

Л
886
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ОРДЕНА ЛЕНИНА И ОРДЕНА КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
ИНСТИТУТ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ имени П. Ф. ЛЕСГАФТА

На правах рукописи

ЛЫСАКОВСКИЙ Игорь Трофимович
(мастер спорта СССР)

**ИССЛЕДОВАНИЕ
НЕКОТОРЫХ ВОПРОСОВ
УПРАВЛЕНИЯ
ТРЕНИРОВОЧНЫМ ПРОЦЕССОМ
ПРИ СКОРОСТИО-СИЛОВОЙ
ПОДГОТОВКЕ СПОРТСМЕНОВ**

(13.00.04. Теория и методика физического воспитания
и спортивной тренировки)

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата педагогических наук

ЛЕНИНГРАД — 1975

Диссертация выполнена на кафедре биомеханики (заведующий кафедрой доктор биологических наук, профессор В. К. Бальсевич) Омского государственного института физической культуры (ректор доцент В. В. Громыко).

Диссертация общим объемом 197 страниц машинописи состоит из введения, четырех глав, обсуждения результатов исследования, выводов и списка литературы (180 отечественных и иностранных источников).

В работе приводится 49 таблиц и 32 рисунка. Научные руководители: доктор биологических наук профессор В. К. Бальсевич, кандидат технических наук доцент В. В. Езерский

Официальные оппоненты: доктор педагогических наук профессор И. П. РАТОВ, кандидат педагогических наук доцент О. В. КОЛОДИЙ

Внешний отзыв: Киевский государственный институт физической культуры.

Автореферат разослан *23* *сентября* 1975 г.

Защита состоится *23* *сентября* 1975 г.

на заседании совета государственного ордена Ленина и ордена Красного Знамени института физической культуры им. П. Ф. Лесгафта по адресу: Ленинград, ул. Декабристов, 35.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке института.

Ученый секретарь совета доцент Г. Черняев.

Рост спортивных достижений в значительной мере обусловлен величиной и характером тренировочных нагрузок. Современный уровень рекордов свидетельствует об успехах, достигнутых спортсменами и тренерами на пути познания возможностей организма в освоении усложняющихся тренировочных программ. Эти успехи обусловлены в определенной мере многочисленными научными работами по проблемам скоростно-силовой подготовки. В значительной мере результаты этих работ систематизированы и обобщены в монографиях В. М. Зациорского (1966), В. В. Кузнецова (1970), Ю. В. Верхошанского (1970) и А. Н. Воробьева (1971). Анализируя состояние проблемы, указанные авторы выделяют круг нерешенных вопросов, намечая перспективные направления поиска. Суть проблем скоростно-силовой подготовки представляется нам следующим образом:

1. «Зависимость предельной силы активного движения от его скорости» (по В. Б. Коренбергу, 1966) определяет необходимость повышения как уровня максимальной статической силы, так и скорости сокращения мышц без отягощения для повышения скорости движения с промежуточными отягощениями.

2. При воспитании способности проявления силы в микроинтервале времени необходимо добиваться комплексного изменения обеих составляющих скоростно-силовой подготовки с учетом их соотношения в соревновательном упражнении.

3. Вариативность нагрузки, выраженная либо средним весом поднимаемой штанги (А. Н. Воробьев, А. С. Медведев, 1967), либо чередованием отягощений (Е. П. Соколов, 1968; Л. С. Иванова, 1968), либо сочетанием статического и динамического режимов мышечной деятельности, признается в настоящее время наиболее эффективным направлением в тре-

пировке. Но средний вес и средняя интенсивность в определенном упражнении не получили еще конкретных критериев оценки (А. С. Медведев, А. Н. Воробьев, 1969; А. Н. Воробьев, 1971).

4. Признавая важность применения в тренировке сильных и сверхсильных раздражителей, необходимое количество их выводят из статистических данных. Отмечена тенденция увеличения в тренировке количества сильных и сверхсильных раздражителей (Н. Г. Озолин, 1971).

5. Разработаны методики физиологической и биохимической оценки текущих изменений в организме спортсменов, тренирующихся в видах, связанных с проявлением выносливости. Однако в скоростно-силовых видах эти методики менее информативны (Н. Н. Яковлев, 1972).

6. Не разработаны интегральные показатели состояния мышечной системы (Н. В. Зимкин, 1972). Нет методов оценки оперативного (сиюминутного) состояния двигательной функции. По этой причине затруднителен переход в цепи «первоначальное состояние — стимул» и коррекция в цепи «стимул — реакция — стимул» непосредственно в ходе тренировочного процесса. Выявление характера изменения этих показателей, их влияния на спортивный результат помогло бы оценить эффект последствий и отдельно взятого, и однородной серии раздражителей, что сделало бы управляемым процесс тренировки как в масштабе занятия, так и в более крупных тренировочных циклах.

Целью нашей работы явился поиск такого критерия состояния двигательной функции, который способствовал бы конкретизации характера тренировочных воздействий в скоростно-силовых упражнениях в соответствии с принципами и закономерностями теории спортивной тренировки.

Анализ литературных данных привел нас к рабочей гипотезе, согласно которой изменения во времени некоторых параметров кривой изометрического напряжения определяются внешней нагрузкой и поэтому могут быть положены в основу при поиске критериев оперативного состояния двигательной функции для конкретного режима мышечной деятельности.

ЗАДАЧИ, МЕТОДЫ И ОРГАНИЗАЦИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ

В исследовании были поставлены следующие задачи:

1. Изучить динамику некоторых внешних характеристик кривой нарастания изометрической силы в связи с различными тренировочными воздействиями; выделить показатель (критерий), отражающий оперативное состояние двигательной функции.

2. Выявить возможности управления срочным тренировочным эффектом в специализированной тренировке, уточнив отдельные положения методики воспитания способности проявления «взрывной» силы в индивидуальном плане.

Для решения поставленных задач, кроме изучения литературы по специальным вопросам, были применены следующие методы исследования:

1. Математическое моделирование движения.

2. Инструментальные методы исследования — динамография, спидография, электромиография и хронометрия.

3. Педагогические наблюдения и эксперимент.

4. Методы математической статистики.

В качестве объекта изучения мы выбрали многосуставное движение, достаточно простое по структуре, но имеющее близкие аналоги в спортивных упражнениях. Упражнение выполнялось на специально собранном комплексе аппаратуры и оснастки, определенная часть которых может быть отнесена к классу тренажеров с обратной связью. Из исходного положения «стойка ноги врозь» хватом правой рукой сверху за ручку динамометра, связанного тросом блочной системы со свободно подвешенным грузом, спортсменам предлагалось рывком сгибать руку, поднимая ее вдоль туловища вверх. Во время выполнения упражнения не разрешалось сгибать ноги и наклоняться вперед в начале движения. Это упражнение, достаточно простое для анализа, должно было иметь прикладное значение, так как могло рассматриваться как подводящее для ряда упражнений: рывка штанги в стойку, броска гири вверх одной рукой и пр. Опробование упражнения выявило вариации скорости подъема отягощений $2 \div 20$ кг в границах $8 \div 2,5$ м/сек, что ставило упражнение в ряд скоростно-силовых движений, в промежутке режимов упражнений легкоатлетов-метателей и штангистов.

Эффективность движения оценивалась по максимуму кинетической энергии разгоняемого отягощения.

Тренировка в выбранном упражнении, с целью добиться большой скорости подъема выбранных отягощений, должна была строиться с соблюдением общих принципов построения тренировочного процесса и некоторых частных положений, касающихся конкретной меры интенсивности и объема, чередования отягощений в подходах и нагрузок в тренировочных занятиях. Выбрав «нетрадиционное» упражнение, мы лишили себя возможности использования привычных в практике ориентиров, задающих величины раздражителей процентным выражением от некоторых граничных величин. Но тем самым мы направили тренировку в применяемом упражнении на воспитание «качества вообще». В связи с этим уточнилась логика исследования. На основе анализа внешних характеристик движения, с учетом законов механики и ограниченных возможностей перво-мышечной системы, необходимо было найти пути оценки состояния названной системы при выполнении конкретного упражнения.

Нам представлялось возможным, выявив показатель (показатели), отражающий (отражающие) динамику оперативного состояния двигательной функции, организовать процесс воспитания выбранного двигательного качества в соответствии с существующими методическими положениями, дополнив этот процесс коррекциями, вносимыми в ходе тренировочного занятия в связи с изменением состояния перво-мышечной системы.

Исследование проведено в три этапа.

На первом этапе, в поисковом эксперименте в течение февраля—марта 1971 года, выяснялась возможность использования предложенной нами (И. Т. Лысаковский, А. П. Рюмин, В. В. Езерский, 1970) «гистерезисной» пробы для оценки оперативного состояния двигательной функции спортсмена. В эксперименте участвовало 27 спортсменов различных специализаций, сгруппированных в три примерно одинаковые по подготовленности группы. Оценка подготовленности проводилась по максимуму энергии, проявляемому в движении с 5 кг грузом. Всего проведено 140 опытов, в каждом из которых спортсмен выполнял по 8 попыток в рассматриваемом упражнении. Продолжительность отдыха между попытками строго регламентировалась. Программы опытов для групп отличались величиной максимального груза P_0 в возрастающе-убывающей нагрузке: 5; 7; 10; P_0 ; P_0 ; 10; 7 и 5 кг. В каждом движении регистрировались сила тяги f_{\max} , скорость подъема груза V_{\max} и электромиограмма одной из мышц.

Второй этап исследований связан с разработкой математической модели движения (декабрь 1971—март 1973). Учитывая сложность математического описания реального объекта, математическая модель разрабатывалась методом последовательных приближений к реальному движению. Эксперименты и наблюдения этого этапа работы являются предварительными. В предварительных наблюдениях рассматривалась взаимосвязь различных тренировочных нагрузок с некоторыми показателями кривой нарастания статической силы и нормированными характеристиками, рассчитываемыми из этих показателей по математической модели движения. На данном этапе исследований формировалась группа спортсменов, пожелавших совмещать текущие тренировки с занятиями на тренажере. Спортсмены приобретали навык движения, уточнялась его двигательная задача. Была проведена предварительная проверка прогностичности модели. Перечисленные вопросы исследовались в эксперименте с группой метателей (с квалификацией от второго спортивного разряда до мастеров спорта) из 9 человек. Всего проведено 91 занятие, в каждом из которых мужчины выполняли по 12, а женщины — по 11 повторов в упражнении с определенным набором отягощений. После названного эксперимента возникла необходимость внесения коррекций в основные допущения модели. Период с мая по сентябрь 1973 г. был использован нами для наблюдений за уровнем результативности движения, достигнутым испытуемыми в предыдущем эксперименте. Было проведено 50 занятий на тренажере, нагрузка в которых состояла из «статических» проб и нескольких подъемов отягощений, прогнозируемых для режима с максимумом кинетической энергии.

На третьем этапе (сентябрь 1973 г.— май 1974 г.) проверялись возможности управления тренировочным процессом при использовании скоростно-силовых упражнений, ориентируясь на критерии, полученные с помощью математической модели движения. В эксперименте участвовала группа из 10 человек (7 человек из прежнего состава). Проведено более 200 занятий, 135 из которых (сентябрь—декабрь 1974 г.) проводились регулярно, 2÷3 раза в неделю. Остальные занятия использовались нами как тестовая процедура при изучении возможности подведения спортивной формы атлетов к выступлению в соревнованиях.

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ РАЗГОНА СПОРТИВНОГО СНАРЯДА НА ОГРАНИЧЕННОМ ПУТИ

Так как целью изучаемого движения было сообщение грузу наибольшей скорости, математическая двигательная задача рассматривалась как отыскание такой зависимости развиваемой силы в функции времени, которая позволяет достичь максимально высокой скорости в конце движения. Для расчетов вместо именованных величин использовались их нормированные (относительные) выражения. Это позволило сделать выкладки компактными, а также свело все многообразие условий движения к движению по разгону нормированной массы системой, обладающей максимальной статической силой и определенными возможностями ее использования. Для составления дифференциального уравнения движения груза, основанного на втором законе Ньютона, мы воспользовались допущением, что статическая сила зависит линейно от пространственной координаты точки приложения силы. Это позволило найти достаточно простые внешние характеристики идеальной механической системы. Двигательная задача, формулируемая найденными решениями для движущей силы и скорости движения, могла быть поставлена перед идеализированной механической системой, способной мгновенно развивать в любом пространственном положении допустимую величину статической силы. В действительности изменение силы происходит постепенно (по некоторому закону). Проволя аналогию с теорией электрических цепей, назовем функцию перехода нервно-мышечной системы из состояния покоя в рабочее состояние переходной характеристикой. Эта характеристика определяется процессом развития тетануса и, следовательно, в интегральном виде вместе с параметром f_0 (максимальная статическая сила спортсмена, замеренная в исходном положении упражнения) должна отражать состояние нервно-мышечной системы (энергетический запас, управление и т. п.). После экспериментальной проверки различных выражений для переходной характеристики мы остановились на следующем:

$$f = f_0 (1 - e^{-kt})^3, \quad (1)$$

где: f — текущее значение силы тяги, кг;

k — коэффициент, характеризующий скорость нарастания силы в изометрическом режиме (определится из $f''(t) = 0$, откуда

$$k = \frac{\ln 3}{t_0} \quad (2)$$

В нормированном виде уравнение (1) может быть представлено таким образом:

$$a(\tau) = (1 - e^{-\sqrt{a}\tau})^3,$$

где: $a(\tau)$ — переходная характеристика;

τ — нормированное время;

a — нормированный коэффициент скорости нарастания статической силы.

$$z = \frac{k^2 l_0}{g} \quad (3)$$

где: l_0 — максимальный путь разгона отягощения,

g — ускорение свободного падения, м/сек².

Упомянутое выше решение для внешней характеристики силы идеальной механической системы мы рассматривали как двигательную задачу, которая стоит перед перво-мышечной системой, обладающей ограниченными возможностями, определяемыми переходной характеристикой.

Решение для нормированного значения силы мы находили с помощью операции свертки (интеграла Дюамеля), после чего отыскивались решения для нормированных значений скорости и пути разгона. Используя эти решения, на ЭВМ «Минск-14» были рассчитаны зависимости некоторых параметров моделируемого движения (нормированных значений силы, скорости, мощности, кинетической, потенциальной и полной энергии движения) от величин нормированного веса и нормированного коэффициента скорости движения. Оказалось, что эти зависимости имеют относительно сдвинутые максимумы, что подтвердило необходимость дифференцированного выбора отягощений при различных режимах мышечной работы. Таким образом мы получили возможность экспериментального определения отягощений для максимумов этих режимов при различном исходном состоянии перво-мышечной системы спортсмена.

Имея методику регистрации показателей максимальной статической силы f_0 промежутка времени t_0 от нулевого значения силы до момента максимальной крутизны кривой $f(t)$, по расчетным формулам (2) и (3) находилась нормированная скорость мышечного сокращения. Затем по расчетным зави-

симостям находилась нормированный вес, прогнозируемый для движения с максимумом определенного режима движения, после чего разноримовкой находилось реальное отягощение для выбранного режима. Определение названного выше отягощения P_r проводилось на основании «статической» пробы, в которой значения f_0 и t_0 выводились после трехразового тестирования. Продолжительность расчетов по заготовленным таблицам и графикам составляла 1—1,5 мин.

РЕЗУЛЬТАТЫ НАБЛЮДЕНИЙ И ЭКСПЕРИМЕНТОВ

В поисковом эксперименте было выявлено, что при организации занятий на тренажере по возрастающе-убывающей нагрузке в серии попыток, отягощение с максимумом проявляемой кинетической энергии (P_r) меняется даже в одной серии. Поэтому попытка вывести спортсмена в следующей серии упражнений в область максимума проявляемой энергии могла иметь характер угадывания, а не предсказания.

Неудачной была попытка установить парную взаимосвязь между результативностью движения (\bar{w}_c — кгм) и такими определяющими характеристиками кривой нарастания статической силы, как показатели максимальной силы тяги (f_{0cp} — кг) и промежуток времени (t_{0cp} — мсек) между пулевым значением силы и моментом достижения максимальной крутизны указанной кривой. Это свидетельствовало о сложной взаимозависимости указанных показателей и о невозможности использования показателей f_{0cp} и t_{0cp} в отдельности в качестве интегрального показателя состояния двигательной функции. В предложенной математической модели движения оба названных показателя использовались в качестве исходных данных, оценивающих состояние двигательной функции, а из их соотношения выводилось отягощение P_r . Изучение динамики рассматриваемого показателя в связи с различными тренировочными нагрузками в одном и серии занятий на тренажере помогло бы оценить корректность разработанной математической модели, а также выявить информативность рассматриваемого показателя состояния двигательной функции.

Предварительные наблюдения, заключающиеся вначале в проведении «статических» проб до и после занятий (на стадионе) с различным характером работы, выявили характерные разновидности динамики показателя P_r . В занятиях си-

ловой направленности данный показатель увеличивался, после разгрузочных тренировок наблюдалось его уменьшение.

В таблице 1 приводится пример с характерной динамикой показателя P_r , выявленной в тренировочном занятии у мастера спорта СССР по метанию диска К-ой. В данной серии наблюдений занятия проводились в лабораторных условиях, где нагрузка чередовалась со «статическими» пробами. Аналогичный характер изменения приведенных показателей в схожих тренировках получен и у других спортсменов.

Таблица 1

Изменение показателей проб, проведенных в ходе занятия
с м. с. СССР К-ой

№ п/п	Нагрузка в промежутке между статическими пробами	Показатели			
		f_0 кГ	t_0 мсек	α	P_r кГ
1.	До занятия	78,2	70,0	31,4	4,0
2.	6 подходов на упражнения (с гантелями), обычно применяемые в разминке метателей	78,4	70,0	31,4	4,0
3.	Челночные подходы в подъеме отягощения 4,0 и 11,2 кГ в рассматриваемом упражнении (5X X2) повторений	84,5	66,8	34,5	4,3
4.	4 подхода на упражнения с гантелями	83,8	72,0	29,7	4,8
5.	Подъем отягощений в рассматриваемом упражнении в порядке: 4,0; 7,0; 10,0; 11,2; 11,2; 16 кГ	82,5	75,0	27,4	5,0
6.	3 подхода на упражнения с гантелями	83,0	74,3	28,0	5,0

Эти данные позволили нам рассматривать нагрузку в лабораторных условиях как составную часть тренировочного процесса, направленного на достижение желаемых изменений в соотношении величин $f_{0\text{ср}}$ и $t_{0\text{ср}}$, а показатель P_r — предварительно как показатель оперативного состояния двигательной функции.

Проверка точности прогнозов математической модели, проведенная в специальном эксперименте, дала неудовлетворительные результаты, после чего были внесены изменения в основные допущения математической модели, повысившие точность прогноза отягощения P_r . В последующих экспериментах наблюдаемые ошибки снизились, укладываясь в ин-

тервале $(+2,5) \div (-1,5)$ кг для мужчин, $(+1,5) \div (+0,5)$ кг для женщин.

Повышению точности прогнозов в немалой степени способствовала стандартизация условий выполнения двигательной задачи, а также внесение в эксперимент соревновательного элемента. Последнее обстоятельство диктовалось двумя соображениями. Во-первых, мы выполнили методическое правило исследования произвольных движений, которые могут оставаться постоянными только при максимальных волевых импульсах (И. М. Сеченов, 1907). С другой стороны, таким образом облегчалась постановка двигательной задачи, так как прежняя формулировка — «достигнуть максимально возможной скорости подъема предлагаемых отягощений без эмоционального возбуждения» — воспринималась спортсменами от занятия к занятию неоднозначно, что вносило в эксперимент еще один случайный фактор.

На данном этапе в эксперименте с одним из испытуемых был опробован вариант организации занятий на тренажере, когда информация о результативности движения доводилась до спортсмена сразу же после выполнения попытки по показанию цифрового индикатора. После проведения с данным спортсменом 11 занятий в течение 15 дней его личное достижение в рывке штанги двумя руками возросло на 10 кг. Этот пример послужил стимулом для других спортсменов, способствуя тому, что двигательная задача упражнения стала выполняться осознанно и целеустремленно. Спортсмены в последующих занятиях выполняли упражнение, имея информацию о результативности своих текущих попыток, сопоставляя ее с показателями других спортсменов.

Так как предварительные эксперименты выявили удовлетворительную прогностичность модели, а также привели к формированию группы спортсменов с доведенным до автоматизма навыком и некоторой (не случайной) результативностью движения, мы провели основной эксперимент по изучению динамики показателей моделируемого движения.

Программа занятий на тренажере была составлена с учетом существующих принципов и положений относительно организации занятий аналогичной направленности. В тесте для выявления отягощения P_r и последующих подъемах отягощений соблюдалось рекомендуемое обычно соотношение статической и динамической работы (3:5). Кроме того, в такой последовательности действий была учтена необходимость повышения уровня максимальной статической силы для повы-

шения скорости движения. В режиме статических напряжений испытуемый выполнял двигательную задачу, которая формулировалась так: «развить максимально возможную силу тяги за кратчайший промежуток времени, удержав ее некоторое время», что являлось необходимым условием выполнения двигательной задачи динамической пробы «развить максимально возможную скорость движения (сокращения мышц)».

Таблица 2

Распределение занятий на тренажере по характеру динамики показателя P_r в одном занятии

№ п.п.	Фамилии испытуемых	Количество занятий с различным характером динамики показателя P_r				Итого
		с увеличением P_r	со снижением P_r	Смешанный тип		
				№ 1	№ 2	
1.	Д-ва	8	—	—	3	11
2.	Н-ва	4	1	3	2	10
3.	К-ев	9	4	1	—	14
4.	М-ов	17	2	2	1	22
5.	Ку-ов	7	—	1	—	8
6.	А-ий	11	—	1	1	13
7.	П-ва	19	3	4	—	26
8.	С-ов	6	—	—	—	6
9.	К-ва	10	2	2	2	16
10.	Не-ов	7	—	2	—	9
Итого:		98	12	16	9	135

Примечание. Под №1 и №2 даны занятия, в начале которых отмечены тенденции повышения (снижения) показателя, а в конце проявилась противоположная тенденция изменения, с переходом исходного уровня показателя.

Показатель P_r связывал статическую и динамическую пробы. Это снимало проблему адекватности раздражителя, применяемого для выяснения состояния системы. А так как тренировочное и диагностическое воздействие были совмещены, не могло иметь места предполагаемое И. В. Муравовым, Е. А. Пироговой и др. (1972) несоответствие между развитием тренировочного эффекта и проявлением его в диагностическом воздействии.

Эксперимент проводился по отработанной ранее схеме: статическая проба, 5 подъемов отягощений P_r , вновь статическая проба и снова 5 подъемов отягощений, но уже другого номинала P_r 2 и т. д., чередуя «статические» пробы с подъе-

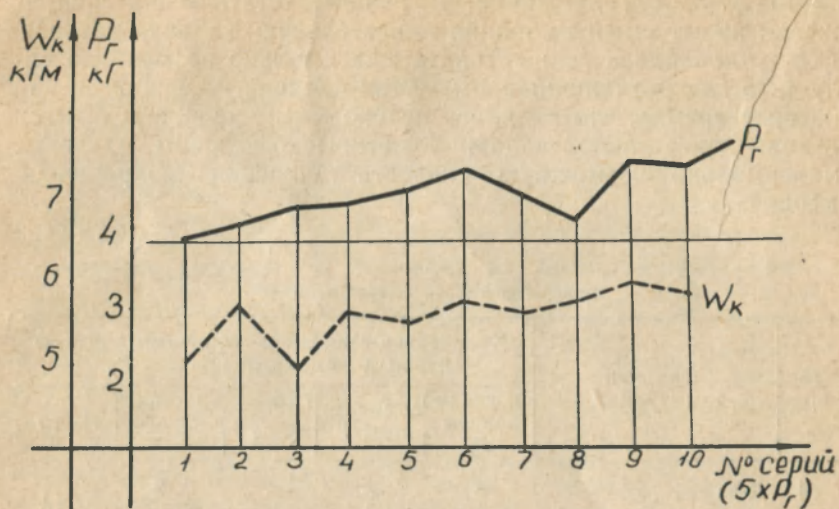


Рис. 1. Занятие с тенденцией повышения P_r (по оси ординат даны средние значения P_r и W_k для серии из пяти попыток в упражнении).

мом отягощения P_r . Первые тренировочные занятия с некоторыми спортсменами носили поисковый характер. По согласованию со спортсменами эти занятия продолжались «до отказа». В последующих занятиях, после очередных попыток в упражнении, выяснялось самочувствие спортсмена. Таким образом мы получали возможность изучения динамики регистрируемых и рассчитываемых показателей движения. На основании изучения динамики этих показателей выявлялись критерии регулирования объема проделываемой в одном занятии работы, что позволило нам также сопоставлять эти критерии с показателями самоконтроля спортсменов, а в дальнейшем взять на себя функции регулирования хода тренировок.

Итоги 135 занятий па тренажере с 10 спортсменами, участниками эксперимента, во время которых было проведено 602 статические пробы ($602 \times 3 = 1806$ повторений) и 2810 подъемов отягощений приведены в таблице 2.

В качестве иллюстрации приводим два занятия с м. с. СССР К-ой с характерными тенденциями изменения показателя P_r .

После 50 попыток в подъеме отягощений и 33 повторений в статических пробах (после 11 статической пробы не было

подъемов отягощений) приведенный на рис. 1 эксперимент прервался из осторожности по нашей инициативе, хотя спортсменка, отмечая усталость «вообще», выражала желание продолжать упражнения.

Реакция спортсменки на нагрузку в следующем занятии, через 2 дня, показана на рис. 2.

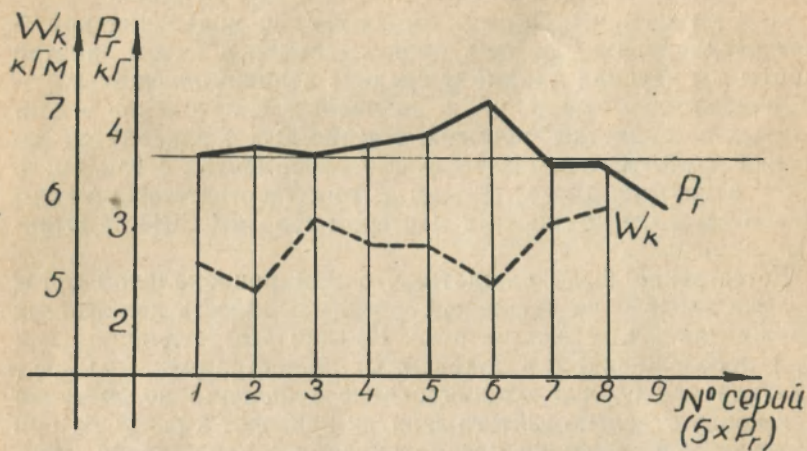


Рис. 2. Занятие с тенденцией снижения P_r .

В этом занятии после 9 статической пробы спортсменка отказалась от продолжения упражнений, сославшись на крайнюю усталость.

Из рис. 2 следовало, что к концу приведенного занятия показатель P_r снизился, отразив состояние спортсменки, в то время как исходная результативность движения была превышена за счет неучитываемых нами компенсаторных механизмов, обеспечивающих выполнение двигательного задания.

В занятиях с повышением показателя P_r (72,5% от общего числа занятий) спортсмены отмечали усталость, но не отказывались от продолжения упражнений.

В занятиях с понижением P_r такой однозначности не было. В случаях одновременного снижения P_r и повышения результативности движения, наряду с отказом спортсменов продолжать занятие, были оценки своего самочувствия как «отличного». Подобные смещения максимума кинетической энергии в сторону меньших отягощений в течение одной тренировки

можно было рассматривать как состояние готовности к скоростной работе. Следует оговориться, что мы наблюдали такое состояние лишь в 9 случаях из 28 занятий с тенденцией понижения P_r (в табл. 2, 12 плюс 16). В остальных случаях результативность движения к концу занятия снижалась. Однако это обстоятельство не снимает вопроса о поиске более универсального показателя состояния двигательной функции.

Для выявления целесообразных границ колебания критериев регулирования объема проработанной в одном занятии работы мы изучили динамику средних величин изучаемых нами показателей движения у различных спортсменов в длительных промежутках времени. На рис. 3 и 4 приводятся динамика изучаемых показателей в экспериментах с К-й (м. с. СССР в метании диска), Не-ым и А-им (соответственно кандидатом в мастера спорта и мастером спорта СССР по штанге).

Естественно было ожидать, что при рациональной организации занятий на тренажере результативность движения в упражнении будет возрастать. Именно эта тенденция (для W_k) прослеживается в приводимых иллюстрациях. Мы предполагали также, что доминирование тенденции возрастания P_r к концу отдельно взятого занятия приведет к росту P_r при длительном применении рассматриваемого упражнения. Проведенные эксперименты уточнили наши предположения. Выяснилось, что динамика показателя P_r в длительных промежутках времени характеризуется сменой периодов роста и убывания. Однако периоды убывания показателя P_r наблюдались при экстраординарных обстоятельствах.

Так, в эксперименте с К-ой мы наблюдали факт, когда после непродолжительной болезни и последующей недели разминочных нагрузок в первом же занятии на тренажере (18 занятие, рис. 3) спортсменка показала рекордный уровень результативности движения, но на значительно снизившемся отягощении P_r .

Устойчивая тенденция снижения P_r наблюдалась также в занятиях Не-ва (рис. 4а). У этого спортсмена перед началом занятий на тренажере был травмирован плечевой сустав левой руки, поэтому основная нагрузка в тренировках со штангой ограничивалась подсобными упражнениями. Цикл занятий на тренажере завершился установлением личных достижений спортсмена в рывке штанги двумя руками в стойку и в классическом движении (на рис. 4а — после 4-го и 7-го занятия соответственно). С другой стороны, у мастера спорта

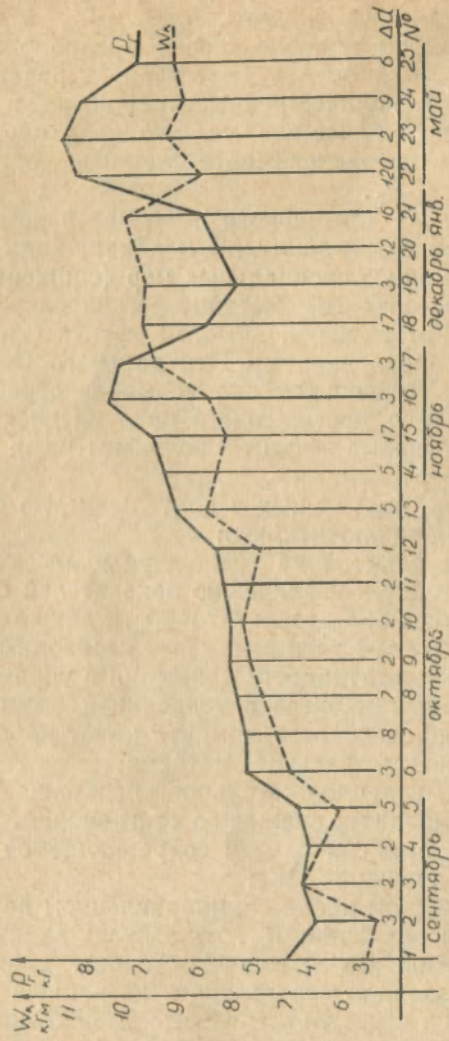


Рис. 3. Динамика средних показателей в занятиях и пробах на тренажере м. с. СССР К-10 (Δd — промежутки в днях между занятиями; № — порядковые номера занятий).

по штанге А-го, приступившего к регулярным тренировкам после продолжительного перерыва и потому далекого в достижении от рекордного уровня, в занятиях на тренажере выявлена тенденция повышения P_r (рис. 4б).

Изучение динамики показателей P_r и W_k в длительных промежутках времени привело нас к предположению, что участки снижения P_r соответствуют периоду развития тренированности, когда количественные изменения в организме трансформируются в качественные. Это предположение подтвердилось, когда в эксперименте удалось «организовать» участки убывания P_r .

Так, у К-ой после длительного перерыва в работе на тренажере в майской серии занятий мы обнаружили возросший уровень P_r . С помощью специальных мер (снижение среднего веса поднимаемой штанги, метание легких ядер и др.) нам удалось вновь добиться необходимого эффекта (рис. 3, 24÷26 занятие) перед соревнованиями Центрального Совета «Трудовых резервов», где спортсменка повысила свое двухгодичной давности личное достижение в метании диска с 51,57 м до 54,54 м. Аналогичные эффекты получены нами при работе и с другими спортсменами.

Анализ данных, полученных в длительном, до года, эксперименте, позволил заключить, что:

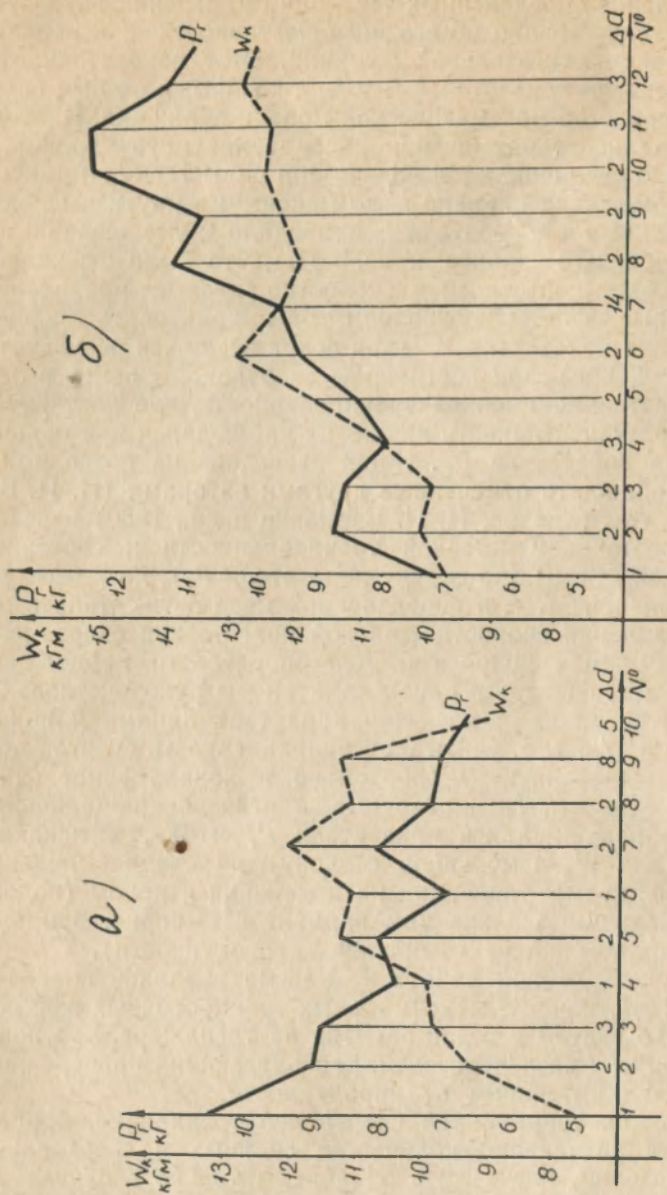
1) регулярные занятия на тренажере в рассматриваемом упражнении приводят к увеличению показателей силы тяги f_0 , промежутка времени t_0 и результативности движения \bar{w}_k ;

2) возрастание силы тяги выступает необходимым условием повышения результативности движения в упражнении;

3) тренировочный процесс с тенденцией возрастания показателя P_r до определенного момента имеет положительный перенос на легкоатлетические метания;

4) временное, непродолжительное прекращение занятий на тренажере приводит к снижению отягощения P_r , уменьшению промежутка времени t_0 при сохраняющемся уровне результативности движения W_k ;

5) в тренировочном процессе, направленном на повышение результативности движения W_k , показатель P_r выступал количественной мерой качественной стороны тренировочного процесса, что позволило использовать названный показатель при сопоставлении с результативностью движения как индикаторный показатель тренировочного эффекта в различных промежутках времени.



Р и с. 4. Динамика средних показателей в занятиях на тренажере Не-ва (а) и М. с. СССР А-го (б).

Выявление определенных тенденций изменения показателя P_r свидетельствовало об его информативности как показателя состояния двигательной функции. Этот показатель отражал изменения показателей f_0 и t_0 , с которыми он был связан через посредство математической модели движения. В результате длительного применения рассматриваемого упражнения постепенно увеличиваются показатели силы тяги f_0 и длительности промежутка времени t_0 до максимума крутизны кривой $f(t)$. Увеличение показателя t_0 приводило к уменьшению крутизны переднего фронта кривой $f(t)$, что было отражением качественных перестроек в скоростно-силовых проявлениях. Выявленные факты позволили нам трактовать периоды уменьшения показателя P_r (при сохраняющейся результативности движения) как достижение спортивной формы, в отличие от состояния высокой тренированности, где достигнутый уровень результативности движения наблюдался при больших значениях показателя P_r . Наши исследования позволили не только наблюдать отмеченные другими авторами (И. П. Байченко, А. А. Аскиазий, Н. П. Еременко и др., 1960) переходы между состоянием высокой тренированности и состоянием спортивной формы (по скачку показателя P_r), но и вызывать эти изменения, т. е. в определенной мере осуществлять процесс управления скоростно-силовой подготовкой спортсменов.

При решении вопроса о целесообразности продолжения работы на тренажере в одном занятии мы руководствовались общими тенденциями развития характера динамики показателей P_r и \dot{W}_k , т. е. учитывали направленность сдвигов показателей, выявленную у спортсмена в ходе тренировочного процесса в целом. Тренировочные занятия прекращались, как только обнаруживались показатели P_r и \dot{W}_k , «выскакивающие» (для \dot{W}_k в меньшую сторону) из средневывявленной для индивидуума тенденции их изменения в целом (подобно «выскакивающим» значениям вариант в выборке, принадлежащей определенной генеральной совокупности).

В представленной работе не рассматривались вопросы о способах достижения максимальных тренировочных эффектов в отдельно взятом и серии занятий на тренажере. Это вопросы для других исследователей, располагающих проверенными практикой критериями тренированности.

Тенденции современной спортивной тренировки, проявляющиеся в увеличении количества сильных и сверхсильных раздражителей, могут быть оправданы только в случае контролируемого, адекватного состоянию спортсмена, воздейст-

вия. Рекомендую метод максимальных усилий, обычно указывают, что пользоваться им нужно осторожно. Количество же повторений должно при этом быть «оптимальным», определяемым опытным путем. Показатель P_r , используемый для оценки состояния двигательной функции, позволил нам эффективно использовать достоинства метода максимальных усилий, избегая возможности проявления перенапряжения спортсменов как в одной, так и в длительной серии занятий на тренажере.

Таблица 3
Специфический и неспецифический эффекты занятий на тренажере

№ п.п.	Фамилии испытуемых	Максимальная результативность в движении, кгм				Результативность в рывке штанги		К-во занятий до установления личного достижения в рывке
		эксперименты				личное достижение		
		предварительный	контрольный	основной		в начале основного эксперимента	в конце основного эксперимента	
				в начале	в конце			
1.	М-ов	8,2	6,8	6,9	12,0	95	100	9
2.	Д-ва	7,6	—	6,8	9,1	45*	50*	11
3.	Н-ва	8,2	6,8	7,0	9,2	50*	55*	10
4.	К-ев	10,3	11,0	9,1	17,3	90*	95*	12
5.	С-ов	10,7	10,7	11,2	17,2	105	110	6
6.	П-ва	3,6	6,4	5,8	8,4	45	50*	21
7.	К-ва	6,4	6,2	6,0	12,8	55	65	14
8.	Ку-ов	—	—	10,2	11,2	95	100	8
9.	Не-ов	—	—	8,2	13,4	115	120	7
10.	А-ий	—	—	12,9	13,9	130	130	—

Примечание. Значком * помечены результаты, показанные в рывке штанги в стойку.

В таблице 3 приводятся некоторые результаты экспериментов. Показан поэтапно рост результативности движения в упражнении, а также прирост результативности в рывке штанги, отнесенный нами к неспецифическим эффектам занятий на тренажере.

С помощью выявленного показателя корректировались также и тренировочные планы спортсменов. В работе показана возможность использования изученных показателей при

подведении спортивной формы атлетов к выступлению в соревнованиях.

В разработанной математической модели движения предусмотрена возможность организации работы на тренажере и в других переходных режимах — с отягощениями, позволяющими развивать максимум мощности, усилия и скорости движения. Применение этих режимов может иметь как самостоятельное, так и прикладное значение. По-видимому, наиболее вероятной формой применения различных режимов работы на тренажере явится контролируемое по комплексу показателей сочетание различных режимов мышечной деятельности в разные периоды организации тренировочного процесса, с учетом индивидуальных реакций спортсменов на нагрузку и потребностей режима основного спортивного упражнения. Только в этом случае будет решена проблема управляемости процессом специальной подготовки спортсменов.

ВЫВОДЫ

1. Разработана математическая модель движения в упражнении, имеющем прикладное значение. Решение уравнений модели проведено в безразмерной форме, что позволило свести все многообразие условий движений к движению по разгону нормированной массы системой, обладающей максимальной статической силой и определенными возможностями ее использования. Используемые в модели допущения:

а) $f = f_0 (1 - e^{-kt})^3$ — для нарастания статической силы тяги мышц от нуля до возможного максимума;

б) $\varphi(\lambda) = 1 - \lambda$ — зависимость силы тяги мышц от пространственной координаты λ — весьма грубы и могут использоваться для описания механизма мышечного сокращения лишь в первом приближении. Однако эти допущения позволили, с достаточной для практики точностью, по расчетным зависимостям математической модели в индивидуальном порядке выявлять отягощение P_r с максимумом энергии, проявляемой в движении с названным отягощением.

2. Для оценки состояния двигательной функции спортсмена целесообразно использовать два параметра кривой нарастания изометрической силы: значение максимальной изометрической силы f_0 и коэффициент K , учитывающий скорость ее нарастания.

3. Показатели f_0 и K можно рассматривать как наиболее

общие показатели состояния двигательной функции, а численное выражение номиналов отягощений для максимумов различных режимов, определяемое с помощью расчетных зависимостей математической модели,— как оценку индивидуальной способности реализации данного состояния в конкретном режиме мышечной деятельности, отражающую оперативное состояние двигательной функции.

4. Управление ходом процесса скоростно-силовой подготовки в рассматриваемом режиме мышечной деятельности можно осуществлять, опираясь на динамику номинала отягощения P_r с максимумом проявляемой в движении с ним кинетической энергии.

5. Выявлены три типа изменения данного показателя в одном занятии: с повышением его значений к концу занятия (доминирующий тип реакции на предлагаемую нагрузку), с их понижением и смешанный тип, с преобладанием к концу занятия одного из первых двух типов.

6. Выявленные в длительной серии занятий тенденции динамики средних значений показателя P_r позволяют осуществлять управление процессом скоростно-силовой подготовки на основе общего положения о постепенном характере приспособления организма к тренировочным нагрузкам. Принцип индивидуализации при таком подходе реализуется путем анализа «выскакивающих» из средневывявленной (для данного спортсмена) тенденции изменения показателей.

7. Выявлены периоды относительной стабилизации качественных связей в организме, когда некоторая результативность движения достигается за счет определенной взаимосвязи двигательных качеств (силы, быстроты). Длительность таких периодов стабилизации в отношении к скоростно-силовым проявлениям различна для разных индивидуумов.

8. Динамика показателей W_k и P_r позволяет различать состояния высокой тренированности и состояния спортивной формы, что имеет определенное практическое значение при подведении спортивной формы атлетов к выступлению в соревнованиях.

9. Режим с максимумом кинетической энергии в рассматриваемом упражнении при длительном его применении приводит, помимо роста результативности движения, к увеличению силы тяги мышц и снижению качества быстроты.

10. Необходимо контролировать сочетание различных режимов мышечной деятельности при воспитании способности эффективного проявления силы мышц. Реализация этого тре-

бования осуществима в дальнейших практических разработках с учетом рассчитанных в данной работе режимов с максимумами проявления мощности, усилия в движении, его скорости, потенциальной и полной энергии.

Список работ, опубликованных по теме диссертации

1. Применение методов объективной информации в работе группы повышения спортивного мастерства. Вопросы физического воспитания. Материалы XII Новосибирской научной конференции, Новосибирск, 1969.

2. О методике анализа обратимости динамических рядов функциональных показателей (на примере скоростно-силовой подготовки метателей диска). Материалы XX научной конференции ОГИФК по итогам работы за 1969 год, Омск, 1970 (в соавторстве).

3. Поиск оптимальных вариантов метания отягощений в скоростно-силовой подготовке метателей диска. Материалы XX научной конференции ОГИФК по итогам работы за 1969 год, Омск, 1970.

4. О биомеханическом анализе разгона спортивного снаряда. Материалы республиканской научно-методической конференции на тему: «Вопросы управления тренировочным процессом подготовки спортсменов высших разрядов», Ленинград, 1972 (в соавторстве).

5. Комплекс аппаратуры для изучения дозированных локомоторных актов. Материалы XXI научной конференции ОГИФК по итогам работы за 1970 год, Омск, 1972.

6. Оптимизация тренировочного процесса в скоростно-силовых упражнениях на основе моделирования движения. Управление процессом спортивной тренировки (сборник докладов II Всероссийской конференции), Ленинград, 1974 (в соавторстве).

7. О возможностях рационализации процесса скоростно-силовой подготовки при выполнении упражнений на тренажерном устройстве. Материалы первой Всесоюзной научной конференции по биомеханике спорта, Москва, 1974.

По материалам диссертации сделаны доклады на итоговых конференциях по научно-методической работе Омского государственного института физической культуры в 1968, 1969, 1970, 1971, 1972 и 1973 гг., на республиканских конференциях по управлению процессом спортивной тренировки (Сборники докладов, Л., 1972, 1974), на первой Всесоюзной конференции по биомеханике, Киев, 1974 г.

Сдано в набор 13/V-1975 г. Подписано к печати 20/V-1975 г. Формат 60×84¹/₁₆—1,5 п. л. Тираж 250 экз.