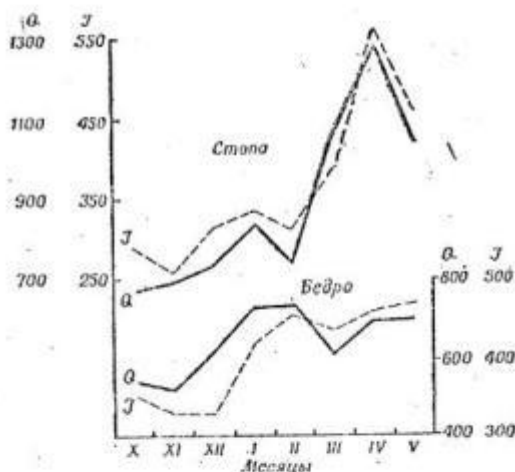


Рис. 6. Динамика контрольных характеристик в подготовительном периоде тренировки

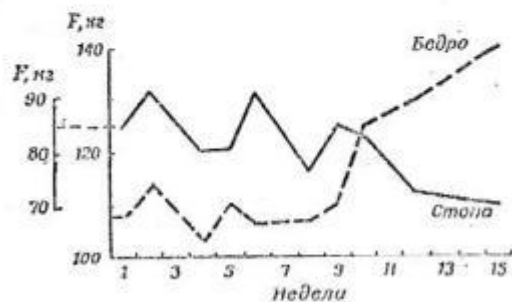


Рис. 7. Динамика контрольных характеристик на отдельном этапе подготовительного периода тренировки

0,1 с при взрывном изометрическом напряжении при разгибании ноги и стопы у спринтера на одном из этапов подготовительного периода тренировки. Можно видеть, что однонаправленная динамика показателей разгибания ноги и стопы на определенном этапе сменяется разнонаправленной. Причина этого явления, как удалось выяснить, связана с содержанием тренировочной нагрузки и ее преимущественной направленностью на те или иные группы мышц.

Как следствие можно заключить, что при определенных условиях имеет место рассогласование динамики качественного совершенствования отдельных групп мышц, преимущественно обеспечивающих рабочий эффект движения, что может оказать негативный эффект на совершенствование

спортивной техники и на состояние готовности атлета к соревнованиям.

Заключение

1. Создана и апробирована инструментальная методика, которую можно рекомендовать для объективной оценки уровня скоростно-силовой подготовленности спортсменов.

2. Выявлен ряд особенностей структуры и тенденций в динамике уровня скоростно-силовой подготовленности, имеющих важное значение для рационализации методики специальной силовой подготовки.

3. Установлена исключительная ценность систематической регистрации уровня скоростно-силовых способностей спортсменов для реализации идеи оптимального управления тренировочным процессом.

Выбор тренировочных средств в зависимости от структуры соревновательного упражнения

Э. Р. Андрикс, Г. Г. Арзумаков, М. А. Годик

Узбекский государственный институт физической культуры
Государственный Центральный ордена Ленина институт физической культуры

Выбор эффективных тренировочных средств весьма важен во всех видах спорта, но особое значение он приобрел в легкоатлетическом спринте. В данном виде легкой атлетики не так много упражнений, обладающих выраженным специализированным воздействием (напомним, что такие тренировочные упражнения должны иметь сходство с соревновательным по структуре проявления двигательных качеств, механизму энергообеспечения и по кинематическим и динамическим характеристикам техники) [1, 3, 5, 6]. Поэтому для подбора тренировочных упражнений прежде всего нужно определить структуру соревновательного движения и выявить, какие из компонентов этой структуры и насколько тесно связаны с результатом. В зависимости от квалификации спортсменов количество, величина и характер подобных взаимосвязей могут быть существенно разными. Следовательно, соответственно этому будут различны (как по количеству, так и по качеству) и тренировочные упражнения. Для проверки этого предположения мы провели исследование.

Методика. Для регистрации кинематических характеристик спринтерского бега использован спидограф, точность измерения которого найдена достаточно высокой [4]. По спидограмме рассчитывали: время реакции — ВР, время достижения максимума скорости — $t_d V_{max}$, величину максимальной скорости — V_{max} , длительность ее удержания — $t_y V_{max}$, скорость бега на последних 5 м дистанции — V_{5m} , время падения скорости на финише — $t_n V_{max}$. Кроме временных характеристик измерялись расстояния, на которых достигалась, поддержива-

лась и снижалась максимальная скорость ($S_d V_{max}$, $S_y V_{max}$, $S_n V_{max}$). Запись спидограмм проводилась на официальных и контрольных соревнованиях в течение года. Каждый испытуемый тестировался 7—15 раз. Характеристика испытуемых представлена в табл. 1. Результаты тестирования обрабатывались на ЭВМ ЕС 1030 по стандартной программе.

Результаты. Анализ табл. 2 и 3 показывает, что время достижения V_{max} относительно стабильно и мало зависит от

Таблица 1

Характеристика испытуемых

Пол	Спортивная квалификация	Количество испытуемых	Длина тела, см	Вес, кг	Возраст, лет	Спортивный стаж, лет
Мужчины	Кмс—I р.	20	179 ±1,0	69 ±1,0	19,8 ±0,5	4,6 ±0,4
	II р.— III р.	22	181 ±2,0	72 ±2,0	18,3 ±0,5	3,8 ±0,2
	Новички	23	155 ±3,0	43 ±3,0	11,5 ±0,4	0,4 ±0,1
Женщины	Кмс—I р.	13	166 ±1,0	59 ±1,0	21,0 ±1,4	6,5 ±1,2
	II р.— III р.	15	167 ±2,0	58 ±1,0	16,9 ±0,4	2,8 ±0,2
	Новички	18	153 ±2,0	42 ±2,0	12,3 ±0,5	0,4 ±0,1