

С. М. ГОРДОН

СПОРТИВНАЯ ТРЕНИРОВКА

Научно-методическое пособие



Москва 2008

Издательство «Физическая культура»



УДК 796(07)3.4
Г 68



Рецензенты:

профессор, доктор педагогических наук В. К. Бальсевич,
профессор, доктор педагогических наук Г. И. Попов.

Гордон, С. М.

Г 68 Спортивная тренировка : научно-методическое пособие /
С. М. Гордон. – М. : Физическая культура, 2008. – 256 с.
ISBN 978-5-9746-0084-5

В книге рассмотрены основные вопросы повышения эффективности тренировки спортсмена. С позиций системного подхода проводится анализ динамики результатов и основных сторон подготовленности. Адаптация спортсмена к нагрузке рассматривается на основе параметрической тренировки. Предлагается стратегия построения годичного цикла и многолетней тренировки. Основные методы повышения эффективности успешно внедрены в спортивную практику.

Книга предназначена для студентов и магистрантов вузов физического воспитания и спорта, тренеров и научных работников.

УДК 796(07)3.4

ISBN 978-5-9746-0084-5

© Гордон С. М., 2008

© Издательство «Физическая культура», 2008

ОГЛАВЛЕНИЕ

Список сокращений	7
Предисловие	9
Глава 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СОВРЕМЕННОЙ СПОРТИВНОЙ ТРЕНИРОВКИ	10
1.1. Многолетняя тренировка, определение иерархии целей и задач	10
1.2. Отбор в процессе многолетней тренировки	10
1.3. Оптимизация объемов тренировочной нагрузки	11
1.4. Повышение качества управления тренировочным процессом	12
1.5. Индивидуализация тренировки спортсмена	12
1.6. Влияние научно-технического прогресса	13
Глава 2. СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ СПОРТИВНОЙ ТРЕНИРОВКОЙ	14
2.1. Условия реализации системного подхода	14
2.2. Составляющие системы управления	15
2.2.1. Показатели, определяющие состояние спортсмена и их изменения под воздействием тренировочных упражнений	15
2.2.2. Тренировочные упражнения и другие виды воздействий	17
2.2.3. Неуправляемые воздействия	18
2.2.4. Время как фактор динамики адаптации	19
2.3. Ограничения в системе управления спортивной тренировкой	19
2.4. Оптимизация спортивной тренировки	20
2.5. Компьютерные программы для повышения эффективности тренировки спортсмена	22

Глава 3. ВЫНОСЛИВОСТЬ	26
3.1. Количественная оценка выносливости спортсмена	26
3.2. Основные эргометрические зависимости	34
3.3. Энергетическая производительность в циклических упражнениях	43
3.3.1. Источники энергии мышечного сокращения	43
3.3.2. Максимальный уровень потребления кислорода и кислородный долг как критерии оценки состояния спортсмена	44
3.3.3. Энергетика однократных предельных упражнений	51
3.4. Кислотно-щелочное равновесие крови на дистанциях и в предельных упражнениях	57
3.5. Частота сердечных сокращений как критерий управления тренировочным процессом	60
3.6. Зоны энергетической производительности	66
3.7. Основные тренировочные упражнения	69
3.7.1. Методы выполнения упражнений	69
3.7.2. Соотношение основных элементов тренировочных упражнений	71
Глава 4. СИЛОВАЯ ВЫНОСЛИВОСТЬ И СКОРОСТНО-СИЛОВАЯ ПОДГОТОВЛЕННОСТЬ	84
4.1. Силовые качества и их определяющие факторы	84
4.2. Региональная силовая и скоростно-силовая подготовленность	86
4.3. Максимальная мощность и частота движений	89
4.4. Основные тренировочные упражнения по совершенствованию силовой выносливости и скоростно-силовой подготовленности	91
4.5. Тренировочные упражнения по повышению максимальной региональной мощности и темпа движений	93
4.6. Тренировочные упражнения в видах спорта с проявлением максимальных силовых возможностей спортсмена	94

4.7. Оценка силовой подготовленности спортсменов различной квалификации	95
Глава 5. ГИБКОСТЬ	99
5.1. Гибкость и уровень достижений спортсмена	99
5.2. Основные тренировочные упражнения для совершенствования гибкости	103
Глава 6. ПСИХОЛОГИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВЛЕННОСТЬ	104
6.1. Соревновательная подготовленность	104
6.2. Взаимозависимость соревновательной подготовленности и показателей личности спортсмена	116
6.3. Основные средства психологического воздействия	117
Глава 7. ИНТЕГРАЛЬНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ТЕХНИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВЛЕННОСТИ	119
7.1. Экономичность	119
7.2. Эффективность	123
Глава 8. ДИНАМИКА ЭРГОМЕТРИЧЕСКИХ И ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАК СЛЕДСТВИЕ ВЫПОЛНЕНИЯ СТАНДАРТНЫХ ПРОГРАММ ТРЕНИРОВКИ	126
8.1. Изменение состояния спортсмена под воздействием тренировочных упражнений	126
8.2. Параметрическая тренировка спортсмена	128
8.2.1. Основные типы параметрической тренировки	128
8.2.2. Экспериментальное исследование параметрической тренировки	130
8.2.3. Прямые и косвенные показатели снижения работоспособности спортсмена	137
8.2.4. Экспериментальное исследование параметрических программ по совершенствованию силовой выносливости и скоростно-силовой подготовленности	144

8.2.5. Экспериментальное исследование параметрических программ по повышению максимальной региональной мощности и темпа движений	148
Глава 9. ГОДИЧНЫЙ ТРЕНИРОВОЧНЫЙ МАКРОЦИКЛ	151
9.1. Основы методики построения годового тренировочного цикла	151
9.2. Динамика спортивных результатов в годовом макроцикле	154
9.3. Динамика работоспособности в тренировочных упражнениях годового макроцикла	162
9.4. Изменение физиологических показателей в годовом макроцикле	168
9.5. Динамика силовой подготовленности и гибкости в годовом макроцикле	179
9.6. Задачи на этапах подготовки и распределение общих и парциальных тренировочных нагрузок	185
9.7. Основные тренировочные упражнения на этапах годового макроцикла	193
9.8. Построение тренировочного микроцикла	196
Глава 10. МНОГОЛЕТНЯЯ ТРЕНИРОВКА СПОРТСМЕНА	201
10.1. Цели и задачи многолетней тренировки	201
10.2. Многолетняя динамика спортивных результатов	204
10.3. Изменение размеров тела на этапах многолетней тренировки	208
10.4. Динамика физических качеств и энергетических показателей	217
10.5. Многолетняя динамика тренировочной нагрузки	221
Приложение	227
Библиографический список	233

Список сокращений

$X_1, X_2, \dots X_n$ – показатели состояния спортсмена
 $U_1, U_2, \dots U_n$ – управляющие воздействия
 $Y_1, Y_2, \dots Y_n$ – выходные переменные (обычно результаты спортсмена)
 $Z_1, Z_2, \dots Z_n$ – неуправляемые переменные
 t (с, мин, ч) – время упражнений
 T (мин, часы, сутки, недели, ... годы) – время текущее
 s (м, км) – длина дистанции
 v (м/с) – скорость выполнения упражнений
 A (Дж, кГм) – работа
 N (Вт, кГм/с) – мощность
 m (мин⁻¹) – темп движений
 $t_{от}$ (с, мин) – время отдыха между интервальными и повторными упражнениями
 t_{Σ} (с, мин) – сумма времени на рабочих отрезках и в паузах отдыха
 I_v (%) – интенсивность по скорости
 I_N (%) – интенсивность по мощности
 G (кг) – масса тела
 H (см) – длина тела
 P (Н, кГ) – сила
 P_o – максимальная изометрическая сила
 p_E – силовая выносливость
 p_v – скоростно-силовая выносливость
 F – гибкость
 VO_2 (л) – потребление кислорода
 $V'O_2, VO_2 / t$ (л/мин) – уровень потребления кислорода
 RO_2 (л) – кислородный запрос
 $R'O_2, RO_2 / t$ (л/ мин) – уровень кислородного запроса
 DO_2 (л) – кислородный долг

$\dot{V}O_{2\max}$ (л/мин) – максимальный уровень потребления кислорода

$DO_{2\max}$ (л) – максимальный кислородный долг

КПД (%), МЕ (%) – коэффициент полезного действия

$Lact$ (мм/л) – концентрация молочной кислоты в крови

ПАНО – порог анаэробного обмена

σ^2 – дисперсия

σ_{yx}^2 – остаточная дисперсия

σ – стандартное отклонение

r – коэффициент корреляции

R – коэффициент множественной регрессии

t_s – критерий Стьюдента

$F = \sigma_y^2 / \sigma_{yx}^2$ – критерий Фишера

ПРЕДИСЛОВИЕ

Основная задача курса спортивной тренировки состоит в том, чтобы помочь тренерам повысить эффективность их работы и ответить хотя бы на часть вопросов, возникающих в их повседневной деятельности, а также разработать основу для создания методических пособий по подготовке квалифицированных специалистов. Материалом для написания книги послужили многолетние экспериментальные исследования, начатые с 70-х годов предыдущего столетия, и последующий опыт внедрения их в практику.

Автор отдает себе отчет, что ему не удалось достаточно полно и строго ответить на ряд вопросов, возникающих при управлении спортивной тренировкой. Это объясняется сложностью решаемых задач, стоящих на границе спортивной педагогики, теории тренировки, физиологии долговременной адаптации к нагрузкам и сложностью адаптации биологических систем к тренировочным и соревновательным нагрузкам.

Основной материал книги получен путем сопоставления результатов экспериментальных исследований, математического моделирования и анализа внедрения их результатов в тренировку квалифицированных спортсменов. Экспериментальные исследования проводились под руководством и с непосредственным участием автора с его аспирантами. Моделирование процессов долговременной адаптации в основном проводилось на материалах экспериментов в спортивном плавании, т. к. в данном виде спорта упражнения проводятся в стандартных условиях температуры воздуха и воды и при фиксированной длине дистанций.

Автор выражает искреннюю благодарность тренерам и спортсменам, с которыми обсуждались проблемы тренировки и внедрения предлагаемых подходов и методов в практику. Как следствие этого на Олимпийских играх, чемпионатах мира и Европы были завоеваны золотые, серебряные и бронзовые медали в академической гребле, плавании и других видах спорта. Материал книги использовался для чтения лекций студентам РГУФК и на курсах повышения квалификации тренеров.

Глава 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СОВРЕМЕННОЙ СПОРТИВНОЙ ТРЕНИРОВКИ

1.1. Многолетняя тренировка, определение иерархии целей и задач

В настоящее время многолетняя тренировка, основанная на общем и индивидуальном перспективном планировании и прогнозировании, имеет большое значение. Во всех случаях при правильном планировании наивысших достижений спортсменов добивается в момент завершения своего физического и психологического формирования. В различных видах спорта этот возраст у мужчин составляет 24 - 31 год, у женщин 16 - 28 лет и более. У спортсменов, которые начинают систематически тренироваться в 10 - 12 лет, *«резерв времени»* составит разницу между началом тренировки и возрастом наивысших достижений.

По сравнению с 70-ми годами возраст наивысших достижений и их удержание увеличился на 4 - 5 лет. Три фактора взаимодействуют в процессе многолетней подготовки: тренировочные воздействия, наследственность и социальные условия. Цели и задачи тренировки на каждом этапе подготовки зависят от возраста спортсмена и его биологического формирования. Для младшего школьного возраста целью является овладение техникой и основами избранного вида спорта при гармоническом физическом формировании. В предпубертатном возрасте основной целью является всесторонняя функциональная подготовка. В пубертатном возрасте проходит специализация в избранном виде спорта на заданных дистанциях.

1.2. Отбор в процессе многолетней тренировки

Известно, что в каждом виде спорта наивысших достижений добиваются спортсмены, обладающие определенными анатомическими, функциональными, двигательными и психологическими качествами.

Часть этих качеств проявляется на первых этапах многолетней тренировки. Так, к началу предпубертатного периода в 10 – 11 лет могут быть по прогностическим признакам определены вероятные антропометрические данные. В этом возрасте достаточно успешно устанавливаются координационные возможности спортсмена, работоспособность, мотивация и психические качества.

Функциональные возможности, уровень физических качеств определяются по специальным тестам и динамике результатов в конце предпубертатного периода в 13 - 14 лет, когда наблюдается их развитие с ускорением.

Однако во всех случаях при начальном занятии спортом в младшем возрасте и предпубертатном периоде практически отбор не проводится и к занятию спортом привлекается возможно большее количество детей. Затем с началом пубертатного периода тренерам и родителям, а также самому спортсмену необходимо серьезно рассмотреть целесообразность дальнейшего занятия избранным видом спорта.

Здесь возможна смена вида спорта, переход на тренировки с меньшим уровнем нагрузки и другие альтернативы. Такой шаг очень важен, т. к. в дальнейшем возможна ситуация с серьезными моральными потерями, когда при значительных затратах времени и при больших тренировочных нагрузках результаты спортсмена будут мало улучшаться.

1.3. Оптимизация объемов тренировочной нагрузки

Одним из основных факторов, определяющих рост спортивных результатов, начиная с 70-х годов, в некоторых видах спорта до сих пор является увеличение объемов тренировочной нагрузки. Однако к настоящему времени период *экстенсивной тренировки*, в которой предельные объемы аэробной нагрузки сочетались с невысокой интенсивной нагрузкой, практически завершен.

Практика показала, что дальнейшее увеличение тренировочных объемов не приводит к росту результатов. Наблюдается стабилизация тренировочной нагрузки. Так, у спортсменов, специализирующихся в академической гребле, годичный объем составляет не больше 6000 - 8000 км. Недельная тренировочная нагрузка в конце подготовительного периода не превышает 200 - 250 км. В гребле на байдарках на-

грузка в год достигает 5000 - 6000 км, в беге на средние дистанции – 5000 км, в велосипедном спорте на шоссе – 24000 км. Наиболее высокая тренировочная нагрузка по отношению к скорости наблюдается у пловцов вследствие благоприятного выполнения движений в воде. У пловцов-спринтеров годичный объем нагрузки составляет 1800 - 2000 км в год, у пловцов-стайеров – 2800 - 3000 км при недельной нагрузке, достигающей 120 км и более.

1.4. Повышение качества управления тренировочным процессом

Постоянный рост спортивных результатов и увеличение спортивного долголетия в значительной степени определяются повышением качества управления тренировочным процессом. В основном два фактора оказывают влияние на качество управления: непосредственное улучшение методики спортивной тренировки и накопление научных знаний об адаптации спортсмена к тренировочным воздействиям.

Современная методика спортивной тренировки совершенствуется при многолетнем планировании и при построении годичного макроцикла. В годичном макроцикле достаточно четко определились этапы подготовки с соответствующими целями, задачами и средствами. Сложились представления о динамике роста результатов, физических качеств, основных тренировочных упражнений и тренировочных нагрузок.

Научные данные накапливались на макроуровне как в виде динамики энергетических и биохимических показателей под воздействием тренировки, так и на уровне клеточных процессов, изучаемых методами биопсии.

1.5. Индивидуализация тренировки спортсменов

Наблюдения на тренировках и результаты на соревнованиях позволяют определить наилучшую специализацию для спортсмена. В спортивном плавании выделяется ведущий способ плавания и дистанция специализации. На первых порах в период базовой подготовки в предпубертатном этапе выделяются группы спринтеров и стайеров. Затем определяется группа, наиболее успешно выступающая на 50 и 12

100 м, и группа, имеющая наилучшие достижения на 400 и 1500 м. В зависимости от специализации на дистанциях различной длины определяется общий и парциальный объемы тренировочной нагрузки, основные тренировочные упражнения (длина, интенсивность, паузы отдыха, физиологическая направленность, особенности силовой подготовки и т. п.). При этом учитывается биологический возраст пловца. В зависимости от ведущего способа плавания в тренировку включаются специальные упражнения на суше и в воде.

1.6. Влияние научно-технического прогресса

Влияние научно-технического прогресса на совершенствование спортивной тренировки достаточно многогранно. Во-первых, благодаря техническому прогрессу появилась возможность изучать сложные адаптационные процессы к тренировочным воздействиям на клеточном и молекулярном уровнях (Ф. З. Меерсон, Д. Л. Костил). Во-вторых, благодаря достаточно успешному использованию портативной аппаратуры для экспресс-анализа физиологических и биохимических показателей в процессе тренировки (определение концентрации молочной кислоты в крови, гемоглобина, глюкозы крови, ферментов, гормонов и других показателей). В-третьих, появилась возможность в практике тренировочного процесса использовать аппаратуру для достаточно точной регистрации и анализа биомеханических параметров движений. В-четвертых, произошло существенное улучшение спортивного инвентаря, что привело к росту спортивных достижений. И последнее, существенное влияние на совершенствование тренировочного процесса оказывает современная информационная технология и компьютеризация.

Глава 2. СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ СПОРТИВНОЙ ТРЕНИРОВКОЙ

2.1. Условия реализации системного подхода

Качество управления спортивной тренировкой может быть определено критерием: *эффективность*. Под эффективностью тренировочного процесса принимается реализация потенциальных возможностей спортсмена для достижения запланированных результатов, а также достижение высокого уровня результатов у нескольких спортсменов на протяжении значительного времени независимо от видов спорта и специализации на различных дистанциях. К сожалению, использование спортивно- педагогических методов тренировки не в полной мере отвечает указанным требованиям.

Названные критерии представляется возможным улучшить путем использования системного подхода [3, 9, 81, 46, 63, 98] в управлении тренировкой. Для осуществления системного подхода необходимо выполнить следующие требования:

1) Установить количественные показатели, определяющие состояние спортсмена. К основным показателям можно отнести выносливость, силовую и скоростно-силовую подготовленность, гибкость, техническую, психологическую и тактическую подготовленность.

2) Определить основные тренировочные воздействия и их соотношение с квалификацией и специализацией спортсменов на дистанциях различной длины. К ним в первую очередь относятся физические упражнения, а также упражнения и средства, направленные на совершенствование технической, психологической и тактической подготовленности. Сюда также следует отнести физиологические, фармакологические, бальнеологические и другие виды воздействия на спортсмена.

3) Определить неуправляемые переменные, к которым относятся наследственные факторы, технические показатели и частично управляемые социальные факторы.

4) Определить величину возможных ошибок при оценке показателей подготовленности и тренировочных воздействий.

5) Определить выходные переменные системы управления, к которым в первую очередь следует отнести результаты на дистанциях специализации.

6) Установить соотношение между выходными переменными и показателями, определяющими состояние спортсмена. Обычно данное соотношение выражается в виде уравнения выхода.

7) Установить соотношение между выходными переменными, показателями подготовленности и тренировочными воздействиями, т. е. определить суперкомпенсацию или тренировочный эффект. В системах управления данное соотношение выражается в виде уравнения состояния.

Установление данного соотношения чрезвычайно трудная задача. Изучение тренировочного эффекта и соответственно долговременной адаптации затруднено наличием значительного числа переменных, влияющих на изменение достижений и показателей подготовленности.

8) Определить критерий оптимизации и выбрать метод расчета оптимальной стратегии тренировки. В настоящее время полностью формализовать систему управления тренировкой еще не удастся и поэтому расчету поддается упрощенная стратегия тренировки спортсмена. Однако, дополняя предложенный подход спортивно-педагогическими методами, удастся существенно повысить эффективность тренировки.

2.2. Составляющие системы управления

2.2.1. Показатели, определяющие состояние спортсмена и выходные переменные управления тренировкой

В системе управления спортивной тренировкой составляющие состояния могут быть представлены набором показателей подготовленности:

$$X(t) = \begin{cases} x_1(t) & \text{выносливость} \\ x_2(t) & \text{силовая и скоростно-силовая подготовленность} \\ x_3(t) & \text{гибкость} \\ x_4(t) & \text{техническая подготовленность} \\ x_5(t) & \text{психологическая подготовленность} \\ x_6(t) & \text{тактическая подготовленность,} \end{cases} \quad (1)$$

где t – время.

В зависимости от постановки задач стороны подготовленности могут выражаться через различные наборы показателей (спортивно-педагогические, физиологические, биохимические, психологические и др.).

В качестве выходных переменных имеет смысл рассматривать спортивные достижения (скорость) на дистанциях различной длины, например, для спортивного плавания

$$Y(t) = \begin{Bmatrix} y_1(t) v_{50m} \\ y_2(t) v_{100m} \\ y_3(t) v_{200m} \\ y_4(t) v_{400m} \\ y_5(t) v_{1500m} \\ y_6(t) v_{3000m} \end{Bmatrix} \quad (2)$$

Регистрация результатов на выходе системы управления и при определении подготовленности происходит с некоторой ошибкой, зависящей от методов измерений и других факторов.

В технических задачах возможно четкое разделение на управляющее устройство и объект управления. В задачах спортивной тренировки объектом управления является сам спортсмен. Тренер или группа лиц, принимающих участие в управлении тренировкой, относятся к управляющей части системы. Однако, как это часто бывает в биокибернетике, границы между частями системы трудно провести. Так, спортсмен может принимать участие в выработке решений по управлению тренировкой. Кроме того, спортсмен вообще может готовиться к соревнованиям без тренера, определяя свою программу самостоятельно. Однако эти трудности не имеют принципиального характера и касаются лишь удобства описания системы управления тренировкой спортсмена.

При решении задач управления тренировкой спортсмена могут быть указаны задающие воздействия и в виде кривых развития (или отдельных точек) сторон подготовленности или спортивных достижений. Необходимость введения задающих воздействий определяется тем, что в задачах спортивной тренировки может быть заранее проведен прогноз спортивных результатов к определенному моменту времени, установлены кривые роста спортивных результатов, а также показателей подготовленности к какому-то моменту времени и кривых их развития. Наличие указанной информации помогает существенно улучшить качество управления тренировочным процессом.

2.2.2. Тренировочные упражнения и другие виды воздействий

В системе управления в соответствии с показателями подготовленности выделяются тренировочные упражнения и другие виды воздействия:

$u_1(t)$ – тренировочные упражнения, направленные на совершенствование выносливости. Основные методы состоят в выполнении в естественных условиях и на тренажерах интервальных, повторных, дистанционных упражнений и их комбинаций. При этом учитывается длина тренировочного отрезка, время отдыха между рабочими отрезками и интенсивность.

$u_2(t)$ – тренировочные упражнения, направленные на совершенствование силовой подготовленности выполняются на тренажерах и в естественных условиях на дистанциях за счет изменения соотношения темпа, «шага» и скорости.

Применяются различные приспособления для увеличения силовой компоненты в движениях (тормоза, отягощения, лопатки и т. п.). Регистрируется в естественных условиях длина дистанции, интенсивность, отдых между рабочими отрезками, темп и шаг, на тренажерах задается время рабочих отрезков, относительная нагрузка к максимальной изометрической силе, темп, количество повторений, отдых между рабочими тренировочными отрезками. При этом учитывается физиологическая характеристика упражнений.

$u_3(t)$ – тренировочные упражнения, направленные на совершенствование гибкости учитывают специфику вида спорта, направленность на растягивание в определенных суставных группах с учетом амплитуды и характера движений, при этом упражнения разделяются условно на две группы: динамические и статические без акцента на скорость с дополнительным сопротивлением и без него.

$u_4(t)$ – упражнения, направленные преимущественно на совершенствование техники движений, выполняются для улучшения отдельных элементов или координации в целом. В зависимости от поставленной задачи определяются скорость и темп. Наиболее эффективны упражнения, объединенные в комплексы, когда каждое последующее упражнение по биомеханическим показателем определяется предыдущим упражнением.

$u_5(t)$ – совершенствование тактической подготовленности проводится с применением упражнений, направленных на изучение соотношений интенсивности (скорости), темпа, шага и экономичности. Изучается прохождение дистанции, и ее отрезков с заданной скоростью.

Моделируется прохождение дистанции, и выполняются упражнения по различному сценарию. Изучается тактика на соревнованиях по видеозаписи и протоколам вероятных противников. Сопоставляются возможности спортсменов и команд в предварительных стартах и полуфиналах. Планируется необходимое количество стартов и их уровень для накопления тактического опыта, апробирования тактических вариантов прохождения дистанций и формирования тактического мышления.

$u_6(t)$ – психологическая подготовка, в первую очередь, строится на контакте спортсмена с тренером и командой. Слово тренера является существенным фактором в формировании психики спортсмена. Влияние слова спортивного педагога усиливается при успешном выполнении тренировочных заданий с дополнительной мотивацией на преодоление утомления, мобилизацией на проявление максимальных усилий для достижения победы в соревнованиях.

Большую группу воздействий можно определить как направленная психотерапия. Сюда относятся аутогенная тренировка, методы релаксации, психомоторная тренировка, коллективная терапия и др.

2.2.3. Неуправляемые воздействия

Неуправляемые воздействия можно условно разбить на три группы. Первая, техническая, охватывает факторы внешней среды, такие как температура, давление, влажность, ветер, волна, уровень шумов, показатели качества спортивных сооружений, инвентаря и т. д. Ко второй группе можно отнести частично управляемые социальные факторы. Такие как условия тренировки, питания, жилья, количество спортсменов в группе, календарь соревнований и т. п. К третьей группе неуправляемых факторов относятся наследственность, которая в значительной степени определяет антропометрические показатели, физические и двигательные качества, функциональные возможности, способность адаптации к физическим нагрузкам, психологические качества и другие показатели.

2.2.4. Время как фактор динамики адаптации

Все рассмотренные показатели изменяются во времени. Выше уже указывалось, что тренировка имеет ограничения по времени многолетней подготовки от ее начала до возраста наивысших достижений. Существенное значение имеет длительность годовых макроциклов, которая непосредственно связана с календарем соревнований. Чрезмерное их увеличение или сокращение может нарушить естественные адаптационные процессы в тренировке. Время микроциклов также имеет значительное колебание, обычно от 3 - 4 до 10 - 12 дней и зависит от многих факторов. Необходимо учитывать время суток и время тренировок и их продолжительность, время отдыха между тренировками и временем для сна. Имеет также значение изменение временного пояса при проведении соревнований на других континентах и необходимое время адаптации к новым условиям.

2.3. Ограничения в системе управления спортивной тренировкой

Ограничения оказывают существенное влияние на тренировочный процесс и его эффективность. Знание их параметров помогает лучше оценивать возможности спортсмена и правильно выбирать стратегию тренировки. Такие ограничения определяются предельными возможностями спортсмена, уровнем физических качеств, физиологическими и биохимическими показателями, уровнем возможных тренировочных нагрузок и т. п.

В конечный момент на первенстве мира или Олимпийских играх пловец, предполагающий преодолеть 100 м вольным стилем за 48,5 - 49,0 с, должен ориентироваться на следующие ограничения, которые одновременно являются модельными показателями: рост 198 - 200 см, масса тела 87 - 90 кг, плотность на вдохе 0,965 - 0,967 см³, сила тяги в воде 25 - 27 кг, максимальный уровень потребления кислорода 6,2 - 6,4 л/мин, кислородный долг до 12 л, максимальная концентрация молочной кислоты в крови 18 - 20 ммоль/л и т. д. Для тренировочных нагрузок ограничения означают, что объем нагрузки на этапе подготовки ограничен величиной, определяемой индивидуальными возможностями спортсмена, методическими и социальными факторами. В зависимости от рассматриваемого временного отрезка, тренировоч-

ная нагрузка устанавливается на весь многолетний период подготовки, на олимпийский и годичный циклы. Ограничения могут быть определены в конечный момент рассматриваемого цикла, на годичный цикл, на его макроциклы, этапы и микроциклы.

2.4. Оптимизация спортивной тренировки

Для решения задач оптимального управления необходимо определить:

- уравнение выхода,
- уравнение состояния,
- критерии оптимальности.

Уравнение выхода определяет соотношение между выходными показателями и текущим состоянием спортсмена.

В общем виде данное соотношение может быть выражено следующим образом:

$$Y(t) = g [X(t), U(t), t] + \xi(t), \quad (3)$$

где $Y(t)$ – результаты спортсмена,

$X(t)$ – вектор, характеризующий состояние спортсмена,

$U(t)$ – вектор тренировочных воздействий,

$\xi(t)$ – ошибки в измерениях и управлении.

При планировании тренировки результаты спортсмена определяются в соответствии с эргометрическим анализом достигнутых и прогнозируемых достижений и их динамики в годичном макроцикле.

Показатели, характеризующие состояние спортсмена, могут быть определены по уравнениям регрессии как функция скорости на дистанциях специализации на указанный момент времени:

$P_0 = f_i(v) \pm \sigma$ – максимальная сила,

$Pe = f_i(v) \pm \sigma$ – силовая выносливость,

$Pv = f_i(v) \pm \sigma$ – скоростно-силовая выносливость,

$F = f(v) \pm \sigma$ – гибкость,

КПД = $f_i(v) \pm \sigma$ – экономичность,

$\dot{V}O_2 \max = f_i(v) \pm \sigma$ – максимальный уровень O_2 потребления,

$DO_2 \max = f_i(v) \pm \sigma$ – максимальный O_2 долг, и т. д.

В настоящее время накоплено достаточное количество данных в циклических видах спорта для расчета указанных показателей, опре-

деляющих состояние спортсмена. Сопоставляя средние расчетные данные (с учетом стандартных отклонений) с индивидуальными данными спортсмена представляется возможным установить сильные и слабые стороны подготовленности и рассмотреть различные стратегии тренировки спортсмена.

В ряде исследований и методических разработках для описания уравнения выхода предлагается использовать уравнения множественной регрессии, рассчитанные на основе тестирования достаточной группировки квалифицированных спортсменов:

$$y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + \dots + b_nx_n, \quad (4)$$

где x_i – показатели состояния спортсмена.

Использование уравнения множественной регрессии в качестве *уравнения выхода* в системе управления тренировкой ограничено. Причина состоит в недостаточной точности расчета индивидуальных результатов на дистанциях (наблюдается высокое остаточное стандартное отклонение и невысокий множественный коэффициент корреляции). Поэтому уравнения множественной регрессии могут использоваться для анализа и расчета групповой стратегии тренировки.

Наиболее трудным и сложным является выполнение требования к составлению *уравнения состояния*, которое в общем виде показывает, как изменяется состояние $X'(t)$ спортсмена в зависимости от исходного состояния $X(t)$, тренировочных воздействий $U(t)$, неуправляемых переменных $Z(t)$ и времени t

$$X'(t) = f[X(t), U(t), Z(t), t] \quad (5)$$

К сожалению, данное соотношение изучено недостаточно. В спортивной педагогике рассматривается соотношение между тренировочным воздействием и его эффектом. В теории управления изучаются переходные характеристики, количественно отражающие изменение во времени состояния системы после воздействия на нее. В физиологии рассматривается адаптация (гомеостаз и долговременная адаптация). Близкие проблемы изучаются в термодинамике биологических систем.

В практике управления тренировкой спортсмена, как указывалось ранее, используются два подхода. В первом подходе в годичном макроцикле тренировка по возможности проводится на одних и тех же

временных отрезках, применяя стандартные и достаточно изученные упражнения. В этом случае удастся определить примерные средние и индивидуальные изменения в состоянии спортсмена. Во втором – определяются средние и индивидуальные константы роста показателей в параметрических тренировках, в которых в зависимости от выбранной стратегии часть показателей устанавливалась постоянными (параметрами), а другие изменялись под воздействием упражнений.

Выбор *критерия оптимизации* [164] существенно зависит от исходной информации, которая включает сроки достижения планируемого результата, возможность прогнозирования показателей подготовленности, наличия траектории роста результата и соответствующих этому результату показателей подготовленности. Наиболее близка к работе квалифицированного тренера постановка задачи минимизации отклонения от заданной кривой развития результатов и показателей подготовленности.

В настоящее время накоплено достаточное количество знаний, чтобы с использованием компьютерных технологий рассчитать указанные траектории развития. На каждом этапе подготовки соответственно рассчитываются тренировочные упражнения и нагрузки.

2.5. Компьютерные программы для повышения эффективности тренировки спортсмена

Для повышения эффективности управления тренировкой спортсмена автором были разработаны следующие программы: «**Прогресс**», «**ТОП**», «**Super sport systems**». Программа «Прогресс» работает в ДОСе, программа «ТОП» в Windows. Программа «Super sport systems» в Интернете переведена на английский язык с методическими дополнениями С. Беляевым и в настоящее время имеет более 250 пользователей.

Ниже приводится описание программы «Прогресс», внедренной в практику в 1989 году. Программа при минимальной исходной информации (вид спорта, возраст, пол, рост, масса тела, ЧСС, исходный результат, желаемый результат и сроки его достижения) осуществляет:

1) анализ результатов во всем диапазоне дистанций с учетом специализации спортсменов, что позволяет оценить соотношение скоростных возможностей спортсмена и выносливости,

2) расчет динамики результатов во всем диапазоне дистанций в соответствии со спортивным календарем по этапам подготовки и недельным микроциклам,

3) расчет динамики тренировочной нагрузки по этапам годовичного макроцикла подготовки и микроциклам по пяти физиологическим зонам,

4) расчет дистанционных, интервальных и повторных тренировочных упражнений с определением интенсивности, времени отдыха, количества повторений, частоты сердечных сокращений, концентрации молочной кислоты в крови по этапам подготовки и недельным микроциклам,

5) расчет персонифицированной физиологической модели с указанием уровня потребления кислорода, кислородного долга и его фракций, ЧСС, лактата крови, производительности сердца, ударного объема, КПД по этапам тренировки,

6) построение недельного тренировочного микроцикла тренером или спортсменом с помощью компьютера, при этом на экран выводится подсказка с расчетной зональной нагрузкой для данного микроцикла с указанием длины дистанции, скорости, интенсивности, времени отдыха, количества повторений, ЧСС, концентрации молочной кислоты в крови.

По мере построения микроцикла на экран выводится планируемая сумма дистанций, средняя интенсивность, сумма времени работы, суммарное количество повторений и другие показатели за тренировку, за день, за микроцикл и с начала первого макроцикла.

Успешность применения компьютерной технологии в значительной степени зависит от квалификации пользователя, его концепции тренировки и способности воспринимать новую информацию. Степень внедрения также различна. Вначале обычно используются данные анализа скоростных качеств и выносливости и соответственно подбираются наиболее эффективные тренировочные упражнения.

Затем составляется оптимальный годичный план подготовки с анализом динамики результатов, расчетом тренировочной нагрузки, составлением и реализацией микроциклов. Ниже приведены фамилии и результаты спортсменов, в подготовке которых в различной мере была использована предлагаемая компьютерная технология.

Спортивное плавание

А. Попов – 100м вольный стиль – 49,2. Золотая медаль на Олимпийских играх в Барселоне (1992).

Е. Рудковская – 100м брасс – 1.08,0. Золотая медаль на Олимпийских играх в Барселоне (1992).

В. Сельков – 200м на спине – 2.00,13. Золотая медаль на чемпионате Европы (1993).

А. Степанов – 400м вольный стиль – 3.57,94. Чемпион России (1993).

В. Куликов – 100м баттерфляй – 53,74. Чемпион России (1993).

О. Прохорова – 100м брасс – 1.11,64. Третий результат в возрастной группе в мире (1994).

А. Колесников – 200м баттерфляй – 2.00,27. Чемпион России (1995).

А. Куликов – 100м баттерфляй – 53,13. Бронзовая медаль на Олимпийских играх в Атланте (1996).

А. Гуков – 200м брасс – 2.09,82. Первое место на кубке Европы (1996), бассейн 25 м.

А. Гуков – 100м брасс – 1.02,17. Золотая медаль на чемпионате Европы (1997).

О. Рухлевич – 100м вольный стиль – 49,84. Бронзовая медаль на чемпионате Европы (1997).

О. Фоменко – 200м на спине – 2.00,33. Серебряная медаль на чемпионате Европы (1999).

Д. Куллен – 50 м вольный стиль – 21,94. Серебряная медаль на чемпионате мира (2007).

Академическая гребля

Восьмерка мужская, загребной А. Чермошенцев – первое место на неофициальном чемпионате мира в Люцерне (1995).

Восьмерка мужская, загребной А. Чермошенцев – третье место и бронзовая медаль на Олимпийских играх в Атланте (1996).

Одиночка женская, Е. Ходотович – первое место и золотая медаль на Олимпийских играх в Атланте (1996).

Одиночка женская, Е. Ходотович – первое место и золотая медаль на чемпионате мира во Франции (1997).

Одиночка женская, И. Федотова – первое место и золотая медаль на чемпионате мира в Германии (1998).

Четверка парная женская – второе место и серебряная медаль на чемпионате мира в Германии (1998).

Восьмерка мужская – первое место на Кубке мира в Люцерне и бронзовая медаль на чемпионате мира в Канаде (1999).

Одиночка женская, Е. Ходотович – первое место и золотая медаль на чемпионате мира в Канаде (1999).

Одиночка женская, Е. Ходорович – первое место и золотая медаль на Олимпийских играх в Сиднее (2000).

Одиночка женская А. Александрова – четвертое место на Олимпийских играх в Сиднее (2000).

Четверка парная женская – третье место и бронзовая медаль на Олимпийских играх в Сиднее (2000).

Четверка парная мужская – первое место и золотая медаль на Олимпийских играх в Афинах (2004).

Байдарка

Одиночка женская И. Вааг 500м – 1.57. Чемпион России (1994).

Одиночка мужская А. Геворкян 500м – 1.44 (1994).

Двойка женская Е. Ершова (32 лет), И. Вааг 500 м (38лет) 1.44,0, первое место на кубке России (2000).

Двойка мужская А. В. Князев, А. В. Базаров 1000м – 3.11.0, четвертое место на чемпионате мира (2003).

Водное поло

Первое место женской сборной России по водному поло на отборочном турнире к Олимпийским играм с участием команд Греции, Италии, США (2000).

Третье место и бронзовая медаль на Олимпийских играх 2000 г. в Сиднее.

Глава 3. ВЫНОСЛИВОСТЬ

3.1. Количественная оценка выносливости спортсмена

Выносливость — одно из основных качеств спортсмена, которое проявляется в кратковременных упражнениях от бега на 100 м до упражнений длительностью в несколько часов. В широком смысле под выносливостью понимается способность спортсмена противостоять утомлению. Выделяется физическое, умственное, сенсорное, эмоциональное утомление. Физическое утомление в зависимости от участия в нем различного объема мышечных групп разделяется на локальное, региональное и глобальное. В спортивной деятельности в условиях соревнований и тренировочных занятий, очевидно, проявляются все виды выносливости при преобладании физической выносливости.

В спорте под выносливостью понимается способность сохранять работоспособность возможно более длительное время и противостоять утомлению или как способность поддерживать на протяжении всей дистанции высокую скорость и темп [44, 67, 68, 153]. Приведенные определения не дают возможность установить в различных видах спорта количественный критерий оценки выносливости, необходимый для управления тренировкой спортсменов разной квалификации и специализации на дистанциях различной длины.

Для определения критерия выносливости в циклических упражнениях в простейшем случае необходимо рассмотреть три ситуации:

1) задана длина дистанции (s , м), спортсмен стремится преодолеть ее за минимальное время (t , с, мин, ч) и соответственно показать наибольшую среднюю скорость (v , м/с) и мощность (N , Вт, кгм/с),

2) задано время (t , с, мин, ч), спортсмен стремится преодолеть возможно большее расстояние и соответственно показать наибольшую среднюю скорость и мощность,

3) задана скорость (v , м/с) и соответственно мощность (N , Вт, кгм/с), спортсмен стремится удержать ее возможно большее время и преодолеть большее расстояние.

Во всех случаях скорость и время (соответственно скорость, дистанция) находятся в обратной зависимости: чем меньше дистанция и время, тем выше скорость и наоборот. Поскольку мощность непосредственно определяется скоростью, то сказанное также относится к зависимости между мощностью и временем, мощностью и длиной дистанции.

Исследованию указанных соотношений посвящено значительное количество работ. В первую очередь анализу подверглись данные по «кривой рекордов», т. е. данные о мировых рекордах, лучших результатах 10, 25, 100 спортсменов различных стран и мира. В зависимости от того, что принимали исследователи в своем анализе за аргумент и функцию, а также от способа линеаризации были получены различные математические формулы при описании рассмотренных выше трех ситуаций.

Наиболее успешно многие авторы [46, 68] использовали для анализа кривой рекордов следующие функции:

1) степенную

$$s = a t^b, v = a t^{b-1}; \quad (6)$$

2) гиперболическую

$$s = a + b t, v = a / t + b; \quad (7)$$

3) многокомпонентную экспоненциальную

$$v = \sum_{i=1}^{n=5} v_{0i} e^{-b_i t}. \quad (8)$$

Приведенные способы анализа кривой рекордов послужили источником гипотез по классификации циклических упражнений и физиологической характеристики работы различной длительности. Однако следует указать на ряд недостатков в рассмотренных подходах. Во-первых, предложенные варианты аппроксимации кривой рекордов не подверглись статистической проверке. Во-вторых, часто авторы не делали поправки на стартовый разгон, что крайне важно на коротких дистанциях. Также следует указать, что во многих случаях учитывались результаты, выполняемые в нестандартных условиях.

Как показывает анализ, наибольшее практическое и теоретическое значение имеет аппроксимация кривой рекордов степенной (6) и

гиперболической функцией (7). К недостатку использования многокомпонентной экспоненциальной функции (8) следует отнести фактически произвольный выбор дистанций для определения компонент и сложность интерпретирования коэффициентов и формирование на их основе критериев оценки выносливости.

Для оценки правильности описания кривой рекордов степенной и гиперболической функцией рассмотрим результаты велосипедистов, регистрируемых с хода (табл. 1). Упражнения выполнялись на треке квалифицированными спортсменами ($n = 34$) на соревнованиях.

Таблица 1

Результаты велосипедистов на коротких дистанциях ($t \pm \sigma$) с хода и коэффициенты уравнения регрессии «дистанция - время»

Результаты, с			$S = a t^b$		σ_{yx}^2	$S = a + b t$		σ_{yx}^2
200 м	500 м	1000 м	a	b		a	b	
11,20± 0,18	30,80± 0,59	67,22± 0,73	22,873	0,898	5,103	49,295	14,211	87,16

В таблице $\sigma_{yx}^2 = \sum (y_i - y_{yxi})^2 / n - 2$ – остаточная дисперсия между фактическими и расчетными результатами в степенной функции составила 5,103 с, а линейной функции 87,16 с, т. е. больше в 17,08 раз. Поэтому для анализа кривой рекордов целесообразно использовать степенную функцию. Соотношение между скоростью и временем работы А. Хилл предложил представить в логарифмических координатах [161]. Анализ кривой рекордов в циклических видах спорта показал, что в логарифмических координатах указанное соотношение выражается в виде двух составляющих, характерных для аэробной и анаэробной зон преимущественной энергетической производительности

$$\lg V = \lg V_{O1} - k_1 \lg S \text{ для анаэробной зоны,} \quad (9)$$

$$\lg V = \lg V_{O2} - k_2 \lg S \text{ для аэробной зоны.} \quad (10)$$

Обычно разделение зон происходит по времени упражнений около 180 с.

Расчетные скорости для группы пловцов ($n = 14$) спринтеров в анаэробной зоне составят на 50 м – 2,091 м/с, на 100 м – 1,884 м/с, на 200 м – 1,696 м/с, для пловцов-стайеров соответственно – 1,841, 1,730, 1,625 м/с (рис. 1). Уравнение регрессии для группы пловцов:

- для спринтеров $\lg V = 0,577 - 0,151 \lg S$,
- для стайеров $\lg V = 0,418 - 0,09 \lg S$.

Следует обратить внимание на существенное различие в удержании скорости с увеличением длины дистанции и соответственно времени упражнений. Поэтому k_1 для спринтеров составил $0,151 \text{ м}^{-1}$, для стайеров – $0,09 \text{ м}^{-1}$. На длинных дистанциях наблюдается аналогичная картина, спортсмены стайеры лучше удерживают скорость с увеличением длины дистанции и времени упражнений (рис. 2).

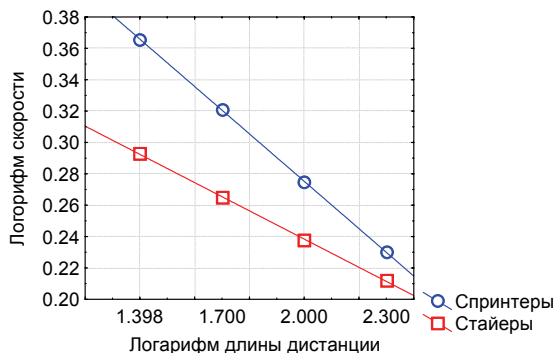


Рис. 1. Соотношение средней скорости на дистанциях 25, 50, 100, 200 м для группы пловцов-спринтеров и стайеров с результатами, близкими к норме МС ($p < 0,05$). По оси абсцисс отложен логарифм длины дистанции, по оси ординат – логарифм скорости

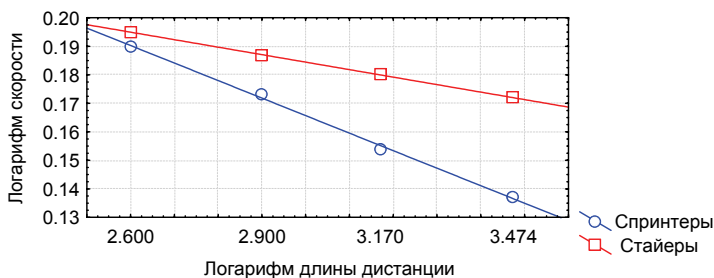


Рис. 2. Соотношение средней скорости на дистанциях 400, 800, 1500 и 3000 м для пловцов-спринтеров и стайеров с результатами МС ($p < 0,05$). По оси абсцисс отложен логарифм скорости, по оси ординат – логарифм длины дистанции

Уравнение регрессии для длинных дистанций:

– для спринтеров $\lg V = 0,35 - 0,061 \lg S$,

– для стайеров $\lg V = 0,263 - 0,026 \lg S$.

Расчетные скорости для группы пловцов-стайеров составят на 400 м – 1,568 м/с, на 800 м – 1,540 м/с, на 1500 м – 1,515 м/с, у пловцов-спринтеров соответственно – 1,562, 1,499, 1,443 м/с.

Так же как в анаэробной зоне коэффициент регрессии k_2 у пловцов-стайеров меньше, чем у спринтеров. Поэтому, если принять за критерий оценки выносливости способность удерживать скорость с увеличением длины дистанции, то таким критерием может быть тангенс угла наклона зависимости «логарифм - скорость». Чем меньше его величина, тем выше выносливость. Следует отметить, что свободный член в уравнениях регрессии в анаэробной и аэробной зоне у спринтеров всегда выше, чем у стайеров. У спринтеров k_1 в анаэробной зоне составил 0,577, у стайеров 0,418 соответственно k_2 в аэробной зоне у спринтеров 0,35, у стайеров 0,263.

Несмотря на то, что указанные коэффициенты уравнений регрессии взаимно обусловлены, наиболее стабильными и сравнительно мало изменяющимися являются коэффициенты k_1 и k_2 , отражающие степень удержания скорости с увеличением длины дистанции и времени упражнений. Ниже на рис. 3 можно наблюдать незначительное изменение коэффициента k_2 у пловцов стайеров в аэробной зоне в зависимости от квалификации.

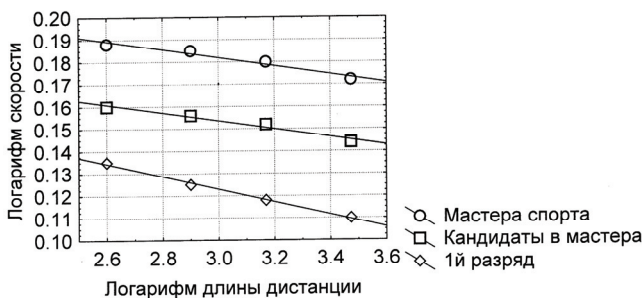


Рис. 3. Соотношение «скорость - дистанция» в двойном логарифмическом графике на дистанциях 400, 800, 1500, 3000 м для кандидатов в мастера и первого разряда. По оси абсцисс указан логарифм длины дистанции, по оси ординат – логарифм скорости

В первую очередь следует обратить внимание, что коэффициенты, отражающие способность удерживать скорость, с увеличением длины дистанции у пловцов разной квалификации статистически достоверно не отличаются и находятся в пределах минус 0,024 - 0,027 м⁻¹ (табл. 2). В то же время у мастеров спорта свободный член регрессии составляет 1,832 м/с, у кандидатов в мастера – 1,678 м/с, у пловцов первого разряда – 1,599 м/с. Это означает, что спортсмен 3-го разряда может так же хорошо удерживать скорость, как и мастер спорта.

Таблица 2

Коэффициенты зависимости «скорость - дистанция» в анаэробной и аэробной зонах для мужчин и женщин на различных дистанциях специализации в разных видах спорта ($p < 0,05$)

Пол	Дистанции специализации, м	Коэффициенты удержания скорости в анаэробной зоне κ_1	Коэффициенты удержания скорости в аэробной зоне κ_2
Мужчины	50, 100 200 400 1500	Спортивное плавание	
		25, 50, 100, 200 м	400, 800, 1500, 3000 м
		-0,151	- 0,056
		-0,113	-0,053
		-0,098	-0,051
		-0,089	-0,025
Женщины	50, 100 200 400 1500	-0,121	-0,057
		-0,111	-0,052
		-0,098	-0,047
		-0,084	-0,025
Мужчины	2000	Академическая гребля	
		125, 250, 500, 1000 м	2000, 4000, 6000, 10000 м
		-0,111	-0,048
Женщины	2000	-0,140	-0,045
Мужчины	Спринтеры Стайеры	Легкоатлетический бег	
		100, 200, 400, 800 м	1500, 3000, 5000, 10000 м
		-0,2617 -0,1376	-0,1047 -0,0784
Мужчины	Спринтеры Стайеры	Велоспорт (трек)	
		200, 1000, 2000 м	4000, 10000, 50000 м
		-0,0860 -0,0356	-0,0719 -0,0232

Окончание табл. 2

Пол	Дистанции специализации, м	Коэффициенты удержания скорости в анаэробной зоне κ_1	Коэффициенты удержания скорости в аэробной зоне κ_2
Мужчины	Спринтеры Стайеры	Велоспорт (трек-шоссе)	
		200, 1000, 2000 м	4000, 10000, 50000 м
		-0,1130	-0,0722
		-0,0445	-0,0398
Мужчины	Спринтеры Многоборцы Стайеры	Конькобежный спорт	
		500, 1000, 1500 м	3000, 5000, 10000 м
		-0,123	-0,1146
		-0,1043	-0,0612
Мужчины	Классика Свободный	-0,0705	-0,027
		Лыжные гонки	
		250, 500 м	5000, 15000, 30000 м
		-0,0849	-0,0555
Женщины	Классика Свободный	-0,0891	-0,0442
		-0,0703	-0,0574
		-0,0708	-0,0421

В аэробной зоне энергетической производительности наилучшее удержание скорости наблюдается в плавании у стайеров ($\kappa_2 = -0,025$), в велогонках на треке ($\kappa_2 = -0,023$), в конькобежном спорте ($\kappa_2 = -0,027$). В спортивном плавании на длинных дистанциях благоприятные условия создаются за счет выполнения рабочих движений в горизонтальном положении в невесомости, в велогонках на треке и в соревнованиях на коньках – за счет минимизации сопротивления воздуха и минимизации сопротивления качению и скольжению.

Наибольшее падение скорости с увеличением длины дистанции наблюдается в легкоатлетическом беге в аэробной зоне у спринтеров ($\kappa_2 = -0,1047$) и в анаэробной зоне ($\kappa_1 = -0,2617$). Такое падение скорости можно объяснить наличием вертикального перемещения центра масс в биомеханической структуре бега.

Приведенные в табл. 2 коэффициенты целесообразно использовать для анализа достигнутых результатов и расчета результатов во всем диапазоне дистанций на этапах годовичного макроцикла. Более простой способ расчета результатов состоит в оценке снижения ско-

рости при увеличении дистанции в заданное число раз (табл. 3). Так, для пловцов могут быть использованы следующие соотношения [52, 54]:

$$Kt_1 = t 50 / t 25 = t 100 / t 50 = t 200 / t 100, \quad (11)$$

$$Kt_2 = t 400 / t 200,$$

$$Kt_3 = t 800 / t 400 = t 3000 / t 1500,$$

$$Kt_4 = t 1500 / t 400.$$

Таблица 3

Соотношение времени на дистанциях различной длины
в спортивном плавании ($p < 0,05$)

Пол	Дистанция специализа- ции, м	$t 50 / t 25 =$ $t 100 / t 50 =$ $= t 200 / t 100$	$t 400 / t$ 200	$t 800 / t 400 =$ $= t 300 / t 1500$	$t 1500 / t$ 400
Мужчины	50, 100	2,220	2,196	2,08	4,037
	200	2,170	2,135	2,075	4,022
	400	2,133	2,100	2,070	4,014
	800, 1500	2,128	2,080	2,035	3,876
Женщины	50, 100	2,180	2,120	2,080	4,041
	200	2,160	2,100	2,074	4,018
	400	2,140	2,080	2,066	3,989
	800, 1500	2,120	2,060	2,036	3,879

В качестве примера, проведем расчет результатов на основных дистанциях у пловца-спринтера с планируемым результатом на 100 м – 49,0 с, с толчка:

$$t 50 = t 100 : 2,22 = 22,0; \quad (12)$$

$$t 200 = t 100 \times 2,22 = 108,78 (1.58,78);$$

$$t 400 = t 200 \times 2,196 = 238,88 (3.58,88);$$

$$t 800 = t 400 \times 2,08 = 496,87 (8.16,87);$$

$$t 1500 = t 400 \times 4,037 = 964,36 (16.04,36).$$

У гребцов академистов для практического расчета результатов могут быть использованы следующие коэффициенты:

$Kt_1 = t 250 / t 125 = t 500 / t 250 = t 1000 / t 500 = 2,16$ для мужчин и 2,14 для женщин.

$Kt_2 = t 2000 : t 1000 = 2,08$ для мужчин и женщин данный коэффициент имеет значительное стандартное отклонение $\pm 0,03$ в соответствии с индивидуальными данными удержания скорости на границе аэробной и анаэробной зон.

$Kt_3 = t\ 4000 : t\ 2000 = t\ 8000 : t\ 4000 = 2,079$ для мужчин и женщин.
Кроме того, целесообразно ввести дополнительные коэффициенты

$$Kt_3 = t\ 6000 : t\ 2000 = 3,22$$

$$Kt_4 = t\ 1000 : t\ 2000 = 5,43$$

В качестве примера приведем расчет результатов на тренажере «Концепт» во всем диапазоне дистанций для олимпийской чемпионки Е. Ходотович. Дистанция специализации – 2000 м. Планируемый результат – 6,35 (395с) с хода. Стартовая поправка принята равной 1 секунде.

$$t\ 1000 = 395 : 2,08 = 189,98\ \text{с} (3.09,98);$$

$$t\ 500 = 189,98 : 2,14 = 88,78\ \text{с} (1.18,78);$$

$$t\ 250 = 88,78 : 2,14 = 41,48\ \text{с},\ t\ 125 = 41,48 : 2,14 = 19,30\ \text{с};$$

$$t\ 4000 = 395 \cdot 2,08 = 818,52\ \text{с} (13.38,52);$$

$$t\ 6000 = 395 \cdot 3,173 = 1253,37\ \text{с} (20.53,37);$$

$$t\ 10000 = 395 \cdot 5,43 = 2144,58\ \text{с} (35.44,58).$$

Фактически Е. Ходотович показала в олимпийском сезоне следующие результаты на «Концепте» со старта: 125 м – 20,0 с, 250 м – 43,1 с, 500 м – 1,29,3 с, 1000 м – 3,14,0 с, 2000 м – 6,36,4 с, 10000 м – 35,50,6 с.

3.2. Основные эргометрические зависимости

Общий подход для анализа всех циклических упражнений, выполняемых в естественных условиях и на тренажерах, состоит в том, что рассматривается зависимость между мощностью ($N_1, N_2, \dots, N_n$) и предельным временем ($t_1, t_2, \dots, t_n$), где n – число различных дистанций или предельных упражнений [54]. С учетом поправок на стартовый разгон данное соотношение наилучшим способом аппроксимируется степенной функцией для аэробной и анаэробной зон отдельно (табл. 4).

$$N = N_0 t^{-d},\ t > 1 \quad (13)$$

Из формулы (13) следует, что предельная работа может быть представлена как функция времени

$$A = N_0 t^{1-d} \quad (14)$$

и соответственно

$$t = N_0^{1/1-d} A^{1/1-d} \quad (15)$$

Таблица 4

Коэффициенты уравнения регрессии зависимости
«мощность – предельное время» для плавания
и упражнений на велоэргометре (n' -кол-во стартов)

Упражнения	Дистанции, м	$N = a t^{-d}$		σ^2_{yx}	$N = a + d t$		σ^2_{yx}
		a	d		a	d	
Плавание $n = 14$, $n' = 1960$	50, 100, 200	427,7	-0,299	0,021	88,20	1961	10,7
	400 - 3000	226,3	-0,188	1,098	59,35	58,08	21,305
Велоэргометр, $n = 3$, $n' = 144$	До 3 мин	2417	-0,346	1471	439	8265	2071,9
	Более 3 мин	734,5	-0,121	1152	252,1	29064, 0	2089,0

Зависимость мощности от предельной работы получаем, подставляя (13) в (14)

$$N = N_0^{d/1-d} A^{-d/1-d}. \quad (16)$$

Соотношение работы и предельного времени, длины дистанции и скорости (мощности) является существенной характеристикой состояния спортсмена. Физиологические показатели целесообразно оценивать по отношению к мощности и работе. Объемы тренировочных нагрузок также оцениваются в единицах работы (Дж, кгм) или при заданной интенсивности ее эквивалентами (мин, км).

Определение выполняемой в упражнениях механической работы связано с рядом трудностей, обусловленных сложностью оценки перемещения элементов тела спортсмена как системы материальных точек, трудностью определения внешних и внутренних сил. На практике выполняемая спортсменом работа в циклических упражнениях определяется по преодолению сопротивления среды, сил трения и тяготения, а на тренажерах – по сопротивлению устройств, снимающих прилагаемые внешние усилия спортсмена и соответственно работу и мощность. Для решения задач управления тренировкой не столько важно точно определить выполняемую спортсменом работу по отношению ко времени и длине дистанции, сколько использовать объективный и однозначный способ ее оценки.

Для оценки работоспособности и развиваемой спортсменом мощности с успехом может быть проведено **тестирование на велоэргометре**. В зависимости от способа снятия мощности (способа снятия нагрузки) велоэргометры можно разделить на механические, электрические, гидравлические и другие. Для спортивного тестирования целесообразно использовать механические велоэргометры типа «Манарх» ввиду их простоты и надежности, что немаловажно для длительных наблюдений в процессе тренировки. Снятие нагрузки в данном типе велоэргометра производится ремнем трения на колесе диаметром 0,25 м, натяжение ремня осуществляется гравитационным способом. Частота и количество оборотов регистрируются механическим счетчиком. Сопротивление в подшипниках и передаче как в других тренажерах не учитывалось. В табл. 5 приведен пример выполнения упражнений на треке и на велоэргометре квалифицированным спортсменом (масса тела 85 кг, рост 182).

Таблица 5

Эргометрические показатели упражнений на велоэргометре
и в гонках на треке для квалифицированного спортсмена

Упражнения на велоэргометре			Гонки на треке			
Время, с	Работа, Дж	Мощность, Вт	Время, с	Дистанция, м	Работа, Дж	Мощность, Вт
18,0	16554,2	919,7	5,0	100	5372,8	976,9
61,3	36085,5	588,7	11,3	200	10225,1	904,9
106,0	51993,0	490,5	23,9	400	18462,6	772,2
320,0	101960,2	318,6	67,9	1000	36679,5	540,2
480,0	141264,0	294,3	318,1	4000	111490,1	350,4
2405,0	529740,0	220,3	900,6	10000	226750,3	243,8
-	-	-	2328,0	25000	536496,7	230,4

В велосипедном спорте при движении спортсмена на треке для оценки выполняемой работы по крайней мере надо учитывать сопротивление воздуха, сопротивление трения качению колес с поверхностью трека, сопротивление трения в подшипниках и в передаче. При гонке на трассе задача усложняется, так как надо учитывать подъемы и спуски, ветер и меняющуюся поверхность. В формулах расчета работы (Дж) велосипедиста на дистанции по преодолению внешних сил

сопротивление воздуха определяется как функция квадрата скорости, а сопротивление трения как функция массы велосипедиста

$$A = 0,5 \rho S_m C_x V S + K_r G S ; \quad (17)$$

где ρ – плотность воздуха, кг/м^3 , S_m – площадь наибольшего поперечного сечения, м^2 , C_x – коэффициент обтекаемости, V – скорость, м/с , K_r – коэффициент трения, G – масса тела спортсмена, кг , S – длина дистанции, м .

Выполнено значительное число исследований по определению коэффициентов формулы (17). Площадь наибольшей проекции на фронтальную плоскость в зависимости от посадки колеблется в диапазоне от 0,3 до 0,47 м^2 [68], коэффициент обтекаемости – от 0,29 до 0,79, коэффициент трения качения в зависимости от диаметра колеса, давления внутри шин и поверхности составляет от 0,005 до 0,03.

В табл. 4 приведены величины работы и мощности в гонке на треке, которые рассчитаны по формуле (6). Приняты средние величины разных авторов: коэффициент трения – 0,005; коэффициент обтекаемости – 0,580, площадь наибольшего поперечного сечения 0,40 м^2 . Расчетные величины работы и мощности в гонке на треке близки к показателям на велоэргометре.

Уравнение регрессии «мощность – время» для гонок на треке в аэробной зоне имеет вид:

$$N = N_0 t^{-d} = 852,81 t^{-0,170}, \text{соответственно, } 1 - d = 0,830;$$

в анаэробной зоне:

$$N = N_0 t^{-d} = 1479,81 t^{-0,222}, 1 - d = 0,788.$$

Уравнение регрессии «мощность – работа» для упражнений на велоэргометре в аэробной зоне:

$$N = N t^{-d} = 980,64 t^{-0,182}, 1 - d = 0,818;$$

в анаэробной зоне: $N = N t^{-d} = 2568,55 t^{-0,356}, 1 - d = 0,644.$

В спортивном плавании работу представляется возможным с некоторыми допущениями оценить по величине преодолеваемого сопротивления. Так же как и в других видах спорта сопротивление в жидкости и воздухе определяется по формуле

$$R = 0,5 \rho S_m c_x V^2, \quad (18)$$

где ρ – плотность пресной воды в системе СИ – 0,998. 10^3 (кг/м^3) при $t = 20$ с; в системе МКГС равна 102 ($\text{кг с}^2 / \text{м}^4$), c_x – безразмерный ко-

коэффициент сопротивления, S_m – площадь наибольшего поперечного сечения, м^2 .

Для решения задач управления тренировкой и расчета работы и мощности на дистанциях различной длины с известными допущениями может быть использован полученный экспериментальным путем обобщенный коэффициент сопротивления

$$K_{об} = 0,5 \rho c S. \quad (19)$$

При буксировке гравитационным методом, когда сила тяги создается грузом, опускающимся с вышки через систему блоков, величина обобщенного коэффициента равна

$$K_{об} = G / V^2, \quad (20)$$

где G – вес груза, V – скорость на мерном отрезке.

Коэффициент сопротивления зависит от возраста и пола спортсмена. Ниже в табл. 6 приведены экспериментальные данные коэффициента сопротивления, полученные в гидродинамическом канале для юношей и девушек ($n = 102$). Величина сопротивления измерялась динамометром в положении пловца на поверхности. В этом случае при обтекании потоком с заданной скоростью измерялась суммарная величина сопротивления волнообразования, трения и вихреобразования. Естественно, в гидрокостюме величина сопротивления будет меньше.

Таблица 6

Средние значения обобщенных коэффициентов сопротивления
в системе СИ ($x \pm \sigma$)

Количество	Возраст, лет	Коэффициент сопротивления при скорости потока, м/с				
		1,0	1,2	1,4	1,6	1,8
Девушки						
22	10-11	15,9±2,86	18,0±1,85	18,8±2,36	18,5±1,80	19,1±1,99
32	12-13	19,6±3,45	20,4±2,69	20,2±1,84	19,7±1,60	19,8±1,76
34	14-15	20,1±3,95	20,9±3,16	21,0±2,62	20,6±2,24	20,2±1,93
14	16-17	20,3±2,33	20,7±2,30	21,4±3,10	21,1±2,67	21,7±3,12
Юноши						
39	10-11	15,6±2,86	17,0±2,40	18,6±2,15	18,4±1,99	18,8±1,80
36	12-13	19,8±4,27	20,3±3,28	21,1±3,09	20,3±2,59	20,1±2,25
18	14-15	22,8±3,69	23,2±3,35	24,3±2,84	23,8±2,51	23,2±1,86
23	16-18	24,2±3,43	24,1±3,11	25,5±2,98	25,4±3,02	25,1±2,95

Следует отметить, что с возрастом величина коэффициента сопротивления возрастает, что объясняется изменениями антропометрических показателей. Влияние отдельных антропометрических показателей у девушек и юношей различное.

В практике тренировки пловца индивидуальный коэффициент сопротивления можно определить по снижению скорости скольжения на мерном отрезке 8 м, который разбивается на участки 5 и 3 м, при этом учитывается масса тела спортсмена. Необходимым условием данного теста является умение спортсмена правильно делать скольжение от бортика и квалифицированная регистрация времени на отрезках. Расчет обобщенного коэффициента сопротивления проводится по формуле:

$$K_{06} = (G + 0,5G) (V_1 - V_2) / g (V_1^2 - V_2^2) \quad (21)$$

где G – масса тела спортсмена, V_1 – скорость на первом отрезке 5 м минус рост, V_2 – скорость на втором отрезке 3 м.

Пример выполнения упражнения для определения обобщенного коэффициента пловцом массой 68 кг. Время на первом отрезке составило 1,6 с, скорость 2 м/с, время на втором отрезке было 3,8 с, скорость 0,789 м/с.

$K_{06} = (68 + 0,5 \cdot 68) (2 - 0,789) / 9,81 (4 + 0,623) = 2,723 \text{ кг } \text{с}^2 / \text{м}^2$, в системе СИ $26,71 \text{ Нс}^2 / \text{м}^2$.

Примерная величина площади поперечного сечения может быть определена по наибольшему обхвату туловища (c) у юношей по грудной клетке, у девушек – по тазу. Сначала определяется условный радиус

$$r = c / 2\pi, \quad (22)$$

затем площадь поперечного сечения

$$S_m = \pi r^2 \quad (23)$$

Величина площади поперечного сечения у взрослых спортсменов с вытянутыми вверх руками в положении скольжения составляет 0,070 - 0,095 м^2 . Для спортсмена с обхватом туловища 0,84 м величина условного радиуса составит

$$r = 0,84 (2 \cdot 3,14) = 0,134 \text{ м}, \text{ величина миделя сечения будет равна } S_m = 3,14 (0,134)^2 = 0,059 \text{ м}^2.$$

Коэффициент обтекаемости определяется из соотношения

$$c_x = K_{06} / 0,5 \rho S_m, \quad \rho = 102 \text{ кг} \cdot \text{с}^2 / \text{м}^4. \quad (24)$$

Для приведенного примера $c_x = 2,723 / 0,5 \cdot 102 \cdot 0,059 = 0,905$.

Коэффициент обтекаемости обычно находится в пределах 0,5 - 0,9.

При плавании различными способами, в отличие от буксировки, наблюдаются колебания тела вокруг продольной оси, возрастает сопротивление воды из-за выполнения подготовительных движений против потока и сопротивления проксимальных частей конечностей по время рабочих движений рук и ног, т. к. их скорость назад не превышает скорость потока. Поэтому действительный коэффициент сопротивления превышает коэффициент при буксировке. По данным различных авторов, средняя величина такого превышения в зависимости от способа плавания составляет 1,12 - 1,4. Представление о выполняемой пловцом работе и развиваемой мощности дают данные, приведенные в табл. 7 для пловца с результатом на 100 м вольным стилем 53,0 с. Стартовая поправка составила 0,7 с. Индивидуальный обобщенный коэффициент сопротивления, определенный по снижению скорости скольжения с учетом массы тела, составил 25,74.

Таблица 7

Соотношение мощности и работы на дистанциях различной длины при плавании кролем

Дистанция, м	Время, мин, с	Мощность, Вт	Работа, Дж
50	23,74	240,53	5710,2
100	53,7	175,87	9444,2
200	1.59,21	128,60	15046,2
400	4.16,95	102,74	25907,9
800	8.44,22	91,49	47959,1
1500	16.58,0	82,35	83749,9
3000	35.16,32	73,32	155167,1

Приведенные в табл. 7 величины «полезной» мощности и работы существенно ниже, чем в других циклических видах спорта. Это объясняется тем, что при плавании нет твердой опоры, и спортсмен затрачивает значительные усилия для создания продвигающих сил. Реальные затраты можно оценить по кислородному запросу при плавании с различной скоростью. Из-за низкой скорости коэффициент полезного действия при плавании как отношение работы к кислородному запросу в калориях ниже в 2 - 4 раз, чем в других циклических видах спорта.

В спортивной гребле мощность и скорость определяются сопротивлением воды и воздуха, скоростью гребцов и весел относительно лодки, их массой и присоединенной массой воды, суммарным упором весел. Экспериментальная буксировка нагруженной восьмерки со

скоростью 20 км в час показывает, что сопротивление при этом составляет 40 кг (392,4 Н). В этом случае обобщенный коэффициент сопротивления составит $1,296 \text{ кгс}^2/\text{м}^2$ (в системе СИ – 12,714). По другим данным обобщенный коэффициент сопротивления восьмерки достигает $1,150 \text{ кгс}^2/\text{м}^2$. Сопоставление скорости 10 сильнейших достижений в различных лодках позволяют с некоторыми допущениями определить следующие обобщенные коэффициенты сопротивлений в системе СИ (табл. 8).

Таблица 8

Обобщенные коэффициенты сопротивления для разного класса лодок для мужчин и женщин тяжелого и легкого веса

Класс лодок	Тяжелый вес		Легкий вес	
	Мужчины	Женщины	Мужчины	Женщины
Одиночка (1х)	1,610	1,449	1,500	1,347
Двойка с рулевым (2+)	1,608	1,447	1,495	1,346
Двойка без рулевого (2-)	1,516	1,364	1,410	1,268
Двойка парная (2х)	1,494	1,345	1,389	1,251
Четверка с рулевым(4+)	1,429	1,286	1,329	1,196
Четверка без рулевого (4-)	1,385	1,246	1,288	1,159
Четверка парная (4х)	1,373	1,235	1,277	1,148
Восьмерка (8+)	1,300	1,170	1,209	1,088
«Концепт»	2,8	2,8	2,8	2,8

В табл. 9 приведены показатели длины дистанций, времени, мощности и работы в гонке на воде и упражнениях на «Концепте» для спортсменов восьмерки с результатом на 2000 м – 5,26,0. Стартовая поправка 3 с.

Таблица 9

Эргометрические показатели в гонке на воде и в упражнениях на «Концепте» спортсмена в восьмерке

Дистанция, м	На воде (с хода)			На «Концепте»		
	Время, мин, с	Мощность, Вт	Работа, Дж	Время, мин, с	Мощность, Вт	Работа, Дж
250	33,23	668,15	22202,6	36,33	651,76	23613,3
500	1.11,38	473,76	33745,9	1.18,03	526,11	41052,4
1000	2.33,33	335,93	51598,1	2.47,62	424,68	71184,9
2000	5.23,0	308,62	99375,6	5.52,00	366,84	129127,7
4000	11.07,2	268,85	179371,3	12.09,3	329,93	240631,1

На гребном эргометре мощность и выполняемая работа определяются путем снятия величины сопротивления и частоты оборотов. В настоящее время одним из наиболее удачных тренажеров является «Концепт». В этом тренажере усилия спортсмена снимает воздушный вентилятор, спортсмен в подготовительном движении подъезжает на банке вперед, также как в лодке. Во время рабочих движений основное усилие создается за счет разгибания ног и отъезда на банке. Техника движений на тренажере близка к технике движений на воде.

Микропроцессор тренажера показывает длину дистанции, время и мощность.

В табл. 9 приведены эргометрические показатели на воде и на тренажере для спортсмена восьмерки с результатом элитного уровня.

Уравнения регрессии «мощность-время» для гонок на воде имеет вид:

– в аэробной зоне $N = N_0 t^{-d1} = 921,18 t^{-0,189}$,

– в анаэробной зоне $N = N t^{-d2} = 3228,96 t^{-0,450}$.

Уравнение регрессии на тренажере «Концепт»:

– в аэробной зоне $N = N t^{-d1} = 861,05 t^{-0,146}$,

– в анаэробной зоне $N = N t^{-d2} = 1782,9 t^{-0,280}$.

В упражнениях на тренажере мощность по отношению к времени ниже и лучше удерживается из-за его конструктивных особенностей. Поэтому коэффициенты уравнений ниже. Однако достижения на тренажере хорошо коррелируют с результатами на воде и могут рассматриваться как необходимое, но не достаточное условие высоких результатов в соревнованиях.

В конькобежном и лыжном спорте основные внешние силы состоят из сопротивления воздуха и сопротивления трению скольжения. Путем продувки в аэродинамической трубе конькобежца и лыжника накоплены данные о коэффициенте обтекаемости в зависимости от позы и скорости потока. В среднем коэффициент обтекаемости находится в пределах 0,4- 0,65 [71]. Сопротивление трению существенно меняется в зависимости от качества льда, снега и температуры. Коэффициенты скольжения конька по льду и лыжи по снегу различны в достаточно широком диапазоне: от 0,005 до 0,04. Завершая раздел по количественной оценке, выполняемой во время упражнений работы, необходимо указать, что более точная оценка усилий спортсмена в рассмотренных видах спорта выходит за рамки решения задач управления тренировочным процессом. При необходимости можно рекомендовать использовать специальную литературу по этому вопросу.

3.3. Энергетическая производительность в циклических упражнениях

3.3.1. Источники энергии мышечного сокращения

Энергетические показатели широко используются в управлении тренировкой. Первый закон термодинамики является количественным выражением закона сохранения энергии. Зная энергию, переданную системой окружающей среде, а также энергию, переданную окружающей средой системе, можно вычислить изменение внутренней энергии системы. Последняя представляет сумму механической, тепловой, химической, электрической и прочих видов энергии.

Первый закон термодинамики подтверждается многочисленными исследованиями по сравнению теплового эффекта прямого сжигания вещества в калориметрической бомбе и окислению его в организме (прямая калориметрия). Оба метода окисления дают примерно одинаковый тепловой эффект [149, 167].

Более точные данные до 1 % дает метод респираторной калориметрии. Применяются также камерный метод, методы закрытой циркуляции и открытой циркуляции [167]. Исследования позволяют сделать вывод, что все виды работ в организме совершаются за счет эквивалентного количества энергии, выделяющейся при окислении питательных веществ. Для практических расчетов используется энергетический эквивалент или термический коэффициент газов (кислорода): углеводы – 5,1 ккал/л, белки – 4,6 ккал/л, жиры – 4,7 ккал/л. Средний энергетический эквивалент для кислорода – 4,825 ккал/л.

Эквивалент механической работы определяется из следующих соотношений:

$$1 \text{ ккал} = 0,207 \text{ л } O_2 = 426,4 \text{ кгм},$$

$$1 \text{ л } O_2 = 4,825 \text{ ккал} = 2057 \text{ кгм},$$

$$1 \text{ кгм} = 2,35 \text{ кал} = 0,49 \text{ мл } O_2.$$

Поскольку биохимические реакции в организме очень сложны и имеют промежуточные этапы, которые не всегда известны, для определения энергетических затрат опираются на закон Гесса, который утверждает, что тепловой эффект химического процесса развивается через промежуточные стадии, не зависит от пути превращения, а определяется лишь начальным и конечным состоянием системы [81].

На основании закона Гесса, зная начальные и конечные продукты реакции, можно рассчитать тепловой эффект сложной биохимической реакции. При определении энергетической производительности открытым респираторным методом по результатам анализа газовых объемов представляется возможным рассчитать затраты.

В данной работе не ставится задача полностью раскрыть физиологические механизмы энергетической производительности. Задача состоит в определении состояния спортсмена по энергетическим показателям и в выборе физиологических критериев и ограничений управления тренировкой. С этой точки зрения можно выделить два подхода:

- 1) оценка состояния спортсмена по максимальным показателям, зафиксированным в заранее установленных упражнениях,
- 2) определение состояния по энергетическим показателям, соответствующим преодолению дистанций с соревновательной скоростью.

3.3.2. Максимальный уровень потребления кислорода и кислородный долг как критерий оценки состояния спортсмена

Максимальные показатели энергетической производительности широко используются в спорте, спортивной медицине и физиологии [32, 33, 34, 35, 36, 54, 72, 78, 83, 85, 154, 169, 175, 188]. Максимальный уровень потребления кислорода характеризует мощность аэробных процессов энергообеспечения. Максимальный кислородный долг отражает емкость анаэробных процессов. Ниже на рис. 4 показана динамика прироста уровня потребления кислорода Ro/t , л/мин во время работы в течение 4 мин и во время последующего восстановления в течение 30 - 40 мин.

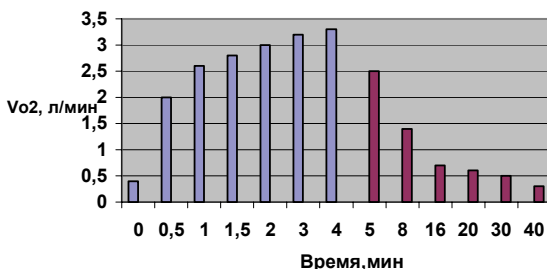


Рис. 4. Уровень потребления кислорода во время упражнения (4 мин) и восстановления (до 30 – 40 мин)

Наибольший уровень потребления в конце упражнения будет соответствовать максимальному рабочему уровню потребления кислорода. Суммарное потребление кислорода во время восстановления равно кислородному долгу.

Динамику потребления кислорода во время работы можно представить двухкомпонентным экспоненциальным уравнением с предельным значением, равным максимальному рабочему уровню для данного упражнения

$$VO_2/t = VO_{2max}/t - V_1 e^{-r_1 t} - V_2 e^{-r_2 t}, \text{ л/мин} \quad (25)$$

где V_1, V_2 – коэффициенты, определяющие величину уровня потребления, r_1, r_2 – константы скорости прироста уровня потребления.

Снижение уровня потребления во время восстановления может быть также выражено экспоненциальной функцией

$$VO_2 / t = V_3 e^{-r_3 t} + V_4 e^{-r_4 t}, \text{ л/мин}, \quad (26)$$

где V_3, r_3 – коэффициенты оплаты алактатного кислородного долга, V_4, r_4 – коэффициенты оплаты лактатной фракции кислородного долга.

Кислородный долг равен сумме алактатной и лактатной фракции

$$\Sigma DO_2 = DO_{2al} + DO_{2lact}, \text{ л.} \quad (27)$$

Кислородный запрос будет равен сумме потребления и долга

$$RO_2 = VO_2 + \Sigma DO_2, \text{ л.} \quad (28)$$

Уровень кислородного запроса составит

$$RO_2 / t = VO_2 + DO_2 / t, \text{ л/мин.} \quad (29)$$

Для определения максимального уровня потребления кислорода используются различные методы: 1) метод однократной предельной нагрузки в течение 5 - 6 мин, 2) метод повторных упражнений с возрастающей нагрузкой до достижения максимума аэробной производительности, 3) метод ступенчатого увеличения нагрузки во время однократного выполнения упражнения, 4) метод непрерывного линейного увеличения нагрузки во время однократного выполнения упражнения. Применяются также другие методы.

Следует обратить внимание, что только в первом методе имеется возможность достаточно точно оценить внешнюю работу. Последнее важно для определения взаимосвязи с достижениями спортсмена.

Максимальный уровень потребления кислорода зависит от производительности сердца и артерио-венозной разницы насыщения крови кислородом

$$VO_2/t_{\max} = Q (A - B) = SV HR (A - B), \quad (30)$$

где $VO_2/t_{\max}$ – максимальный уровень потребления кислорода, л/мин,

Q – производительность сердца, л/мин,

$(A - B)$ – артерио-венозная разница насыщения крови кислородом, мл O_2 / 100 мл крови,

SV – ударный объем сердца, мл/уд.,

HR – частота сердечных сокращений, уд./мин.

Известно, что производительность сердца в спортивной деятельности составляет от 20 - 30 л/мин до 40 л/мин, ударный объем – от 130 до 200 мл/уд, частота сердечных сокращений достигает 200 уд./мин и больше. При интенсивной нагрузке артерио-венозная разница достигает 15 - 20 O_2 мл/100 мл крови [13, 77, 185, 188].

Таким образом, уровень аэробной энергетической производительности характеризуется двумя основными факторами: циркуляторными механизмами и дыханием.

Дыхание разделяется на внешнее и тканевое. В свою очередь, указанные показатели зависят от ряда факторов: кислородной емкости крови, скорости диффузии O_2 из ткани, жизненной емкости крови, глубины и частоты дыхания, максимальной вентиляции легких, диффузионной способности легких, процента используемого кислорода, структуры и количества митохондрий, запасов энергетических субстратов, мощности окислительных ферментов, капилляризации мышц, объемной скорости кровотока в тканях, кислотно-щелочного равновесия крови и т. д. [149, 175, 188].

В литературе в настоящее время имеются многочисленные данные о максимальном потреблении кислорода и его величинах на единицу массы тела у спортсменов различной специализации. Наибольшие величины максимального потребления кислорода до 6 - 7 л/мин наблюдаются у лыжников-гонщиков и гребцов в академической гребле. Высокие величины у лыжников объясняются в значительной степени тем, что они соревнуются и тренируются на пересеченной местности с преодолением большего числа подъемов и спусков. Гребцы при высокой собственной массе тела в силу конструкции лодки развивают на дистанции 2000 м высокую мощность.

В беговых упражнениях, в плавании, в конькобежном и велосипедном спорте максимальный уровень потребления находится в пределах 5,2 - 5,6 л/мин. По потреблению кислорода на единицу массы тела наибольшие значения наблюдаются у лыжников и бегунов-стайеров до 84 мл/кг/мин. У гребцов эта величина составляет 67 мл/кг/мин ввиду того, что их масса тела находится обычно в пределах 90 - 100 кг и больше. Относительно низкие величины также наблюдаются у бегунов и конькобежцев спринтеров. Следует иметь в виду, что в плавании и гребле уровень потребления кислорода на единицу веса имеет меньшее значение, чем в других видах спорта, т. к. упражнение выполняется в воде, где существенное значение имеет не масса тела, а обтекаемость и плавучесть.

Рекордные величины уровня потребления кислорода наблюдаются у лыжников-гонщиков до 7,41 л/мин и до 94 мл/кг/мин.

Максимальный кислородный долг определяется после повторных упражнений высокой интенсивности (обычно выше 95 - 97 % к максимальной скорости на отрезке). В спортивном плавании такими упражнениями могут быть дистанции 4 x 50 м с отдыхом 15 - 30 с, в беге 4 x 400 м, на велоэргометре повторные упражнения длительностью до 60 с. Во всех случаях упражнения выполняются до отказа, длительность повторных упражнений не превышает 60 с, при увеличении отдыха интенсивность упражнений возрастает.

Кислородный долг определяется путем анализа газовых объемов, забранных во время восстановления после упражнений. Размеры газовых приходов определяются путем вычитания из потребления кислорода величины O_2 – потребления покоя. Последний определяется после 30 мин отдыха перед упражнением в покое сидя (SMR- sitting metabolic rate), все измерения газовых объемов приводятся к STPD. Расчет величины общего кислородного долга, его алактатной и лактатной фракции проводится путем анализа зависимости «уровень прихода O_2 – время восстановления» и решения биэкспоненциального уравнения. Следует иметь в виду, что поскольку основная лактатная фракция кислородного долга имеет высокую корреляцию с концентрацией молочной кислоты в крови после упражнения (до 0,95 и выше), то в спортивной практике для оценки анаэробных возможностей спортсмена используют определение лактата крови. Последняя процедура существенно проще, удобнее и требует меньше времени и аппаратуры.

Анаэробная энергетическая производительность зависит от ряда факторов: уровня развития компенсаторных механизмов и буферных систем, позволяющих выполнять напряженную работу в условиях сдвига внутренней среды (в сторону ацидоза) и препятствующих этому сдвигу; эффективности (мощности) анаэробных ферментативных систем; запаса в мышцах энергетических систем; адаптации спортсмена к выполнению упражнений в условиях кислородного долга.

Наибольшие величины кислородного долга получены после четырехкратного пробегания 400 м с сокращающимся отдыхом - до 26,26 л, после четырехкратного проплывания 50 м с отдыхом 15 с - до 14,43 л, на велоэргометре после повторных упражнений высокой интенсивности - до 8,28 л [166, 188]. В табл. 10 приведены значения максимального потребления кислорода, кислородного долга и его фракций по обследованию 80 пловцов (возраст- $16,7 \pm 1,75$ лет, длина тела $174,6 \pm 6,92$ см, масса тела $66,97 \pm 9,4$ кг) и 78 гребцов (возраст $22,9 \pm 3,66$ лет, длина тела $187,41 \pm 4,21$ см, масса $86,49 \pm 5,6$ кг). Энергетические показатели для конькобежцев и бегунов приведены по данным Н. И. Волкова [32] и В. С. Иванова [72].

Таблица 10

Средние значения максимального уровня потребления кислорода, кислородного долга и его фракций в циклических видах спорта у спортсменов с достижениями разного уровня

Вид спорта	Энергетические показатели	МСМК	МС	КМС	1-й разряд	2-й разряд
Легкоатлетический бег	$V'O_{2\max}$, л/мин	4,79	4,26	-	4,03	3,38
	$\Sigma DO_{2,l}$	22,82	22,17	-	19,93	18,51
	$DO_{2al,l}$	4,72	3,87	-	3,77	3,65
	$DO_{2lact,l}$	18,10	18,30	-	16,16	14,86
Конькобежный бег	$V'O_{2\max}$, л/мин	5,77	5,34	4,98	4,67	3,41
	$\Sigma DO_{2,l}$	14,0	10,85	9,30	8,35	6,88
	$DO_{2al,l}$	3,0	2,55	2,30	2,19	1,93
	$DO_{2lact,l}$	11,0	8,30	7,0	6,16	4,95
Плавание	$V'O_{2\max}$ л/мин	5,54	5,35	5,03	4,71	3,66
	$\Sigma DO_{2,l}$	13,1	9,5	-	9,2	7,6
	$DO_{2al,l}$	5,0	4,3	-	2,7	2,4
	$DO_{2lact,l}$	8,1	5,2	-	6,5	5,2
Академическая гребля	$V'O_{2\max}$ л/мин	6,0	5,3	4,80	4,1	-
	$\Sigma DO_{2,l}$	13,14	9,03	7,05	6,27	-
	$DO_{2al,l}$	4,5	3,77	2,30	2,30	-
	$DO_{2lact,l}$	8,64	5,26	4,75	3,97	-

Следует обратить внимание, что у легкоатлетов разной квалификации наблюдаются высокие величины лактатной фракции кислородного долга. В то же время алактатная фракция во всех видах упражнений не имеет такого явного отличия.

Отмечена высокая статистическая связь рассмотренных двух основных энергетических показателей с достижениями на дистанциях разной длины при значительных по объему и растянутых по квалификации группировках. У пловцов наибольшая связь максимального уровня потребления кислорода наблюдается с достижениями на 200 м - 0,822, суммарного кислородного долга на 100 м - 0,766, лактатной и алактатной фракции с результатами на 50 м (табл. 11).

Таблица 11

Коэффициенты корреляции между энергетическими показателями и скоростью плавания на дистанциях различной длины
($n = 80$, при $p \leq 0,05$ $r = 0,22$)

Энергетические показатели	Дистанции, м			
	50	100	200	400
Максимальный уровень потребления O_2 , л/мин	0,757	0,726	0,822	0,676
Суммарный O_2 долг, л	0,770	0,776	0,710	0,622
Алактатная фракция долга, л	0,505	0,516	0,424	0,325
Лактатная фракция долга, л	0,676	0,667	0,645	0,590

В легкоатлетическом беге и конькобежном спорте с увеличением длины дистанции возрастает связь скорости с максимальным потреблением кислорода соответственно от – 0,057 до 0,765 и с 0,705 до 0,880. В свою очередь, с уменьшением длины дистанции возрастает связь с величиной кислородного долга с 0,006 на 1000 м до 0,724 на 400 м у бегунов и от 0,625 на 1000 м до 0,650 на 500 м у конькобежцев.

О влиянии указанных основных максимальных энергетических показателей на результаты на дистанциях разной длины на примере спортивного плавания можно судить по уравнениям множественной регрессии (табл. 12). В качестве аргумента приняты результаты на 50, 100, 200, 400 м, в качестве переменных – энергетические показатели. Уравнения такого типа удобно рассматривать как «уравнения выхода» системы управления тренировочным процессом.

Уравнения множественной регрессии зависимости времени
на дистанциях 50, 100, 200, 400 м от максимальных
энергетических показателей ($n = 80$)

Уравнения регрессии	σ_{yx}	R	R^2
$Y_{50} = 40,739 - 2,295 V'O_{2max} - 0,411 DO_{2al} - 0,109 DO_{2lact}$	1,45	0,773	0,597
$Y_{100} = 90,380 - 3,733 V'O_{2max} - 1,520 DO_{2al} - 0,829 DO_{2lact}$	3,42	0,765	0,585
$Y_{200} = 215,57 - 12,310 V'O_{2max} - 2,212 DO_{2al} - 1,259 DO_{2lact}$	6,76	0,830	0,689
$Y_{400} = 487,63 - 30,711 V'O_{2max} - 1,378 DO_{2al} - 2,442 DO_{2lact}$	15,12	0,680	0,462

Используя приведенные уравнения регрессии, представляется возможным рассчитать результаты в плавании на 50, 100, 200, 400 м по основным максимальным энергетическим показателям. В качестве **примера** расчетное время плавания на дистанции 100 м вольным стилем составит при подстановке данных табл. 10:

$$Y_{100} = 90,38 - 3,733 \cdot 5,54 - 1,52 \cdot 12,55 - 0,829 \cdot 5,0 = 53 \text{ с.}$$

Для решения задач управления тренировкой спортсмена такая возможность имеет большое значение, т. к. знание спортивного результата и влияние на него отдельных показателей энергетической производительности существенно облегчит понимание задач управления тренировкой и оценку состояния спортсмена и его потенциальных возможностей.

К сожалению, рассмотренные энергетические показатели охватывают неполную часть энергетических факторов, влияющих на результаты. Здесь отсутствует оценка экономичности и емкости аэробных механизмов. Поэтому на дистанции 50 м максимальный уровень потребления и кислородный долг с его фракциями объясняют 59,7 % вариаций результата, на 100 м – 58,5 %, на 200 м – 68,9 %, на 400 м – 46,2 %. Наблюдается также высокое остаточное стандартное отклонение уравнений.

Проведено ряд исследований [33] для поиска адекватных максимальных тестов, которые позволили бы построить модель состояния спортсмена и соответственно «уравнение выхода». Однако, к сожалению, данный подход не достаточно полно охватывает факторы, влияющие на результат. В то же время максимальные энергетические показатели успешно могут использоваться как ограничения в оптимизации тренировочного процесса.

3.3.3. Энергетика однократных предельных упражнений

Энергетические показатели, наблюдаемые при преодолении дистанций с соревновательной скоростью или при выполнении предельных упражнений на тренажерах, в силу самого подхода не требуют доказательства их адекватности. При учете работы, совершаемой спортсменом, в соответствии с первым и вторым началом термодинамики представляется возможным проследить целесообразность и характер энергетических трат. Наша задача состоит в том, чтобы изучить указанные соотношения, наблюдаемые на длинных и коротких дистанциях.

Выполнено значительное число работ по изучению соотношения между скоростью спортсмена в циклических упражнениях и уровнем кислородного запроса [71, 149, 188]. Большинство работ показывает, что уровень кислородного запроса или уровень потребления кислорода на дистанции по отношению к скорости (мощности) увеличивается как линейная, квадратичная или показательная функция.

Анализ экспериментальных данных в различных циклических упражнениях показывает, что соотношение между уровнем кислородного запроса и мощностью может быть представлено степенной функцией (рис. 5):

$$RO_2/t = M_1 N^{u_1} \quad (31)$$

где RO_2/t – уровень кислородного запроса, л/мин, как указывалось.

$$RO_2 = VO_2 + \Sigma DO_2 \quad (32)$$

VO_2 – потребление кислорода на дистанции после вычитания потребления покоя, л,

ΣDO_2 – кислородный долг, потребление кислорода во время восстановления в течение 30 - 40 мин, л,

N – мощность, Вт.

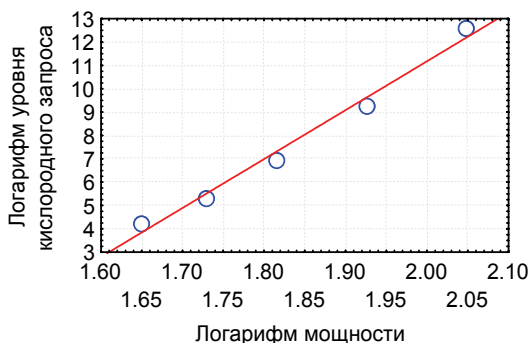


Рис. 5. Соотношение между уровнем кислородного запроса (R/t , л/мин) и мощностью (N , Вт) при плавании на дистанциях 50, 100, 200, 400, 800 м в логарифмических координатах

Уровень кислородного запроса RO_2/t определяется путем вычитания из уровня потребления во время работы и восстановления исходного уровня покоя, измеренного за 30 мин до упражнения. В качестве **примера** приведем расчет уровня кислородного запроса на дистанции плавания вольным стилем 100 м со временем 62,2 с (мощность - 84,33Вт, $M_1 = 0.0474$, $\mu_1 = 1,188$, табл. 13, 15)

$$RO_2/t = M_1 N^{\mu_1} = 0,0474 \cdot 84,39^{1,188} = 9,2 \text{ л/мин.}$$

Исходя из соотношения (14) коэффициент полезного действия будет при определенных допущениях равен

$$\text{КПД} = A \gamma 100 / RO_2 = (A/t) \gamma 100 / (RO_2/t) = M_1 N^{1-\mu_1} \gamma 100, \quad (33)$$

где γ – коэффициент, учитывающий тепловой эквивалент единицы работы (1 кгм = 2,35 ккал) и энергетическую стоимость окисления метаболических субстратов кислородом (1 л O_2 = 4,825 ккал).

Соотношения (15), (16) показывают, что с увеличением мощности уровень кислородного запроса нарастает по степенной функции и соответственно КПД изменяется нелинейно. Коэффициенты указанных соотношений приведены в табл. 13.

Таблица 13

Коэффициенты зависимости «уровень запроса кислорода - мощность» в плавании, упражнении на вело- и гребном эргометре ($p < 0,05$)

Вид упражнения	Количество спортсмен	Длина тела, см	Масса тела, кг	Возраст, лет	M_1	μ_1 1- μ_1	σ_{yx}
Вело-эргометр	7	179,0	74,86	20,3	0,00122	1,398 -0,398	0,439
Гребной эргометр	12	186,2	85,5	22,6	0,00044	1,247 -0,247	0,079
Плавание	16	173,5	69,25	17,1	0,0473	1,188 -0,188	0,038

Величина КПД при упражнениях на велоэргометре находится в пределах 11,9 - 27,3 %, при упражнениях на гребном эргометре 15,3 - 18,5 %, при плавании 1,84 - 4,50 %.

Приведенные коэффициенты показывают, что с увеличением мощности экономичность движений снижается и КПД уменьшается,

т. к. $1 - \mu_1 < 0$. Наименьшее снижение экономичности наблюдается при спортивном плавании ($1 - \mu_1 = -0,188$), наибольшее при выполнении упражнений на велоэргометре ($1 - \mu_1 = -0,398$). Приведенные величины согласуются с данными других авторов. При плавании КПД установлено в пределах 1,71 - 3,99 % и более, в упражнениях на велоэргометре 23 % и более [73, 188].

Минимальное значение КПД наблюдается, когда спортсмен развивает и удерживает наибольшую мощность в течение 8 - 10 с. Наибольшая экономичность и, соответственно, наибольшее КПД наблюдаются при увеличении времени работы и выборе наилучшего соотношения нагрузки и темпа.

Подставляя в формулу (16) значение мощности по отношению к предельному времени, будем иметь:

$$\text{КПД} = M_1^{-1} \gamma B_1^{1-\mu_1} t^{(\mu_1 d_1 - d_1)} \text{ для анаэробной зоны,} \quad (34)$$

$$\text{КПД} = M_1^{-1} \gamma B_2^{1-\mu_1} t^{(\mu_1 d_2 - d_1)} \text{ для аэробной зоны,} \quad (35)$$

т. к. обычно d_2 меньше или равно d_1 , то КПД в аэробной зоне энергетической производительности больше или равно КПД в анаэробной зоне, что подтверждается экспериментальными данными.

Дальнейшая оценка энергетической производительности на дистанциях различной длины связана с определением соотношения аэробных и анаэробных процессов. Анализ экспериментальных данных, когда спортсмены выполняли упражнения с заданной интенсивностью на велоэргометре, с заданной длиной дистанции в плавании и с заданным временем на гребном эргометре с одновременной регистрацией энергетических показателей, выявил, что из многих возможных соотношений наиболее устойчивым и с наилучшей аппроксимацией является зависимость между долгой мощностью и уровнем кислородного запаса:

$$\Sigma DO_2/t = M_2 + \mu_2 RO_2/t \text{ для анаэробной зоны,} \quad (36)$$

$$\Sigma DO_2/t = M_3 (RO_2/t)^{\mu_3} \text{ для аэробной зоны} \quad (37)$$

Ниже в табл. 14 приведены коэффициенты указанных соотношений для выполнения предельных упражнений в плавании, на вело- и гребном эргометре.

Таблица 14

Коэффициенты зависимости долговой мощности от уровня кислородного запроса и время максимальных энергетических показателей ($p < 0,05$)

Соотношения и параметры	Зоны	Коэффициенты, время	Пловцы $n = 8$	Велосипедисты $n = 5$	Гребцы $n = 8$
Зависимость долговой мощности от O_2 -запроса	Анаэробная	μ_2 M_2	1,225 -5,50	1,037 -2,71	1,179 -4,40
	Аэробная	μ_3 M_3	3,927 0,0019	4,685 0,0012	6,03 0,0022
Время достижения наибольшего O_2 -уровня, с	Аэробная	Время, с	300,1	476,3	682,7
Время достижения наибольшего O_2 -долга	Анаэробная	Время, с	101,3	103,5	145,9

Следует обратить внимание, несмотря на то, что наблюдения проводились в различных видах спорта, многие показатели весьма близки. Так, время достижения максимального кислородного долга находится в пределах 101,3 - 145,9 с. Время достижения максимального уровня потребления кислорода находится в больших пределах от 300,1 до 682,7 с, что можно объяснить специализацией спортсменов на дистанциях различной длины и характером изменения уровня O_2 -потребления, как функции времени и длины дистанции.

Следует обратить внимание, что коэффициент μ_2 , определяющий прирост долговой мощности по отношению к уровню кислородного запроса (19) находится в пределах 1,037 – 1,179. Общее представление соотношения уровня кислородного запроса, уровня потребления кислорода и долговой мощности на дистанциях различной длины можно получить на примере плавания (рис. 6).

Уровень кислородного запроса с увеличением длины дистанции и предельного времени плавания снижается. Однако скорость его снижения выше, чем скорость снижения мощности, т. к. с уменьшением мощности экономичность повышается. Уровень потребления кислорода на коротких дистанциях 50 и 100 м отстает от уровня запроса. На дистанциях 200 и 400 м достигает своего рабочего максимума и затем с увеличением длины дистанции снижается. В диапазоне дистанций 2500 - 3000 м уровень потребления достигает уровня кислородного

запроса. Мощность (скорость), предельное время, длина дистанции и энергетические показатели при этих условиях принято рассматривать как порог анаэробного обмена (ПАНО).

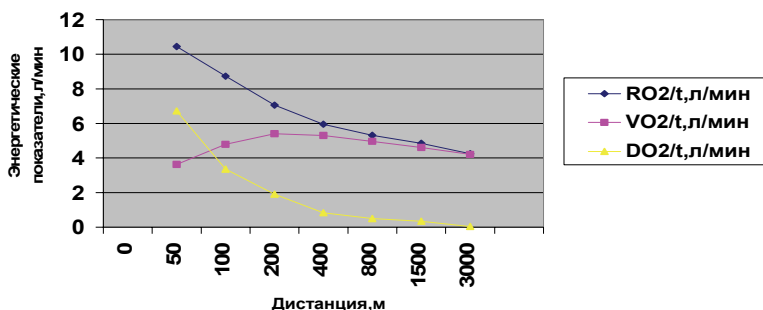


Рис. 6. Соотношение уровня кислородного запроса (RO_2/t), уровня потребления кислорода (VO_2/t) и долговой мощности (DO_2/t) у квалифицированных пловцов экспериментальной группы ($n = 8$)

Основные энергетические показатели на дистанциях различной длины на примере плавания приведены в табл. 15.

Таблица 15

Время, мощность и энергетические показатели при плавании на дистанциях различной длины ($n = 8$, $p < 0,05$)

Показатели	Дистанция, м				
	50	100	200	400	800
Предельное время, с	28,38	62,22	135,72	291,18	618,9
Мощность, Вт	111,6	84,39	65,24	53,47	44,60
Уровень O ₂ запроса, л / мин	12,63	9,27	6,94	5,32	4,26
Запрос O ₂ , л	5,98	9,61	15,70	25,77	43,84
Потребление O ₂ , л	1,37	3,65	8,47	19,27	38,06
Уровень O ₂ потребления, л/мин	2,89	3,52	3,75	3,97	3,69
Общий O ₂ долг, л	4,61	5,96	7,21	6,55	5,88
Долговая мощность, л/мин	9,74	5,75	3,19	1,35	0,57
Алактатный O ₂ долг, л	1,7	2,14	2,41	2,40	2,08
Лактатный O ₂ долг, л	2,91	3,82	4,8	4,15	3,80
Коэффициент полезного действия, %	2,63	2,71	2,80	2,99	3,12

С увеличением длины дистанции мощность с 111,61 Вт на 50 м снижается до 44,60 Вт, на 800 м, соответственно уровень кислородно-

го запроса снижается с 12,63 до 4,26 л/мин. Как уже указывалось, КПД с увеличением длины дистанции возрастает с 2,63 до 3,12 % на 800 м.

Для данной группы спортсменов наибольший уровень потребления кислорода наблюдался на дистанциях 200 и 400 м – 3,75 и 3,97 л/мин. Наибольший кислородный долг и его лактатная фракция был на дистанции 100 м – 7,21 л и 4,80 л. Близкая величина долга была на дистанции 200 м – 6,55 л.

Учитывая, что приведенные соотношения зависимости уровня кислородного запроса от мощности (15), а также изменение долговой мощности на дистанциях разной длины (19), (20), определяем, что уровень потребления кислорода является разницей между уровнем кислородного запроса и долговой мощностью:

$$\dot{V}O_2/t = RO_2/t - \Sigma DO_2/t, \quad (38)$$

По указанным соотношениям представляется возможным рассчитать основные энергетические показатели на всех дистанциях. Для индивидуализации энергетической модели можно ввести данные тестов для определения отдельных показателей, измеренные при прохождении дистанций, или расчетные величины, определенные по уравнениям регрессии.

В табл. 16 приведены уравнения регрессии для определения энергетических показателей на контрольных дистанциях.

Таблица 16

Уравнения регрессии для определения энергетических показателей по мощности при плавании на дистанции 200 и 800 м ($n = 49$, $p < 0,001$)

Уравнение	σ_{yx}	t_b
Плавание на 200 м		
$\dot{V}O_2/t = 1,551 + 0,0531 N$	0,509	4,524
$\Sigma DO_2 = 0,763 + 0,141 N$	1,154	7,366
$RO_2/t = 2,39 + 0,000196 N$	0,577	8,956
Плавание на 800 м		
$\dot{V}O_2/t = 0,498 + 0,0998 N$	0,427	9.04
$\Sigma DO_2 = 0,411 + 0,172 N$	0,792	6,450
$RO_2/t = 2,76 + 0,1223 N$	0,267	9,721

Для **примера** рассчитаем энергетические показатели при проплывании вольным стилем 800 м за 618,9 с (10 мин 18,9 с) и средней мощностью 44,6Вт.

$$VO_2/t = 0,498 + 0,098N = 0,498 + 0,098 \cdot 44,6 = 4,95 \text{ л/мин,}$$

$$\Sigma DO_2 = 0,411 + 0,172N = 0,411 + 0,172 \cdot 44,6 = 8,08 \text{ л,}$$

$$RO_2/t = 2,73 + 0,122N = 2,73 + 0,122 \cdot 44,6 = 8,18 \text{ л/мин.}$$

3.4. Кисотно-щелочное равновесие крови на дистанциях и в предельных упражнениях

В спортивной тренировке показатели кислотно-щелочного равновесия используются как для оценки состояния спортсмена, так и для определения направленности и эффективности тренировочных упражнений. Фактически показатели кислотно-щелочного равновесия крови широко используются как маркер, отражающий физиологические процессы, происходящие при тренировке спортсмена. В настоящее время накоплены данные о кислотно-щелочном равновесии крови при выполнении физических упражнений [15, 36, 54, 76, 149, 174, 182, 188, 203]. Однако для решения задач управления тренировкой необходимы данные о кислотно-щелочном равновесии на дистанциях различной длины и по отношению к предельному времени выполнения упражнений.

В табл. 17 приведены данные о кислотно-щелочном равновесии крови у 18 квалифицированных спортсменов после проплывания дистанций от 50 до 1500 м (возраст $20,35 \pm 2$ лет, длина тела $178,35 \pm 4$ см, масса $78,45 \pm 6,15$ кг). В таблице приведены: pH – концентрация водородных ионов, pCO_2 – напряжение углекислого газа, АВ – истинные бикарбонаты, CO_2 – общее содержание углекислоты, ВВ – буферные основания, $BE=BB-NBB$ – избыток оснований (NBB -истинные бикарбонаты в норме 42 мэквл/л), SB – стандартные бикарбанаты, *Lact*- концентрация молочной кислоты в крови.

Следует обратить внимание, что наибольшие сдвиги в кислотно-щелочном равновесии крови происходят после проплывания дистанций 100 и 200 м (до 17,69 мМ/л лактат крови и до – 16,50 мэквл/л BE) в зоне анаэробной гликолитической производительности, где наблюдаются наибольшие величины кислородного долга. Минимальные зна-

чения наблюдаются в покое в исходном состоянии перед упражнениями. Их колебания зависят от многих факторов, одним из решающих является реакция на предыдущую нагрузку, в результате которой возрастает лактат до 1,8 мМ/л и выше и уменьшается ВЕ до 2,3 мэкв/л.

Таблица 17

Показатели кислотно-щелочного равновесия крови при проплывании дистанций от 50 до 1500 м квалифицированными спортсменами ($n = 18$)

Дистанция, м	pH	pCO ₂ мм рт.ст.	AB мэкв/л	CO ₂ мэкв/л	BE мэкв/л	SB мэкв/л	Lact ммМ/л
Покой	7,35- 7,43	35,0- 44,0	19,8- 24,0	20,0- 25,9	-2,3 – +2,3	21,3- 24,8	0,8- 1,2
50	7,28 ± 0,05	30,95 ± 5,11	14,3 ± 2,38	15,4 ± 2,50	-11,10 ± 2,37	15,9 ± 1,52	10,02 ± 1,76
100	7,15 ± 0,06	34,60 ± 5,06	10,7 ± 1,86	12,0 ± 1,91	-16,50 ± 2,94	11,9 ± 1,86	17,69 ± 2,16
200	7,18 ± 0,06	32,15 ± 4,67	10,8 ± 2,46	11,3 ± 2,58	-16,30 ± 2,75	11,2 ± 2,16	15,92 ± 1,84
400	7,19 ± 0,05	33,65 ± 3,71	11,2 ± 1,89	12,8 ± 1,90	-14,35 ± 2,70	12,0 ± 2,03	15,32 ± 1,32
800	7,21 ± 0,06	32,20 ± 4,18	12,1 ± 2,01	14,9 ± 2,10	-13,45 ± 3,04	14,0 ± 2,15	14,14 ± 1,76
1500	7,20 ± 0,06	31,8 ± 3,84	14,7 ± 1,98	16,6 ± 1,91	-12,16 ± 2,93	16,3 ± 2,05	10,62 ± 2,02

Примечание: биохимический анализ проводился Балуевой Н. А.

С увеличением длины дистанции и предельного времени упражнений концентрация молочной кислоты в крови и абсолютное значение остаточных бикарбонатов снижается. Следует обратить внимание, что у отдельных пловцов-стайеров на финише могут наблюдаться высокие показатели концентрации молочной кислоты в крови. Однако общая тенденция выражается в снижении лактата крови до 4 мМ/л на дистанциях 2500 - 3000 м.

Показатели остаточных бикарбонатов по отношению к длине дистанции фактически являются зеркальным отображением концентрации лактата в крови (рис. 7).

Статистическая обработка экспериментальных данных ($n = 18$) показывает, что pH обратно пропорционально концентрации лактата крови после нагрузки

$$pH = 7,368 - 0,012 Lact \quad (39)$$

(при $r = -0,834$, $\sigma_{yx} = 0,027$, $t = 3,022$).

Описывая кислотно-щелочное равновесие уравнениями Гендерсона - Гессельбаха и используя уравнение кривой CO_2 равновесия Siggard - Andersen [169], было получено:

$$pH = 7,43 - 0,017 Lact, \quad (40)$$

т. е. экспериментальные и модельные формулы практически совпадают. Аналогичную зависимость получили ряд других авторов.

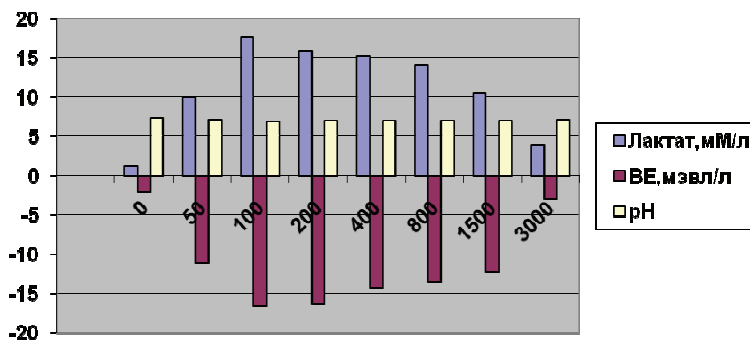


Рис. 7. Показатели кислотно-щелочного равновесия крови при проплывании дистанций различной длины

Естественно предположить наличие прямой связи между избытком оснований и концентрацией молочной кислоты, что было показано в ряде исследований при выполнении упражнений на гребном эргометре:

$$BE = 0,5 - 1,45 Lact \quad (41)$$

Анализ собственных экспериментальных данных позволил рассчитать уравнение регрессии между избытком оснований и концентрацией молочной кислоты в крови

$$BE = -4,403 + (-0,685 Lact) \quad (42)$$

($n = 18$, $r = -0,958$, $\sigma_{yx} =$, $t_b = 6,70$).

При выполнении упражнений с интенсивностью близкой к МПК, лактат достигает 12 - 16 мМ/л у взрослых спортсменов. При упражнениях по интенсивности, близкой к ПАНО, лактат принято принимать на уровне 4 мМ/л. Очевидна прямая связь между концентрацией молочной кислоты в крови и лактатной частью кислородного долга. Аппроксимация экспериментальных данных при выполнении упражнений на гребном эргометре дает линейное уравнение регрессии:

$$Lact = 0,895 + 3,286 DO_2lact \quad (43)$$

$$(n = 18, \sigma_{yx} = 0,77, t_b = 26,02).$$

Наибольшая концентрация молочной кислоты в крови существенно зависит от пола спортсмена, возраста и специализации на дистанциях различной длины. У юношей спринтеров наибольший лактат крови с 9,4 в 10 - 12 лет возрастает до 19,6 мМ/л в 19 лет и старше, у стайеров соответственно с 9,2 до 16,6 мМ/л. У девушек спринтеров наибольший лактат крови с 8,3 в 10 - 12 лет возрастает до 18,2 мМ/л в 18 лет и старше, у стайеров - с 8,3 до 15,4 мМ/л.

Знание показателей кислотно-щелочного равновесия позволяет оценить возможности спортсмена выполнять предельные упражнения в зоне анаэробной энергетической производительности. По показателям КЩР представляется возможность определить направленность тренировочных упражнений. В годичном макроцикле по показателям КЩР выявляется адаптация к тренировочной нагрузке. В ступенчатых и специальных тестах показатели КЩР наряду с частотой сердечных сокращений являются основными критериями оценки состояния спортсмена.

3.5. Частота сердечных сокращений как критерий управления тренировочным процессом

Для практического управления тренировкой частота сердечных сокращений – наиболее доступный физиологический показатель, отражающий состояние спортсмена. В настоящее время в связи с применением современных систем регистрации, запоминания и анализа частоты сердечных сокращений непосредственно во время упражнений и после них возможности использования этого показателя как критерия управления существенно возросли. Выполнено достаточно

много исследований, направленных на использование показателей деятельности сердечно-сосудистой системы в управлении тренировкой спортсмена [13, 16, 50, 51, 54, 78, 88, 160, 185, 188]. Однако недостаточно изучено соотношение между частотой сердечных сокращений, развиваемой спортсменом мощностью и энергетическими показателями на дистанциях различной длины. Задача осложняется тем, что частота сердечных сокращений зависит от многих факторов: пола, возраста, специализации на дистанциях различной длины, тренированности, утомления и индивидуальных соотношений между ЧСС и другими показателями. Поскольку тренировка обычно проводится с постоянной группой спортсменов, эти факторы могут быть учтены.

Для практики управления тренировкой существенное значение имеет соотношение между мощностью выполнения упражнений и частотой сердечных сокращений. На рис. 8 показано изменение частоты сердечных сокращений в зависимости от скорости плавания и мощности.

В покое, после разминки ЧСС составила 90 уд./мин. На отрезке 50 м, где результат составил 25,4 с, мощность была равна 176 Вт, частота сердечных сокращений составила 160 уд./мин. Наибольшая величина ЧСС - 190 уд./мин наблюдалась после проплытия дистанции 100 м за 56,4 с и мощности 128 Вт. Близкие значения при мощности 94 Вт на дистанции 200 м.

Далее по мере снижения мощности до 48 Вт при проплывании 5000 м ЧСС снижается до 160 уд./мин и ниже.

Для оценки состояния спортсмена существенное значение дает возможность в аэробной зоне аппроксимировать зависимость «мощность - ЧСС» линейной функцией в диапазоне от 3 до 20 мин. Поэтому при выполнении упражнений с невысокой мощностью можно определять путем экстраполяции соотношение ЧСС и мощности в более интенсивных упражнениях. В этом направлении выполнено значительное количество исследований [16, 78, 85, 175].

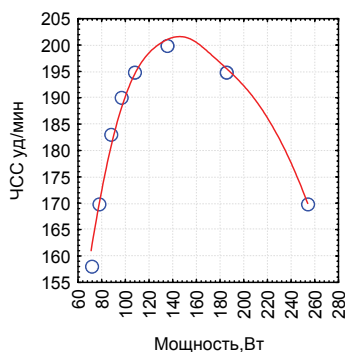


Рис. 8. Соотношение между мощностью при плавании на дистанциях от 50 до 3000 м у квалифицированного спортсмена и частотой сердечных сокращений

Наибольшее применение получил тест PWC₁₇₀ (Physical Working Capacity), в котором путем экстраполяции определяется работоспособность при частоте 170 уд./мин. Однако анализ экспериментальных данных показывает, что соотношение между частотой сердечных сокращений и мощностью в аэробной зоне энергетической производительности более точно аппроксимируется степенной функцией, коэффициенты которой будут зависеть от возраста, пола, квалификации и других факторов. Ниже приведены данные указанных соотношений для 18 квалифицированных пловцов

$$HR = BN^b = 136,6 N^{0,067} \quad (44)$$

($\sigma_{yx} = 0,522$, $\sigma_y = 6,41$, $F = 11,76$)

Важное для практических задач управления тренировкой знание ЧСС при разном предельном времени выполнения упражнений можно получить, подставляя в (44) соотношение «мощность – предельное время» (13):

$$HR = B (N_0 t^{-d})^b \quad (45)$$

При тренировке спортсмена обычно постановка педагогических задач предусматривает знание ЧСС на дистанциях различной длины. Данная зависимость может быть представлена в виде двухкомпонентной экспоненциальной формулой

$$HR = HR_0 + HR_1 e^{-q_1 t} - HR_2 e^{-q_2 t} \quad (46)$$

На рис. 9 можно проследить, что наибольшая частота сердечных сокращений при плавании наблюдается на дистанциях 100 и 200 м в зоне преимущественного анаэробного гликолиза. На более коротких отрезках 25 и 50 м сердечно-сосудистая система, обладая некоторой инерционностью, не успевает адекватно увеличивать частоту сердечных сокращений на увеличении нагрузки, а затем на дистанциях 400 и 800 м ЧСС снижается на 5 - 7 % по отношению к максимуму. Далее с увеличением длины дистанции наблюдается экспоненциальное снижение частоты сердечных сокращений, скорость которой зависит от квалификации, возраста и специализации на дистанциях различной длины.

Как указывалось, частота сердечных сокращений на дистанциях различной длины существенно зависит от квалификации и возраста. В табл. 18 приведены экспериментальные данные, зафиксированные

на финише проплывания дистанций различной длины спортсменами различной квалификации.

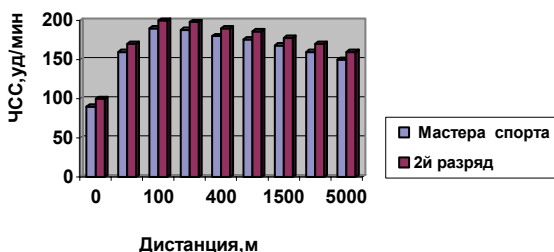


Рис. 9. Частота сердечных сокращений на дистанциях различной длины при спортивном плавании

Таблица 18

Средние значения частоты сердечных сокращений при плавании на дистанциях различной длины

Группы	n	Частота сердечных сокращений на дистанциях, уд./мин						
		50 м	100 м	200 м	400 м	800 м	1500 м	3000 м
Мастера спорта	16	160,4 ± 4,8	182,1 ± 5,1	181,0 ± 1,9	181,3 ± 2,3	176,1 ± 4,1	171,3 ± 2,9	160,3 ± 4,6
Кандидаты в мастера	19	163,6 ± 3,7	184,1 ± 4,4	183,3 ± 1,7	182,4 ± 1,6	179,3 ± 2,8	176,6 ± 3,6	176,3 ± 3,7
Пловцы 1-го разряда	18	166,0 ± 4,2	186,3 ± 3,3	184,1 ± 1,4	183,1 ± 2,4	181,1 ± 3,1	179,5 ± 3,4	170,0 ± 5,2
Пловцы 2-го разряда	16	170,1 ± 3,9	199,3 ± 2,6	196,4 ± 1,9	194,2 ± 4,3	186,1 ± 3,9	182,6 ± 4,4	180,3 ± 5,6

В спортивном плавании тренировки начинаются обычно в 9 - 10 лет. Результаты 2-го разряда юноши достигают в 11 - 12 лет. Норма мастера выполняется в 15 - 16 лет. Такая динамика характерна для пловцов, которые попадают в «коридор» многолетней динамики результатов с вероятным попаданием в элитные группы пловцов в возрасте наивысших достижений. Однако принципиально частота сердечных сокращений в зависимости от квалификации по отношению к длине дистанций меняется мало. Наибольшая частота сердечных сокращений наблюдается на дистанциях 100 и 200 м. Затем ЧСС постепенно снижается по мере увеличения длины проплываемого отрезка.

Снижение частоты сердечных сокращений с ростом квалификации может быть обусловлено двумя факторами: естественным снижением частоты сердечных сокращений по мере созревания спортсмена и адаптацией к многолетней тренировочной нагрузке.

Ниже в табл. 19 приведены коэффициенты двухкомпонентного экспоненциального уравнения «ЧСС – время» (45), рассчитанные по данным пловцов экспериментальных групп разной квалификации.

Таблица 19

Коэффициенты двухкомпонентного экспоненциального уравнения между частотой сердечных сокращений и предельным временем

Экспериментальная группа	HR_0 уд./мин	HR_1 уд./мин	q_1 мин ⁻¹	HR_2 уд./мин	q_2 мин ⁻¹
Мастера спорта	160,3	25,9	-0,053	63,8	- 2,16
Кандидаты в мастера	168,5	16,6	-0,036	65,5	- 2,57
Спортсмены 1-го разряда	170,8	14,9	-0,034	66,4	- 2,69
Спортсмены 2-го разряда	175,1	13,3	-0,031	67,9	- 2,77
Спортсмены 3-го разряда	179,3	12,6	-0,026	70,2	- 3,08

Приведенные коэффициенты отражают изменение частоты сердечных сокращений с повышением квалификации спортсменов и их возраста. Коэффициент HR_0 , который определяет высоту кривой с возрастом и ростом квалификации, снижается с 179,3 до 160,3. В целом коэффициенты табл. 19 отражают закономерность, что длинные дистанции спортсмены низших разрядов проплывают с более высокой частотой сердечных сокращений.

Частота сердечных сокращений на дистанциях различной длины существенно зависит от вида спорта и специализации на дистанции различной длины. Ниже в табл. 20 приведены данные, характерные для этих показателей.

Независимо от вида спорта наиболее высокая частота сердечных сокращений наблюдается во временном диапазоне от 40 до 180 с, т. е. в зоне анаэробного гликолиза, где наибольший кислородный долг и концентрация молочной кислоты. С увеличением времени работы и соответственно длины дистанции более быстрое снижение частоты сердечных сокращений наблюдается у спринтеров.

Наиболее высокие показатели частоты сердечных сокращений наблюдаются у бегунов-спринтеров ($208,5 \pm 1,64$), наиболее низкие у

пловцов- стайеров ($181,9 \pm 1,9$). У пловцов-спринтеров также наиболее низкие показатели ($188,43 \pm 1,5$) по сравнению с другими видами спорта. Основная причина невысокой частоты сердечных сокращений у пловцов определяется благоприятными условиями деятельности сердечно-сосудистой системы при плавании: горизонтальным положением тела в условиях невесомости, давлением воды на периферические сосуды, высокой теплоотдачей, ритмичным и глубоким дыханием.

Таблица 20

Частота сердечных сокращений по отношению к предельному времени для спортсменов в разных видах спорта и специализаций

Вид спорта	n	Частота сердечных сокращений (уд./мин) по временным зонам				
		ЧСС в покое	0 - 40 с	40 - 180 с	180 - 900 с	900 - 1800 с
Плавание спринтеры стайеры	39	61,0	$168,3 \pm 1,9$	$188,4 \pm 1,5$	$182,6 \pm 1,9$	$173,4 \pm 2,3$
	32	57,4	$159,6 \pm 2,0$	$181,9 \pm 1,9$	$179,1 \pm 1,9$	$176,1 \pm 1,9$
Бег спринтеры стайеры	14	-	$192,1 \pm 1,6$	$208,5 \pm 1,6$	$187,6 \pm 1,8$	$183,1 \pm 2,1$
	9	-	$189,3 \pm 1,8$	$206,4 \pm 1,4$	$181,0 \pm 1,7$	$178,6 \pm 2,0$
Гребля	10	54,3	$182,3 \pm 2,0$	$205,4 \pm 1,9$	$192,0 \pm 1,9$	$178,3 \pm 2,0$
Вело- эргометр	5	60,3	$185,9 \pm 2,1$	$204,0 \pm 2,3$	$192,6 \pm 2,4$	$188,4 \pm 2,0$

Практическое значение имеет оценка восстановления частоты сердечных сокращений после упражнений. В спортивном плавании фиксируется частота сердечных сокращений после упражнений в интервалах: 0 - 10 с, 30 - 40 с, 60 - 70 с. В других видах спорта в зависимости от биомеханических и организационных условий могут быть другие интервалы. Зависимость «ЧСС-время» может быть представлена биоэкспоненциальным уравнением:

$$HR = HR_3 e^{-q^3 t} + HR_4 e^{-q^4 t} \quad (47)$$

где q^3 , q^4 – первая и вторая константы скорости восстановления частоты сердечных сокращений. Ниже в табл. 21 приведены константы восстановления частоты сердечных сокращений после проплыwania дистанций разной длины с соревновательной скоростью.

Таблица 21

Константы скорости восстановления частоты сердечных сокращений при проплывании дистанции различной длины с соревновательной скоростью ($n = 69$, мужчины 18 - 30 лет)

Длина дистанции, м	Время выполнения упражнения, с	Первая константа восстановления ЧСС, мин ⁻¹	Вторая константа восстановления ЧСС, мин ⁻¹
100	69,1 ± 0,86	0,70 ± 0,040	0,29 ± 0,026
200	151,9 ± 1,03	0,48 ± 0,031	0,21 ± 0,022
400	346,7 ± 1,42	0,47 ± 0,035	0,24 ± 0,032
800	728,1 ± 2,64	1,06 ± 0,041	0,40 ± 0,038
1500	1398,3 ± 6,12	1,39 ± 0,070	0,44 ± 0,038
3000	2805,1 ± 10,11	1,42 ± 0,069	0,48 ± 0,039

Медленнее всего частота сердечных сокращений восстанавливается после проплывания дистанций 100, 200 и 400 м, где наблюдается значительная доля анаэробного энергетического обеспечения и соответственно значительный кислородный долг. Константы восстановления после этих дистанций существенно ниже, чем на более длинных дистанциях. Скорость снижения ЧСС наибольшую корреляционную связь имеет с лактатной фракцией кислородного долга соответственно -0,883 и - 0,888 для первой и второй констант, а также с суммарным долгом - 0,851 и - 0,891.

Таким образом, в циклических видах спорта низкие константы восстановления частоты сердечных сокращений могут быть показателем выполнения упражнений со значительной долей анаэробного гликолиза. Кроме того, замедление восстановления частоты сердечных сокращений может быть признаком утомления или заболевания спортсмена.

3.6. Зоны энергетической производительности

Определение зон энергетической производительности для управления тренировочным процессом имеет большое значение. По зонам устанавливается направленность и эффективность тренировочных упражнений и распределение тренировочной нагрузки на всех этапах подготовки спортсмена. В формировании представления о зонах энергетической производительности существенное влияние оказали работы В. С. Фарфеля (1946). Существуют различные подходы к определению границ зон и их физиологическому обоснованию.

Общий подход для всех циклических видов спорта определяется соотношением мощности и предельным временем упражнений (11), а также физиологическими показателями, отражающими существо протекающих в заданной зоне процессов. Поскольку абсолютные значения физиологических показателей зависят от вида спорта, квалификации спортсменов и их специализации на дистанции различной длины, целесообразно физиологические показатели выражать в относительных единицах.

Все упражнения по предельному времени выполнения могут быть разбиты на две большие группы. Критерием разделения является время перелома общей и индивидуальной кривой рекордов в двойном логарифмическом графике «мощность (скорость) – время». Точка перелома соответствует времени 180 с и колеблется в зависимости от специализации на дистанциях различной длины.

Упражнения разбиваются на две большие группы: со временем меньше 180 с, преимущественно с анаэробным метаболизмом, и со временем больше 180 с, преимущественно аэробной направленности. Такое деление подтверждается практикой. Так, в спортивном плавании дистанция 200 м проплывается со временем, близким к точке раздела, потребление кислорода на дистанции и кислородный долг примерно равны. Лучшие достижения на этой дистанции за всю историю спортивного плавания переходили из рук спринтеров и стайеров. Эстафета 4 x 200 м также обычно формируется из спринтеров и стайеров.

В настоящее время различными авторами обычно выделяются следующие пять зон: алактатно-гликолитическая, анаэробно-гликолитическая, смешанная анаэробно-аэробная и аэробно-анаэробная и аэробная. Анализ экспериментальных данных энергетики упражнений различной продолжительности, математическое моделирование, практика применения тренировочных упражнений и распределения тренировочной нагрузки позволяют выделить следующие зоны и временные границы:

V зона – алактатно-гликолитическая со временными границами 0 – 40 с, которая, в свою очередь, разделяется на Va до 8 – 10 с с преимущественным креатин-фосфатным метаболизмом и Vб со смешанным анаэробным обеспечением;

IV зона – преимущественного анаэробного гликолиза с границами 40 – 180 с, которая, в свою очередь, разделяется на подзоны IVa до 100 с, где наблюдается максимальный кислородный долг, и IVб от 100 до 180 с «лактатной толерантности».

III зона – смешанного аэробно-анаэробного гликолиза с границами 180 – 900 с, разделяется на подзону IIIa со временем до 7 мин (420 с), где наблюдается максимальный рабочий уровень потребления кислорода, и подзону IIIб от 7 мин до 15 мин (900 с) с высоким субмаксимальным рабочим уровнем потребления кислорода.

II зона – со смешанным, преимущественно аэробным гликолизом с границами от 15 мин (900 с) до 30 мин (1800 с), здесь уровень потребления кислорода достаточно высокий, но ниже уровня запроса, ориентировочно у квалифицированного спортсмена в конце зоны наблюдается порог анаэробного обмена (ПАНО).

Ia зона с аэробным гликолизом и границами от 30 мин (1800 с) до 60 мин (3600 с).

Iб зона липидного обмена с границами от 60 мин и больше.

Выделенные границы по времени в значительной мере условны и не всегда соответствуют достаточно точно указанным физиологическим показателям. Они будут различаться в зависимости от квалификации, специализации и состояния спортивной формы.

Ниже в табл. 22 приведены основные физиологические показатели в относительных единицах в различных зонах, полученных по экспериментальным данным и результатам математического моделирования для пловцов, специализирующихся на дистанциях 100 и 200 м и гребцов на 2000 м.

Относительная мощность и уровень кислородного запроса одновременно снижаются по зонам с увеличением предельного времени упражнений. Наиболее высокий уровень потребления кислорода находится в зонах IVб, IIIa, IIIб и удерживается на достаточно высоком уровне во второй зоне.

Высокий относительный уровень кислородного долга, концентрации молочной кислоты в крови и частоты сердечных сокращений наблюдается в зонах IVa и IVб.

В течение годичного тренировочного цикла физиологические показатели изменяются, соответственно необходимо изменять границы зон. Такая коррекция может быть осуществлена путем запоминания таких маркеров, как частота сердечных сокращений и концентрация молочной кислоты по временным границам в начале сезона после этапа втягивания длительностью до 4 - 6 недель. Затем при анализе упражнений и нагрузки на дальнейших этапах ориентироваться по этим показателям.

Относительная мощность и физиологические показатели в зонах энергетической производительности

Зоны	Va	Vб	IVa	IVб	IIIa	IIIб	II	Ia
Время	0-10 с	10-40 с	40-100 с	100-180 с	180-420 с	420-900 с	900-1800 с	1800-3600 с
Мощность $N / N_{\max}$	1,0-0,99	0,99-0,64	0,64-0,43	0,43-0,32	0,32-0,29	0,29-0,25	0,25-0,22	0,22-0,18
Уровень O_2 запаса $RO_2' / RO_2'_{\max}$	1,0-0,99	0,99-0,67	0,67-0,48	0,48-0,34	0,34-0,30	0,30-0,25	0,25-0,22	0,22-0,19
Уровень O_2 потребления $VO_2' / VO_2'_{\max}$	0,22-0,36	0,36-0,80	0,80-0,97	0,97-1,0	1,0-0,98	0,98-0,92	0,92-0,84	0,84-0,72
Долг O_2 относительный $DO_2 / DO_{2\max}$	0,30-0,48	0,48-0,88	0,88-1,00	1,00-0,96	0,96-0,92	0,92-0,63	0,63-0,40	0,40-0,24
ЧСС / ЧСС _{max}	0,70-0,74	0,74-0,92	0,92-1,00	1,00-0,97	0,97-0,94	0,94-0,88	0,88-0,83	0,83-0,78
$Lact / Lact_{\max}$	0,30-0,44	0,44-0,82	0,82-1,00	1,00-0,98	0,98-0,82	0,82-0,60	0,60-0,36	0,36-0,16
КПД/ КПД _{max}	0,41	0,63	0,65	0,67	0,71	0,75	0,8	0,85

3.7. Основные тренировочные упражнения

3.7.1. Методы выполнения упражнений

Основными компонентами упражнений, направленных на совершенствование выносливости являются длина дистанции, время ее преодоления, время отдыха между повторениями и количество повторений. При выполнении упражнений сериями учитывается отдых между сериями, количество повторений отрезков в сериях, количество серий. В зависимости от регламентации указанных компонентов выделяются различные методы выполнения упражнений: стандартно-повторный, переменный, комбинированный.

В различных циклических видах спорта существуют сложившиеся определения методов выполнения упражнений: метод непрерывной тренировки, непрерывно равномерный, дистанционный, непрерывно переменный, «фартлек», интервальный, повторный, контрольный, соревновательный и другие. При всем многообразии методов выполнения упражнений и их комбинаций необходимо установить общее соотношение указанных компонентов.

В историческом плане методические рекомендации о выборе методов упражнений и их компонентов сложились в процессе совершенствования теории и практики подготовки спортсменов. В подготовке легкоатлетов в довоенный период обычно использовался наряду с дистанционным и «фартлеком» интервальный бег в американской, финской, шведской, германской беговых школах. Длина интервальных отрезков, как правило, была меньше длины основной дистанции, скорость выше, время отдыха строго не регламентировалось.

Непосредственно в послевоенные годы интервальное выполнение упражнений получило применение у известных тренеров по легкой атлетике В. Гершлера (ФРГ), Ф. Стампфла (Англия), Г. Никифорова (СССР), в академической гребле у Адамса (ФРГ), по плаванию у Д. Каунсилмена (США) и многих других. Теоретической и экспериментальной предпосылкой применения интервального метода с регламентацией длины отрезков, продолжительности отдыха, скорости и количества повторений послужили физиологические исследования о превышении уровня потребления кислорода в паузах отдыха над потреблением на рабочих отрезках [46, 50, 51, 187, 209].

Следует отметить, что объем интенсивных упражнений достиг больших величин. Так, выдающиеся спортсмены на тренировках пробегали: В. Куц до 80 раз по 400 м, Э. Затопек до 130 раз по 400 м, Ф. Ванин до 80 раз по 150 м, до 60 раз по 200 м, до 50 раз по 400 м.

Очень высокий объем скоростных упражнений был достигнут в плавании. Так, американский стайер Б. Гудел (тренер М. Шуберт) в одну тренировку проплывал 10 x 50 м с помощью рук прогрессивно в режиме 1 мин, 4 x 400 м с помощью рук в режиме 5 мин с ЧСС до 168 уд./мин, 8 x 200 м в режиме 2 мин 30 с с ЧСС 180 уд./мин, 6 x 300 м в режиме 3 мин 30 с с ЧСС до 168 уд./мин, 4 x 400 м в режиме 4 мин 40 с с ЧСС до 168 уд./мин, 2 x 500 м в режиме 5 мин 50 с с ЧСС до 180 уд./мин, 4 x 50 м спринт в режиме 1 мин (время упражнений в режиме равно сумме работы и отдыха). Учитывая квалификацию пловца, отдых обычно не превышал 30 с. Общий объем за тренировку составил 10700 м.

Рядом авторов проведены статистические и экспериментальные исследования зависимости между лучшими результатами и тренировочными упражнениями сильнейших спортсменов в беге, плавании,

езде на велосипеде и конькобежном спорте. По данным анализа и регрессионным уравнениям предложены таблицы, учитывающие соотношения скорости, количества и длины отрезков и времени отдыха. Однако полученные результаты не дают возможности решить две задачи, возникающие повседневно при оптимизации тренировки:

во-первых, по планируемым результатам рассчитать тренировочные упражнения, во-вторых – решить обратную задачу, по тренировочным упражнениям определить возможные достижения спортсмена.

Наибольший интерес представляет интервальный метод, т. к. в нем сочетаются высокая интенсивность упражнений и их значительный объем, что дает возможность решать широкий круг задач и моделировать тренировку с различной физиологической направленностью. При повторном методе при высокой интенсивности упражнений объем их невелик. В основном они направлены на решение задач прохождения дистанции специализации и развития скоростных возможностей. При дистанционном равномерном методе интенсивность упражнений относительно невысокая и сопоставима с достижениями спортсмена на длинных дистанциях. Они в первую очередь направлены на совершенствование выносливости в аэробной зоне энергетической производительности. К дистанционным упражнениям относится также преодоление дистанций с соревновательной скоростью.

3.7.2. Соотношение основных элементов тренировочных упражнений

В тренировочных упражнениях основными показателями являются:

s – длина дистанции или тренировочного отрезка, м, км,

t – время упражнения, с, мин, ч,

$t_{от}$ – время отдыха между упражнениями, с, мин,

n – количество повторений,

v – скорость выполнения упражнений, м/с,

A – работа на дистанции, Дж, кгм,

N – мощность, Вт, кгм/с.

В интервальных упражнениях на направленность и эффективность тренировки существенное влияние оказывает время работы и отдыха.

Поэтому для анализа интервальных упражнений целесообразно ввести:

$t_{об} = \Sigma t + \Sigma t_{от}$ – сумма времени рабочих отрезков и сумма времени отдыха между упражнениями, с, (48)

$A_{\text{об}} = A_1 + A_2 + \dots + A_n = \sum A_i (i=1, 2, \dots, n)$ – сумма работы на отрезках в интервалы упражнениях, Дж, кгм, (49)

$N_{\text{об}} = A_{\text{об}} / t_{\text{об}}$ – средняя мощность в интервальном упражнении, Вт, кгм/с, (50)

Таким образом, можно сопоставить эргометрические зависимости для однократных и интервальных предельных упражнений:

– для однократных упражнений зависимость «**мощность – время**» имеет вид

$$N = N_o t^{-d}, \quad (51)$$

– для интервальных упражнений зависимость «**общая мощность – общее время**»

$$N_{\text{об}} = N_o' t_{\text{об}}^{-d}, \quad (52)$$

где N_o' – коэффициент для интервальных упражнений,

– для однократных упражнений зависимость «**мощность – работа**»

$$N = N_o A^{-d'}, \quad (53)$$

где $d' = d / 1 - d$,

– для интервальных упражнений зависимость «**общая мощность – суммарная работа**»

$$N_{\text{об}} = N_o' A_{\text{об}}^{-d'_{\text{об}}} \quad (54)$$

или

$$A_{\text{об}} = (N_o' / N_{\text{об}})^{1/d'_{\text{об}}}. \quad (55)$$

Поскольку $A_{\text{об}} = n k s^3 t^2$ при квадратичном законе сопротивления, и также

$$N_{\text{об}} = (n k s^3 / t^2) / t n + t_{\text{от}} (n - 1), \quad (56)$$

поэтому для практических расчетов имеем:

$$n k s^3 t^{-2} = [t n + t_{\text{от}} (n-1) N_{\text{об}} / n k s^3 t^{-2}]^{1/d'_{\text{об}}}. \quad (57)$$

Используя соотношение (57) методом итерации при заданном количестве повторений n и времени отдыха $t_{\text{от}}$ на тренировочном отрезке можно определить возможное рабочее время t .

Для исследования указанных соотношений интервального метода упражнений наблюдения проводились на трех группах спортсменов с последующим апробированием на практике тренировки больших групп.

В первую группу (табл. 23) вошли шесть квалифицированных спортсменов, которые выполняли упражнения в плавании и на велоэргометре.

Таблица 23

Морфофункциональные показатели спортсменов экспериментальной группы по исследованию интервальных тренировочных упражнений

Вид упражнений	Фамилия, имя	Возраст, Лет	Длина тела, см	Масса тела, кг	$\dot{V}O_2/t$ max, л/мин	$\dot{D}O_2$ max, л
Плавание	А.В.	21	177,4	75,9	4,41	9,24
	С.М.	19	178,5	72,0	3,14	7,11
	В.Г.	19	167,1	71,0	3,54	7,27
Велоэргометр	Е.Б.	22	178,1	70,5	3,61	7,03
	В.Б.	20	174,3	72,3	3,81	7,51
	М.С.	22	181,3	74,1	3,93	7,64

Однократно спортсмены проплывали дистанции 25, 50, 100, 200, 400, 800, 1500, 3000 м на лучший результат. На велоэргометре в однократных упражнениях задавалась мощность от 571,9 до 186,4 Вт с таким расчетом, чтобы получить достаточное количество показателей для расчета зависимости «мощность - время». Интервально проплывались дистанции 50, 100, 200 м, на велоэргометре выполнялись упражнения длительностью 30, 60, 120 с. Упражнения выполнялись «до отказа». Отдых между упражнениями составил 15, 30, 60 с.

Упражнения выполнялись с одновременной регистрацией физиологических показателей. Выдыхаемый спортсменами воздух забирался в емкости, частота сердечных сокращений регистрировалась электрокардиографически. Анализ и расчет всех физиологических показателей проводился в соответствии с принятыми методами и стандартными процедурами [11, 32].

Во второй экспериментальной группе ($n = 18$, длина тела 174,8 см, масса тела 68,9 кг, возраст 21 лет, II разряд - МС) наряду с проплаванием дистанций от 25 до 3000 м выполнялись тренировочные упражнения на дистанциях 50, 100 м. Одновременно проводилась регистрация физиологических показателей и определений кислотно-щелочного равновесия крови.

В третьей группе ($n = 14$, длина тела 180,3 см, масса тела 74,2 кг, возраст 18,5 лет, квалификация КМС-МС) кроме проплывания основных дистанций спортсмены выполняли интервальные упражнения на отрезках 50, 100, 200, 400 м с отдыхом 15 с с одновременной регистрацией концентрации молочной кислоты в крови в паузах отдыха и после завершения упражнений.

Для наглядного представления о соотношении основных показателей интервальных тренировочных упражнений в табл. 24 приведены данные экспериментального исследования для квалифицированного пловца А. В. Его результаты при однократном проплывании дистанций с толчка (при падении скорости на поворотах из-за физиологической аппаратуры) составили: на 50 м – 28,5, на 100 м – 1.05,8, на 200 м – 2.31,7, на 400 м – 5.39,7, на 1500 м – 25.00,7. Упражнения с отдыхом 30 с и 60 с не приводятся, т. к. они на практике применяются меньше.

Таблица 24

Интервальные тренировочные упражнения, выполненные пловцом А. В.

Дистанция, м	Интенсивность, %	Время работы, мин, с	Время отдыха, с	Кол-во повторений	Зона	ЧСС, уд./мин	$\dot{V}O_2/t$ л/мин	Лактат, мМ/л
50	82,5	35,8	15	4	IIIa	189	4,21	9,10
50	74,6	39,6	15	8	IIIb	186	4,36	8,40
50	71,0	41,6	15	12	IIIb	183	4,17	7,04
50	68,5	43,2	15	16	IIIb	180	4,13	6,20
50	66,6	44,4	15	20	II	179	4,09	5,62
50	63,3	46,7	15	30	Ia	176	4,05	6,91
50	61,0	48,5	15	40	Ia	166	4,01	4,66
100	81,3	1.22,5	15	4	IIIa	186	4,17	8,82
100	74,8	1.29,5	15	8	IIIb	182	4,11	6,47
100	71,2	1.34,1	15	12	IIIb	178	4,03	5,41
100	86,8	1.37,5	15	16	II	174	3,97	4,76
100	66,9	1.40,2	15	20	Ia	166	3,91	5,26
100	63,6	1.45,4	15	30	Ia	159	3,59	3,01
100	61,4	1.49,2	15	40	Ib	154	3,38	1,57
200	83,2	3.02,6	15	4	IIIb	181	4,11	6,62
200	76,5	3.18,4	15	8	II	177	3,98	4,86
200	72,9	3.28,5	15	12	Ia	165	3,80	4,35
200	70,3	3.36,0	15	16	Ia	161	3,57	1,93
200	68,4	3.42,0	15	20	Ib	155	3,41	1,62

Следует иметь в виду, что указанные соотношения между интенсивностью и количеством повторений в зависимости от квалификации и специализации различаются. Также данные соотношения меняются в течение годовичного тренировочного макроцикла. Так, с повышением квалификации у мастера спорта упражнение 50 x 4 с отдыхом 15с переместится в зону IVb, упражнение 50 x 8 и 50 x 12 – в зону IIIa, упражнения 50 x 16 и 50 x 20 – в зону IIIb, упражнения 50 x 30 и 50 x 40 останутся во II зоне.

С относительно большей интенсивностью интервальные упражнения выполняются спортсменами, специализирующимися на длинных дистанциях. При количестве повторений 4 - 8 раз интенсивность по отношению к максимальной скорости на этом отрезке достигает 97 % и выше. Это происходит из-за того, что скорости на отрезках 50, 100, 200 м у стайеров относительно ниже и удерживают скорость они лучше.

Следует также обратить внимание, что интервальные тренировочные упражнения выполняются таким образом, чтобы средняя скорость на отрезках отличалась мало и общее время было как можно лучше. Фактически упражнения выполняются «до отказа». В этом случае они дают наибольший эффект. Поэтому также при заданном количестве повторений упражнения с отдыхом 30, 60 с выполняются с большей скоростью.

Анализ экспериментального материала по выполнению тренировочных упражнений позволяет сформулировать основной вывод: при интервальном выполнении тренировочных упражнений с регламентированным отдыхом (15, 30 с) соотношение «общая средняя мощность - суммарная работа» (32) аппроксимируется той же степенной функцией, как и соотношение «мощность-работа» для однократных предельных упражнений.

В табл. 25 приведены результаты регрессионного анализа однократного и интервального выполнения упражнений в плавании и на велоэргометре для спортсменов экспериментальных групп. Поскольку общая средняя мощность для тренировочных упражнений ниже мощности в однократных упражнениях, мощность их по отношению к предельному совпадает со второй частью эргометрической зависимости, соответствующей длинным дистанциям.

Коэффициенты уравнений регрессии «мощность - время»
для однократного и интервального выполнения упражнений

Спорт-смены	Отдых, с	Дистанция, м, время работы, с	Коэффициенты уравнений				Статистические показатели		
			$d_{тр}$	$No_{тр}$	$d_{тр}/d$	$No_{тр}/No$	σ^2_y	σ^2_{yx}	F
Пловец А. В.	0	400,1500	-0,330	267,4	1,00	1,00	60,5	0,76	79,8
	15	50, 100	-0,390	433,5	1,18	1,62	19,3	0,32	60,0
	30	50,100,200	-0,264	197,4	0,80	0,73	24,5	5,52	4,43
	60	50,100,200	-0,253	169,5	0,77	0,39	9,68	0,20	45,9
Пловцы $n = 14$	0	400, 1500	-0,248	966,1	1,00	1,00	318	1,42	224
	15	50,100,200	-0,252	662,0	0,95	1,31	15,0	2,84	5,30
Пловцы $n = 18$	0	400,800	-0,288	726,4	1,0	1,0	68,3	4,20	16,3
	30	50,100	-0,299	696,5	1,04	0,95	80,2	2,72	29,4
Велосипедисты $n = 3$	0	35-150с	-0,437	2724	1,0	1,0	10,8 ⁴	240	45,0
	0	180-900с	-0,266	1336	1,0	1,0	1070	31,1	50,6
	15	30,60,120с	-0,301	1806	1,13	1,35	2386	213	11,9
	30	30,60,120с	-0,261	1609	0,98	1,20	1236	133	9,24
	60	30,60,120с	-0,210	1529	0,79	1,14	448	124	3,6

При однократном выполнении пловцами упражнений на дистанциях 400, 800 и 1500 м коэффициенты степенной функции «мощность-время» (d) были в пределах от $-0,248$ до $-0,330$ и определяли степень удержания скорости с увеличением времени и длины дистанции. Свободный член уравнений (No) составил от 267,4 до 696,1 Вт. У велосипедистов в аэробной зоне $d_{тр} = -0,437$, $No = 1336,0$.

Сравнение коэффициентов уравнений ($d_{тр}$) зависимости «общая мощность-время» для упражнений с отдыхом 15, 30, 60 с независимо от длины тренировочных отрезков показывает на их снижение с увеличением отдыха. У пловца А. В. ($d_{тр}$) в упражнениях с отдыхом 15 с составил $-0,390$, с отдыхом 30 с $-0,264$, с отдыхом 60 с $-0,253$. Свободный член уравнения (No) соответственно снизился с 433,5 до 169,5 Вт. Аналогичное снижение наблюдается при выполнении интервальных упражнений велосипедистами.

Для сравнения линий регрессии тренировочных упражнений с различным отдыхом с регрессией однократных упражнений в табл. 22 приведены соотношения коэффициентов $d_{тр}/d$ и свободных членов $No_{тр}/No$. Как в плавании, так и в упражнении на велоэргометре они показывают аналогичное относительное снижение.

Используя формулу (56, 57), методом итерации определяется количество повторений n при заданном t и тот или наоборот по заданному количеству повторений n и величине отдыха tot определяется время на рабочем отрезке t . Наилучшее приближение расчетных упражнений к фактическим будет при времени рабочих отрезков, не превышающем 180 с, и временем отдыха 30 с. При этих параметрах упражнений наилучшим образом проявляется инвариантность однократных и интервальных упражнений.

Следует отметить, что рассмотренные зависимости относятся к состоянию спортсмена, когда он находится в спортивной форме. В целом полученные данные позволяют решить ранее сформулированные задачи: в первой – по планируемому результату на основной дистанции рассчитать тренировочные упражнения, во второй – по выполнению интервальных упражнений прогнозировать результаты на дистанциях.

Эффективность применения интервальных упражнений в значительной степени определяется их физиологической характеристикой. Поскольку комбинаций упражнений при различной длительности, интенсивности, времени отдыха и количества повторений может быть много, возникает необходимость в разработке общего подхода, который дал бы возможность установить основные физиологические характеристики интервальных упражнений.

Для оценки физиологических характеристик интервальных упражнений целесообразно ввести:

Сумма потребления кислорода на рабочих отрезках

$$VO_{2раб1} + VO_{2раб2} + ... + VO_{2раб n} = \Sigma VO_{2 раб} (i = 1, 2, ...n) \quad (58)$$

Сумма потребления кислорода в паузах отдыха

$$VO_{2от1} + VO_{2от2} + ... + VO_{2 от n-1} = \Sigma VO_{2 от} (i = 1, 2, ... n-1) \quad (59)$$

Средний уровень потребления кислорода во время работы и в паузах отдыха

$$VO_2'_{общ} = \Sigma VO_{2раб} + \Sigma VO_{2 от} / \Sigma t_{раб} \cdot n + \Sigma tot (n-1) \quad (60)$$

Долговая мощность интервальных упражнений

$$DO_2'_{общ} = DO_2 / \Sigma t_{раб} \cdot n + \Sigma tot (n-1) \quad (61)$$

Общий средний уровень запроса интервальных упражнений

$$RO_2'_{2'общ} = VO_2'_{общ} + DO_2'_{общ} \quad (62)$$

Общий уровень потребления в интервальных упражнениях равен отношению потребления кислорода на рабочих отрезках и в паузах отдыха к общему предельному времени работы и отдыха. При сокращении отдыха между упражнениями до нуля, т. е. при однократной работе, понятия $R'O_2$ общ, $I'O_2$ общ, $D'O_2$ общ, N общ будут соответствовать общепринятым для однократных упражнений.

Для подтверждения правомерности подобного подхода в табл. 26 приведены уравнения регрессии для эргометрических и энергетических показателей и их статистическая оценка при однократном и интервальном выполнении упражнений.

Таблица 26

Уравнения регрессии для эргометрических и энергетических показателей при однократном и интервальном выполнении упражнений спортсменами экспериментальных групп в плавании и на велоэргометре

Уравнения регрессии	Коэффициенты уравнений	σ_{yx}^2	σ_y^2	F
Для однократных упражнений пловцом А. В.				
$N = N_0 t^{-d1}$	$d1 = -0,457 \text{ } N_{01} = 568,87$	16,51	2504,6	151,7
$N = N_0 t^{-d2}$	$d2 = -0,330 \text{ } N_{02} = 267,4$	0,76	60,50	79,78
$R'O_2 = M_1 N^{\mu 1}$	$\mu 1 = 1,118 \text{ } M_1 = 0,0859$	1,44	89,61	63,0
$R'O_2 = R'O_{20} t^{\eta 1}$	$\eta 1 = 0,380 \text{ } R'O_{20} = 48,47$	0,171	1,25	7,31
$D'O_2 = M3 R'O_2^{\mu 3}$	$\mu 3 = 3,282 \text{ } M3 = 0,0061$	0,0048	0,56	24,43
$D'O_2 = D'O_{20} t^{\eta 3}$	$\eta 3 = -1,282 \text{ } D'O_{20} = 13,92$	0,00023	0,55	24,43
Для интервальных упражнений пловцом А. В.				
$N_T = N_{0T} t^{-d2T}$	$d2T = -0,329 \text{ } N_{0T} = 279,41$	3,82	277,2	72,58
$R'O_{2T} = M_{1T} N^{\mu 1T}$	$\mu 1T = 0,935 \text{ } M_{1T} = 0,147$	0,0077	0,669	8,69
$R'O_{2T} = R'O_{20T} t^{\eta 1T}$	$\eta 1T = 0,341 \text{ } R'O_{20T} = 37,88$	0,238	0,803	3,37
$D'O_{2T} = M3T R'O_{2T}^{\mu 3}$	$\mu 3T = 2,448 \text{ } M3T = 0,0201$	0,023	0,224	9,76
$D'O_{2T} = D'O_{20T} t^{\eta 3T}$	$\eta 3T = -1,244 \text{ } D'O_{20T} = 13,51$	0,0034	0,223	65,46
Для однократных упражнений на велоэргометре спортсменом Е. В.				
$N = N_0 t^{-d1}$	$d1 = -0,435 \text{ } N_{01} = 2614,1$	655,32	9494	43,05
$N = N_0 t^{-d2}$	$d2 = -0,265 \text{ } N_{02} = 1136,2$			
$R'O_2 = M_1 N^{\mu 1}$	$\mu 1 = 1,344 \text{ } M_1 = 0,0023$	0,390	15203	3,8.10
$R'O_2 = R'O_{20} t^{\eta 1}$	$\eta 1 = -0,436 \text{ } R'O_{20} = 8,011$	1,433	10,52	7 7,34
$D'O_2 = M3 R'O_2^{\mu 3}$	$\mu 3 = 3,532 \text{ } M3 = 0,0114$	0,276	0,687	3,62
$D'O_2 = D'O_{20} t^{\eta 3}$	$\eta 3 = -0,994 \text{ } D'O_{20} = 5,331$	0,455	1 0,99	24,17
Для интервальных упражнений на велоэргометре спортсменом Е. В.				
$N_T = N_{0T} t^{-d2T}$	$d2T = -0,330 \text{ } N_{0T} = 1572,5$	245,6	3672,7	14,96
$R'O_{2T} = M_{1T} N^{\mu 1T}$	$\mu 1T = 0,985 \text{ } M_{1T} = 0,017$	0,045	3673,0	8,08.10
$R'O_{2T} = R'O_{20T} t^{\eta 1T}$	$\eta 1T = -0,308 \text{ } R'O_{20T} = 6,047$	0,090	0,959	10,62
$D'O_{2T} = M3T R'O_{2T}^{\mu 3}$	$\mu 3T = 2,138 \text{ } M3T = 0,060$	2,632	10,995	4,177
$D'O_{2T} = D'O_{20T} t^{\eta 3T}$	$\eta 3T = -1,137 \text{ } D'O_{20T} = 7,312$	0,011	0,687	63,06

Коэффициенты для обобщенных показателей интервальных упражнений соответственно совпадают или близки коэффициентам для однократных предельных упражнений. При подстановке данных для интервальных упражнений в уравнения для однократных предельных упражнений и наоборот соотношение остаточной дисперсии к дисперсии зависимого переменного показывает статистически высокую степень аппроксимации ($p < 0,05$). Таким образом, соотношение между уровнем кислородного запроса, уровнем потребления кислорода, долговой мощностью, мощностью внешней работы в предельных однократных упражнениях инвариантны соответствующим обобщенным показателям в интервальных упражнениях. Для практического управления подготовкой спортсмена интервальный метод выполнения упражнения можно условно разделить на отдельные части, объединенные общей методической направленностью. При этом предполагается, что отдых между отрезками составляет 15 - 20 с, скорость на рабочих отрезках при заданном количестве повторений спортсмен стремится удержать равномерную.

Медленная интервальная тренировка состоит из преодоления отрезков 30 с x 30 - 40 раз, 60 с x 20 - 30 раз, 120 с x 12 раз. Упражнения выполняются в зоне Ia, т. е. ниже порога анаэробного обмена. Частота сердечных сокращений составляет 0,78 - 0,83 к максимальной, уровень потребления кислорода 0,72 - 0,84 к максимуму. В целом медленная интервальная тренировка используется на этапах втягивания, разгрузки и совершенствования экономичности техники.

Функциональная интервальная тренировка состоит из преодоления отрезков 30 с x 16 - 20 раз, 60 с x 12 - 16 раз, 120 с x 8 раз. Упражнения выполняются во II зоне энергетической производительности, где уровень кислородного запроса превышает уровень потребления. Частота сердечных сокращений составляет 0,83 - 0,88 к максимальной, уровень потребления кислорода 0,84 - 0,92 к максимуму, в паузах отдыха наблюдается высокий кислородный пульс. К концу упражнений наблюдается относительно невысокий кислородный долг 0,4 - 0,6 к максимуму. В целом упражнения выполняются в благоприятных аэробных условиях, при относительно высокой интенсивности. Функциональная интервальная тренировка занимает значительное место в подготовке спортсменов. Количество серий в тренировку достигает двух - трех.

Интервальная тренировка высокого уровня потребления кислорода состоит из преодоления 30 с х 8 - 12 раз, 60 с х 8 раз, 120 с х 4 раз. Упражнения выполняются в зоне IIIб. Уровень потребления кислорода составляет 0,92 - 0,98 к рабочему максимуму, частота сердечных сокращений достигает 0,88 - 0,94. В конце упражнений наблюдается значительный кислородный долг, составляющий 0,63 - 0,94 к максимальному. Упражнения этой группы связаны со значительными функциональными нагрузками для спортсмена и целесообразны после предварительной подготовки к концу подготовительного периода. В паузах отдыха уровень потребления кислорода к концу упражнений может превышать потребление на рабочих отрезках, соответственно при этом снижается ЧСС и возрастает ударный объем сердца [50, 51, 208, 209].

Интервальная тренировка экстремального типа состоит из преодоления 30 с х 4 - 6 раз, 60 с х 3 - 4 раз. Упражнения выполняются в зоне IIIа. Потребление кислорода достигает рабочего максимума. В некоторых случаях при небольшом количестве повторений и высокой интенсивности квалифицированные спортсмены достигают максимального кислородного долга и попадают в зону IVб.

Дистанционные тренировочные упражнения можно разделить на две большие группы. В первую входят упражнения, выполняемые на соревнованиях «в полную силу». Эти упражнения, несмотря на их высокую эффективность, занимают в тренировочном процессе небольшую часть. Из-за стрессового характера таких упражнений и малого возможного объема в тренировке. Исключение составляют упражнения на сверхкоротких отрезках в пределах 6 - 8 с и являются отдельной группой с преимущественным кرياتифосфатным метаболизмом.

Вторая группа дистанционных упражнений, которые выполняются в аэробной зоне Ia и Ib, охватывает не менее 50 % от общего объема нагрузки в годичном макроцикле квалифицированных спортсменов. В некоторых видах спорта дистанционные упражнения составляют основную часть нагрузки (велосипедные шоссейные гонки, лыжные гонки). В отдельных видах сочетается аэробная нагрузка при относительно высокой интенсивности. Так, в спортивном плавании спортсмены преодолевают в одну тренировку до 10 х 400 м, 5 х 800 м, 6 х 1000 м, 3 х 1500 м и более. Дистанционные упражнения исполь-

зуются для решения широкого круга задач от совершенствования выносливости до совершенствования техники и разгрузки после интенсивных упражнений.

Для подбора дистанционных упражнений в годичном макроцикле может быть использована зависимость «скорость - время». В наиболее простом случае необходимо подобрать базовые дистанции, характерные для определенной физиологической направленности. Временем для определения базовой дистанции на границе II и Ia зоны может быть работа в течение 30 мин. Такая работа будет близкой к порогу анаэробного обмена, но, естественно, точно с ПАНО совпадать не будет. Зато при таком подходе представляется возможность рассчитать необходимую скорость по этапам подготовки и контролировать ее. В табл. 27 приведены данные по подбору дистанционных упражнений для квалифицированного пловца А. В. К моменту расчета и апробирования тренировочных упражнений у пловца были следующие результаты: 100 м – 1.05,7, 200 м – 2.25,8, 400 м – 5.14,4, 1500 м – 21.09,1.

Таблица 27

Дистанционные упражнения по отношению к заданным результатам

Базовые и дополн. дистанции	Время, мин, с	ЧСС, уд./мин	Лактат, мМ/л	V'O ₂ л/мин	Интенсивность (%) и время (мин,с) на рабочих отрезках			
					200 м	400 м	800 м	1500 м
2088	30 мин	168	3,85	3,66	84,6% 2.52,4	91,2% 5.44,7	94,8% 11.29,5	98,2% 21.32,8
4027	60 мин	150	0,86	3,13	81,6% 2.58,8	87,9% 5.57,6	91,4% 11.55,2	94,6% 22.21,0
2500	36.16,4	165	2,50	3,54	83,8% 2.54,1	90,3% 5.48,2	93,8% 11.36,4	97,2% 21.45,8
3000	43.58,4	162	1,71	3,41	82,9% 2.55,9	89,4% 5.51,8	92,9% 11.43,6	96,2% 21.59,2
4000	59.34,8	156	0,93	3,14	81,6% 2.58,7	87,9% 5.57,5	91,4% 11.54,9	94,7% 22.20,5
5000	75.24,5	144	0,81	2,86	80,6% 3.00,9	86,9% 6.02,0	90,3% 12.03,9	93,5% 22.37,3
10000	155.45,8	138	0,7	2,80	77,5% 3.08,1	83,6% 6.16,2	86,9% 12.32,5	90,0% 23.30,9

В рассматриваемом примере выбраны два подхода: в первом задавалось время работы и определялась базовая дистанция и соответствующие физиологические показатели, во втором – задавалась дистанция и определялись время и скорость. В обоих случаях надо учитывать, что получаемые данные будут зависеть от квалификации, специализации на различных дистанциях и этапа годичного макроцикла. Так, у пловца-спринтера мастера спорта 30-минутная базовая дистанция составит 2500 м, у мастера международного класса – 2700 м, у стайера – 3000 м. При правильном построении тренировки в годичном макроцикле, при фиксированном времени длина базовых дистанций будет существенно возрастать, при фиксированной дистанции время будет сокращаться и скорость возрастать.

Следует иметь в виду, что на показания концентрации молочной кислоты в крови влияют дополнительные факторы (утомление, состояние здоровья и т. п.), измерение уровня потребления кислорода требует дополнительной аппаратуры, поэтому основными показателями для регулирования нагрузки являются интенсивность упражнений и частота сердечных сокращений.

Обычно дистанционные упражнения у квалифицированных спортсменов с частотой сердечных сокращений ниже 138 уд./мин практически не используются. В табл. 27 интенсивность определялась как отношение скорости на базовой дистанции к максимальной скорости на избранном тренировочном отрезке. На отрезке 200 м, учитывая, что отдых между заплывами не регламентируется, т. к. кислородный долг и лактат крови невысоки, интенсивность ниже 85 % означает сравнительно невысокую и доступную нагрузку (по мощности данное упражнение близко к 50 %). В то же время на дистанции 400 м, 800 м, 1500 м относительная интенсивность достаточно высокая и требует специального планирования при построении тренировки.

Один из методических подходов состоит в постепенном овладении упражнениями на дистанциях 200, 400, 800, 1500 м с частотой сердечных сокращений 138 уд./мин, затем с частотой сердечных сокращений 144 уд./мин и т. д. до 168 уд./мин. Указанное повышение интенсивности дистанционных упражнений должно согласовываться с динамикой адаптационных процессов и динамикой нагрузки на этапах годичного макроцикла.

Повторные тренировочные упражнения применяются, как правило, на заключительных этапах годичного макроцикла. Основной

характерной особенностью повторных упражнений является отдых, дающий возможность повторно выполнять упражнения с повышенной интенсивностью. В табл. 28 приведен пример выполнения повторных упражнений квалифицированным пловцом А. В. Лучший результат пловца на 50 м – 28,53 при выполнении упражнений с маской для забора выдыхаемой смеси.

Таблица 28

Повторные тренировочные упражнения в плавании
на отрезке дистанции 50 м

Дистанция, м	Время, с	Интенсивность, %	Количество повторений	Время отдыха, мин	$V'\text{O}_2$ л/мин	Лактат, ммоль/л	Зона
50	28,5	100	2	8	3,6	8,0	Vb
50	29,8	95,8	4	4	4,2	11,3	IVb
50	30,2	94,5	6	6	4,18	10,8	IVb
50	30,9	92,3	8	1	3,37	9,2	IVb

Следует обратить внимание, что спортсмен, несмотря на значительный отдых, каждое последующее упражнение выполняет в условиях, когда от предыдущего упражнения остается существенный кислородный долг. В результате к последнему повторению накапливается существенная анаэробная задолженность.

Кроме того, поскольку упражнения выполняются с повышенной интенсивностью, спортсмен должен мобилизовать силовые возможности, контролировать технику движений и быть готовым к преодолению утомления на последних отрезках.

Глава 4. СИЛОВАЯ ВЫНОСЛИВОСТЬ И СКОРОСТНО-СИЛОВАЯ ПОДГОТОВЛЕННОСТЬ

4.1. Силловые качества и их определяющие факторы

В комплексе показателей, определяющих состояние спортсмена в управлении тренировкой, силовая подготовленность занимает значительное место. Важность силовой подготовки в некоторых видах спорта не столь очевидна по сравнению с упражнениями со штангой, в метаниях и других видах спортивной деятельности, где достижения в значительной степени определяются силовыми качествами. Однако при хорошей общей подготовленности недостаток силовых качеств может быть препятствием для роста результатов.

Выполнено значительное количество научных и методических работ по изучению силовой подготовленности в циклических и других видах спорта [1, 2, 26, 58, 67, 84, 90, 95, 101, 107, 118, 137, 177, 161, 186, 196]. Основным недостающим звеном в рассматриваемых работах является недостаточная взаимообусловленность измеряемых силовых показателей и спортивных результатов.

В настоящее время в практике управления и оптимизации тренировочного процесса можно выделить следующие показатели силовой подготовленности:

- максимальная изометрическая сила P_o
- силовая выносливость P_e
- скоростно-силовая подготовленность P_v
- максимальная региональная мощность N_r
- максимальный импульс сил P_i
- общая силовая подготовленность P_a .

При планировании тренировки в годичном цикле вводятся также показатели, отражающие всестороннюю анатомическую силовую подготовленность, т. к. недостаток в развитии силовых показателей отдельных мышечных групп может быть препятствием к росту спортивных достижений.

Сложность оценки силовой подготовленности в циклических видах спорта определяется тем, что во время преодоления дистанции в естественных условиях спортсмен может менять темп и шаг движений, частично компенсируя недостатки силовых качеств. При выполнении силовых упражнений на тренажерах задается величина преодолеваемого сопротивления, время работы и другие параметры. Важным условием оценки силовых качеств при упражнении на тренажерах является специфичность движений, т. е. близость их к движениям на дистанции в рассматриваемом виде спорта.

Анализ литературных источников показывает, что условно можно выделить три фактора, определяющих силовые возможности спортсмена:

- координация сокращения отдельных мышечных групп,
- внутримышечная координация, т. е. координация сокращения отдельных двигательных единиц, которые включают мотонейрон спинного мозга, аксон, проводящий нервный импульс, и нервные окончания к мышечным волокнам,
- сила и длительность сокращения отдельных мышечных волокон.

При планировании тренировки в зависимости от выбранной стратегии тренировки на уровне мышечных волокон может происходить преимущественно миофибрилярная и саркоплазматическая гипертрофия. При этом учитываются изменение толщины быстрых и медленных волокон, иннервация и импульсация волокон, капилляризация волокон, количество митохондрий и их диаметр, мышечный лактат, темпы утилизации гликогена, поверхность клетки, накопление энергетических субстратов и другие показатели.

Для иллюстрации указанных показателей ниже приведены данные пловцов-спринтеров, которые имеют более высокие показатели силовой подготовленности и показывают на коротких дистанциях более высокую мощность, чем стайеры. Количество быстрых волокон у спринтеров составило $64,9 \pm 9,3 \%$, у стайеров – $45,1 \pm 4,5 \%$, капилляризация у спринтеров $453,2 \pm 1,43$, у стайеров – $520,1 \pm 5,6 \text{ см}^2$, количество митохондрий соответственно 1290 ± 67 и 1838 ± 360 , скорость утилизации гликогена $51,8 \pm 13,8$ и $24,1 \pm 11,3 \text{ мм/кг/мин}$, соли лимонной кислоты – $21,2 \pm 2,5$ и $9,65 \pm 5,0 \text{ мл/мин/г}$, лактат мышц у спринтеров $18,9 \pm 5,3$ и у стайеров $13,7 \pm 4,1 \text{ мм/л}$.

4.2. Региональная силовая и скоростно-силовая подготовленность

Структуру силовой подготовленности представляется возможным рассмотреть при выполнении упражнений на тренажерах, когда могут задаваться частота движений, величина преодолеваемого сопротивления, время упражнения и другие параметры. Мощность, развиваемая на тренажере в наиболее простом варианте, может быть определена по формуле:

$$N = A / t = P l n / t = P l m, \quad (63)$$

где N – мощность, Вт, A – работа, Дж, t – время, с, P – сила сопротивления, Н, l – длина рабочего усилия, м, n – количество рабочих движений, m – темп, мин⁻¹.

На рис. 10 показано изменение средней мощности с увеличением времени выполнения тремя квалифицированными спортсменами (длина тела – 178,6, масса тела – 77,8 кг, возраст – 21,6 лет) упражнений руками на тренажере Хуттеля-Мартинса до отказа. Упражнения выполнялись двумя руками лежа на груди на специальной скамейке с углом наклона 7 - 8 градусов, что примерно соответствовало углу атаки при плавании.

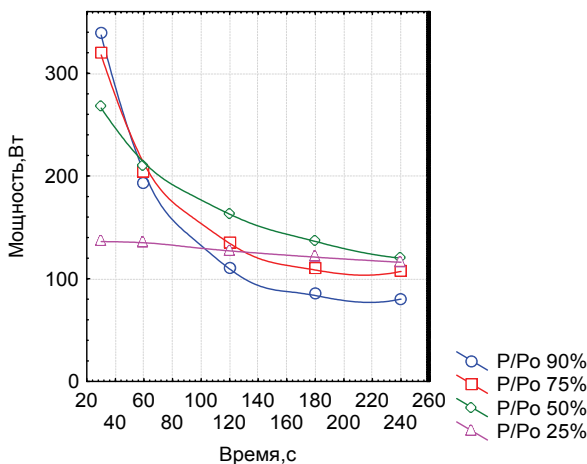


Рис. 10. Соотношение мощности (Вт) и предельного времени в региональных упражнениях руками на тренажере при заданной относительной нагрузке

Руки при выполнении движений сгибались до 120 градусов локтями кнаружи. Время упражнения составило 30, 60, 120, 180, 360, 720 с и относительная нагрузка P/P_0 – 90, 75, 50, 25 %.

Наибольшую мощность при относительном сопротивлении на тренажере 90 % (P/P_0) к максимальной тяге спортсмены удерживали до 50 с. Упражнения в заданных границах можно отнести к скоростно-силовой группе. При нагрузке 75 % наибольшую мощность спортсмены удерживали от 50 до 90 с. Такая продолжительность превышает время в плавании на 100 м, в беге на 400 м на дистанциях, где наблюдается преимущественное анаэробное энергетическое обеспечение. При нагрузке 50 % наибольшую мощность спортсмены удерживали в диапазоне от 90 с до 720 с. При дальнейшем снижении нагрузки до 25 % мощность удерживается более 12 мин.

Оптимальная кривая зависимости «мощность – предельное время» в рассматриваемых региональных упражнениях проходит по точкам, где наблюдается наибольшая мощность при заданной нагрузке (P/P_0). Наибольшая мощность наблюдалась при длительности упражнения 30 с и нагрузке 90 %, затем при 50 с и нагрузке 75 %, затем при 120 с и нагрузке 50 % и только при 720 с нагрузка составляла 25 %. Указанная зависимость характерна для циклических видов спорта, где спортсмен самостоятельно определяет темп движений и шаг (расстояние продвижения за один цикл движения). В велосипедных гонках на шоссе спортсмен выбирает оптимальное соотношение «мощность - нагрузка» подбором передач. Следует отметить, что приведенные значения мощности и нагрузки существенно изменяются в зависимости от состояния спортивной формы и силовой подготовки.

При подборе упражнений в различных видах спорта существенное значение имеет темп движений, т. к. во многих упражнениях при сохранении нагрузки изменение темпа ведет к существенному росту силовой направленности упражнений. На рис. 11 приведено соотношение между предельным временем выполнения упражнений на тренажере Хуттеля-Мартинса и темпом движений.

Естественно, что с увеличением предельного времени упражнений частота движений в минуту снижается. Для подбора силовых упражнений подходит время в пределах, не превышающих 200 - 300 с. При повторных тренировочных упражнениях от 30 до 120 с на тренажере область нагрузок по темпу находится в пределах 20 - 60 с.

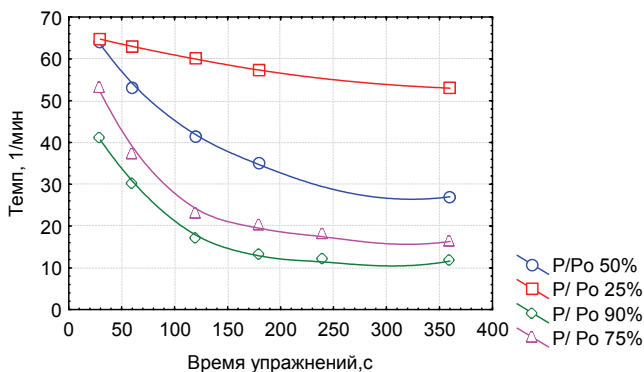


Рис. 11. Соотношение между предельным временем упражнений и темпом движений на тренажере Хуттеля-Мартинса при заданной нагрузке

Подбор тренировочных упражнений при совершенствовании силовой выносливости в значительной степени зависит от типа применяемого тренажера. При всем их многообразии представляется возможным разделить их на две группы:

- 1) тренажеры, в которых работа спортсмена снимается генератором, гидро- или воздушным тормозом и другими подобными устройствами,
- 2) тренажеры, в которых нагрузка создается трением, грузом или массой спортсмена.

В первом типе тренажеров для пользователя выдается мощность, работа, дистанция, темп, но не указывается величина прилагаемого усилия.

Во втором типе величина усилия устанавливается пользователем, а мощность, работа, дистанция, темп рассчитываются или автоматически выводятся на экран микропроцессора.

В циклических видах спорта и при совершенствовании силовой выносливости темп движений находится в пределах 20 - 60 1/мин. Темп непосредственно зависит от нагрузки на тренажере. На рис. 12 представлены кривые зависимости «темп - нагрузка» в упражнениях различной длительности.

При снижении нагрузки темп экспоненциально увеличивается от 10 - 12 1/мин при нагрузке 90 % и до 65 1/мин при нагрузке 25 %. Дальнейшее увеличение темпа ограничивается конструкцией тренажера и временем возвратного движения в упражнениях двумя руками.

Соотношение между темпом, количеством движений при заданном отрезке времени может быть определено по формулам

$$m = n \cdot 60 / t, n = m \cdot t / 60 \quad (64)$$

где t – время упражнения, n – количество движения на временном отрезке, m – темп, 1/мин.

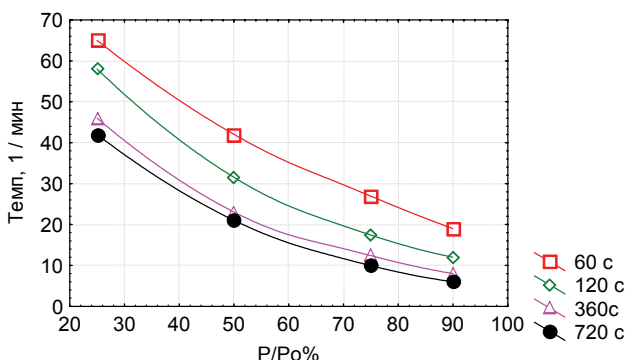


Рис. 12. Зависимость между темпом и относительной нагрузкой при выполнении упражнений на тренажере Хуттеля-Мартинса с заданным временем

Таким образом, при выполнении упражнений на тренажере первого типа, где регистрируются мощность и время работы, можно рассчитать темп и по экспоненциальным кривым, характерным для данного типа тренажера, определить относительную нагрузку.

4.3. Максимальная мощность и частота движений

Повышение скоростных возможностей спортсмена определяется в значительной степени способностью развивать максимальную мощность и темп в соответствии с силовыми показателями. Для анализа соотношения «мощность - темп - нагрузка» рассмотрим экспериментальные данные по выполнению упражнений длительностью 15 с на тренажере «экзер-джими», на котором нагрузка создавалась за счет трения и не имела конструктивных ограничений для достижений предельного темпа.

Упражнения выполняли 16 квалифицированных спортсменов (длина тела 169,4, масса 61,3, возраст 16 лет) с заданием показать наиболее высокую мощность. Нагрузка ступенчато возрастала. Отдых между упражнениями составлял 2 - 3 мин. На рис. 13 показано изменение мощности и темпа при заданной относительной нагрузке.

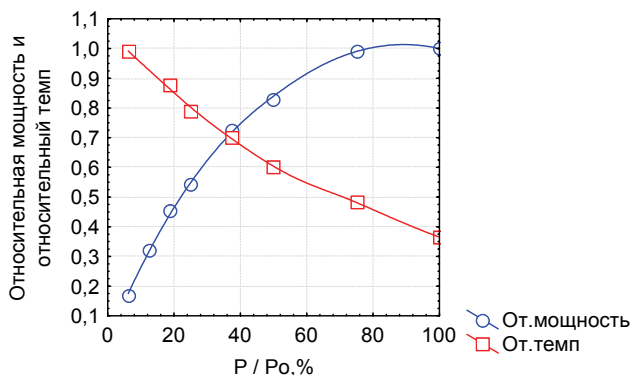


Рис. 13. Соотношение между относительной мощностью, относительной нагрузкой и относительным темпом в упражнениях длительностью 15 с на тренажере

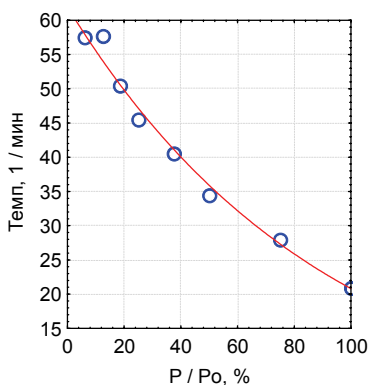


Рис. 14. Соотношение между частотой движений и относительной нагрузкой при упражнениях длительностью 15 с на тренажере

Максимальная региональная мощность непосредственно связана с темпом и относительной величиной нагрузки. Последние два показателя практически находятся в обратной зависимости. Кроме того, указанное соотношение в значительной степени определяется конструкцией тренажера, возможностью развивать высокий темп при достаточно высоком сопротивлении. Соотношение между мощностью и нагрузкой может быть аппроксимировано экспоненциальной функцией, т. е. с увеличением нагрузки частота движений снижается (рис. 14).

Приведенное соотношение может быть выражено в виде формулы

$$m = 62,921 \exp(-0,014 P / P_0). \quad (65)$$

Для данного упражнения на тренажере Хуттель-Матинса наибольшая региональная мощность наблюдалась при высоких нагрузках в пределах 80 - 90 % и низком темпе в диапазоне 20 - 25 1/мин.

Аналогичная зависимость наблюдается при выполнении контрольных упражнений на велоэргометре квалифицированными велосипедистами. В табл. 29 приведены коэффициенты экспоненциальных уравнений регрессии.

Таблица 29

Коэффициенты уравнения для велосипедистов спринтеров и стайеров ($p < 0,001$)

Уравнение	Коэффициенты	Спринтеры, $n=76$	Стайеры, $n=97$
$m = m_0 e^{-b P / P_0}$	m_0 , 1/мин	239,85	228,15
	b	- 0,082	- 0,073
	σ_{yx}	7,59	8,93
	F	10,10	5,85

При выполнении упражнений на велоэргометре фактически достигается в указанных временных рамках максимальная не региональная мощность, а общая. У спринтеров наблюдается более высокое значение $m_0 = 239,85$, чем у стайеров $m_0 = 228,15$, означающие более высокие значения темпа по отношению к нагрузке.

4.4. Основные тренировочные упражнения по совершенствованию силовой выносливости и скоростно-силовой подготовленности

Выбор тренировочных упражнений для совершенствования указанных физических качеств в значительной степени определяется:

- видом спорта, где учитываются величина и характер прилагаемых усилий, темп, количество движений, время на дистанции и ее длина, мощность,
- задачами, решаемыми на этапах многолетней и годичной подготовки,
- конструкцией тренажера и его характеристикой.

В спортивном плавании темп движений в основном находится в диапазоне 40 - 60 циклов в минуту, характер создаваемых пропульсивных сил достаточно сложный и увеличение показателей силовой подготовленности далеко не всегда приводит к росту спортивных результатов.

Ближние величины темпа в лыжных гонках. Однако их величина существенно зависит от профиля дистанции, стиля (классический или коньковый). Наиболее высокий темп наблюдается при одновременной работе руками.

В академической гребле темп на дистанции обычно не превышает 40 - 42 движений в минуту. Здесь темп определяется конструкцией лодки. Однако, прилагаемые усилия весьма значительные. Масса гребцов тяжелого веса обычно находится в пределах 95 - 100 кг. На тренажере «Концепт» с разгоном на отрезке времени до 10 с гребец развивает мощность более 1000 Вт.

Темп больше 150 - 200 циклов в минуту и выше наблюдается в беге на короткие дистанции, в велосипедном спорте и гребле на байдарках.

Выбор параметров тренировочных упражнений существенно зависит от конструкции тренажеров. Часть из применяемых тренажеров регистрирует мощность, работу, длину дистанции и время. Обычно в этих тренажерах усилия спортсмена снимаются воздушным тормозом, гидротормозителем, системой магнитной нагрузки или генератором («Концепт», «Биокинетик», «Спорт-стар», «Кеттлер» и др.). В тренажере другого типа обычно необходимо задавать величину сопротивления, время работы и длину дистанции, темп. Мощность упражнения обычно необходимо рассчитывать (блочные механизмы, тележки, велоэргометры механические, резиновые амортизаторы и другие). Во всех случаях выполнение основного рабочего движения по характеру усилий и длине должно быть как можно ближе к движению в избранном спорте.

В табл. 30 приведены основные параметры тренировочных упражнений для совершенствования силовой и скоростно-силовой выносливости у пловцов на тренажере типа «Хуттель-Мартинса».

Таблица 30

Параметры тренировочных упражнений для совершенствования силовой подготовленности на тренажере типа «Хуттеля-Мартинса»

Нагрузка, $P/P_0, \%$	Относительная мощность, N/N_0	Темп, 1/мин	Длительность тренировочных упражнений и количество повторений		
50	0,5	28	30с x 20-24	60с x 10-12	120с x 4-5
50	0,6	32	30с x 10-12	60с x 5-6	120с x 2-3
50	0,7	42	30с x 4-5	60с x 2-3	
75	0,5	18	30с x 7-8	60с x 6	120с x 2
75	0,6	28	30с x 5-6	60с x 4	
75	0,7	40	30с x 3-4	60с x 3	

Приведенные в таблице упражнения целесообразно применять после общей анатомической подготовки, включающей воздействие на основные мышечные группы. Общая анатомическая подготовка проводится в начале годового макроцикла и наряду с общими упражнениями, включает также специальные упражнения с преимущественной направленностью на совершенствование гибкости. В зависимости от вида спорта совершенствование силовой и скоростно-силовой выносливости проводится в различной последовательности.

Программа упражнений с относительной нагрузкой 50 % обычно осуществляется раньше скоростно-силовых упражнений с нагрузкой 75 %.

Следует обратить внимание, что упражнения с нагрузкой 50 % выполняются в более высоком темпе, чем упражнения с более высокой нагрузкой. Кроме того, они выполняются в большем объеме. Отдых между упражнениями достигает 2 мин и более.

Отдельно следует отметить, что адаптация к воздействию силовых упражнений проходит существенно быстрее, чем к упражнениям общего воздействия. Так, за 4 - 5 недель специальной силовой тренировки на тренажере начальная интенсивность 50 % может при заданном объеме возрасти до 70 % и больше. Динамика и методика совершенствования силовой выносливости будет рассмотрена в разделе 5.1.

4.5. Тренировочные упражнения для повышения максимальной региональной мощности и темпа движений

Высокая региональная мощность и частота движений в значительной степени определяют скоростные возможности спортсмена.

Высокий уровень «запаса скорости», в свою очередь, оказывает существенное влияние на определение стратегии тренировки и специализации спортсмена, а также на его потенциальные возможности.

Возможность выбора тренировочных упражнений для развития указанных качеств можно проиллюстрировать на примере выполнения контрольных упражнений (табл. 31) длительностью 15 с группой спортсменов ($n = 16, p < 0,05$) на тренажере «экзер-джими».

Таблица 31

Относительная нагрузка, мощность и частота движений
в региональных упражнениях на тренажере

Относительная нагрузка, P/P_0 , %							
4,96	9,93	14,89	19,85	29,78	39,70	59,56	79,41
Мощность, N , Вт							
22,15	41,48	58,36	82,28	93,64	106,23	129,74	128,73
Темп, m , 1/мин							
57,50	53,83	50,50	45,50	40,50	34,51	28,2	21,0

При невысоком сопротивлении от 5 до 25 % спортсмен может развить высокий темп, но ему трудно показать достаточно высокую мощность, которая может повести к существенным адаптационным сдвигам. При большом сопротивлении до 80 % и более движения выполнять трудно и частота низкая. Поэтому основные начальные тренировочные упражнения целесообразно выполнять при нагрузке от 25 до 75 % и темпе от 30 до 40 мин⁻¹.

4.6. Тренировочные упражнения в видах спорта с проявлением максимальных силовых возможностей спортсмена

Указанную группу можно условно разделить на две подгруппы:

- упражнения со штангой и предельными весами,
- толкание ядра и метания.

В первой группе нагрузка в упражнениях колеблется обычно в пределах от 80 до 95 % от возможного максимума. В отдельных случаях упражнения выполняются со 100 %-ной нагрузкой. В тренировку

включаются до 10 и более силовых упражнений. Каждое упражнение обычно повторяется от 2 до 6 раз. Количество подходов равно 2 - 3. В зависимости от периода тренировки, решаемых задач и избранной стратегии соотношение нагрузки, количества повторений изменяется.

Во второй группе упражнений решающее значение имеет скорость, с которой выпущен снаряд, так как при постоянной массе снаряда его кинетическая энергия увеличивается как функция квадрата скорости. Однако в тренировке масса снаряда может варьироваться. Для создания высокой начальной скорости необходимо, чтобы приложенная спортсменом сила возрастала к концу рабочего движения. Тренировочные упражнения определяются комбинациями в количестве упражнений, весом снаряда, характером динамики усилий.

4.7. Оценка силовой подготовленности спортсменов различной квалификации

Силовая подготовленность имеет достаточно сложную факторную структуру, характерную для каждого вида спорта. Для каждого вида набор тестовых показателей будет необходим для правильного планирования и проведения силовой подготовки. Причем по возможности количество тестов должно быть небольшим и доступным для выполнения без сложной аппаратуры.

При рассмотрении зависимости «мощность - предельное время», «темп - предельное время», «относительная нагрузка - мощность» представляется возможность выделить следующие контрольные упражнения:

- P_e – показатель силовой выносливости, работа (количество повторений), выполняемая с нагрузкой 60 % в течение 3 мин,
- P_v – показатель скоростно-силовой выносливости, работа (количество повторений), выполняемая с нагрузкой 80 % в течение 30 с,
- N_r – показатель максимальной региональной мощности, максимальная региональная мощность, развиваемая на тренажере в течение 10 - 15 с с нагрузкой 90 %.

Следует отметить, что указанная нагрузка существенно изменяется в зависимости от типа тренажера и подготовленности спортсмена. В табл. 32 приведены коэффициенты корреляции между рассмотренными показателями, определенными на тренажере «Хуттеля»

Мартинса» и тренажере «экзер-джими» ($p < 0,05$) и скоростью плавания на дистанциях разной длины.

Таблица 32

Коэффициенты корреляции между скоростью плавания на дистанциях различной длины и параметрами силовых упражнений

Дистанция, м	25	50	100	200	400	800	1500
P_e , силовая выносливость	0,612	0,678	0,630	0,683	0,706	0,703	0,667
P_v , скоростно-силовая выносливость	0,754	0,737	0,652	0,604	0,548	0,554	0,482
N_r , максимальная региональная мощность	0,871	0,822	0,760	0,610	0,489	0,421	0,282

Показатель силовой выносливости P_e наиболее высокие связи имеет с результатами на 400 и 800 м. Показатель скоростно-силовой выносливости и максимальной региональной мощности P_v , N_r с результатами на 25 и 50 м, где наиболее высокие скорости.

Ближние корреляционные связи наблюдаются при выполнении контрольного упражнения для оценки силовой выносливости P_e на конькобежном тренажере и результатами на льду на дистанциях 500, 1000, 1500, 3000 и 5000 м. При нагрузке 40 % и длительности упражнений 3 мин, коэффициенты корреляции соответственно равнялись 0,834, 0,849, 0,847, 0,868, 0,847.

Для практической оценки уровня силовой подготовленности успешно могут использоваться парные уравнения регрессии. В табл. 33 приведены уравнения для оценки показателей силовой подготовленности пловцов на суше и в воде.

В качестве **примера** рассмотрим расчет силовых показателей для пловца-спринтера с результатом на 100 м равным 53 с (средняя скорость 1,887 м/с).

Расчетная сила тяги в положении лежа двумя руками составляет 62,82 кг, сила тяги в воде – 24,4 кг, сила тяги в воде руками – 20,10 кг, сила тяги ногами – 14,16 кг, скоростно-силовая выносливость – 1573,9 кгм, силовая выносливость – 5309,9 кгм, сила тяги в потоке – 12,3 кг.

Приведенные средние результаты для данной группировки пловцов существенно зависят от многих факторов: доли силовых упраж-

нений в тренировке, владения техникой плавания, координационных возможностей спортсменом, возраста, тренированности и этапа годичного цикла и т. д.

Таблица 33

Уравнения регрессии для расчета показателей силовой подготовленности в плавании на 100 и 400 м вольным стилем для мужчин ($n = 49$, $p < 0,01$)

Дистанция, м	Уравнение регрессии	$\sigma_{\text{ух}}$
100	$V = 1,161 + 0,0115 P$ - на суше, кг	0,0021
100	$V = 1,087 + 0,0327 P$ - тяга в воде, кг	0,0027
100	$V = 0,958 + 0,0462 P$ -тяга руками в воде, кг	0,0038
100	$V = 0,864 + 0,0722 P$ - тяга ногами в воде, кг	0,0052
100	$V = 1,415 + 0,0003 P_v$, кгм	0,0039
100	$V = 1,356 + 0,0001 P_e$, кгм	0,0028
100	$V = 1,466 + 0,0034 P$, кг- тяга в потоке 1,6 м/с	0,0770
400	$V = 0,847 + 0,0181 P$ - на суше, кг	0,0027
400	$V = 1,115 + 0,0169 P$ - тяга в воде, кг	0,0047
400	$V = 0,933 + 0,0330 P$ - тяга руками в воде, кг	0,0054
400	$V = 0,817 + 0,0564 P$ - тяга ногами в воде, кг	0,0060
400	$V = 1,191 + 0,00044 P_v$, кгм	0,0040
400	$V = 1,038 + 0,0020 P_e$, кгм	0,0016

Для лучшей индивидуализации силовой подготовки пловцов применяются следующие показатели:

- коэффициент использования силы (КИС) – отношение силы тяги в воде к силе тяги на суше (P в воде / P на суше $\times 100$), в зависимости от указанных факторов находится в пределах 43,7- 58,4 %,

- коэффициент координации (КК) – отношение силы тяги при плавании в координации к сумме силы тяги ногами и руками (P в координации / P рук + P ног $\times 100$), находится в пределах 67- 84 %,

- коэффициент реализации силы (КРС) – отношение максимальной скорости к силе тяги в воде (V_{max} / P в воде), находится в пределах 0,082 – 0,154.

Каждый показатель силовой подготовленности по-разному влияет на результаты на основной дистанции. При предположении о линейности модели влияние каждого показателя будет определяться соответствующим коэффициентом в уравнении множественной регрессии.

Ниже приведено в качестве примера уравнение множественной регрессии для определения максимальной скорости в плавании на дистанции 25 метров.

$$V_{25} = 1,475 + 0,153 X_1 + 0,115 X_2 + 0,240 X_3 + 0,982 X_4, \quad (66)$$

где X_1 – сила тяги в воде (P , кг), X_2 – сила тяги в гидроканале в потоке (кг, при скорости 1,4 м/с), X_3 – отношение силы тяги в воде к силе на суше (КИС, %), X_4 – показатель силовой выносливости Pe , кг.

Соответственно стандартная ошибка коэффициентов регрессии была в пределах 0,00006 - 0,00812. Коэффициент множественной корреляции равен 0.764, критерий Фишера – 28,13. При удовлетворительной прогностической точности необходимо обратить внимание, что с увеличением числа показателей силовой подготовленности возрастает коэффициент множественной корреляции, но уравнение становится громоздким, неудобным для практического использования и соотношение его членов с трудом поддается интерпретации.

В академической гребле силовая подготовленность спортсменов оценивается достаточно полно. Регистрируется максимальная сила тяги лежа на скамейке, силовая выносливость рук (количество поднимания веса лежа на скамейке, равного 0,53 массы спортсмена, силовая выносливость ног (количество приседаний с гирей весом 24 кг в течение 6 мин). Ниже приведены уравнения регрессии между указанными показателями и лучшим результатом на тренажере «Концепт» на 2000 м для 22 сильных гребцов России:

$$P_{\max} = 44,30 + 0,1394 N_{2000} (p < 0,05), \quad (67)$$

$$Pe_{\text{рук}} = 99,56 + 0,1318 N_{2000} \text{ (для свободного члена } p < 0,054, \text{ для коэффициента регрессии } p < 0,224), \quad (68)$$

$$Pe_{\text{ног}} = 69,165 + 0,2821 N_{2000} (p < 0,002). \quad (69)$$

Поскольку время упражнений и величина нагрузки заданы, то темп движений будет пропорционален развиваемой региональной мощности. В среднем темп в упражнении руками составил 26,3, а в упражнении ногами 33,1 1/мин. Последний показатель близок к гоночному темпу на 2000 м на воде. Средняя мощность на тренажере на 2000 м равнялась 451,61 Вт, максимальная сила тяги лежа – 108,63 кг при средней массе 93,3 кг, среднее количество движений руками – 166,4 раз, движений ногами – 199,19 раз.

Глава 5. ГИБКОСТЬ

5.1. Гибкость и уровень достижений спортсмена

От уровня гибкости в значительной степени зависят овладение рациональной техникой движений, эффективное и экономичное выполнение упражнений. Гибкость определяется как способность выполнять движения с большой амплитудой. Основным способом оценки гибкости состоит в измерении максимальной подвижности суставов: [5, 40, 54, 67, 108, 109, 134].

Выделяются две основные формы проявления подвижности в суставах. Пассивная подвижность, которая осуществляется под действием внешних сил и выполняется до упора и болевых ощущений. Активная подвижность, осуществляемая за счет мышечных групп данного сустава. В свою очередь активная подвижность наблюдается при выполнении движений без ускорений и при быстрых движениях с ускорением. Амплитуда движений, выполняемых без ускорений, преимущественно зависит от силы мышц, приводящих конечности в движение, в данном случае может быть названа «силовой подвижностью». Величина силовой подвижности меньше величины подвижности при движениях с ускорением.

Практически в движениях наибольшее значение имеет активная подвижность, в то же время ее величина в значительной степени зависит от уровня пассивной подвижности. Увеличение под воздействием упражнений пассивной подвижности улучшает активную. В обратном направлении перенос незначителен, тренировка активной подвижности мало сказывается на увеличении пассивной подвижности.

Гибкость спортсмена зависит от многих факторов: 1) эластичности мышц, сухожилий, связок, суставных сумок, 2) формы суставов, толщины суставного хряща и его эластичности, 3) силы мышц, выполняющих движение в данном направлении, 4) способности мышц антагонистов к расслаблению, 5) температуры окружающей среды, мышц и связок, 6) времени суток, 7) утомления и состояния нервной системы, 8) возраста и пола.

Ряд исследований показали отрицательную связь подвижности у спортсменов с уровнем силовых показателей. Высказывается мысль, что поскольку при систематических занятиях по развитию силы наблюдается увеличение поперечного сечения мышц, утолщение связок и суставных сумок, укрепление костного аппарата в местах крепления связок, происходит ухудшение подвижности.

Поскольку величина активной подвижности зависит от силовых возможностей, то чем больше разница между активной и пассивной подвижностью в суставах, тем в большей степени величина активной подвижности зависит от силы мышц. При большей разнице между активной и пассивной гибкости увеличение силы антагонистов приводит к увеличению активной подвижности, при меньшей разнице - к уменьшению.

По механическим и термомеханическим свойствам живая мышца напоминает каучук. Ее модуль упругости близок к $91,8 \text{ Н/см}^2$ (напряжение при увеличении длины мышцы вдвое). Выполнены многочисленные исследования по изучению коэффициента жесткости мышцы (Н/м) и обратной величины коэффициента податливости (м/Н). Средняя величина жесткости у спортсменов составляет $2,67 \pm 0,48 \text{ Н/м } 10^4$.

Способность выполнять движения с большой амплитудой во всех основных суставах и по всем возможным направлениям определяет общую гибкость. Она позволяет правильно и эффективно выполнять широкий круг различных упражнений, применяемых в тренировке. Специальная гибкость обеспечивает рациональную структуру движений, их эффективность и экономичность в избранном виде спорта и представляет подвижность в суставах мышечных групп, непосредственно участвующих в выполнении основных и подготовительных движений.

В задачах управления тренировкой спортсмена специальная гибкость как одна из сторон подготовленности имеет существенное значение. В спортивном плавании очевидна связь уровня развития гибкости с результатами на дистанциях различной длины, а также связь уровня гибкости с квалификацией спортсменов. Необходимо иметь в виду, что при плавании спортсмен не имеет твердой опоры и создание продвигающих сил определяется взаимодействием конечностей спортсмена с потоком. Кисть, предплечье, стопа являются гидродинамическим двигателем. Качество двигателя существенно зависит

от гибкости. Правильное и обтекаемое положение тела также зависит от гибкости. Кроме того, от упругости связочного и мышечного аппарата зависит динамическая передача сокращения крупных мышечных групп на стопы при плавании кролем и дельфином.

Значение гибкости в достижении высоких результатов в спортивном плавании показано в ряде исследований. Установлена корреляционная связь (табл. 34) между подвижностью в голеностопном суставе и скоростью плавания ($n = 49$, длина тела 173,8 см, масса 68,1, возраст 15,5 лет). Показано влияние подвижности в плечевом суставе и величины сгибания туловища на результаты в разных способах плавания и на различных дистанциях.

Таблица 34

Коэффициенты корреляции между скоростью плавания кролем на дистанциях 50, 100, 200, 400 м и показателями гибкости у мужчин ($n = 49$, $p < 0,05$)

Показатели гибкости	Скорость на дистанциях, м			
	50	100	200	400
Гибкость в позвоночнике	0,512	0,501	0,489	0,487
Сгибание в плечевых суставах	0,436	0,487	0,495	0,512
Тыльное сгибание стопы, активное	0,285	0,289	0,233	0,197
Тыльное сгибание стопы, пассивное	0,302	0,289	0,262	0,21
Подошвенное сгибание стопы, активное	0,452	0,556	0,566	0,540
Подошвенное сгибание стопы, пассивное	0,427	0,502	0,527	0,472
Активная амплитуда стопы	0,449	0,519	0,520	0,429
Пассивная амплитуда стопы	0,428	0,484	0,516	0,437
Разница активной и пассивной амплитуды	0,502	0,506	0,512	0,481

Величина наклона туловища вперед также коррелирует со скоростью плавания на всех дистанциях. С увеличением длины дистанции связь уменьшается с 0,512 на 50 м до 0,487 на 400 м. Такое изменение показывает на более широкую и гармоническую подготовку пловцов спринтеров.

Подвижность в плечевых суставах имеет положительную связь со скоростью плавания и возрастает с 0,436 до 0,512 с увеличением длины дистанции. Это происходит вследствие того, что на длинных дистанциях основным движителем являются руки. Недостаточная подвижность в плечевых суставах ведет к увеличению колебания туловища вокруг продольной оси и росту сопротивления. Уменьшение этого колебания улучшает обтекаемость и повышает экономичность.

Величина подошвенного сгибания (активная и пассивная), амплитуда движения стопы (активная и пассивная), разница между активным и пассивным подошвенным сгибанием примерно одинаково коррелируют со скоростью плавания на дистанциях. Однако наблюдается несколько большая связь со скоростью плавания величины подошвенного сгибания (до 0,566), т. к. основным рабочим движением стопы является движение сверху вниз. За счет хорошего подошвенного сгибания улучшается гидродинамический профиль стопы.

При планировании и управлении тренировочным процессом необходимо знание количественной оценки показателей гибкости. Для определения указанных величин можно воспользоваться уравнениями регрессии (табл. 35), связывающими скорость плавания на дистанциях и показатели гибкости.

Таблица 35

Уравнения регрессии для расчета показателей гибкости по скорости плавания на дистанциях 100 и 200 м

Показатель гибкости	Длина дистанции, м	Уравнение регрессии	Sb
Наклон вперед (НВ), см	100	$V = 1,441 + 0,0156 \text{ НВ}$	0,0029
Подвижность плеч (ПП), град	100	$V = 1,402 + 0,0032 \text{ ПП}$	0,0011
Активная амплитуда стопы (ААС), град	100	$V = 0,268 + 0,0170 \text{ ААС}$	0,0013
Пассивная амплитуда стопы (ПАС), град	100	$V = 0,470 + 0,0117 \text{ ПАС}$	0,0006
Разница пассивной и активной амплитуды стопы (РПА), град	100	$V = 1,253 + 0,0201 \text{ РПА}$	0,0013
Наклон вперед (НВ), см	400	$V = 1,178 + 0,0191 \text{ НВ}$	0,0018
Подвижность плеч (ПП), град	400	$V = 1,075 + 0,0046 \text{ ПП}$	0,0008
Активная амплитуда стопы (ААС), град	400	$V = 0,401 + 0,0127 \text{ ААС}$	0,0018
Пассивная амплитуда стопы (ПАС), град	400	$V = 0,603 + 0,0082 \text{ ПАС}$	0,0011
Разница пассивной и активной амплитуды стопы (РПА), град	400	$V = 1,168 + 0,0131 \text{ РПА}$	0,0023

Следует иметь в виду, что, несмотря на высокую статистическую значимость уравнений, они правомерны в определенных граничных условиях и предполагают линейность связи рассматриваемых показателей.

Для **примера** в плавании на 100 м кролем 53,0 с (скорость 1,887 м/с) расчетная величина наклона вперед составит 28,5 см, подвижности плеч – 151,5 град, величина активной амплитуды стопы – 95,2 град, пассивной амплитуды стопы – 121,1 град, разницы пассивной и активной амплитуды – 28,8 град.

5.2. Основные тренировочные упражнения для совершенствования гибкости

Тренировочные упражнения, направленные на совершенствование гибкости, могут быть разбиты на две группы: упражнения с дополнительной нагрузкой, увеличивающей амплитуду движений, и упражнения без дополнительной нагрузки. Выделяются 1) динамические упражнения с баллистической составляющей, когда эффективность воздействия возрастает за счет ускорения в конце амплитуды, 2) статические медленные упражнения до упора с удержанием в конце от 5 до 60 с, 3) статические упражнения на растягивание после предварительного напряжения мышц.

Упражнения на гибкость выполняются ежедневно до 20 мин и больше. Объем меняется в зависимости от адаптации. Количество упражнения от 15 до 20, количество повторений 10 - 15 раз и количество серий 2 - 3. Показано, что упражнения со временем удержания 60 с наиболее эффективные. Успешно применяются программы с постепенным увеличением скорости и амплитуды движений:

- медленное растягивание с небольшой амплитудой,
- медленное растягивание с полной амплитудой,
- быстрое растягивание с небольшой амплитудой,
- быстрое растягивание с полной амплитудой.

Тренировочные упражнения по совершенствованию гибкости, как правило, проводятся в сочетании с общей силовой подготовкой. Поскольку эти упражнения не имеют высокой функциональной нагрузки, они могут включаться в разные части недельного микроцикла и в различную часть тренировки. В зависимости от программы тренировки и состояния суставов время удержания гибкости колеблется от 2 до 4 недель.

Глава 6. ПСИХОЛОГИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВЛЕННОСТЬ

6.1. Соревновательная подготовленность

Современный спорт, характеризуется исключительной плотностью результатов, предельной мобилизацией участников и социальной значимостью достижений. При одинаковой квалификации, уровне физических качеств, технической и тактической подготовке преимущество имеет спортсмен с высоким уровнем психической готовности. Важность психической готовности в первую очередь определяется значимым для данного уровня спортсмена соревнованием. На крупнейших соревнованиях, таких как чемпионаты Европы, мира и Олимпийских играх, проявление недостаточной психической готовности можно наблюдать во многих видах. Срывы в упражнениях по гимнастике, в прыжках в воду, в стрельбе, в фигурном катании наглядно показывают значимость психической готовности. В циклических упражнениях, срывы могут быть определены по разнице между потенциальными возможностями спортсмена и его фактическими достижениями.

Актуальность этой проблемы подчеркивается многочисленными научными и методическими работами [23, 41, 42, 45, 54, 106, 122, 126, 131]. К сожалению, работ, посвященных методам психологической подготовки спортсмена, все еще недостаточно. С точки зрения современных методов управления как минимум необходимо научиться оценивать состояние психической готовности спортсмена и показатели, характеризующие его личность, разрабатывать стратегию психологической подготовки в процессе тренировки и соревнований.

Ниже приведены данные о психологической подготовленности, полученные путем специальных исследований. В основу положены результаты анализа ответов по спортивно-педагогической методике УМБК (см. приложение).

Оценивались 1) *устойчивость* к стрессовым влияниям соревнований и тренировочных воздействий, 2) *мобилизационность* – спо-

способность к мобилизации и активизации деятельности, 3) *самоконтроль* – умение контролировать и управлять психическим состоянием и поведением.

Обследовано 483 спортсмена от 14 до 35 лет. В их числе ЗМС - 21, МСМК - 49, МС - 159, КМС - 156, 1-й разр. - 56, 2-й разр. - 37, 3-й разр. - 5. Исследованные спортсмены старших разрядов входили в национальные и молодежные сборные команды России по 15 видам спорта. Циклические виды спорта (9 специализаций): спортивное плавание, академическая гребля, гребля на байдарках и каноэ, лыжные гонки, лыжное двоеборье, велоспорт, триатлон, конькобежный спорт, легкая атлетика. Игровые виды спорта (3 специализации): водное поло, настольный теннис, баскетбол.

Устойчивость (эмоциональная устойчивость, самообладание, выдержка, хладнокровие, стойкость, уверенность, надежность, уравновешенность).

Средние значения показателя (табл. 36) изменялись от 0,46 до 0,66 относительных единиц.

Высокую устойчивость показали спортсмены циклических видов, входившие в сборные команды. Это лыжные гонки, академическая гребля. Среднюю позицию заняли командные игровые виды (водное поло, баскетбол) и те специализации, где в большом количестве представлены члены молодежных сборных. К ним относятся конькобежный спорт, легкая атлетика, гребля на байдарках и каноэ и другие виды.

Среднее значение для общей группы спортсменов по показателю «устойчивость» составляет 0,615. Это означает, что вся группировка в целом имеет незначительное правостороннее распределение (левосторонняя асимметрия $A = 0,356$, рис. 15). Проявление асимметрии можно объяснить тем, что в большем количестве представлены спортсмены высокой квалификации.

Для изучения степени соответствия фактических данных теоретически ожидаемому распределению был рассчитан критерий Шапиро - Уилки, который составил $W = 0,9772$, при $p = 0,001$. Поскольку эмпирическое распределение может быть принято как нормальное при $p = 0,001$, то представляется возможным оценить достоверность средней. Ошибка средней величины составила 0,0097.

Основные статистические характеристики, определяющие
показатель соревновательной готовности «устойчивость»
спортсменов разной специализации ($n = 483$)

Исследованные группировки	Среднее значение (относительные единицы)	Min	Max	Стандартное отклонение $\pm \sigma$	Критерий Шапиро-Уилки
Общая группа спортсменов	0,615	0,222	0,925	0,134	$W=0,972$, $p=0,000$
Циклические виды спорта					
Спортивное плавание	0,639	0,300	0,907	0,126	$W=0,976$, $p=0,366$
Академическая гребля	0,633	0,358	0,925	0,113	$W=0,985$, $p=0,800$
Гребля на байдарках и каноэ	0,571	0,226	0,849	0,191	$W=0,943$, $p=0,199$
Лыжные гонки	0,664	0,333	0,884	0,119	$W=0,975$, $p=0,613$
Лыжное двоеборье	0,652	0,518	0,907	0,124	$W=0,927$, $p=0,336$
Велоспорт	0,628	0,370	0,870	0,125	$W=0,969$, $p=0,613$
Триатлон	0,633	0,425	0,888	0,149	$W=0,978$, $P=0,952$
Конькобежный Спорт	0,588	0,333	0,796	0,164	$W=0,925$, $p=0,349$
Легкая атлетика	0,613	0,296	0,796	0,137	$W=0,925$, $p=0,345$
Игровые виды спорта					
Водное поло	0,611	0,222	0,796	0,142	$W=0,921$, $p=0,112$
Баскетбол	0,594	0,333	0,796	0,120	$W=0,970$, $p=0,554$
Настольный теннис	0,459	0,259	0,592	0,103	$W=0,961$, $p=0,764$

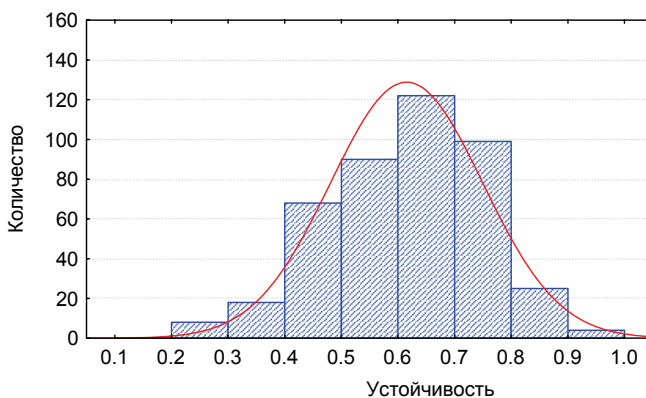


Рис. 15. Распределение показателя «устойчивость» всей изученной группировки спортсменов ($n = 483$)

Для практической работы может быть использована оценка показателей соревновательной готовности методом сигмальной классификации, результаты которой представлены в табл. 37.

Таблица 37

Оценка спортсменов по показателю «устойчивость»
методом разброса сигмальных оценок

Характеристики	Очень плохо 1 балл	Плохо 2 балла	Удовлетворительно 3 балла	Хорошо 4 балла	Отлично 5 баллов
Нижние границы	0,20	0,344	0,473	0,730	0,858
Верхние границы	0,344	0,473	0,730	0,858	1,0
Расстояние между границами	0,144	0,128	0,257	0,128	0,142

Мобилизационность (воля к победе, амбициозность, стремление к соревнованию, решительность, самостоятельность, готовность к риску, сосредоточенность, целеустремленность, упорство, способность к преодолению утомления).

Все изученные спортивные специализации (15 видов спорта) по показателю «мобилизационность», распределились в следующий ряд:

- 1) лыжные гонки ($0,66 \pm 0,08$),
- 2) водное поло ($0,65 \pm 0,10$),

- 3) баскетбол ($0,65 \pm 0,10$),
- 4) легкая атлетика ($0,64 \pm 0,11$),
- 5) велоспорт ($0,60 \pm 0,12$),
- 6) дзю-до ($0,60 \pm 0,11$),
- 7) плавание ($0,59 \pm 0,11$),
- 8) академическая гребля ($0,59 \pm 0,12$),
- 9) триатлон ($0,59 \pm 0,10$),
- 10) лыжное двоеборье ($0,58 \pm 0,08$),
- 11) самбо ($0,57 \pm 0,10$),
- 12) таэквондо ($0,56 \pm 0,11$),
- 13) настольный теннис ($0,55 \pm 0,10$),
- 14) конькобежный спорт ($0,55 \pm 0,06$),
- 15) гребля на байдарках и каноэ ($0,53 \pm 0,12$).

В табл. 38 представлены характеристики показателя соревновательной готовности «мобилизационность» спортсменов разной специализации.

Таблица 38

Основные статистические характеристики, определяющие показатель «мобилизационность» спортсменов разной специализации ($n = 483$)

Исследованные группировки	Среднее значение (отн. ед.)	Min	Max	Стан. отклонения $\pm \sigma$	Критерий Шапиро-Уилки
Общая группа спортсменов	0,601	0,206	0,888	0,114	$W=0,979$, $p=0,052$
Циклические виды спорта					
Спортивное плавание	0,587	0,300	0,857	0,113	$W=0,980$, $p=0,574$
Академическая гребля	0,593	0,250	0,888	0,124	$W=0,980$, $p=0,563$
Гребля на байдарках и каноэ	0,532	0,300	0,766	0,128	$W=0,964$, $p=0,531$
Лыжные гонки	0,660	0,500	0,833	0,085	$W=0,940$, $p=0,034$
Лыжное двоеборье	0,579	0,448	0,689	0,082	$W=0,925$, $p=0,313$
Велоспорт	0,605	0,206	0,758	0,105	$W=0,829$, $p=0,5$

Исследованные группировки	Среднее значение (отн. ед.)	Min	Max	Стан. отклонения $\pm \sigma$	Критерий Шапиро-Уилки
Общая группа спортсменов	0,601	0,206	0,888	0,114	$W=0,979$, $p=0,052$
Триатлон	0,597	0,413	0,724	0,109	$W=0,903$, $p=0,265$
Конькобежный спорт	0,554	0,413	0,655	0,069	$W=0,964$, $p=0,806$
Легкая атлетика	0,647	0,448	0,793	0,110	$W=0,929$, $p=0,386$
Игровые виды спорта					
Водное поло	0,654	0,448	0,793	0,101	$W=0,922$, $p=0,11$
Баскетбол	0,648	0,379	0,862	0,102	$W=0,966$, $p=0,46$
Настольный теннис	0,554	0,344	0,689	0,100	$W=0,939$, $p=0,49$

В группу с высоким значением мобилизационности переместились спортсмены игровых командных видов. В группу со средними значениями мобилизационности переместились спортивные единоборства. Остальные виды спорта практически остались на прежней позиции относительно положения по показателю «устойчивость».

Среднее значение для общей группы спортсменов по показателю «мобилизационность» составляет 0,601. Это означает, что вся группировка в целом имеет правостороннее распределение. Имеет место незначительная левосторонняя асимметрия $A=-0,376$. Проявление асимметрии объясняется тем, что исследовались высококвалифицированные спортсмены.

На рис. 16 приводится распределение всей группы спортсменов по показателю «мобилизационность».

Для изучения степени соответствия фактических данных теоретически ожидаемому распределению был рассчитан критерий Шапиро-Уилки. Он составил $W = 0,9790$, $p = 0,0623$. Поскольку эмпирическое распределение может быть принято как нормальное при уровне значимости $p = 0,05$, то представляется возможным оценить достоверность средней. Ошибка средней величины составила 0,0097.

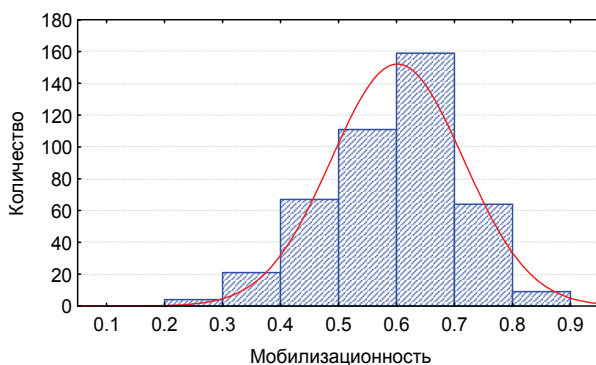


Рис. 16. Распределение показателя «мобилизационность» всей изученной группировки спортсменов ($n = 483$)

Для практической оценки уровня мобилизационности может быть использован метод разброса сигмальных оценок (табл. 39).

Таблица 39

Оценка спортсменов по показателю «мобилизационность»
методом разброса сигмальных оценок

Характеристики	Очень плохо 1 балл	Плохо 2 балла	Удовлетворительно 3 балла	Хорошо 4 балла	Отлично 5 баллов
Нижние границы	0,20	0,344	0,473	0,730	0,858
Верхние границы	0,344	0,473	0,730	0,858	1,0
Расстояние между границами	0,144	0,128	0,257	0,128	0,142

Самоконтроль (владение методами саморегуляции, вниманием, эмоциями, функциональными системами, способность контролировать действия).

Показатель изменялся от 0,42 до 0,64 относительных единиц. Все изученные спортивные специализации (15 видов спорта) по показателю «самоконтроль» распределились в следующий ряд:

- 1) академическая гребля $0,64 \pm 0,14$,
- 2) лыжное двоеборье $0,63 \pm 0,09$,
- 3) лыжные гонки $0,58 \pm 0,10$,
- 4) велоспорт ($0,60 \pm 0,14$),
- 5) триатлон ($0,58 \pm 0,13$),

- 6) плавание ($0,57 \pm 0,14$),
- 7) самбо ($0,57 \pm 0,14$),
- 8) конькобежный спорт ($0,57 \pm 0,14$),
- 9) легкая атлетика ($0,55 \pm 0,13$),
- 10) дзю-до ($0,54 \pm 0,06$),
- 11) гребля на байдарках и каноэ ($0,53 \pm 0,16$),
- 12) водное поло ($0,52 \pm 0,13$),
- 13) баскетбол ($0,51 \pm 0,13$),
- 14) таэквондо ($0,44 \pm 0,16$),
- 15) настольный теннис ($0,42 \pm 0,12$).

В табл. 40 представлены характеристики, определяющие показатель соревновательной готовности «самоконтроль» спортсменов разной специализации.

Таблица 40

Основные статистические характеристики, определяющие показатель «самоконтроль» спортсменов разной специализации ($n = 483$)

Исследованные группировки	Среднее значение, относительные единицы	Min	Max	Стандартн. отклонение $\pm\sigma$	Критерий Шапиро-Уилки
Общая группа спортсменов	0,576	0,222	0,925	0,143	$W=0,973, p=0,002$
Циклические виды спорта					
Спортивное плавание	0,576	0,230	0,884	0,145	$W=0,975, p=0,322$
Академическая гребля	0,641	0,333	0,925	0,141	$W=0,961, p=0,037$
Гребля на байдарках и каноэ	0,537	0,230	0,810	0,169	$W=0,946, p=0,238$
Лыжные гонки	0,587	0,346	0,814	0,102	$W=0,975, p=0,621$
Лыжное двоеборье	0,632	0,518	0,777	0,092	$W=0,905, p=0,178$
Велоспорт	0,603	0,296	0,851	0,134	$W=0,961, p=0,415$
Триатлон	0,583	0,407	0,777	0,130	$W=0,889, p=0,192$
Конькобежный спорт	0,578	0,296	0,814	0,143	$W=0,915, p=0,269$
Легкая атлетика	0,559	0,370	0,703	0,136	$W=0,867, p=0,071$
Игровые виды спорта					
Водное поло	0,519	0,259	0,740	0,138	$W=0,926, p=0,140$
Баскетбол	0,512	0,259	0,740	0,134	$W=0,961, p=0,344$
Настольный теннис	0,420	0,296	0,629	0,114	$W=0,894, p=0,153$

Характерным фактом является высокий самоконтроль спортсменов циклических видов спорта. Большинство их входило в сборные команды. Изменения в положении мест относительно показателя устойчивости коснулись в первую очередь игровых командных видов. В данном случае они показали более низкий уровень самоконтроля, чем спортсмены циклических видов. Невысокий уровень самоконтроля показали также спортсмены игрового индивидуального вида спорта. Среднее значение для общей группы спортсменов по показателю «самоконтроль» составляет 0,576. Это означает, что вся группировка в целом имеет незначительное правостороннее распределение. Имеет место левосторонняя асимметрия, $A = 0,0677$. Проявление асимметрии объясняется тем, что изучались высококвалифицированные спортсмены.

На рис. 17 приводится распределение всей группы спортсменов по показателю «самоконтроль».

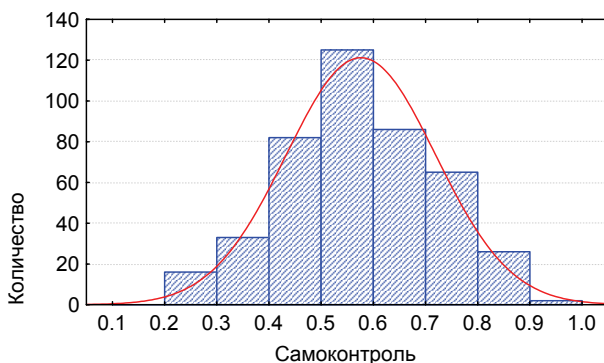


Рис. 17. Распределение показателя «самоконтроль» всей изученной группировки спортсменов ($n = 483$)

Для изучения степени соответствия фактических данных теоретически ожидаемому распределению был рассчитан критерий Шапиро-Уилки. Он составил $W = 0,9739$, $p = 0,0020$. Поскольку эмпирическое распределение может быть принято как нормальное при уровне значимости $p = 0,05$, то представляется возможным оценить достоверность средней. Ошибка средней величины составила 0,0097 (табл. 41).

Оценка спортсменов по показателю «самоконтроль»
методом разброса сигмальных оценок

Характеристики	Очень плохо 1 балл	Плохо 2 балла	Удовлетворительно 3 балла	Хорошо 4 балла	Отлично 5 баллов
Верхние границы	0,20	0,344	0,473	0,730	0,858
Нижние границы	0,344	0,473	0,730	0,858	1,0
Расстояние между границами	0,144	0,128	0,257	0,128	0,142

Спортивные группы с высокими и низкими показателями соревновательной готовности имеют разницу в характере распределения. Изучение распределения позволяет оптимизировать стратегию психологической подготовки команды и отдельных спортсменов.

Анализ распределения лыжников-гонщиков показывает, что большинство имеют среднюю и высокую психологическую устойчивость (рис. 18). В границах 0,6 - 0,7 имеют показатель «устойчивость» 13 спортсменов, в границах 0,7 - 0,8 – 14 спортсменов, очень высокий показатель устойчивости имеют 3 спортсмена. Поэтому распределение имеет левостороннюю асимметрию ($A = -0,482$). Такие же высокие значения показывают лыжники по устойчивости, мобилизации и самоконтролю. Необходимо отметить высокие положительные значения у лыжников практически по всем показателям личности, изучаемым в настоящей работе.

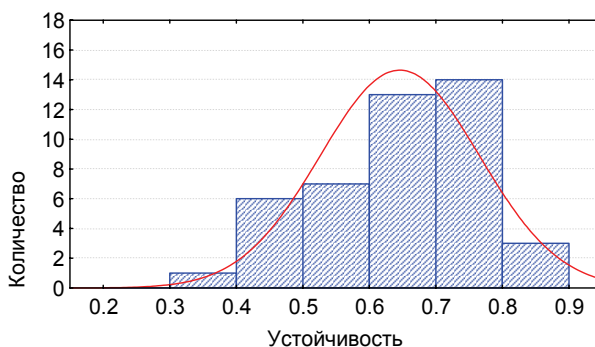


Рис. 18. Распределение группы лыжных гонщиков по показателю «устойчивость»

Менее благоприятное распределение показателя устойчивости в группе конькобежцев (рис. 19).

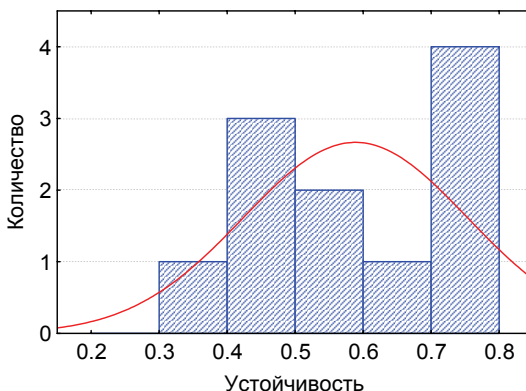


Рис. 19. Распределение группы конькобежцев по показателю «устойчивость». Коэффициент асимметрии $A = -0,595$

Группа конькобежцев фактически может быть разбита на две подгруппы: 5 спортсменов с высоким показателем устойчивости в диапазоне 0,7 - 0,8 и 4 спортсмена с показателем в границах 0,3 - 0,5. Такое различие можно объяснить тем, что в момент исследования у спортсменов не было возможности систематически тренироваться и участвовать в соревнованиях круглый год из-за отсутствия закрытого конькобежного стадиона.

Изменения показателей соревновательной готовности по видам спорта можно объяснить рядом факторов:

- а) квалификаций, возрастом и стажем;
- б) общей социально-психологической ситуацией в группе, спортивной федерации и виде спорта в целом;
- б) наличием и качеством мероприятий по психической подготовке спортсменов.

Шкалы оценок показателей психической готовности (устойчивость, мобилизованность, самоконтроль) имели близкие значения. Расчет достоверности различий показателей соревновательной готов-

ности спортсменов разной специализации проводился по критерию Стьюдента:

а) высокоустойчивые спортсмены (10 - 15 % от общего количества группы) с высокими (0,8 относительных единиц и выше) показателями устойчивости, чья психика отличается от средних значений всех исследованных спортсменов.

Высокоустойчивые спортсмены меньше других нуждаются в специальной психологической подготовке. Наоборот, одним своим присутствием они оказывают положительное влияние на весь ход тренировочного процесса;

б) среднеустойчивые спортсмены (60 - 70 % от общего количества группы) со средними (0,4 - 0,8 относительных единиц) показателями устойчивости.

Со спортсменами данной группы желательно заниматься общей психической подготовкой, психогигиеной после интенсивных нагрузок. Работа может идти групповым методом;

в) низкоустойчивые спортсмены (10 - 15 % от общего количества группы) с низкими показателями устойчивости (0,4 относительных единиц и ниже) и с высокими отрицательными значениями депрессии, нейротизма, напряженности, чувства вины и др.

Данные спортсмены нуждаются в специальных коррекционных, психологических регулирующих мероприятиях. Работу предпочтительно проводить индивидуально и привлекать квалифицированного психолога, желательно психотерапевта.

Для практической классификации спортсменов можно использовать следующую шкалу оценки показателей психической готовности. Шкала оценки показателей готовности может быть принята в относительных единицах как отношение положительных для оценки данного показателя ответов к их общему числу. Среднее значение соответствует 0,6 относительным единицам. 0,8 относительных единиц и выше – это спортсмены, отлично подготовленные к соревновательной деятельности, 0,4 относительных единиц и ниже – спортсмены, психологически не подготовленные к соревновательной деятельности. Условно их можно отнести к группе риска.

В табл. 42 приведены обобщенные оценочные шкалы по психологической устойчивости, мобилизационности и самоконтролю в относительных единицах, баллах.

Таблица 42

Оценка показателей психической готовности

Психологические показатели (отн. единицы)	0,2-0,39	0,40-0,49	0,50 -0,69	0,70-0,79	0,80-1,0
Баллы	1	2	3	4	5

6.2. Взаимообусловленность соревновательной готовности и показателей личности спортсмена

Для успешного проведения психологической подготовки целесообразно изучить показатели, характеризующие личность спортсмена. В настоящее время в спортивной практике для изучения личности спортсмена успешно используются личностные опросники Айзенка, 16-факторный опросник Кэттелла и другие. Корреляционный анализ показал взаимообусловленность психологической готовности к соревновательной деятельности и показателей личности.

Устойчивость положительно связана с оптимизмом, смелостью, экстраверсией, психологической гибкостью, самоконтролем. Отрицательно влияют на устойчивость нейротизм, депрессия, тревожность, страх, агрессивность и другие показатели.

Мобилизационность положительно связана с доминантностью, психологической гибкостью, самоконтролем, смелостью, общительностью, коллективизмом, оптимизмом. Отрицательные связи имеют нейротизм, тревожность, депрессия, пессимизм и другие показатели.

Самоконтроль положительно связан с эмоциональной устойчивостью, оптимизмом, мобилизационностью, смелостью, общительностью, коллективизмом, доминантностью. Отрицательно влияют на напряженность, нейротизм, тревожность, возбудимость, депрессия и другие показатели.

Основным фактором в психологической подготовленности является устойчивость (фрустрационная толерантность). Высокие оценки

по этому показателю свидетельствуют о спокойствии, уравновешенности, уверенности в себе и в своих силах. Такие спортсмены хорошо переносят высокие нагрузки, охотно участвуют в соревнованиях, не падают духом при временных неудачах и неожиданных поражениях.

Основными особенностями спортсменов с низкими оценками по данному фактору является слабая устойчивость к трудностям соревновательной и тренировочной деятельности, тревожность и ранимость. Эти спортсмены чувствительны к неудачам, притом не только к тем, что уже случились, а главным образом к тем, которые только предположительно могут произойти.

6.3. Основные средства психологического воздействия

Психологическая подготовка проводится в условиях тренировки и соревнований. Наблюдения за спортсменом при выполнении тренировочных упражнений, участия в контрольных тренировочных стартах и ответственных соревнованиях дают возможность оценить психологическую подготовленность спортсмена.

Существенным дополнением является выполнение спортсменом приведенных выше тестов. Однако основным критерием является разница между расчетными, прогнозируемыми достижениями и результатами на наиболее ответственных для данного спортсмена соревнованиях.

В результате наблюдения и оценки соревновательной подготовленности и исследовании личности спортсмена разрабатывается индивидуальная стратегия психологической подготовки.

Основные средства психологической подготовки включают:

- слово тренера в сочетании с заданиями различной сложности на тренировках,
- установка тренера на соревнованиях и последующая оценка после старта,
- убеждения тренера в возможности и реализации поставленных задач и целей,
- коллективная терапия,
- обучение спортсмена приемам самовнушения.

При работе профессионального спортивного психолога с командой используются методы:

- психоанализа,
- внушения,
- аутогенной тренировки,
- гипноза с невысокой степенью погружения, направленного на повышение устойчивости к стрессовым воздействиям на соревнованиях и тренировке.

Тренер после специальной подготовки может с успехом использовать метод аутогенной тренировки как один из самых эффективных. Часть спортсменов благодаря особенностям психики и участия с детства в многочисленных соревнованиях обретают высокий уровень психологической подготовленности. Другие спортсмены требуют психологической поддержки на различных этапах подготовки. В этом случае целесообразно разработать индивидуальный план, в котором приведены методы и средства психологических воздействий с учетом календаря соревнований, тренировочной нагрузки различной интенсивности и объема.

Глава 7. ИНТЕГРАЛЬНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ТЕХНИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВЛЕННОСТИ

7.1. Экономичность

Понятие технической подготовленности достаточно широко по своему содержанию. Оно включает владение рациональной двигательной структурой упражнений, соответствие избранного варианта техники индивидуальным возможностям спортсмена, способность эффективно реализовать свои технические и морфофункциональные возможности в условиях соревнований.

Понятие технической подготовленности близко по своему смыслу к термину техническое мастерство. Под техническим мастерством понимается владение наиболее рациональными структурами спортивных упражнений при установке на максимум в условиях соревновательной борьбы.

Для управления тренировочным процессом, где совершенствование технического мастерства может быть частью выбора общего критерия оптимизации, необходимы интегральные показатели, позволяющие достаточно полно и надежно оценить уровень технического мастерства. Анализ литературных материалов [35, 48, 54, 68, 79, 92, 147, 151] и экспериментальных данных позволил выделить следующие показатели для формирования критериев технической подготовленности: 1) экономичность техники, определяемую путем сопоставления работы и энерготрат, 2) эффективность техники как показатель, характеризующий степень реализации физической подготовленности и морфофункциональных возможностей для достижения максимальных скоростей.

В зависимости от конкретных задач исследования экономичность движений спортсмена определяется по различным энергетическим показателям и ограничениям [68]. Для решения задач управления тренировочным процессом целесообразно использовать неттокоэффициент, т. е. отношение полезной работы к энерготратам, из ко-

торых вычитаются энерготраты покоя. Последний показатель (SMR-sitting metabolic rate) регистрируется у сидящего спортсмена перед нагрузкой после разминки и в конце восстановления к моменту завершения забора воздуха для определения кислородного долга.

В естественных условиях на соревнованиях, когда задается дистанция и стоит задача показать наилучшую среднюю скорость и наименьшее время, спортсмен самостоятельно выбирает темп и величину прилагаемых усилий. В этом случае экономичность зависит от вида упражнений, уровня мастерства спортсмена и других факторов. Ниже приведен график (рис. 20) зависимости уровня кислородного запроса от мощности при плавании высококвалифицированного спортсмена (длина тела 187 см, масса 79,8 кг, возраст 20 лет) кролем в координации, с помощью рук и ног. Спортсмен проплывал с увеличивающейся скоростью 100 м по 4 - 5 раз с полным забором выдыхаемого воздуха с последующим анализом с соблюдением всех STDP и точности измерений.

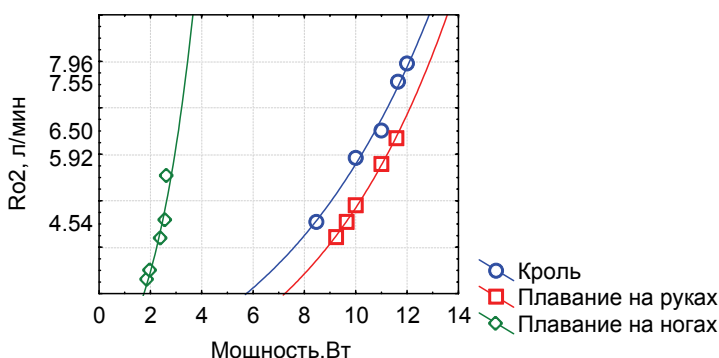


Рис. 20. Зависимость между мощностью и уровнем кислородного запроса при плавании кролем в координации, с помощью рук и ног

Наилучшая экономичность наблюдалась при плавании с помощью рук. КПД составил 5,53 - 6,64 %. При плавании в координации КПД был в пределах 4,42 - 5,44 %, при плавании с помощью ног – 1,65 - 1,70 %. Столь существенная разница объясняется различными типами гидродинамических качеств рук и ног как движителей. В спортивной практике приведенные данные находят подтверждение

при плавании кролем на длинные дистанции, когда для повышения экономичности движений уменьшается количество ударов ногами, усиливаются движения руками и увеличивается темп. Во всех случаях с увеличением мощности и соответственно скорости экономичность снижается. Если бы между мощностью и уровнем кислородного запроса была линейная зависимость, то КПД был бы постоянной величиной. В данном случае указанное соотношение аппроксимируется степенной или экспоненциальной функцией с высокой достоверностью ($p < 0,01$). Ниже приведены уравнения регрессии для соотношения «мощность - уровень кислородного запроса» при плавании с помощью ног, рук и в координации

$RO_2/t = 1,221 \exp(0,156N)$ – для плавания кролем в координации, (70)

$RO_2/t = 0,842 \exp(0,175N)$ – для плавания на руках,

$RO_2/t = 1,096 \exp(0,576N)$ – для плавания на ногах.

Однако при сравнении уровня затрат и экономичности у спортсменов различной квалификации наблюдается обратная картина: с ростом квалификации на одних и тех же дистанциях у более сильных спортсменов при высоком уровне кислородного запроса возрастает экономичность. На рис. 21 приведено указанное соотношение для шести пловцов различной квалификации.

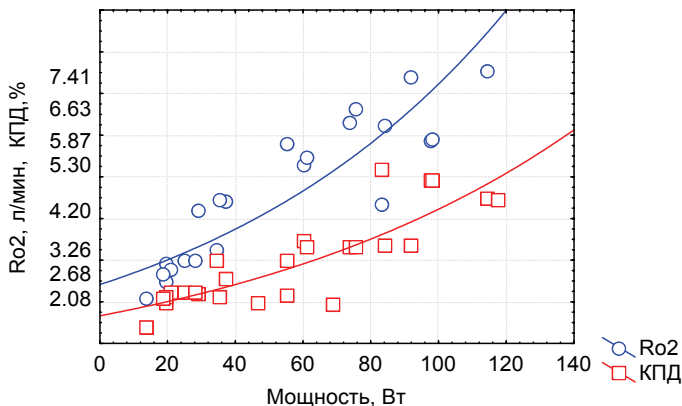


Рис. 21. Уровень кислородного запроса и КПД для шести пловцов различной квалификации в зависимости от мощности упражнений

Соотношения на рис. 21 могут быть аппроксимированы экспоненциальными уравнениями регрессии

$$RO_2/t = 2,613 \exp (0,011N) \quad (71)$$

$$ME = 1,665 \exp (0,009N) \quad (72)$$

Следует обратить внимание, что с повышением квалификации скорость увеличения кислородного запроса (0,011) выше скорости повышения КПД (0,009).

Для практического управления тренировочным процессом и оценки экономичности можно воспользоваться отношением мощности к частоте сердечных сокращений в стационарном режиме. При прохождении дистанции с равномерной скоростью к концу дистанции частота сердечных сокращений выходит на плато и близка к частоте на финише. Суммарная частота сердечных сокращений пропорциональна кислородному запросу. Поэтому условный показатель экономичности по частоте сердечных сокращений будет иметь вид

$$КПД_{(чсс)} = N / ЧСС - ЧСС_{сисх}, \quad (73)$$

где ЧСС_{сисх} – частота сердечных сокращений после разминки (обычно 96 - 102 уд./мин).

Данный показатель зависит от многих факторов и предназначен в первую очередь для оценки экономичности техники отдельного спортсмена или для групп с близкими показателями по возрасту, квалификации, специализации на дистанции различной длины, полу, технической подготовленности.

В табл. 43 приведены данные по КПД, полученные путем моделирования энергетических показателей, и КПД по ЧСС для квалифицированных пловцов стайера и спринтера и для пловца с относительно низким результатом.

По табл. 43 можно проследить большее увеличение КПД у стайеров с увеличением длины дистанции времени работы. Только на коротких дистанциях 100 и 200 м экономичность спринтеров выше экономичности стайеров. КПД по ЧСС с увеличением длины дистанции и времени упражнений уменьшается, что можно объяснить более быстрым снижением частоты сердечных сокращений по отношению к снижению уровня кислородного запроса.

У спортсмена с более низкими результатами наблюдается более низкий КПД и его снижение с увеличением длины дистанции и вре-

мени упражнений. Таким образом, следует заключить, что оценка экономичности в управлении тренировочным процессом должна проходить с учетом специализации, уровня подготовленности, длины дистанции и основных факторов, определяющих частоту сердечных сокращений.

Таблица 43

Показатели экономичности, определенные по энергетическим тратам и ЧСС у пловцов разной специализации и квалификации на дистанциях от 100 до 3000 м

Дис- тан- ции, м	Стайер			Спринтер			2-й разряд		
	Время, мин, с	КПД, %	КПД по ЧСС, %	Время, мин, с	КПД, %	КПД, по ЧСС, %	Время, мин, с	КПД, %	КПД, по ЧСС, %
100	52,5	5,7	1,55	48,7	6,00	2,25	1.05,7	4,32	0,92
200	1.51,7	5,8	1,22	1.48,0	6,02	1,53	2.31,7	3,92	0,62
400	3.52,0	6,14	1,11	4.00,0	6,06	1,13	5.59,0	3,54	0,46
800	7.52,9	6,56	1,10	8.17,0	6,12	1,08	12.20,3	3,11	0,37
1500	15.00,0	6,59	1,04	16.00,7	6,27	1,06	25.00,6	2,90	0,35
3000	30.32,5	6,68	1,03	33.05,0	6,50	1,05	54.30,0	2,60	0,34

Для изучения факторов, влияющих на экономичность, было обследовано 116 юношей пловцов. На финише дистанции 400 м в течение 60 с определялся уровень потребления кислорода, по которому определялись энергетические траты. Следует отметить невысокие корреляционные связи большинства показателей с экономичностью, что говорит о сложной многофакторной структуре этого критерия. Положительные статистически достоверные коэффициенты корреляции с КПД имели максимальная скорость плавания в координации (0,622) и на руках (0,658), сила тяги в координации (0,618) и на руках (0,567), подвижность плечевого пояса (0,406), длина кисти (0,427), величина шага (0,624). Уровень потребления кислорода на финише отрицательно коррелировал с экономичностью (-0,643) так же, как и темп движений (-0,351).

7.2. Эффективность

Данный показатель отражает, насколько полно спортсмен использует свои двигательные возможности для достижения высоких скоро-

стей. Для оценки эффективности техники воспользуемся уравнениями регрессии ($p < 0,01$) между показателями подготовленности и максимальной скоростью плавания на 50 м способом кроль:

$$V_{50} = 1,349 + 0,0248 P \text{ (сила тяги в воде, кг)}, \quad (74)$$

$$V_{50} = 0,403 + 0,0173 \text{ ААС (активная амплитуда стопы, град)}, \quad (75)$$

$$V_{50} = 1,617 + 0,0024 \text{ ППС (подвижность в плечевом поясе, град)} \quad (76)$$

В табл. 44 приведены примеры оценки эффективности технической подготовленности по реализации двигательных качеств, для достижения максимальной скорости на 50 м, двумя пловцами. Фактическая скорость пловцов регистрировалась с одновременным определением показателей подготовленности.

Таблица 44

Реализация силы тяги в воде и гибкости
в достижении максимальной скорости на 50 м

Показатель подготовленности	Пловец С. скорость на 50 м-2,0 м/с			Пловец К. скорость на 50 м-1,84 м/с		
	Величина силы и гибкости	Расчетная скорость, м/с	Отношение фактич. скорости к расчетной	Величина силы и гибкости	Расчетная скорость, м/с	Отношение фактич. скорости к расчетной
Р-сила тяги, кг	25,0	1,969	1,015	25,0	1,969	0,930
ААС, град	91,0	1,977	1,011	82,0	1,821	1,010
ППС, град	96,0	1,847	1,082	80,0	1,809	1,017

Средняя величина отношения фактической скорости к расчетной по сумме показателей силы и гибкости у пловца С. составляет 1,036, для пловца К. – 0,992. Данные соотношения показывают существенное преимущество в эффективности технической подготовленности пловца С. в основном за счет лучшей реализации силовых возможностей.

Более общий показатель оценки технической подготовленности может быть определен как число Струхаля (Sh). Этот показатель заимствован из исследований эффективности движений в воде биоин-

дов, в первую очередь, дельфинов. Число Струхалия оценивает скорость биологического объекта как следствие частоты движителя (хвоста дельфина) и его рабочей амплитуды (табл. 45). В случае спортивного плавания число Струхалия будет иметь вид

$$Sh = N / mH, \quad (77)$$

где N – мощность, Вт, m – темп движений, 1/мин, H – рост спортсмена, м.

Предполагается, что длина рук и ног пропорциональна росту спортсмена и возможная рабочая полезная амплитуда в воде пропорциональна им.

Таблица 45

Число Струхалия на дистанциях разной длины
у пловцов разной специализации и квалификации

	Число Струхалия (Sh) на дистанциях					
	100 м	200 м	400 м	800 м	1500 м	3000 м
Стайер (мастер спорта)	1,66	1,63	1,61	1,60	1,54	1,59
Спринтер (мастер спорта)	2,01	1,63	1,32	1,25	1,17	1,10
Спринтер (2-й разряд)	1,27	0,89	0,63	0,48	0,38	0,32

Число Струхалия (2,01) на короткой дистанции 100 м в анаэробной зоне выше у мастера спорта спринтера, чем у стайера (1,66), т. к. развиваемая спринтером мощность наилучшим образом использует его двигательные возможности. На более длинных дистанциях 400, 800, 1500, 3000 м число Струхалия у пловца-стайера близкой квалификации (1,59 - 1,61) существенно выше, т. к. при близком темпе движений спортсмен лучше удерживает скорость. Число Струхалия у спортсмена 2-го разряда существенно меньше и уменьшается с увеличением длины дистанции с 1,27 до 0,32.

Глава 8. ДИНАМИКА ЭРГОМЕТРИЧЕСКИХ И ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАК СЛЕДСТВИЕ ВЫПОЛНЕНИЯ СТАНДАРТНЫХ ПРОГРАММ ТРЕНИРОВКИ

8.1. Изменение состояния спортсмена под воздействием тренировочных упражнений

В научно-методической литературе накоплен обширный материал о влиянии тренировки на состояние спортсмена и его достижения. К сожалению, этот материал может быть использован для решения задач управления подготовкой спортсмена лишь частично. Причин этому несколько: во-первых, авторы далеко не всегда проводят количественную оценку исходного и конечного состояния спортсмена на рассматриваемом этапе, во-вторых, недостаточно учитываются и формализуются управляющие воздействия. Как следствие этих причин не удастся установить переходные характеристики изменения состояния спортсмена, уровня его достижений с учетом предыдущего состояния, управляющих и неуправляемых переменных и времени.

Общее представление об изменении работоспособности даны в следующих работах по спорту: [4, 17, 21, 31, 43, 49, 54, 56, 57, 61, 64, 74, 89, 92, 96, 99, 104, 110, 112, 117, 119, 124, 135, 139, 141, 142, 149, 151, 173, 175, 178, 188, 189, 192, 199, 204, 214, 222].

В исследовании по поднятию тяжести и вращению колеса, при регламентации мощности за несколько недель, производительность возросла до 700 %. При тренировке по методу «предельных нагрузок», когда прирост работоспособности соответствовал объему выполняемых упражнений, в беге с постоянным темпом предельное время за 9 тренировок возросло с 2.06 до 5.00, число приседаний возросло с 276 до 486 за 13 тренировок.

Обзор литературных источников показал, что в более 200 исследований наблюдался большой разброс по параметрам эксперимента и по его результатам. Длительность эксперимента в плавании, беге,

академической гребле, в упражнениях на велоэргометре, в лыжных гонках находилась в пределах от 3 до 20 - 25 недель и у квалифицированных бегунов до 3 лет. Количество тренировок в неделю составляло от 3 до 6 и у пловцов до 20 и более, прирост работоспособности составил от 2 до 19 %, изменение $\dot{V}O_2 \text{ max}$ от 1,9 до 24 %. Возраст спортсменов был в пределах от 12 в плавании до 25,3 лет в ходьбе.

Значительное число работ посвящено изучению непосредственной адаптации сердечно-сосудистой и энергетической систем к тренировочным нагрузкам различной продолжительности и интенсивности. Показано снижение частоты сердечных сокращений по отношению к предельному времени и мощности. Получены данные об изменении энергетических показателей, повышении производительности сердца, ударного объема, увеличении артериовенозной разницы насыщения крови кислородом, кислородной емкости крови, порога анаэробного обмена и других физиологических и биохимических показателей.

С точки зрения решения задач управления тренировкой представляет интерес исследование, в котором прирост мощности при заданном предельном времени (6 мин и 90 мин) являлся следствием выполнения 27 вариантов тренировочных заданий. В заданиях комбинировались длительность тренировки (15, 60, 120 мин), количество занятий в неделю (1, 3, 5 раз), интенсивность (50, 75, 100 %). Интенсивность в каждом случае определялась в процентах к тренировочной мощности в 15, 60, 120 мин [204].

В табл. 46 приведены простые и множественные коэффициенты корреляции между приростом работоспособности при заданном предельном времени (6 мин, 90 мин) и частотой, длительностью, интенсивностью нагрузки и начальной работоспособностью.

К сожалению, представленные данные не дают возможности установить переходные характеристики между конкретными вариантами тренировочных упражнений и их эффектом. Наиболее высокие коэффициенты корреляции между приростом результатов в работе 6 и 90 мин и частотой, интенсивностью и длительностью упражнений приводят к упрощенному выводу, чем выше нагрузка, тем больше прирост результатов. Приведенные автором уравнения множественной регрессии имеют невысокие коэффициенты детерминации (0,548, 0,672) затрудняют использование их на практике.

Таблица 46

Коэффициенты корреляции между приростом работоспособности в упражнениях длительностью 6 и 90 мин и основными параметрами тренировки [204]

Переменные	Прирост работоспособности	
	6 мин	90 мин
Частота занятий в неделю	0,36	0,42
Длительность упражнений	0,18	0,23
Интенсивность упражнений	0,60 ($p < 0,001$)	0,63 ($p < 0,001$)
Средняя нагрузка на тренировке	0,44 ($p < 0,05$)	0,43 ($p < 0,05$)
Общая работа на тренировке	0,60 ($p < 0,001$)	0,58 ($p < 0,01$)
Частота и интенсивность тренировки	0,71 ($p < 0,001$)	0,78 ($p < 0,001$)
Частота, интенсивность и длительность тренировки	0,74 ($p < 0,001$)	0,82 ($p < 0,001$)
Начальная работоспособность в упражнении 6 мин	0,31	0,39 ($p < 0,05$)
Начальная работоспособность в упражнении 90 мин	0,22	0,11

8.2. Параметрическая тренировка спортсмена

8.2.1. Основные типы параметрической тренировки

Для преодоления трудностей в изучении тренировочного воздействия на долговременные адаптационные процессы необходимо, с одной стороны, ограничить количество переменных, влияющих на процессы суперкомпенсации, с другой – уменьшить возможное количество комбинаций программ тренировки. При этом необходимо учитывать начальное и конечное состояние спортсмена. В этом случае можно воспользоваться общим подходом, когда рассматривается изменение одной переменной, причем остальные переменные выступают в данном случае как постоянные (параметры).

Наименьшее количество переменных в тренировке может быть сведено к трем интегральным показателям:

мощность тренировочных упражнений N , Вт, определяемая по скорости (м/с) и интенсивности (%),

объем упражнений, определяемый по выполненной работе (A , Дж), длине дистанций (м, км), количеству повторений (n) и времени упражнений (t , с, мин, ч).

время отдыха между тренировками (T , мин, ч, сутки).

Начальное и конечное состояние спортсмена может быть определено по лучшим спортивным достижениям и выполнению контрольных упражнений. Спортивные результаты подбираются таким образом, чтобы перед выполнением параметрической программы и после ее завершения можно было провести эргометрический анализ достижений спортсмена в анаэробной и аэробной зоне энергетической производительности. Учитывая, что зависимость «мощность - работа» аппроксимируется степенной функцией, в каждой зоне необходимо иметь результаты на двух дистанциях или двух контрольных упражнений. Существенное значение для понимания адаптационных процессов имеет измерение физиологических показателей, определяющих работоспособность спортсмена.

Ниже рассмотрены параметрические программы, в которых введены существенные упрощения тренировочного процесса.

Программа первого типа, в которой поставлена задача увеличить от задания к заданию **объем работы или количество повторений** в упражнениях при постоянной мощности (скорости, интенсивности), которая в данном случае служит параметром. Отдых между тренировками подбирается таким образом, чтобы обеспечить максимизацию роста работоспособности. По своей сути параметрическая тренировка первого типа близка к тренировке в подготовительном периоде годовичного макроцикла, когда тренировочные объемы существенно прирастают, а скорости изменяются незначительно.

Программа второго типа, в которой поставлена задача увеличить **скорость (мощность)** от задания к заданию при постоянном объеме в упражнениях (метры, количество повторений, серий, времени). Параметром в данном случае является заданный объем упражнений. Отдых между упражнениями подбирается таким образом, чтобы обеспечить максимальный прирост скорости. Параметрическая тренировка второго типа близка к подготовке спортсмена в соревновательном периоде годовичного макроцикла, когда объемы стабилизируются или сокращаются и ставится задача увеличить скорость.

Программа третьего типа заключается в том, что спортсмен выполняет упражнения от одного занятия к другому с **постоянной скоростью и постоянным объемом**. Отдых подбирается по аналогии с предыдущими программами. Оба основных показателя – объем и интенсивность являются параметрами. Параметрическая программа

третьего типа обычно применяется при стабилизации достигнутого уровня тренированности и как составляющая общей нагрузки, дающей кумулятивный эффект.

Программа четвертого типа состоит по существу из повторения стратегии программы первого типа, в которой параметром является мощность (скорость) и стоит задача от занятия к занятию увеличить работоспособность. Однако **отдых между тренировками существенно сокращается, практически в два раза**. Данный тип тренировки проводится, как правило, при сокращении годового макроцикла до 7 - 9 недель, когда спортсмен стремится быстро обрести спортивную форму. Программа четвертого типа находит применение в соревновательном периоде. Такая тренировка, несмотря на ее высокую эффективность, связана с возможным утомлением спортсмена и перетренировкой.

8.2.2. Экспериментальное исследование параметрической тренировки

Для иллюстрации параметрической программы **первого типа** [119], в которой в качестве параметра была избрана **постоянная мощность** и поставлена задача от занятия к занятию увеличивать работоспособность, рассмотрим тренировку, в которой упражнения выполняли четыре спортсмена-пловца с квалификацией КМС и МС (длина тела 174,3, масса тела 68,3 кг, возраст 18 лет). В качестве начальной постоянной интенсивности была избрана скорость плавания на 2000м. На первой тренировке скорость составляла 93 - 95 % от максимальной для каждого спортсмена. Всего количество тренировок составило от 8 до 14. Поскольку скорость плавания варьировалась незначительно ($\pm 0,8$ %), мощность можно было считать постоянной. К концу исследования длина проплываемой дистанции составила 3400 - 4500 м.

На рис. 22 представлена динамика увеличения выполняемой работы по дням тренировки с постоянной мощностью. Кривая роста работоспособности у четырех спортсменов наилучшим образом аппроксимировалась в указанных пределах времени экспоненциальной функцией

$$\begin{aligned} A &= A_0 \exp(\beta T) = 5,567 \exp(0,05 T), \\ A &= A_0 \exp(\beta T) = 5,643 \exp(0,034 T), \\ A &= A_0 \exp(\beta T) = 4,826 \exp(0,037 T), \end{aligned} \quad (78)$$

$$A = A_0 \exp(\beta T) = 3,001 \exp(0,045T),$$

где A – работа, кгм/1000, T – дни. Константа роста β составила от 0,034 до 0,050. Для управления тренировочным процессом наибольшее значение имеет константа роста работоспособности. Средняя величина была равна $0,0415 \pm 0,0063$ день⁻¹.

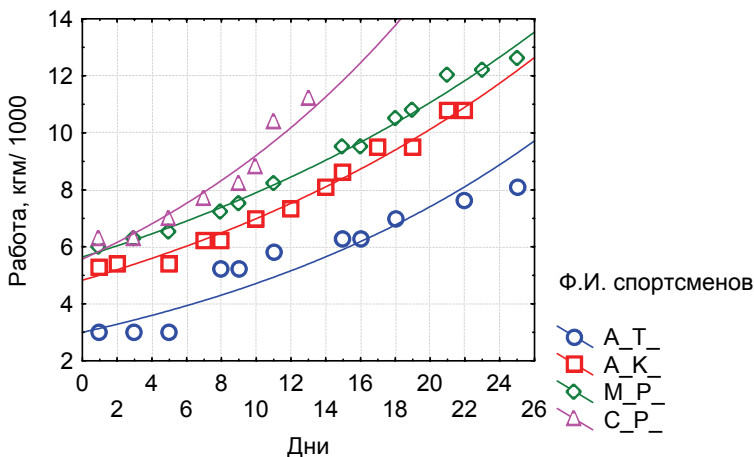


Рис. 22. Динамика роста работоспособности в параметрической программе первого типа при плавании с постоянной мощностью (скоростью)

Для изучения изменения соотношения «мощность - работа» было проведено тестирование в гидродинамическом канале на четырех скоростях, которые подбирались индивидуально таким образом, чтобы время работы с наибольшей для пловца скоростью составило: 30 - 40 с и 120 - 180 с в анаэробной зоне, а также 350 - 450 с и 900 - 1500 с в аэробной.

Соответственно коэффициенты зависимости

$$N = N_0^{-dA} \quad (79)$$

составляли в анаэробной зоне перед выполнением программы первого типа $N_0 = 562,74$, $d = -0,6370$, после $N_0 = 337,93$, $d = -0,5330$, в аэробной зоне перед программой был $N_0 = 81,71$, $d = 0,3628$, после $N_0 = 55,13$, $d = -0,2955$. Как в анаэробной, так и в аэробной зонах во

всех четырех тестах мощность при заданных скоростях возросла за счет лучшего удержания скорости и увеличения времени плавания (табл. 47).

Таблица 47

Изменение энергетических показателей в трех параметрических программах по результатам тестирования в гидродинамическом канале на четырех скоростях ($p < 0,05$)

Скорость, м/с	Время, с	Энергетические показатели					
		DO_2 , л	VO_2 , л	RO_2 , л	VO_2/t , л/мин	RO_2/t , л/мин	КПД, %
Программа первого типа с постоянной мощностью							
1,75	+11,4	+1,05	+0,34	+1,38	-0,09	-0,35	+0,13
1,51	+47,8	-0,02	+1,94	+1,92	-0,10	-0,71	+0,74
1,34	+225,2	-0,36	+6,99	+5,60	-0,25	-0,50	+0,79
1,24	+860,8	-0,16	+24,13	+23,97	-0,25	-0,32	+0,78
Программа второго типа с постоянным объемом							
1,80	+2,8	+0,67	+0,20	+0,86	+0,16	+0,40	-0,10
1,60	+11,6	+1,01	+0,90	+1,91	+0,15	+0,26	-0,12
1,46	+24,7	+1,14	+1,84	+2,97	+0,10	+0,22	-0,10
1,34	+60,1	+0,87	+4,36	+5,24	+0,06	+0,11	-0,13
Программа третьего типа с постоянной мощностью и объемом							
1,71	+7,5	-0,36	+0,56	+0,20	+0,42	-1,10	+0,50
1,49	+15,3	-0,46	+1,20	+0,85	+0,13	-1,31	+0,18
1,36	+49,6	0,53	+2,44	+2,97	+0,01	-0,01	+0,05
1,26	+72,5	-0,30	+2,64	+2,35	-0,02	-0,05	+0,06

В первую очередь следует обратить внимание на снижение рабочего уровня потребления кислорода VO_2/t и повышение экономичности КПД на всех скоростях тестирования. Также снизились кислородный долг DO_2 на трех скоростях, объемы потребления кислорода VO_2 и кислородный запрос RO_2 .

Таким образом, можно заключить, что в результате выполнения параметрической тренировочной программы первого типа с постоянной мощностью произошло увеличение работоспособности на всех скоростях тестирования, снижение рабочего уровня потребления кислорода и повышение экономичности.

Для исследования параметрической программы **второго типа**, в которой в качестве параметра был избран **постоянный объем** и поставлена задача от занятия к занятию увеличивать мощность (ско-

рость). В эксперименте приняло участие 4 пловца с квалификацией КМС и МС. Спортсмены выполняли следующие три группы упражнений: проплывание 3 серии 4 x 50 м с отдыхом 30 с, 2 серии 10 x 100 м с отдыхом 30 с и 3 раза по 800 м с отдыхом 2 мин. Отдых между сериями составил 2 мин. В упражнениях и в сериях спортсмены стремились показать наибольшую среднюю скорость. На рис. 23 показана динамика увеличения скорости по дням тренировки с постоянным объемом.

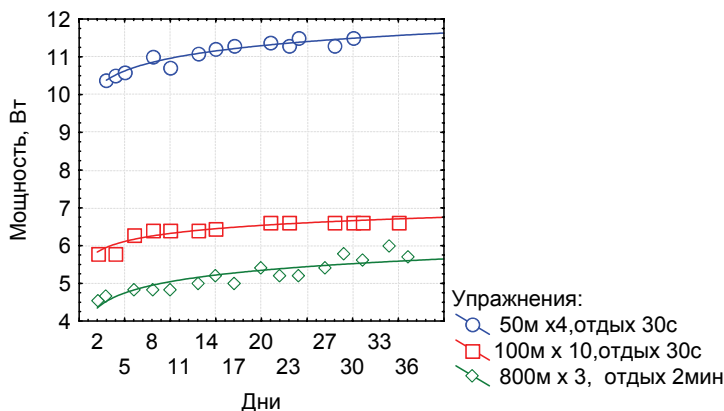


Рис. 23. Динамика мощности при фиксированном объеме упражнений в параметрической программе тренировки второго типа

Кривая изменения мощности в параметрической программе второго типа показывает экспоненциальное приближение к предельному уровню стационарного состояния, характерному для соревновательного этапа тренировки годовичного макроцикла. Кривые роста могут быть аппроксимированы уравнениями регрессии

$$N = (N_{lim} - N_0) (1 - e^{-\varphi T}) + N_0, \quad (80)$$

где N_0 – начальная мощность, Вт, N_{lim} – предельная мощность для данного этапа тренировки, Вт, φ – константа роста, день⁻¹, T – время, день.

Для упражнений коэффициенты функций составили:

(4 x 50 м с отдыхом 30 с) x 3 серии, где

$$N_{lim} - 11,5, N_0 = 1,515, \varphi = 0,104 \quad (81)$$

(10 x 100 м с отдыхом 30 с) x 2 серии,

$$N_{lim} - 6,7, N_0 = 1,174, \varphi = 0,125$$

(3 x 800 м с отдыхом 2 мин),

$$N_{lim} - 6,0, N_0 = 1,629, \varphi = 0,043, \text{ при } (R > 0,95, p < 0,001).$$

Скорость прироста мощности φ в интервальных упражнениях на отрезках 50 и 100 м при заданной стратегии выше, чем для длинных дистанций 800 м.

Изменение энергетических показателей, измеренных в гидродинамическом канале при заданных скоростях, приведены в табл. 47. После выполнения программы существенно увеличилась долговая составляющая энергетики $\dot{V}O_2$, увеличился рабочий уровень потребления кислорода $\dot{V}O_2/t$ и уровень кислородного запроса (RO_2/t). На всех скоростях тестирования уменьшилась экономичность КПД.

Для исследования параметрической программы **третьего типа**, в которой каждое занятие проводилось с **постоянной мощностью и объемом**, были привлечены четыре квалифицированных пловца. После предварительной тренировки три спортсмена проплывали на занятии 2000 м, один спортсмен 3000 м. Скорость на первом занятии составила 93 - 96 % от максимальной на указанных дистанциях и удерживалась на последующих тренировках. В среднем за $24 \pm 7,2$ дня было проведено $13,3 \pm 4,2$ тренировок. Время и скорость варьировались в пределах $\pm 0,5$ %.

Средняя величина времени удержания скорости в гидродинамическом канале возросла на всех скоростях тестирования (см. табл. 47). Однако увеличение времени удержания мощности было статистически недостоверно. Коэффициенты зависимости «мощность - работа» изменились следующим образом: в анаэробной зоне до выполнения программы $N_0 = 284,86$, $d = -0,506$, после выполнения программы $N_0 = 485,39$, $d = -0,572$, в аэробной зоне до программы $N_0 = 54,38$, $d = -0,292$, после $N_0 = 69,73$, $d = -0,319$. Наиболее важный показатель удержания мощности d по отношению к предельному времени работы возрос, что не соответствовало задачам тренировки, направленной на совершенствование выносливости, поскольку у спортсменов основное тренировочное упражнение было на дистанции 2000 м. Из энергетических показателей статистически недостоверно увеличилось потребление кислорода $\dot{V}O_2$, кислородный запрос RO_2 , и экономичность КПД.

Для исследования программы **четвертого типа**, в которой упражнения от занятия к занятию выполнялись с **сокращенным отдыхом** при постоянной мощности, было привлечено 22 пловца (длина тела 175,8 см, масса тела 67,3 кг, возраст 19,4 лет), разделенных на две группы. В первую группу вошли 10 спортсменов, перед которыми была поставлена задача увеличивать объем работы в упражнениях. Основным условием выполнения упражнений была работа «до отказа», т. е. до момента, когда спортсмен не мог удерживать первоначально заданную скорость. Эта группа была разбита на две подгруппы: 7 пловцов мастеров спорта и 3 пловца 1-го разряда. Вторая группа из 12 спортсменов выполняла упражнения с отдыхом практически в два раза большим, чем первая. Фактически вторая группа была контрольной. На рис. 24 представлена динамика роста работоспособности и ее снижения.

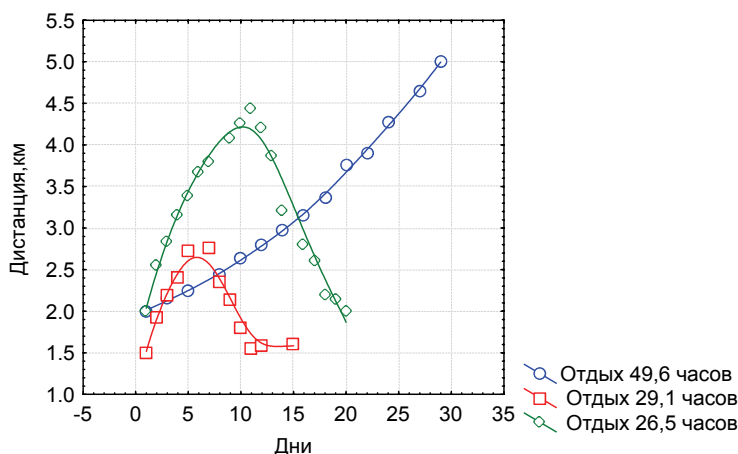


Рис. 24. Изменение предельной длины проплываемой дистанции в параметрической тренировке первого типа с постоянной мощностью (скоростью) и средним отдыхом 26,53 ч для 7 мастеров спорта, 29,14 ч для 3 пловцов 1-го разряда и 49,6 ч для 12 спортсменов контрольной группы

Для программ четвертого типа характерны две основные особенности. Во-первых, восходящая часть кривой изменения работоспособности с постоянной мощностью **трансформировалась** в кривую,

характерную для программы с ограниченным объемом (см. рис. 24). Это означает, что на процессы адаптации влияют факторы, вызывающие торможение роста. Такие процессы описываются, как было показано ранее, формулой для программы второго типа

$$S = Slim - (Slim - So) e^{-\rho T} + So, \quad (82)$$

поскольку мощность в упражнениях была постоянная, длина дистанции соответствовала выполняемой работе. В данном случае константа скорости роста для мастеров спорта составила $\rho = 0,224$, для спортсменов 1-го разряда $\rho = 0,454$.

Для сравнения на рис. 24 приведена кривая увеличения длины проплываемой дистанции контрольной группы по первой программе с постоянной мощностью с отдыхом 49,6 ч.

Во-вторых, при тренировке практически каждый день с отдыхом 26, 53 - 29, 13 ч динамика работоспособности разделилась на две части. В первой части в течение 7 - 12 дней наблюдался быстрый рост работоспособности. Затем, несмотря на стремление увеличить длину проплываемой дистанции, наблюдалось уменьшение объемов выполняемой работы.

У мастеров спорта предельный объем достиг на 12-й тренировке и составил $4,54 \pm 0,60$ км (166315, 6 Дж), у спортсменов 1-го разряда – на 7-й тренировке составил $2,76 \pm 0,57$ км.

Затем, несмотря на стремление спортсменов увеличить длину проплываемой дистанции, наблюдалось экспоненциальное снижение до начальных объемов. У мастеров на 21-й день, у разрядников на 14-й день (см. рис. 24). Снижение нагрузки аппроксимируется экспоненциальной функцией

$$S = So e^{-\eta T}, \quad (83)$$

где S_{max} – максимальная величина работоспособности, T – дни тренировок, η – константа снижения работоспособности, день⁻¹.

У мастеров спорта константа снижения составила 0,072 день⁻¹, у разрядников 0,094 день⁻¹. Рост работоспособности в четвертой программе превышал ее рост в программе первого типа. На 12-й день у мастеров ее объем достиг 4,54 км, у разрядников на 7-й день – 2,76 км, в то же время у спортсменов, тренировавшихся по первой программе, объем работоспособности составил в эти дни соответственно 2,7 и 2,2 км.

8.2.3. Прямые и косвенные показатели снижения работоспособности спортсмена

При построении тренировочного процесса возникает задача определения величины и интенсивности нагрузки и распределение ее во времени. Очевидно, что при недостаточной тренировочной нагрузке будут не полностью использоваться адаптационные возможности спортсмена, при чрезмерной нагрузке будет наблюдаться глубокое утомление, замедление роста работоспособности и перетренировка. Величина тренировочной нагрузки в значительной степени определяет как стратегию построения годичного тренировочного макроцикла, так направленность и объем в недельном микроцикле.

Регулирование нагрузки непосредственно связано с понятием утомления. Существуют более 50 определений понятия «утомление»: гуморально-локалистическое (объясняющее утомление истощением энергетических запасов в организме и отдельных его системах и органах, недостатком кислорода в тканях, накоплением продуктов обмена); в теориях, связанных с деятельностью центральной нервной системы [27, 30, 76, 78, 99, 127, 132, 136, 145, 149, 157, 158, 167, 175, 181, 216, 220].

Условно признаки утомления могут быть разделены на две группы: объективные (физическая работоспособность, двигательные качества, физиологические, биохимические и другие) и субъективные (ощущение усталости, повышение раздражительности, нарушение сна и т. д.).

Исследования показали снижение гликогена в тканях, глюкозы в крови и повышение свободных жирных кислот через сутки после нагрузки. При недовосстановлении натощак утром у спортсменов наблюдается изменение показателей мочевины и кислотно-щелочного равновесия.

Значительный интерес представляют работы по исследованию поздних фаз восстановления. Через один час, 10, 16, 20 ч после тренировки отмечено снижение максимального потребления кислорода, кислородного долга и, в первую очередь, его лактатной фракции, оксигемометрических показателей при задержке дыхания и повышение энергетического обмена. Изменение гематологических показателей наблюдалось даже через 5 - 6 суток. Выделяются основные закономерности восстановительных процессов: неравномерность, гетерохронность и фазность.

Практика регулирования нагрузки в микроцикле ставит задачу выделить критерии количественных признаков, по которым тренер мог бы перед тренировкой или в процессе выполнения спортсменом упражнений принять решение об их целесообразности и состоянии работоспособности спортсмена.

Поскольку при исследовании программы четвертого типа удалось разделить периоды роста и снижения работоспособности, представляется возможным определить достоверность различий выделенных показателей. В табл. 48 приведены данные силовой подготовленности, биохимических, гематологических показателей и суммарный субъективный показатель утомления на двух этапах тренировки по программе с сокращенным отдыхом. Наблюдения проводились на трех квалифицированных спортсменах-пловцах (длина тела 179,3 см, масса тела 72,1 кг, возраст 20,2 лет).

Таблица 48

Изменение показателей, отражающих состояние спортсмена на этапе роста и снижения работоспособности в параметрической тренировке четвертого типа

Контрольный показатель	На этапе роста работоспособности	На этапе снижения работоспособности	Разница	<i>p</i>
Вертикальный прыжок, см	54,61±702	40,91±6,16	13,7	0,001
Сила тяги в воде, кг	16,34±1,15	15,89±0,84	1,45	0,001
Сила тяги на суше, кг	36,62±4,23	32,23±4,37	4,37	0,001
Работа в 3 мин тесте, Дж	2246,77±227,51	1966±355,17	208,7	0,01
Глюкоза, мг%	63,35±9,97	74,4±10,73	10,75	0,01
Мочевина, мг%	30,7±5,21	35,2±5,58	4,50	0,01
Лейкоциты, мг%	5,09±0,62	6,95±0,95	1,85	0,001
Лимфоциты, мг%	23,3±4,01	25,8±3,71	2,50	0,01
Гемоглобин, мг%	14,63±0,50	14,25±0,70	0,38	0,05
Моноциты, мг%	5,70±1,14	4,85±1,77	0,85	0,1
Эритроциты, мг%	4,49±0,25	4,47±1,77	0,12	0,1
Суммарный субъективный показатель утомления (ССП)п	12,03±3,74	26,73±5,04	14,70	0,001

Наибольшее достоверное различие показателей, измеренных на этапе роста работоспособности и ее снижения, имели вертикальный

прыжок вверх, сила тяги на суше и сила тяги в воде ($p < 0,001$). Менее достоверным является различие в работоспособности в трехминутном тесте ($p < 0,01$). На этапе снижения работоспособности отмечалось повышение мочевины до 35,20 мг % и глюкозы до 74,40 мг % ($p < 0,01$). Из гематологических показателей наибольшее достоверное различие было у лейкоцитов (0,001), наименьшее у гемоглобина (0,05) и у моноцитов и эритроцитов ($p < 0,1$).

В спортивной практике для оценки состояния спортсмена используются показатели концентрации в крови мочевины и глюкозы, измеряемые утром натощак. Первый показатель показывает протекание метаболических процессов белков, второй отражает уровень гликолитических процессов после нагрузки предыдущих тренировок. На рис. 25 приведена гистограмма концентрации мочевины крови у гребца высокой квалификации, зарегистрированные в течение годичного макроцикла с декабря по август (химический анализ проводился Н. А. Григорьевой).

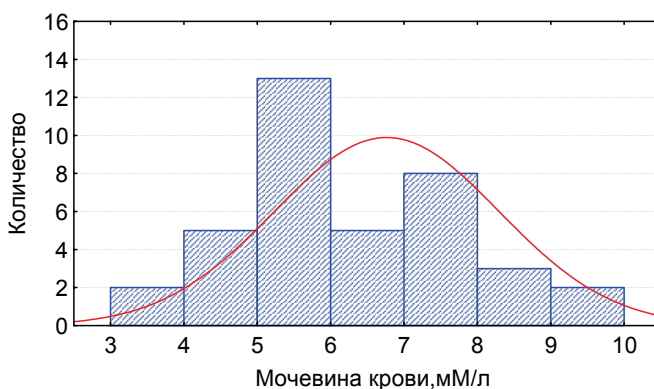


Рис. 25. Гистограмма распределения мочевины крови в течение годичного макроцикла у гребца Т. высокой квалификации

Среднее значение мочевины составило $6,76 \pm 1,52$, что примерно на 1 - 2 мМ/л выше, чем наблюдаемое у других гребцов. Разница объясняется высокими тренировочными нагрузками, характерными для данного спортсмена. Гистограмма условно может быть разделена на две части: до 5 - 6 мМ/л концентрация, характерная для подготовки

тельного периода, и от 6 до 10 мМ/л, наблюдаемая в соревновательном периоде с высоким объемом интенсивных нагрузок.

На рис. 26 представлена гистограмма распределения глюкозы крови для того же гребца Т. в годичном макроцикле. Диапазон значений был от 2 до 6,5 мМ/л.

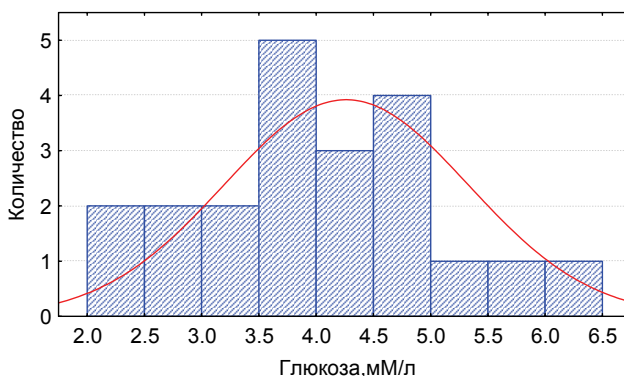


Рис. 26. Гистограмма распределения глюкозы в крови для гребца Т. в годичном макроцикле

Среднее значение концентрации глюкозы в крови составило 4,26 мМ/л, что практически близко к значениям, наблюдаемым у других спортсменов. Наибольшие значения от 4,5 до 6,5 мМ/л наблюдались в соревновательный период.

Для изучения косвенных субъективных показателей утомления был проведен опрос 135 квалифицированных экспертов (мс и мсмк) для оценки 95 признаков. Перед экспертами была поставлена задача по каждому признаку указать условную степень утомления по 5-балльной системе и необходимое время восстановления. В результате факторного анализа центроидным методом экспертных субъективных оценок утомления были выделены 6 факторов, которые интерпретированы следующим образом:

- фактор энергетических признаков и терморегуляции с дисперсией выборки – 19,9 % (потливость, озноб, снижение температуры, изменение массы тела и т. д.);

- фактор, характеризующий состояние нервной системы, – 16,1 % (снижение внимания, раздражительность, агрессивность, прерывистый сон и т. д.);

– фактор, характеризующий состояние кровообращения и дыхания, – 12,4 % (замедление восстановления ЧСС, изменение артериального давления, одышка и т. д.);

– фактор, характеризующий состояние нервно-мышечного аппарата, – 9,3 % (тремор рук и век, боли в мышцах, нарушение координации движений);

– фактор снижения уровня мотивации – 6,7% (желание бросить спорт, нежелание тренироваться, ожидание окончания сезона);

– фактор снижения основных физических качеств – 5,6 %.

Для практической работы были выделены 30 признаков (табл. 49) с наиболее высокой корреляцией между необходимым временем восстановления и степенью утомления, а также с наибольшей согласованностью мнений экспертов с коэффициентом конкордации не менее 0,65.

Таблица 49

Степень утомления и необходимое время восстановления
при различных признаках снижения работоспособности

Признаки снижения работоспособности	Степень утомления, баллы	Необходимое время восстановления, сутки	Коэффициент конкордации
У меня пропало ощущение легкости движений	3,23±	1,82	0,65
Я не способен сконцентрировать внимание на объяснении тренера	2,23±	0,51	0,73
Я потею во время сна	2,63±	7,2	0,69
У меня ухудшается техника в конце тренировки	4,12	1,98	0,76
У меня пропало желание участвовать в соревновании	4,47	5,56	0,89
У меня появляются ознобы	2,24	5,57	0,83
У меня появляются нарушения координации движений	4,46	0,8	0,66
У меня появляются навязчивые мысли о предстоящей тренировке	3,49	5,39	0,77
У меня появляется усталость после незначительной нагрузки	4,19	4,73	0,67
Я плохо сплю, страдаю бессонницей	4,57	5,19	0,91

Признаки снижения работоспособности	Степень утомления, баллы	Необходимое время восстановления, сутки	Коэффициент конкордации
У меня плохо восстанавливается ЧСС после нагрузки	3,68	8,65	0,85
Я не могу выполнять рабочие движения с необходимыми усилиями	3,13	2,18	0,72
Я не стремлюсь улучшить свои спортивные результаты	4,71	8,65	0,79
У меня бывает одышка на внезапную нагрузку	4,13	4,85	0,70
У меня, как следствие утомления, сократилось количество рабочего времени в сутках	4,51	6,03	0,70
Я хочу на время бросить спорт	4,68	8,40	0,94
У меня неприятные ощущения в области сердца	4,53	6,97	0,87
У меня прекратился рост работоспособности	4,59	7,46	0,85
Я чувствую нервозность, неустойчивость психического состояния	4,86	7,59	0,89
Я ощущаю потребность в кисло-сладком питье	3,08	1,20	0,65
Во время сна у меня плохо расслабляются мышцы	3,10	2,67	0,67
У меня апатия, безразличие ко всему	4,52	4,96	0,78
У меня снизилась гибкость и подвижность в суставах	4,19	4,29	0,74
Исполнение всех дел я хотел бы отложить на более поздний срок	4,61	8,45	0,71
У меня боли в мышцах и суставах	4,03	2,67	0,69
Я чувствую ухудшение здоровья, болезненность	4,68	7,45	0,88
Я быстро утомляюсь в школе (институте), в транспорте, в быту	3,98	4,41	0,71
Я чувствую усталость, не полный отдых после ночного сна	3,56	2,28	0,66
Я плохо чувствую воду, весло, дорожку	4,04	5,27	0,67

При построении тренировки по параметрической программе первого и второго типа критерием оптимальности будет максимизация работоспособности и мощности (скорости). В этом случае в конце каждого микроцикла показатели утомления обычно не превышают 2,3 - 2,4 балла, необходимое время восстановления менее суток. Такой отдых наблюдается в конце микроцикла, обычно в воскресенье. В тренировке спортсменов высокой квалификации применяется пятидневный микроцикл. В этом случае независимо от дня недели отдых устанавливается через четыре дня на пятый. При высокой нагрузке в соревновательном периоде в середине микроцикла может в один из дней проводиться одна тренировка.

На рис. 27 представлена зависимость между степенью утомления и необходимым отдыхом по 30 выделенным признакам.

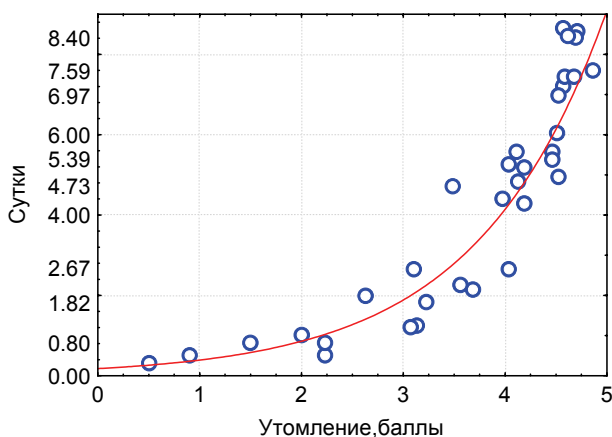


Рис. 27. Соотношение между утомлением и отдыхом.
По оси абсцисс отложена степень утомления в баллах,
по оси ординат – время отдыха в сутках

Соотношение «утомление - отдых» наилучшим образом аппроксимируется экспоненциальной функцией

$$Y = 0,095 \exp (0,938T), \quad (84)$$

где Y – степень утомления, баллы, T – время восстановления, сутки, константа увеличения отдыха равна $0,938 \text{ день}^{-1}$ ($p < 0,001$).

В конце каждого микроцикла и в начале следующего перед тренером возникает задача о продолжении принятой стратегии и планируемой нагрузке. Если у спортсмена появляются признаки, характерные для 3-й и 4-й степени утомления, то возникает необходимость провести разгрузочный микроцикл. Это не касается ситуации, когда тренер и спортсмен идут сознательно на наслаивание нагрузки и риск переутомления.

Появление признаков утомления от 4 до 4,5 баллов является предупреждением о начале перетренировки. Признаки от 4,5 до 5 баллов характеризуют глубокое утомление и необходимость длительного отдыха.

Анализ тренировки 16 квалифицированных спортсменов-пловцов в течение годового цикла показал, что между выделенными показателями и парциальной нагрузкой имеются достоверные корреляционные связи. Между общим объемом нагрузки и суммарным субъективным показателем (ССП) коэффициент корреляции составил 0,758, между объемом в III зоне – 0,912, между объемом IV зоне – 0,690, между объемом в V зоне – 0,463 ($p < 0,01$). Объем нагрузки в I зоне имел сравнительно невысокую связь – 0,362.

Из гематологических показателей наилучшим образом с динамикой нагрузки согласуется изменение лейкоцитов. Они возрастают в период наибольших нагрузок на 13 - 16-й неделе до $4,31 \pm 0,25 \cdot 10^3$ и на 29 - 34-й неделе до $4,50 \pm 0,55 \cdot 10^3$. Коэффициент корреляции этого показателя с общим объемом достигает 0,858; с объемом в I зоне – 0,593; с объемом во II зоне – 0,581; с объемом в III зоне – 0,705; в IV зоне – 0,611; в V зоне – 0,522. Аналогично имеют статистически достоверные связи с нагрузкой концентрация мочевины и глюкозы в крови. Следует обратить внимание, что из парциальных объемов наивысшие связи выделенных показателей наблюдаются с нагрузкой в III зоне энергетической производительности, что естественно, т. к. в этой зоне сочетаются упражнения с высокой интенсивностью и объемом.

8.2.4. Экспериментальное исследование параметрических программ по совершенствованию силовой выносливости и скоростно-силовой подготовленности

Изучению динамики силовых и скоростно-силовых качеств под воздействием упражнений посвящено значительное количество работ [7, 26, 54, 58, 67, 69, 75, 90, 107, 117, 137, 150, 175, 179, 188, 189].

Для исследования динамики региональной работоспособности в параметрической программе первого типа с постоянной мощностью, с заданием от тренировки к тренировке увеличить объем, выполнялись упражнения на тренажере «Хуттеля-Мартинса» 12 квалифицированными спортсменами, специализирующихся в плавании. Длительность упражнений равнялась 2 мин, отдых между упражнениями – 2 мин, нагрузка к максимальной изометрической силе составляла 60 и 70 %.

На рис. 28 показана динамика увеличения работоспособности по дням тренировки.

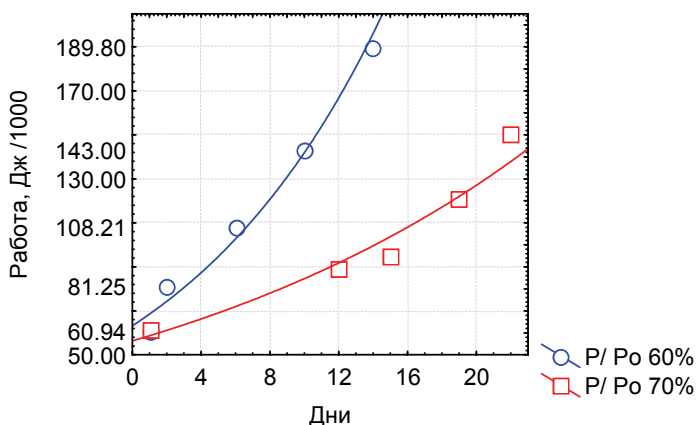


Рис. 28. Экспоненциальное увеличение работоспособности (Дж 10^{-3}) по программе первого типа с постоянной мощностью и заданной нагрузкой

Начальное количество повторений при нагрузке P/P_o , равной 60 %, составляло 3 серии, конечное после 5 тренировок $8,57 \pm 1,13$ серий, работоспособность возросла с 60941,26 до 189778,73 Дж. При нагрузке 70 % количество повторений возросло с 3 до $8,26 \pm 0,7$ раз, работоспособность увеличилась с 61518,19 до 162170,32 Дж. Динамика увеличения работоспособности аппроксимировалась экспоненциальной функцией. Константы роста составили при нагрузке 60 % - 0,081, при нагрузке 70 % - 0,041 день $^{-1}$, что существенно превышает скорость роста общей работоспособности при параметрической тренировки первого типа.

В параметрической тренировке второго типа время работы на тренажере «Хуттеля-Мартинса» составило 1 и 3 мин, нагрузка 50 % и отдых между сериями 2 мин. Была поставлена задача увеличивать мощность от тренировки к тренировке. Упражнения в 5 сериях выполняло 12 квалифицированных спортсменов. Ниже на рис. 29 показана динамика увеличения региональной мощности в экспериментальной тренировке на тренажере.

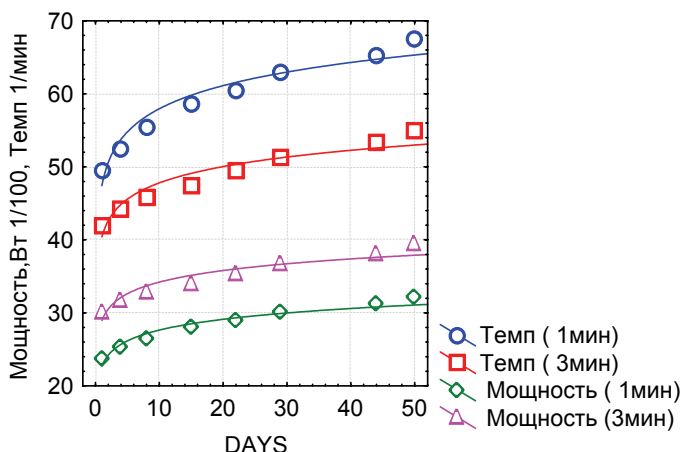


Рис. 29. Динамика мощности и темпа в региональной параметрической тренировке с постоянным объемом упражнений и заданной нагрузкой на тренажере «Хуттеля-Мартинса»

Также как в параметрической программе первого типа с постоянным объемом для общих упражнений динамика в региональных упражнениях аппроксимируется функцией, экспоненциально приближающейся к предельному значению на данном этапе тренировки. Константы роста соответственно составили 0,0336 и 0,0322 день⁻¹. Поскольку время упражнений и нагрузка были заданы, динамика мощности совпадала с динамикой темпа. В сериях длительностью 3 мин средняя мощность возросла с 236,5 до 321,24 Вт, в сериях дли-

146

тельностью 1 мин мощность возросла с 301,0 до 394,0 Вт. Средняя величина отдыха между силовыми тренировками составила 6,25 суток.

В результате применения последовательно первой и второй силовой параметрической программы на этапе годовичного макроцикла сила тяги в воде возросла с 197,43 Н (20,12 кг) до 294,88 Н (30,05 кг).

В экспериментальной группе из 12 квалифицированных спортсменов силовая параметрическая тренировка проводилась с более высокой плотностью нагрузки и постоянным увеличением ее относительной величины. Спортсмены выполняли на тренажере «Хютелля-Мартинса» упражнения длительностью 120 с с отдыхом между упражнениями 120 с. Тренировка проводилась 3 раза в неделю. На первой неделе нагрузка составляла 60 %, на второй – 65 %, на третьей – 70 %, на четвертой неделе было проведено 2 тренировки с нагрузкой 75 %. Средняя величина отдыха между тренировками превышала 2 суток.

Динамика работоспособности для данной стратегии тренировки показана на рис. 30.

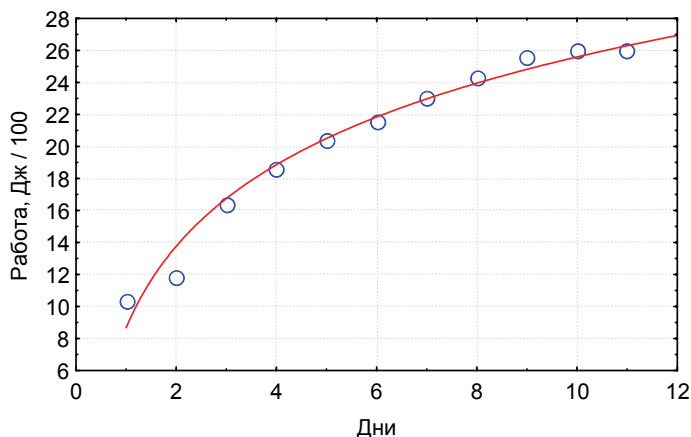


Рис. 30. Динамика работоспособности спортсменов экспериментальной группы на тренажере «Хютелля-Мартинса» в силовой параметрической программе с возрастающей нагрузкой 60, 65, 70 и 75 %

К концу первой недели среднее количество повторений составило 7,3, к концу второй – 9,0, к концу третьей – 10, в четвертой - количество повторений уменьшилось до 9,5. Фактически, несмотря на то, что была поставлена задача увеличивать число упражнений, рост работоспособности замедлился, и тренировка трансформировалась в параметрическую программу второго типа. Этому также способствовал короткий отдых между тренировками. Существенное значение к переходу рассмотренной стратегии является длительность выполнения упражнений, которая достигла 40 мин и более.

Рассмотренная динамика может быть аппроксимирована экспоненциальной функцией с предельным значением с константой роста 0,190 день⁻¹ ($p < 0,01$), что существенно выше, чем в параметрической тренировке второго типа, рассмотренной раньше.

8.2.5. Экспериментальное исследование параметрических программ по повышению максимальной региональной мощности и темпа движений

Изучение динамики максимальных скоростных возможностей спортсмена связано с рядом трудностей. Проблемой является регистрация усилий спортсмена, подбор упражнений, типа тренажера, мотивация спортсмена. Естественно, указанные трудности удастся преодолеть не полностью, однако результаты имеют практическое значение для спортивно-педагогической практики.

На рис. 31 приведены данные выполнения параметрической программы второго типа на тренажере «Экзер-джими» 16 квалифицированными спортсменами (длина тела 169,4 см, масса тела 61,3 кг, возраст 16 лет) по имитации движений руками при плавании кролем. Длительность упражнений составляла 15 с, количество повторений 30 раз, отдых между упражнениями – 45 с. Соппротивление в первой программе составляло 39,2 Н, во второй – 58,9 Н. Перед спортсменами была поставлена задача от занятия к занятию увеличивать мощность в упражнении [33].

Упражнения с нагрузкой 58,9 Н оказались более эффективными по сравнению с упражнениями с нагрузкой 39,2 Н. В первом случае

мощность возросла с 86,49 до 121,79 Вт за 27 дней, при меньшей нагрузке с 88,69 до 111,59 Вт за 50 дней.

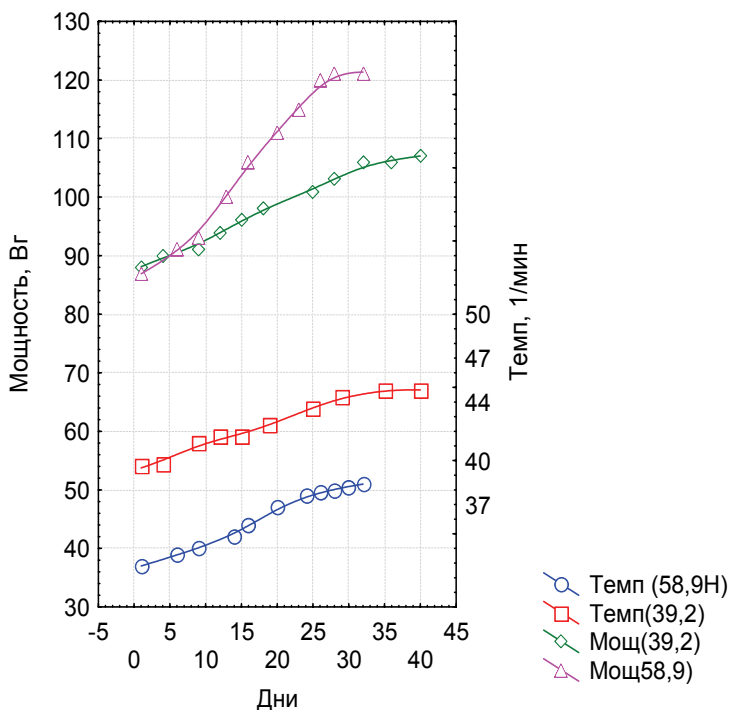


Рис. 31. Динамика мощности и темпа в параметрической тренировке с заданной нагрузкой (39,2 и 58,9 Н) длительностью упражнений 15 с и количеством повторений 30 раз

Представление об изменении соотношения мощности и темпа определяется по тесту, в котором спортсмены выполняли 8 упражнений длительностью 15 с с отдыхом 2 - 3 мин со ступенчатой относительной нагрузкой от 6,2 до 100 %. Ниже на рис. 32 приведены соотношения мощности и темпа до и после параметрической тренировки.

Следует обратить внимание, во-первых, на абсолютный рост мощности и темпа по отношению к относительной нагрузке. Темп при нагрузке 50 % возрос с 35 до 50 мин⁻¹, при нагрузке 75 % с 30 до

45 мин⁻¹. Еще больше возросла мощность при нагрузке 50 % с 105 до 155 Вт, при нагрузке 75 % с 125 до 200 Вт. Во-вторых, в упражнениях при темпе от 40 до 50 мин⁻¹, которые характерны для большинства видов спорта, мощность переместилась в зону высоких относительных нагрузок.

Зависимость «темп - нагрузка», как показано было раньше, аппроксимируется функцией с экспоненциальным снижением темпа по отношению к нагрузке (рис. 32). Повторение параметрической тренировки 15 с x 30 с отдыхом 45 с в течение 5 годичных макроциклов показало, что константа снижения темпа к нагрузке уменьшалась обычно в среднем с 0,0147 до 0,011. Уменьшение константы показывает, что во всех случаях по отношению к нагрузке спортсмены лучше удерживали темп.

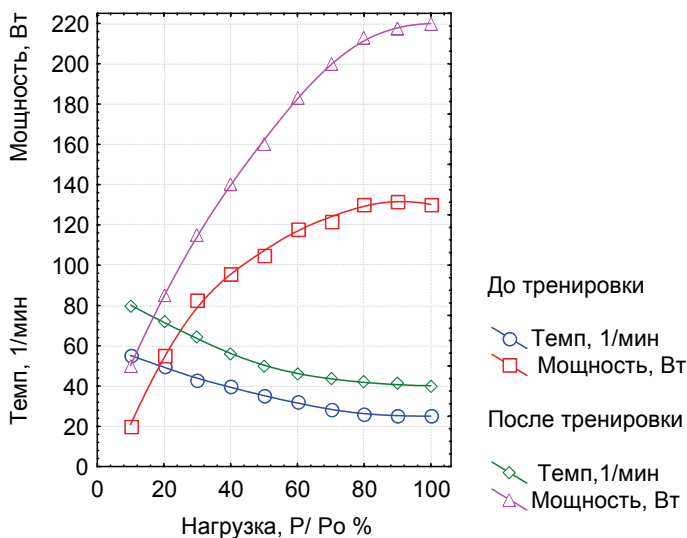


Рис. 32. Соотношение между мощностью и темпом при различной нагрузке в упражнениях длительностью 15 с до и после параметрической тренировки второго типа

Глава 9. ГОДИЧНЫЙ ТРЕНИРОВОЧНЫЙ МАКРОЦИКЛ

9.1. Основы методики построения годичного тренировочного цикла

Имеется значительное количество работ, посвященных методике построения годичного цикла тренировки, динамике результатов, показателей физической подготовленности и нагрузке [9, 20, 25, 43, 49, 56, 93, 96, 117, 119, 137, 139, 141, 150, 169, 175, 183, 184, 188, 192, 199, 211, 218, 221, 222].

Однако имеющихся данных недостаточно для планирования процесса тренировки на количественной основе. При построении годичного макроцикла, во-первых, необходимо установить количественные показатели, определяющие возможности спортсмена; уровень достижений, специализацию, уровень физических и психологических качеств и технической подготовленности и их соответствие планируемым в сезоне результатам. Немаловажное значение имеет здоровье спортсмена.

Во-вторых, планирование годичной подготовки зависит от календаря соревнований и определения наиболее важных для спортсмена стартов. В зависимости от уровня результатов, оценки возможности выполнять необходимое количество тренировок и овладение планируемым объемом нагрузки.

Поскольку в настоящее время не представляется возможным удовлетворить в должной мере требования для реализации системного подхода и оптимизации тренировки на количественной основе (см. раздел 2), целесообразно рассмотреть спортивно-педагогические принципы построения тренировки:

- принцип **сверхотягощения**, т. е. превышение уровня тренировочной нагрузки по мощности или объему к уровню, к которому на данном этапе адаптировался спортсмен;

- принцип **динамического соответствия** адаптации по мощно-сти и объему тренировочной нагрузки;
- принцип **деадаптации** при отсутствии тренировочной нагрузки или изменении ее объема и интенсивности;
- принцип **гетерохронности** механизмов адаптации, т. е. разли-чие в скорости развития физических качеств и физиологических ме-ханизмов, являющихся их основой;
- принцип **взаимообусловленности** адаптации различных систем организма спортсмена.

Адаптацию под воздействием тренировочных упражнений можно разделить на две группы. К первой группе представляется возможным отнести процессы приспособления, происходящие во время упражне-ния и непосредственно после него как следствие гомеостаза. Под го-меостазом понимается сохранение постоянства внутренней среды при наличии возмущений во внешней среде [111]. Такие адаптационные процессы в пределах оплаты кислородного долга называются сроч-ным тренировочным эффектом [32, 96].

Ко второй группе относятся изменения, которые происходят в те-чение длительного времени, начиная с момента окончания срочного тренировочного эффекта после упражнения на поздних этапах вос-становления. Такие изменения могут быть названы долговременной адаптацией. Существенное влияние на формирование представления о долговременной адаптации оказали работы Г. В. Фольборта (1954), о суперкомпенсации после упражнений, работы Л. П. Матвеева (1964), о видах тренировочного эффекта и спортивной периодизации, работы об адаптационном синдроме Г. Селье (1937), исследования Ф. З. Меерсона (1976) о долговременной адаптации сердца к большой нагрузке.

На процесс оптимизации тренировочного процесса существенное значение оказывают ограничения по возможному уровню адаптаци-онных процессов. За отсчет условно можно принять стационарный бытовой уровень, когда спортсмен не тренируется и находится под воздействием долговременных адаптационных и деадаптационных процессов. В зависимости от длительности занятия спортом в орга-низме формируются «необратимые» изменения почти во всех систе-мах, которые медленно изменяются с возрастом.

Анализ биографий спортсменов во многих видах спорта показывает, что в определенном возрасте прекращается рост результатов. Этот уровень определяется методами и объемами тренировки, генетическими и социальными факторами.

В годичном макроцикле и на его этапах также наблюдаются ограничения по росту результатов, физических качеств и изменению психологических показателей. Одна из причин данных ограничений определяется гетерохронностью и взаимообусловленностью изменения энергетических, исполнительных и управляющих механизмов, а также ограничений в нервной и эндокринной системах. Уровень этих ограничений существенно зависит от методов тренировки, интенсивности и объема упражнений по отношению ко времени макроцикла и его этапов.

Общий характер адаптационных процессов может быть с некоторым упрощением представлен логистической функцией. Предполагается, что вначале адаптационные процессы идут с нарастающей скоростью, затем появляются тормозящие факторы, которые замедляют адаптационные процессы и скорость роста снижается, при дальнейшем продолжении процесса тренировки рост останавливается.

Указанные процессы можно представить в виде дифференциального уравнения

$$dy / dt = k y (y_{\text{lim}} - y), \quad (85)$$

где y – изучаемый показатель (мощность, работоспособность, физические качества), t – время тренировки, y_{lim} – предельное значение показателя на временном отрезке.

Интегрирование дифференциального уравнения при $t > 0$ дает функцию

$$y = A / 1 + e^{a \pm b t} + C, \quad (86)$$

где A – расстояние между верхним и нижним значением изучаемого показателя, C – нижнее значение показателя, t – время, a , b – коэффициенты, определяющие наклон, изгиб и точку перегиба кривой.

Отношение a / b позволяет определить точку перегиба, т. е. момент перехода возрастающих процессов в убывающие. Логистическая функция по точке перегиба может быть разделена на две части: кривую, описывающую адаптационные процессы с возрастающими значениями, и кривую, показывающую замедление адаптационных процессов.

Первый тип кривой по физическому смыслу соответствует дифференциальному уравнению, когда скорость роста пропорциональна самой исходной величине

$$dy / dt = ky, \quad (87)$$

где k – константа прироста.

Интегрирование указанного дифференциального уравнения при $t > 0$ дает функцию

$$y = y_0 e^{kt} = y_0 \exp kt. \quad (88)$$

Фактически такой функцией описываются адаптационные процессы в параметрической тренировке первого типа при постоянной мощности с заданием увеличить объем упражнений от тренировки к тренировке.

Вторая часть с замедлением адаптационных процессов может быть выражена в виде дифференциального уравнения, где скорость замедления пропорциональна разнице между текущим уровнем и предельной величиной

$$dy / dt = k (y_{\text{lim}} - y) \quad (89)$$

Интегрирование уравнения при $t > 0$ дает функцию

$$y = y_{\text{lim}} (1 - e^{-kt}) + y_{\text{исх}}, \quad (90)$$

где так же как и ранее y_{lim} – предельное значение рассматриваемого показателя, $y_{\text{исх}}$ – исходный уровень, k – константа роста, t – время. В данном случае y экспоненциально приближается к предельному значению y_{lim} .

В экспериментальных исследованиях, рассмотренных в предыдущей главе, такая функция статистически достоверно описывает процессы, характерные для параметрических программ второго типа, когда спортсмены выполняли упражнения с заданным объемом с заданием увеличить мощность.

9.2. Динамика спортивных результатов в годичном макроцикле

В настоящее время в плавании, легкоатлетическом беге, в гребле, в велосипедном спорте на треке (в видах, где длина соревновательных дистанций регламентирована) сложился устойчивый календарь со-

реванований. Чемпионат мира проводится в августе, сентябре, зимой проводятся чемпионаты в закрытых помещениях, в гребле – чемпионаты на тренажерах. Поэтому, по крайней мере, годичный цикл делится на две части, а в некоторых случаях – на три. Причем наиболее высокие результаты планируются на конец сезона.

Сложившаяся система деления на 2 - 3 годичных макроцикла согласуется с данными по исследованию параметрической тренировки. Обычно в годичном цикле предусматривается **переходный период**, длительность которого в зависимости от вида спорта, концепции тренировки и индивидуальных возможностей составляет от 2 до 4 недель, в некоторых случаях больше. В свою очередь, каждый макроцикл разделяется на **подготовительный** и **соревновательный** периоды. В подготовительном периоде выделяются этапы **втягивания** и **накопления потенциала**, в соревновательном периоде – этапы **реализации и сужения**.

Наиболее часто длительность макроциклов составляет от 16 до 24 недель. В этом случае скорость роста работоспособности и мощности близки к константам параметрических программ первого и второго типа. После втягивания длительностью 2 - 4 недели следует этап накопления подготовительного периода с преимущественным увеличением объема нагрузки. Этот период достигает 2/3 от длительности макроцикла, т. е. порядка от 8 до 12 недель. Следующий соревновательный период, таким образом, составит от 4 до 8 недель.

Сокращение макроцикла до 9 недель и меньше применяется обычно в последнем макроцикле года, в этом случае этап втягивания практически отсутствует. Постоянное применение макроциклов длительностью 9 недель и меньше может привести к уплотнению нагрузки, ухудшению базовой подготовки и появлению риска перетренировки. По своему смыслу такая тренировка приближается к параметрической программе четвертого типа.

Анализ 736 результатов на 100 м пловцов-кроликов в трех годичных макроциклах показал, что наиболее низкий результат наблюдался на 7 - 8-й неделе годичного цикла ($94,77 - 94,9 \pm 0,44 - 0,86 \%$), к 22-й неделе результат возрастал к концу первого макроцикла ($98,62 - 99,0 \pm 0,67 - 0,89 \%$), и наиболее высокие результаты показывались в конце сезона ($99,56 - 100,0 \pm 0,42 - 0,66 \%$).

На рис. 33 показана динамика результатов (мощности) для квалифицированных пловцов ($n=10$, длина тела 180,9 см, масса тела 74 кг, возраст 18,3 лет) на дистанциях от 100 до 3000 м в первом макроцикле длительностью 26 недель.

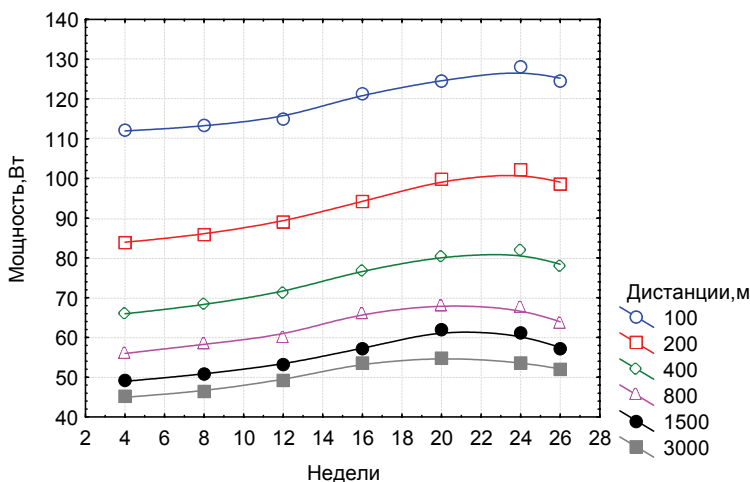


Рис. 33. Динамика мощности на дистанциях от 100 до 3000 м у квалифицированных пловцов ($n = 10$, мс и кмс) в первом годичном макроцикле

Кривые роста мощности (скорости) на различных дистанциях могут быть аппроксимированы логистической функцией. Однако по смыслу развития адаптационных процессов целесообразно логистическую функцию разделить на две части: нарастающую и с появлением тормозящих факторов замедляющуюся. Первая часть может быть представлена в виде функции (88), вторая в виде функции (90). Поскольку тренировка проходила в начале макроцикла с акцентом на развитие аэробных способностей, максимальный результат на 3000м наблюдался на 17-й неделе, на 1500 м – на 20-й неделе, на 800 м – на 22-й неделе, на 400 м – на 23-й неделе. Соответственно, перелом кривой наблюдался на 10, 11, 12 и 13-й неделях.

Константа экспоненциального роста мощности вначале до 10 - 13-й недели не превышала $0,002 \text{ день}^{-1}$, что существенно ниже, чем в параметрической тренировке первого типа, где она достигала $0,03 \text{ день}^{-1}$.

Во второй части макроцикла динамика существенно изменилась, рост мощности стал экспоненциально замедляться. Константа была в пределах $-0,035 - 0,044 \text{ день}^{-1}$. В других тренировочных группах ($n = 34$) константа на дистанции специализации 100 м вольным стилем во второй части макроцикла в среднем составляла $-0,031 \text{ день}^{-1}$. В параметрической тренировке константа обычно достигает $-0,046 \text{ день}^{-1}$ и выше.

Превышение констант роста в тренировочных упражнениях по сравнению с константами роста лучших на этапе результатов объясняется многими факторами. Основным из них можно считать то, что спортсмен делает тренировочные упражнения в параметрической тренировке с оптимальным соотношением интенсивности, объема и времени отдыха между тренировками.

Для того чтобы сравнить динамику работоспособности в результатах и в параметрических упражнениях первого типа, необходимо рассчитать рост работоспособности при фиксированной начальной мощности. На рис. 34 показаны кривые расчетной динамики работоспособности при постоянной начальной мощности на 8-й неделе для пловцов экспериментальной группы ($n = 10$). Динамика мощности для этой группы показана ранее на рис. 33.

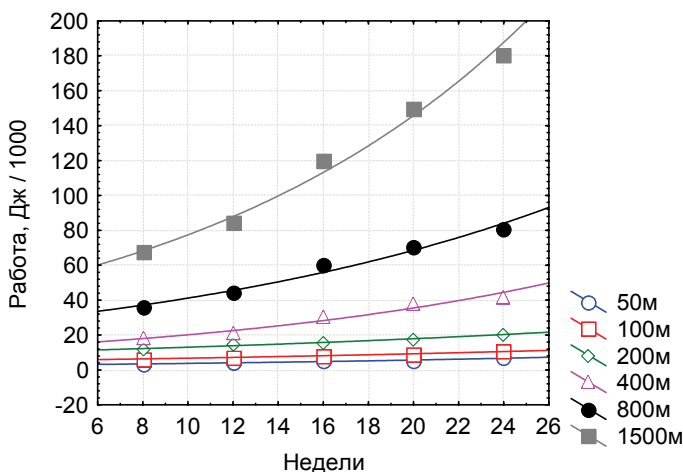


Рис. 34. Динамика расчетной работоспособности на дистанциях различной длины при начальной фиксированной мощности

Константы экспоненциального роста работоспособности составили 0,005 – 0,007 день⁻¹. В экспериментальных группах ($n = 34$), использующих в подготовительном периоде параметрическую программу первого типа, расчетные константы по лучшим результатам находились в пределах 0,002 – 0,008 день⁻¹. Рост работоспособности при заданной начальной мощности можно рассматривать как задание спортсмену проплыть как можно большую дистанцию со скоростью, равной скорости на первом старте. В то же время в рассмотренных параметрических тренировочных программах константы были существенно выше и составляли 0,034 – 0,050 день⁻¹ и больше.

Изменение скорости на дистанциях различной длины отражает направленность адаптационных процессов. В табл. 50 приведена скорость плавания на этапах годовичного цикла группы ($n = 10$) квалифицированных пловцов.

Таблица 50

Скорость на дистанциях от 50 до 3000 м в начале годовичного макроцикла (4-я неделя), после первого этапа (10 – 12-я неделя) и в конце макроцикла (24-я неделя)

Недели	Скорость на дистанциях, м/с						
	50 м	100 м	200 м	400 м	800 м	1500 м	3000 м
4-8	1,778	1,658	1,511	1,398	1,325	1,263	1,230
10-12	1,838	1,710	1,577	1,482	1,402	1,351	1,304
23-25	1,888	1,739	1,618	1,486	1,395	1,304	1,273

Изменение соотношения «скорость - дистанция» отражает характер адаптационных процессов в результате тренировки заданной направленности. На дистанциях, где достижения определяются в основном аэробной энергетической производительностью, применение параметрических упражнений первого типа с преимущественным увеличением объемов нагрузки привело в существенному росту результатов на дистанциях 400, 800, 1500 и 3000 м до 7,9 % и больше. На рис. 35 показано изменение соотношения скоростей на дистанциях 400, 800, 1500 и 3000 м.

С переходом на вторую параметрическую программу с ограничением или с уменьшением объемов нагрузки и повышением интенсивности упражнений результаты на длинных дистанциях существенно снизились, оставаясь на высоком, превышающем первоначальный

уровень. Линия регрессии «скорость - дистанция» «развернулась» в аэробной зоне и поднялась. Уравнение регрессии «скорость-дистанция» на этапах подготовки имеет вид:

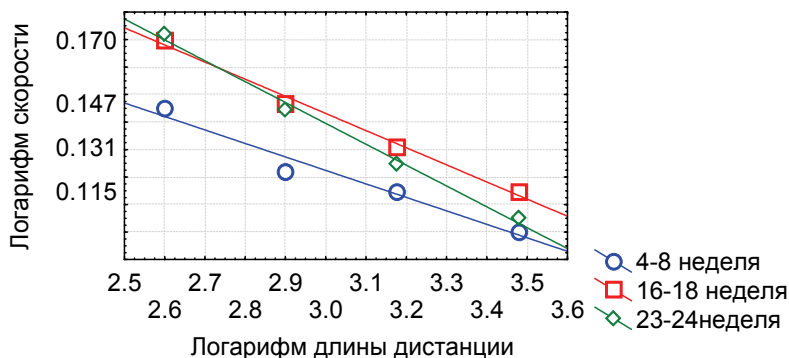


Рис. 35. Изменение соотношения скорости на дистанциях аэробной зоны 400, 800, 1500, 3000 м в двойном логарифмическом графике в результате тренировки различной направленности

на 8-й неделе $\lg V = 0,27 - 0,049 \lg S$, (91)

на 12-й неделе $\lg V = 0,33 - 0,062 \lg S$,

на 24-й неделе $\lg V = 0,367 - 0,076 \lg S$,

где V – скорость, м/с, S – длина дистанции, м.

Следует обратить внимание на снижение результатов на 24-й неделе, в первую очередь на дистанциях 1500 и 3000 м, что отражается в увеличении коэффициента наклона до 0,076.

В анаэробной зоне энергетической производительности на дистанциях 50, 100, 200 м результаты фактически повышались параллельно (рис. 36).

На всех дистанциях анаэробной зоны на этапах параметрической тренировки скорость возросла примерно одинаково. Уравнения регрессии «скорость - дистанция» имели вид:

на 8-й неделе $\lg V = 0,452 - 0,118 \lg S$, (92)

на 12-й неделе $\lg V = 0,451 - 0,110 \lg S$,

на 24-й неделе $\lg V = 0,464 - 0,111 \lg S$.

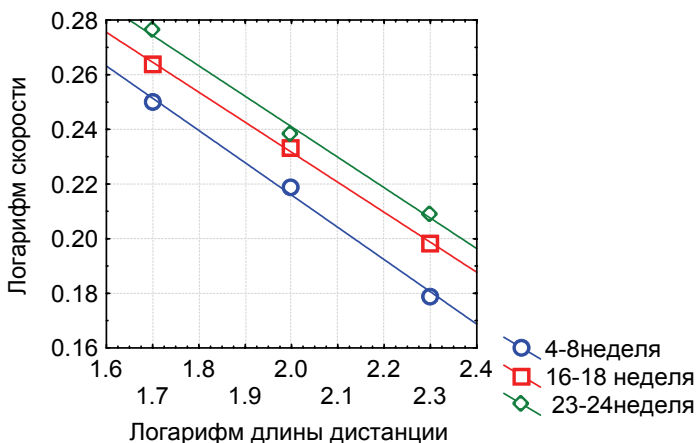


Рис. 36. Изменение соотношения скорости на дистанциях аэробной зоны 50, 100, 200 м в двойном логарифмическом графике как следствие тренировки различной направленности

На протяжении макроцикла величина коэффициента регрессии уменьшилась к 12-й неделе до 0,110. Реально существенно изменялся свободный член регрессии с 0,452 до 0,464.

Благоприятное изменение соотношения «скорость - дистанция» можно проследить в экспериментальной тренировке 15 юных пловцов (длина тела $164,8 \pm 7,23$ см, масса тела 49,6 кг, возраст 13 - 14 лет) на протяжении 3 лет. В каждом макроцикле в течение 6 - 9 недель спортсмены тренировались по программе первого типа и в течение 3 - 6 недель - по программе второго типа.

В табл. 51 приведен относительный рост результатов в годичных циклах. За единицу отсчета принята начальная средняя скорость на каждой дистанции. Годичный прирост оценивался по отношению к первому этапу. В течение 3 лет наблюдался существенный прирост результатов на дистанциях как аэробной зоны (7 - 8 %), так и анаэробной зоны от 5 до 8 %.

Наибольшее улучшение результатов наблюдалось на первом году тренировки на дистанциях аэробной зоны после тренировки первого типа. Примерно таким же образом улучшались результаты на 2 и 3 году. Такое соотношение между ростом результатов на дистанциях

аэробной и анаэробной зон благоприятно влияет на развитие функциональных возможностей спортсменов в возрасте 12 - 14 лет, что соответствует пубертатному периоду развития.

Таблица 51

Относительный рост скорости плавания на дистанциях от 50 до 1500 м у пловцов экспериментальной группы по годам тренировки ($n = 15, p < 0,01$)

Год тренировки	Относительный прирост результатов на дистанциях					
	50 м	100 м	200 м	400 м	800 м	1500 м
1-й	1,073	1,084	1,064	1,098	1,101	1,108
2-й	1,058	1,062	1,084	1,049	1,087	1,039
3-й	1,059	1,052	1,049	1,063	1,061	1,075

В табл. 52 показана динамика коэффициентов уравнения «скорость - дистанция» в аэробной и анаэробной зонах в процессе трехлетней тренировки.

Таблица 52

Изменение коэффициентов уравнения «скорость - дистанция» на этапах трехлетней тренировки ($n = 15, p < 0,01$)

Год тренировки	Этапы тренировки	Коэффициенты на дистанциях 50 - 200 м		Коэффициенты на дистанциях 400 - 1500 м	
		$V_{01}, \text{м/с}$	$k_1, \text{м}^{-1}$	$V_{02}, \text{м/с}$	$k_2, \text{м}^{-1}$
1-й	1-й	2,161	-0,091	1,545	-0,0307
	2-й	2,33	-0,096	1,636	-0,0290
2-й	1-й	2,404	-0,114	1,882	-0,0603
	2-й	2,225	-0,098	1,830	-0,0494
	3-й	2,612	-0,117	1,719	-0,0388
	4-й	2,108	-0,075	1,614	-0,0266
3-й	1-й	2,319	-0,099	1,637	-0,0368
	2-й	2,384	-0,100	1,371	-0,0023

В аэробной зоне спортсмены достигли наилучших показателей выносливости. Коэффициент k_2 , показывающий удержание скорости с увеличением длины дистанции и времени работы в конце первого года составил – 0,029, в конце второго года – 0,0266 и в конце третьего тренировочного года – 0,023 м^{-1} . Последняя величина характерна для сильнейших спортсменов.

В то же время на дистанциях анаэробной зоны коэффициенты показывают существенное возрастание скоростных возможностей. К концу первого года величина свободного члена уравнения «скорость - дистанция» возросла до 2,33 м/с, на втором году тренировки – до 2,612 м/с, и к концу третьего года – до 2,384 м/с. Таким образом, при оптимизации тренировочного процесса существует возможность гармонически сочетать совершенствование выносливости и повышение скоростных качеств.

9.3. Динамика работоспособности в тренировочных упражнениях годичного макроцикла

Методика использования тренировочных упражнений в годичном макроцикле рассмотрена во многих методических и научных работах.

К сожалению, в них недостаточно изучена динамика работоспособности и не показано соотношение между упражнениями и лучшими достижениями спортсменов на дистанциях различной длины по этапам подготовки.

Для изучения указанных соотношений рассмотрим динамику работоспособности группы квалифицированных пловцов (кмс, мс, $n = 22$), тренировавшихся по программе, предусматривающей **максимизацию роста работоспособности при заданной скорости в подготовительном периоде и мощности при заданных или снижающихся объемах в соревновательном периоде**. В течение тренировки были зафиксированы лучшие результаты на дистанциях от 50 до 3000 м, что позволяло судить об эффективности применяемых упражнений (рис. 37).

При заданной скорости (мощности) работоспособность в интервальных тренировочных упражнениях с отдыхом 15 с на дистанции 400 м возросла с 62556 до 130612 Дж, в 2,09 раз, на дистанции 200 м – с 46926 до 107760 Дж, в 2,24 раз, на дистанции 100 м – с 37013 до 73666, в 1,990 раз, на дистанции 50 м с 29357 до 55370 Дж, в 1,866 раз. Начальная интенсивность в среднем составила $92,38 \pm 3,03 \%$.

Кривая роста, как указывалось выше (88), аппроксимировалась экспоненциальной функцией ($p < 0,01$):

$$\ln \Sigma A_0 = \ln \Sigma A_0 \exp \varphi T, \quad (93)$$

где ΣA_0 – начальная работоспособность, Дж, T – дни тренировки, φ – константа роста, день⁻¹.

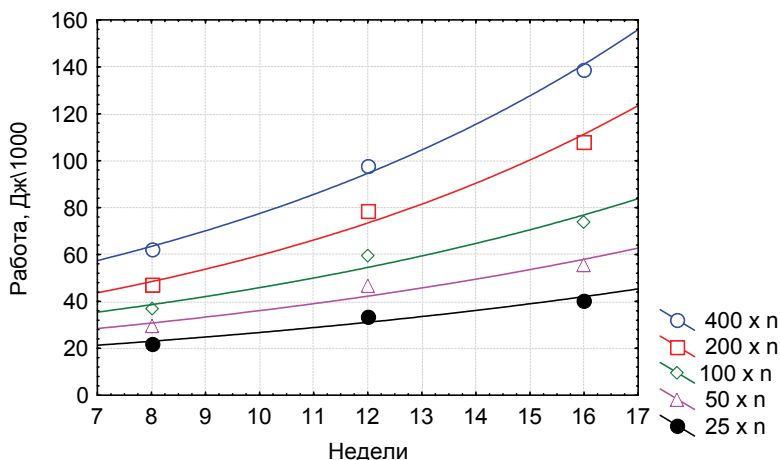


Рис. 37. Динамика работоспособности тренировочных упражнений в параметрической программе первого типа с постоянной мощностью в подготовительном периоде

Для интервального упражнения $400 \text{ м} \times n$ константа ϕ составила $0,014 \text{ день}^{-1}$, для упражнения $200 \text{ м} \times n$ — $0,015 \text{ день}^{-1}$, для упражнения $100 \text{ м} \times n$ — $0,015 \text{ день}^{-1}$, для упражнения $50 \text{ м} \times n$ — $0,011 \text{ день}^{-1}$. С сокращением длины тренировочного отрезка и соответственно с увеличением мощности константа роста уменьшалась.

В тренировке $50 \text{ м} \times n$ с отдыхом 90 с упражнения выполнялись с большей интенсивностью благодаря длительному отдыху. С увеличением количества повторений наблюдается переход в зону с большим аэробным энергетическим обеспечением и константа возрастает до $0,016 \text{ день}^{-1}$. Следует иметь в виду, что рост работоспособности при фиксированной начальной мощности на соревнованиях находится в диапазоне $0,002 - 0,008 \text{ день}^{-1}$, т. е. практически в два раза медленнее.

В параметрических программах первого типа упражнения выполняются с постоянной мощностью (скоростью), это означает, что экспоненциально возрастает не только работоспособность, но и суммарное время выполнения упражнений и количество повторений. Выше приведены данные о росте достижений в экспериментальной группе пловцов 12 - 14 лет. Для практического управления тренировочным процессом удобно регистрировать интенсивность и количество по-

вторений упражнений. В табл. 53 приведены данные о выполнении основных упражнений с учетом указанных параметров.

Таблица 53

Изменение параметров основных тренировочных упражнений пловцов экспериментальной группы ($n = 15$) по годам подготовки

Год тренировки	Дистанция, м	Начальное кол-во повторений	Конечное кол-во повторений	ΣS , м	Начальная интенсивность, %	Конечная интенсивность, %	Константа роста, день ⁻¹
1-й	100	4	20	2000	0,923	0,893	0,046
	400	2	10	4000	0,950	0,923	0,039
2-й	800	2	6	4800	0,965	0,912	0,025
	400	3	10	4000	0,96	0,923	0,029
3-й	200	4	15	3000	0,962	0,939	0,029
	50	8	25	1250	0,921	0,893	0,024
	25	8	40	1000	0,978	0,924	0,021

Количество повторений упражнений возросло от 3 до 5 раз. Суммарный объем упражнений достиг 4800 м. Средняя начальная интенсивность составила $0,951 \pm 0,02$ %. Конечная интенсивность снизилась до $0,914 \pm 0,016$ % ($p < 0,01$). Снижение интенсивности произошло как следствие роста лучшего результата на тренировочном отрезке, который является величиной отсчета. В результате использования первой параметрической стратегии наблюдается существенная аэробизация тренировки и переход упражнений в соседнюю зону с более низкой интенсивностью, из 3-й зоны во 2-ю, из 2-й в зону 1а и даже в зону 1б.

На рис. 38 представлена динамика роста мощности (скорости) в упражнениях параметрической тренировки **второго типа** с заданным объемом ($n = 22$), в данном случае объем определялся количеством повторений. Как указывалось, подобные стратегии обычно являются основными в соревновательном периоде годичного макроцикла.

При заданном объеме, определяемом количеством повторений и длиной дистанции, при заданном интервале отдыха 15 с рост интенсивности упражнений замедляется по мере приближения к предельным величинам, характерным для данного макроцикла. Кривая уве-

личения мощности, как было показано ранее, аппроксимируется экспоненциальной функцией с предельным значением (90).

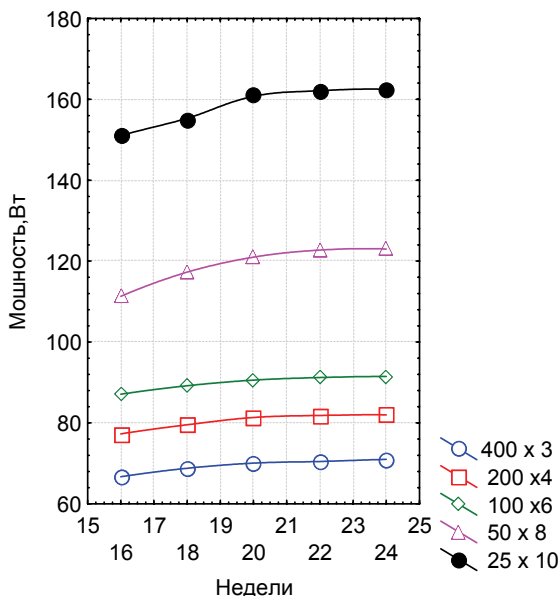


Рис. 38. Динамика мощности тренировочных упражнений в параметрической программе второго типа

Константа роста мощности в упражнении 400 м х 3 составила $0,111 \text{ день}^{-1}$, в упражнении 200 м х 4 — $0,078 \text{ день}^{-1}$, в упражнении 100 м х 6 составила $0,063 \text{ день}^{-1}$, в упражнении 50 м х 8 — $0,055 \text{ день}^{-1}$, в упражнении 50 м х 8 с отдыхом 90 с — $0,053 \text{ день}^{-1}$. С увеличением мощности и сокращением тренировочного отрезка скорость прироста сокращалась.

В юношеской группе 12 - 14 лет константа роста скорости во второй стратегии в соревновательном периоде наряду с начальной и конечной скоростью приведена в табл. 54.

По данным, приведенным в табл. 54 видно, что константы роста на разных дистанциях близки и их средняя величина составляет $0,146 \pm 0,066 \text{ день}^{-1}$. Величина констант роста достоверно коррелирует с приростом спортивных результатов, как на длинных, так и на коротких дистанциях ($r = 0,87 - 0,89$).

Таблица 54

Начальная и конечная скорости и константы их изменений
в упражнениях при второй стратегии параметрической тренировки

Год тренировки	Дистанция, м	Кол-во повторений	Начальная скорость, м/с	Конечная скорость, м/с	Константа, 1/день	Прирост скорости
1-й	100	8	1,344	1,391	0,136	1,035
	400	3	1,318	1,351	0,121	1,025
2-й	800	3	1,243	1,282	0,142	1,031
	400	3	1,318	1,351	0,122	1,025
3-й	200	4	1,338	1,400	0,141	1,046
	50	8	1,465	1,507	0,171	1,028
	25	8	1,724	1,791	0,146	1,039

Прирост скорости на тренировочных отрезках составил 2,5 – 4,6 % и зависит от многих факторов, таких как реализация адаптационных возможностей спортсмена, методика построения тренировки на этапах подготовки, правильный выбор тренировочных упражнений, состояние техники и др. В соревновательном периоде, так же как и в подготовительном, в зависимости от выбранной стратегии тренировки практическое значение имеют подбор длины тренировочных отрезков, интенсивности упражнений, количества повторений и определения величин прироста. Общее представление об указанных значениях даны в табл. 53 и 54. Как указывалось выше, константы роста скорости в тренировочных упражнениях превышают прирост скорости на основных дистанциях на соревнованиях и контрольных стартах на тренировках.

Отдельно необходимо остановиться на динамике адаптационных процессов при выполнении тренировочных упражнений на коротких отрезках при **высокой интенсивности**. При длительности упражнений 6 - 10 с и интенсивности 98 - 99 % работа выполняется в зоне 5а, где основным энергетическим источником являются креатинфосфатные метаболические процессы.

При отдыхе 50 - 60 с в параметрической программе **первого типа** количество повторений на этапах подготовки экспоненциально возрастает с 6 до 20 и более раз. Константа увеличения повторений составляет 0,011 - 0,012 день⁻¹. Благодаря значительному объему упражнений в зоне 5а наблюдается существенный рост скоростей на этапе тренировки.

В параметрической программе **второго типа** упражнения выполняются также сериями (6 - 8 с x 8 - 10 раз) x 2 - 3. Константы роста

скорости практически равны константам интервальных упражнений 0,053 - 0,055 день⁻¹. Указанные упражнения обладают высокой эффективностью при необходимом уровне физических качеств и техники.

Как указывалось выше, дистанционные упражнения занимают большую долю тренировочной нагрузки. Динамика дистанционных упражнений определяется динамикой результатов в аэробной зоне. В табл. 55 приведены базовые дистанционные упражнения для пловца-спринтера с начальным результатом на 100 м – 60,35, с результатом в конце подготовительного периода – 58,4 и в конце макроцикла – 57,5. В данном случае для оценки интенсивности упражнений выбраны две базовые дистанции 3000 и 5000 м.

Таблица 55

Изменения скорости, ЧСС, концентрации молочной кислоты в крови на этапах годовичного макроцикла в дистанционных упражнениях

Не-де-ли	Дис-тан-ция, м	Время, мин,с	ЧСС уд./мин	Лак-тат, мМ/л	Интенсивность (%) и время (мин, с) на рабочих отрезках			
					200 м	400 м	800 м	1500 м
4-8	3000	40.53,4	164	3,69	80,9 2 43,6	87,9 5 37,9	91,9 10 54,2	95,7 20 26,7
					78,3 2 48,9	85,1 5 37,9	89,0 11 15,8	92,6 21 07,3
9-16	3000	38.27,3	156	2,81	82,3 2 33,8	87,6 5 07,6	91,7 10 15,1	95,6 19 13,7
					79,6 2 39,0	84,8 5 18,1	88,7 10 36,2	92,4 19 52,9
16-24	3000	38.37,1	158	2,94	82,9 2 34,5	89,4 5 08,9	92,9 10 17,9	96,2 19 18,6
					80,6 2 38,9	86,9 5 17,9	90,3 10 35,8	93,5 19 52,1

В начале макроцикла результат на 3000 м был близок к ПАНО с концентрацией молочной кислоты в крови 3,69 мМ/л. Частота сер-

дечных сокращений составляла 164 уд./мин. Скорость на тренировочных отрезках равнялась средней скорости на базовой дистанции, в данном случае на 3000 м. Интенсивность оценивалась по отношению к лучшему результату на данном отрезке.

В результате тренировки в подготовительном периоде с преимущественным применением программ первого типа существенно улучшились результаты на 3000 м и 5000 м. Одновременно снизилась частота сердечных сокращений до 156 уд./мин и лактата крови до 2,81 мМ/л. К концу макроцикла в соревновательном периоде результаты на базовых дистанциях снизились и возросла частота сердечных сокращений до 158 уд./мин и лактат крови до 2,94 мМ/л.

9.4. Изменение физиологических показателей в годичном макроцикле

Для понимания процессов, происходящих при тренировке в годичном макроцикле, и повышения качества управления важно знание изменения физиологических показателей, которые позволяют судить непосредственно о сдвигах в организме на этапах подготовки. Изучению динамики физиологических процессов в годичном цикле посвящено ряд работ. Основным недостатком указанных исследований является отсутствие целостной картины динамики процессов и возможности сопоставить сдвиги физиологических показателей с динамикой результатов и применяемой стратегии тренировки.

Ниже рассматривается модель динамики физиологических показателей, построенная на основе экспериментальных исследований. В качестве примера используется тренировка группы квалифицированных спортсменов, динамика результатов в годичном макроцикле (табл. 51, рис. 29, 30). Поскольку в спорте основным соотношением является «мощность - время» и «мощность - дистанция» целесообразно рассмотрение изменения физиологических процессов провести по отношению к этим показателям (табл. 56).

Первый годичный макроцикл обычно разделяется на переходный, подготовительный и соревновательный периоды. В свою очередь, подготовительный период имеет этап втягивания и накопления потенциала, соревновательный период – этапы реализации потенциала и сужения. В нашем случае этап втягивания закончился на 3 - 4-й неде-

ле, что дало возможность зафиксировать результаты во всем диапазоне дистанций от 50 до 3000 м. На этапе накопления потенциала до 16 - 18-й неделе произошел наибольший рост мощности на дистанциях аэробной зоны энергетической производительности 400 - 3000 м на 20,5 - 20,9 %. На дистанциях анаэробной зоны прирост мощности был в пределах 8,6 - 14,7 %.

Таблица 56

Изменение мощности на дистанциях различной длины
в годичном макроцикле у экспериментальной группы
квалифицированных пловцов

Недели	Мощность, Вт на дистанциях						
	50 м	100 м	200 м	400 м	800 м	1500 м	3000 м
4 – 8	118,7	95,8	77,3	60,2	52,8	46,8	40,8
16 – 18	128,9 8,6 %	106,8 11,5 %	88,4 14,7 %	72,8 20,9 %	63,7 20,6 %	56,4 20,5 %	49,3 20,8 %
23 – 24	139,3 8,1 %	113,95 6,4 %	93,21 5,4 %	76,3 4,8 %	64,6 1,4 %	55,5 -9,8	47,0 -9,5 %

В соревновательном периоде на этапе реализации потенциала и сужения продолжал наблюдаться прирост мощности на дистанциях 50, 100, 200 и 400 м до 4,8 - 8,1 %, на дистанциях 1500 и 3000 м снижение мощности на 9,5 - 9,8 %. Такая динамика скорости и мощности характерна для спортсменов-пловцов, специализирующихся на дистанциях от 50 до 200 м. Близкая динамика характерна для средних дистанций в легкоатлетическом беге и конькобежном спорте.

Динамику физиологических процессов можно проследить по изменениям уровня потребления кислорода как аэробной составляющей энергетического обеспечения и по изменениям концентрации молочной кислоты в крови, отражающей анаэробное обеспечение, а также по изменениям экономичности (коэффициента полезного действия).

В табл. 57 представлено модельное изменение уровня потребления кислорода на этапах годичного макроцикла для квалифицированных пловцов, проведенное на основе анализа экспериментальных данных.

В подготовительном периоде на этапе накопления потенциала, направленного преимущественно на повышение работоспособности в аэробной зоне энергетической производительности, наибольшее увеличение уровня потребления кислорода наблюдалось на дистанции

400, 800, 1500 м, соответственно, на 3,28, 4,50, 2,42 %. На дистанциях анаэробной зоны 50, 100 и 200 м не превышал 2 %.

Таблица 57

**Изменение рабочего уровня потребления кислорода
на этапах годовичного макроцикла**

Недели	Уровень потребления кислорода, л/ мин на дистанциях						
	50 м	100 м	200 м	400 м	800 м	1500 м	3000 м
4 – 8	2,57	3,42	3,6	3,65	3,56	3,3	2,9
16 – 18	2,6	3,53	3,65	3,77	3,72	3,38	2,94
	1,17 %	1,32 %	1,38 %	3,28 %	4,5 %	2,42 %	1,37 %
23 – 24	2,8	3,8	3,9	3,94	3,88	3,52	3,05
	7,7 %	7,6 %	6,8 %	4,5 %	4,3 %	4,1 %	3,7 %

В соревновательном периоде на этапе реализации потенциала в связи с повышением интенсивности упражнений произошло существенное увеличение уровня потребления кислорода на всех дистанциях, с наибольшими сдвигами на дистанциях 50, 100, 200 м. Наибольший рабочий уровень наблюдался на дистанциях 200, 400 и 800 м.

Однако лучшее представление об адаптационных процессах дает оценка изменения уровня потребления кислорода по отношению к мощности упражнений. На рис. 39 показаны три кривые зависимости уровня потребления кислорода как функция мощности на 4 - 8-й, 16 - 18-й и 23 - 24-й неделях.

Наибольший рабочий уровень наблюдался при мощности 70 Вт в начале тренировки, в конце этапа накопления при мощности 86 Вт и в конце соревновательного периода при мощности 90 Вт. На всех этапах подготовки при мощности, соответствующей дистанциям 50, 100, 200 м, уровень потребления кислорода увеличивался.

На этапе накопления потенциала в диапазоне мощности от 40 до 70 Вт уровень потребления кислорода существенно снизился. При мощности 50 Вт наблюдалось снижение с 3,5 до 2,8 л/мин. Такое снижение объясняется повышением экономичности и ростом работоспособности в 2 - 2,5 раза. Для пловца такая адаптация означает, что при начальной скорости на 3000 м в конце этапа накопления предельная дистанция при этой скорости достигнет 6000 - 7000 м и больше.

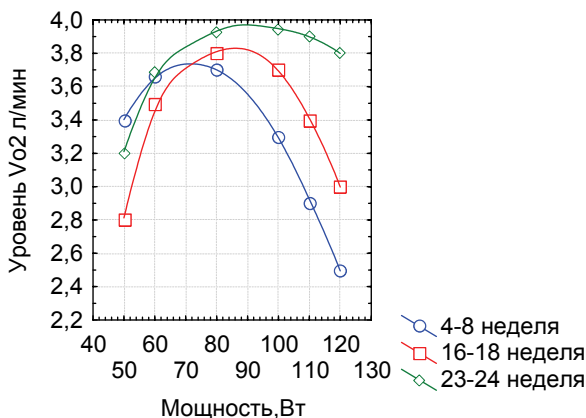


Рис. 39. Изменение уровня потребления кислорода по отношению к мощности на 4 - 8-й, 16 - 18-й и 23 - 24-й неделях годичного макроцикла

Изменение анаэробной составляющей энергетической производительности можно оценить по динамике концентрации молочной кислоты в крови, т. к. ее составляющая в значительной степени определяет кислородный долг. В табл. 58 представлены данные об изменении лактата крови на этапах годичного макроцикла.

После этапа накопления подготовительного периода, как следствие аэробной направленности параметрической тренировки, существенно снизилась концентрация молочной кислоты в крови к 16 - 18-й недели. Наибольшее снижение наблюдалось на дистанциях 400, 800, 1500 и 3000 м и соответственно составляло 20,8 %, 23,3 %, 32,1 %, 38,2 %. На дистанциях анаэробной зоны 50, 100 и 200 м наблюдалось равномерное уменьшение лактата в пределах 6,9 - 7,4 %.

Таблица 58

Изменение концентрации молочной кислоты в крови на этапах годичного макроцикла

Недели	Концентрация молочной кислоты в крови, мМ/л на дистанциях						
	50 м	100 м	200 м	400 м	800 м	1500 м	3000 м
4-8	10,1	15,2	14,8	12,5	8,5	5,6	3,4
16-18	9,4	14,1	13,7	9,9	6,5	3,8	2,1
	-6,9 %	-7,2 %	-7,4 %	-20,8 %	-23,5 %	-32,1 %	-38,2 %
23-24	10,2	17,0	16,2	13,9	9,2	8,6	3,1
	8,5 %	21,4 %	18,2 %	40,4 %	41,4 %	44,1 %	47,6 %

Более полно динамика анаэробных процессов отражается при сопоставлении уровня лактата крови по отношению к мощности (рис. 40).

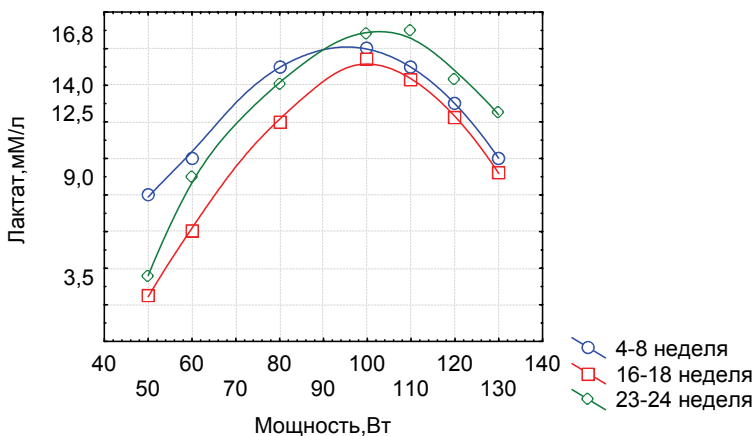


Рис. 40. Изменение концентрации молочной кислоты в крови по этапам тренировки в годичном макроцикле

В результате параметрической тренировки первого типа с применением преимущественно упражнений аэробной направленности и существенным ростом результатов на длинных дистанциях значительно снизилась концентрация молочной кислоты в крови. При мощности 50 Вт лактат снизился с 8 до 2,5 мМ/л при мощности 80 Вт – с 15 до 12 мМ/л. При мощности от 100 до 130 Вт снижение мощности не превышало 1 мМ/л.

На этапе реализации соревновательного периода с применением второй стратегии со значительным объемом интенсивных упражнений концентрация молочной кислоты достигла 17 мМ/л. В целом в зоне высоких мощностей от 100 до 130 Вт лактат на 23 - 24-й неделе был существенно выше предыдущего уровня на 16 - 18-й неделе. Однако в зоне мощности ниже 100 Вт лактат по отношению к мощности на 16 - 18-й неделе был выше, а по отношению к исходным величинам на 4 - 8-й неделе был ниже. Такое изменение в целом с увеличением доли аэробного и снижением анаэробного энергообеспечения благоприятно для дальнейшего спортивного совершенствования.

Изменение коэффициента полезного действия объясняет снижение уровня потребления кислорода и концентрацию молочной кислоты в крови на длинных дистанциях при одновременном увеличении скорости. В табл. 59 приведены коэффициенты полезного действия на этапах годовичного макроцикла квалифицированных пловцов.

Таблица 59

Изменение экономичности на дистанциях
от 50 до 3000 м на этапах годовичного макроцикла

Недели	Коэффициент полезного действия (%) на дистанциях						
	50 м	100 м	200 м	400 м	800 м	1500 м	3000 м
4 – 8	3,4	3,5	3,6	3,8	3,87	4,05	4,08
16 – 18	3,45	4,0	4,38	4,62	4,71	4,91	4,96
	1,01 %	14,2 %	21,7 %	21,5 %	21,6 %	21,28 %	21,56 %
23 – 24	3,82	4,4	4,47	4,51	4,49	4,47	4,44
	10,7 %	10,0 %	2,05 %	-2,3 %	-4,25	-8,96 %	-11,7 %

В подготовительном периоде на этапе накопления потенциала при использовании в тренировке параметрической программы первого типа существенно возросла экономичность на всех дистанциях от 3,45 до 4,62 % на 50, 100, 200, 400 м и до 4,96 % на 1500 и 3000 м. Наибольший прирост КПД был особенно выражен в зоне аэробного энергообеспечения.

В соревновательном периоде на этапе реализации потенциала на основных дистанциях специализации пловцов экспериментальной группы 100 и 200м происходит в результате использования параметрической программы второго типа увеличение КПД до 4,4 - 4,47 % и незначительное снижение экономичности на дистанциях 400 - 3000 м (рис. 41).

По отношению к мощности упражнений коэффициент полезного действия может быть аппроксимирован линейными уравнениями регрессии

$$\text{КПД} = 4,492 - 0,008 N \text{ для } 4 - 8\text{-й недели,} \quad (94)$$

$$\text{КПД} = 5,966 - 0,018 N \text{ для } 16 - 18\text{-й недели,}$$

$$\text{КПД} = 5,112 - 0,007 N \text{ для } 23 - 24\text{-й недели}$$

В результате тренировки на этапе накопления с применением стратегии первого типа наблюдается существенное увеличение эконо-

номичности в зоне низких мощностей на длинных дистанциях и сравнительно незначительное увеличение при высоких мощностях на коротких. Вследствие этого угол наклона регрессии увеличился с $-0,008$ до $0,018 \text{ Вт}^{-1}$ и свободный член уравнения с $4,492$ до $5,966 \%$. После этапа реализации в соревновательном периоде с применением упражнений второй стратегии угол наклона регрессии фактически вернулся к исходному состоянию в начале тренировки и составил $0,007 \text{ Вт}^{-1}$. В то же время линия регрессии поднялась, коэффициент составил $5,112 \%$, показывая рост экономичности на всех мощностях упражнений.

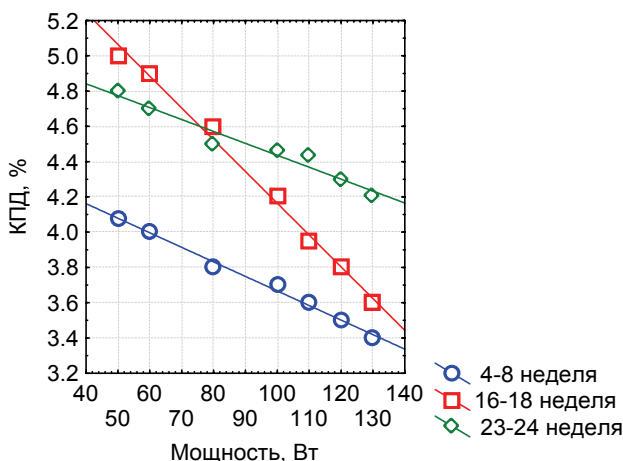


Рис. 41. Изменение коэффициента полезного действия по отношению к мощности упражнений на этапах годичного цикла

Общее представление об адаптации в годичном макроцикле можно получить тренеру и спортсмену при регистрации частоты сердечных сокращений пальпаторно в конце упражнений, а также на дистанции, используя электронные способы измерений. В табл. 60 приведены данные об изменении частоты сердечных сокращений у квалифицированных пловцов на финише на дистанциях различной длины на этапах годичного макроцикла.

Наиболее высокая частота сердечных сокращений наблюдается на 4 - 8-й неделе на дистанциях анаэробной зоны 100 и 200 м. С увели-

чением длины дистанции ЧСС снижается. После проведения тренировки с применением упражнений первого типа при снижении уровня потребления кислорода и концентрации молочной кислоты в крови и с одновременным повышением КПД частота сердечных сокращений снижается на всех дистанциях. Наибольшее снижение до 6,8 - 8,3 % происходит на дистанциях аэробной зоны 400 - 3000 м. На дистанциях 50 - 200 м анаэробной зоны снижение ЧСС происходит в пределах 3 - 5,41 % .

Таблица 60

Изменение частоты сердечных сокращений
на дистанциях различной длины у пловцов на этапах годовичного цикла

Недели	Частота сердечных сокращений (уд./мин) на дистанциях						
	50 м	100 м	200 м	400 м	800 м	1500 м	3000 м
4 – 8	169	198	196	188	182	177	169
16 – 18	164 -3 %	190 -4 %	186 -5,41 %	176 -6,8 %	170 -7,0 %	164 -7,9 %	155 -8,3 %
23 – 24	166 1,2 %	193 1,56 %	190 2 %	182 3,4	176 3,5 %	170 3,6 %	162 4,5 %

В соревновательном периоде на этапе реализации частота сердечных сокращений повышается на всех дистанциях. Максимальная частота на дистанциях 100 и 200 м повышается незначительно на 1,56 - 2,0 % и остается ниже исходной на 4 - 8-й неделе. На дистанциях аэробной зоны 400 - 3000 м повышение достигает 3,4 - 4,4 %. Такое повышение, как было показано ранее, совпадает с увеличением потребления кислорода и концентрации молочной кислоты в крови.

На рис. 42 показано изменение ЧСС в годовичном макроцикле по отношению к мощности от 50 до 100 Вт, которые в начале этапа накопления наблюдались на дистанциях от 100 до 1500 м.

Изменение частоты сердечных сокращений по отношению к мощности лучше отражает физиологическую адаптацию, чем по отношению к длине дистанции. В аэробной зоне энергетической производительности на дистанции 1500 м при начальной мощности 50 Вт частота сердечных сокращений составляла 177 уд./мин. После тренировки по параметрической программе первого типа ЧСС снизилась до 158 уд./мин, т. е. на 12 %. На частоте 177 уд./мин спортсмен при мощности 70 Вт может уже удерживать начальную скорость на 400 м.

Таким образом, по отношению к мощности упражнений наблюдаются более существенные физиологические сдвиги.

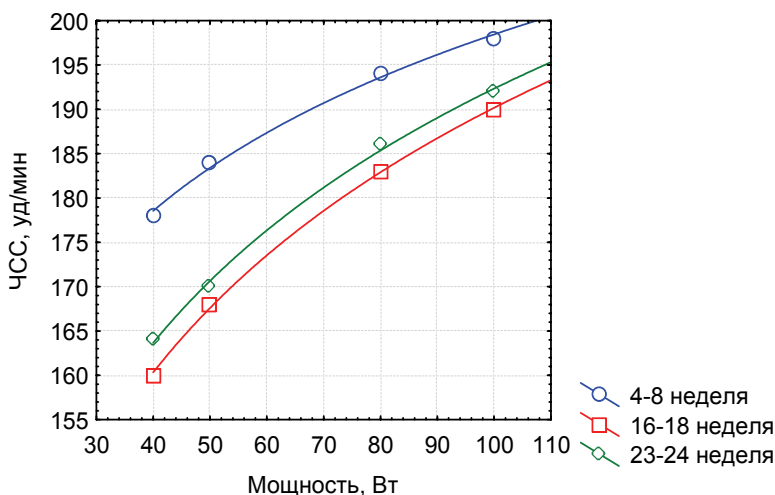


Рис. 42. Изменение частоты сердечных сокращений по отношению к мощности в годичном макроцикле у квалифицированных спортсменов

На дистанции 100 м в анаэробной зоне при мощности 95,6 Вт на 4 - 8-й неделе частота сердечных сокращений составляла 198 уд./мин, после тренировки по программе первого типа частота снизилась до 190 уд./мин, т. е. на 4,2 %, примерно одинаково по отношению к длине дистанции.

Характер адаптационных физиологических процессов на этапах годичного макроцикла можно проследить при выполнении ступенчатого теста на тренажере. Преимущество ступенчатого теста состоит в возможности выполнять упражнения на доступных нагрузках и достаточно объективно определять мощность, которую удерживает спортсмен при заданном времени упражнений. На рис. 43 приведены данные о выполнении ступенчатого теста олимпийской чемпионкой Е. Х. на тренажере «Концепт» длительностью 5 мин с отдыхом 1 мин. ЧСС регистрировалась электронным устройством «Полар», кровь для определения лактата забиралась во время отдыха.

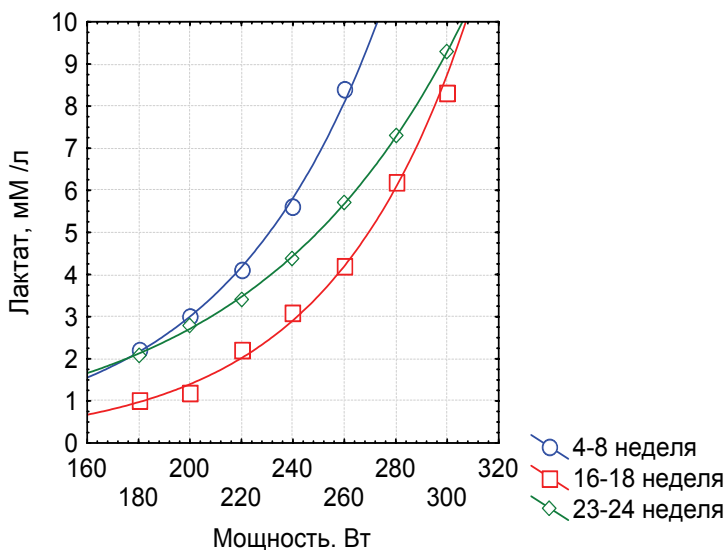


Рис. 43. Изменение концентрации молочной кислоты в крови в ступенчатом тесте у олимпийской чемпионки по гребле Е. Х. (длина тела 186 см, масса тела 76 кг, возраст 26 лет) на этапах годичного цикла

Кривые увеличения лактата крови по отношению к мощности на каждом этапе тренировки аппроксимировались экспоненциальными уравнениями регрессии ($p < 0,01$)

$$Lact = 0,11 \exp 0,017 N \text{ для } 4 - 8\text{-й недели,} \quad (95)$$

$$Lact = 0,036 \exp 0,018 N \text{ для } 16 - 18\text{-й недели}$$

$$Lact = 0,231 \exp 0,012 N \text{ для } 23 - 24\text{-й недели.}$$

Величина мощности при уровне концентрации молочной кислоты в крови 4 мм/л на 4 - 8-й неделе составила 217 Вт, затем после этапа накопления потенциала с применением параметрических программ достигла 258 Вт, т. е. возросла на 18,9 %. После третьего этапа с преимущественной стратегией, направленной на реализацию потенциала, и подготовкой к соревнованиям, мощность, соответствующая лактату крови 4 мм/л, составила 238 Вт. Следует иметь в виду, что мощность, соответствующая 4 мм/л в ступенчатом тесте на тренаже, только приблизительно соответствует мощности на дистанциях.

Достаточно информативным является измерение частоты сердечных сокращений на этапах годичного макроцикла. На рис. 44 приведены данные изменения ЧСС на этапах тренировки в ступенчатом тесте олимпийской чемпионки Е. Х. После выполнения программы тренировки на этапе накопления к 16 - 18-й неделе частота сердечных сокращений так же как лактат снизилась на всех ступенях нагрузки. Снижение практически составило 10 уд./мин. На этапе реализации частота сердечных сокращений так же как лактат заняла промежуточное положение. Сохранились невысокие значения ЧСС на малых мощностях и возросла их величина и превысила уровень 4 - 8-й недели на мощности от 260 до 300 Вт.

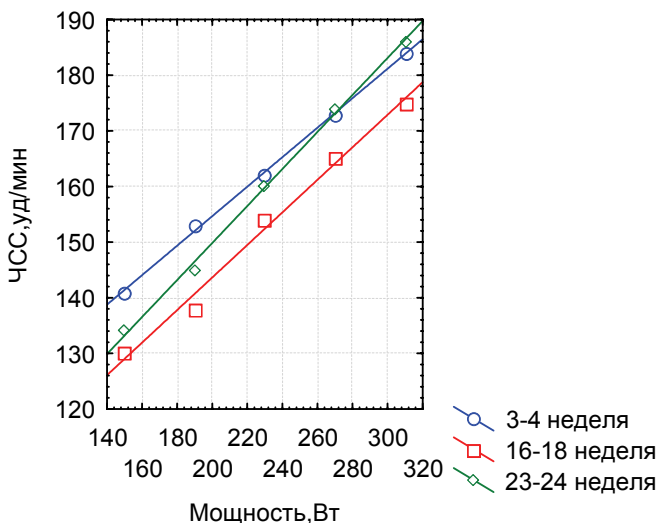


Рис. 44. Изменение частоты сердечных сокращений в ступенчатом тесте олимпийской чемпионки в гребле Е. Х. на этапах годичного цикла

В ступенчатом тесте мощность при заданной частоте сердечных сокращений 160 уд./мин на начальном этапе макроцикла составила 224 Вт. Затем на втором этапе мощность при заданной ЧСС 160 уд./мин возросла до 256 Вт (на 14,2 %). На третьем этапе мощность снизилась до 230 Вт. Общий характер изменения частоты сердечных

сокращений и концентрации молочной кислоты в крови в ступенчатом тесте на этапах годовичного цикла близок.

9.5. Динамика силовой подготовленности и гибкости в годовичном макроцикле

Наряду с выносливостью к основным физическим качествам, определяющим спортивные результаты, относятся силовая подготовленность и гибкость. Их уровень отражает состояние спортсмена как объекта управления в тренировке. Знание динамики показателей физической подготовленности позволяет оценить эффективность применяемых упражнений и установить возможность устранения слабых сторон в подготовленности спортсмена. В процессе тренировки указанные качества улучшаются как под воздействием специальных упражнений, так и за счет влияния упражнений в избранном виде. Ниже в табл. 61 приведены данные о динамике силовых показателей и гибкости в годовичном макроцикле квалифицированных ($n = 20$) пловцов в естественном педагогическом эксперименте. Спортсмены тренировались 9 раз в неделю и выполняли специальные упражнения в зале три раза в неделю по 30 - 40 мин.

Таблица 61

Изменение силовых показателей и гибкости у пловцов экспериментальной группы на этапах годовичного цикла ($n = 20, p < 0,01$)

Показатели подготовленности	4-8-я неделя	16 - 18-я неделя		23 - 24-я неделя	
Сила тяги в воде, кг	16,10	19,00	18,75%	20,12	5,94%
Сила тяги на суше, кг	27,75	33,5	20,7%	35,90	7,1%
Активная амплитуда голеностопного сустава, град	82,15	84,65	3,0%	86,65	2,1%
Наклон вперед, см	14,55	17,65	21,3%	19,13	8,4%
Скоростно-силовая подготовленность, кгм (t 30 с, P/P_0 70 %)	398,3	546,5	37,2%	592,6	8,4%
Силовая выносливость, кгм (t 180с, P/P_0 60 %)	1914,0	2226,0	16,3%	2377,0	6,8%

Наибольший прирост наблюдался в развитии скоростно-силовой подготовленности и силы тяги на суше. Наименьшее улучшение на-

блюдалось в активной амплитуде стопы. В то же время общий показатель гибкости, который оценивается по наклону вперед, существенно улучшился. В данном случае величина изменения отдельных показателей зависит в основном от направленности тренировочного процесса и подбора упражнений.

Основное улучшение показателей подготовленности произошло на первом этапе тренировки, от 4 - 8-й до 16 - 18-й недели прирост показателей подготовленности был существенно выше, чем в соревновательном периоде от 16 - 18-й до 23 - 24-й недели. На рис. 45 показана динамика роста основных показателей подготовленности в макроцикле. Кривая динамики может быть аппроксимирована экспоненциальным уравнением с предельным значением ($p < 0,01$).

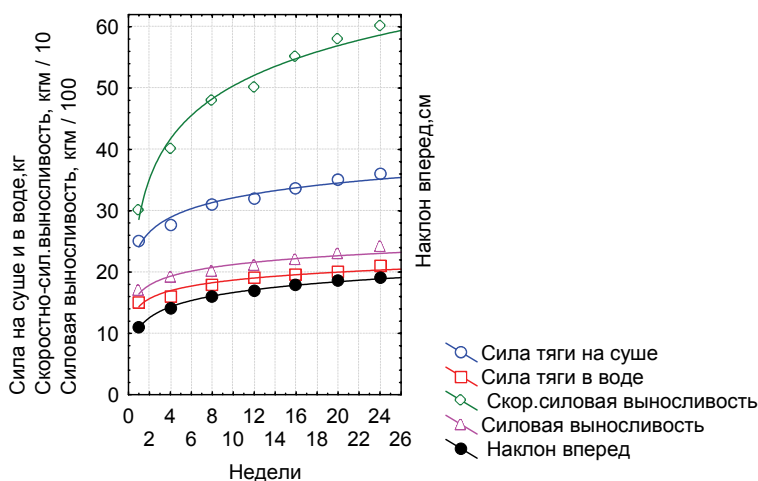


Рис. 45. Динамика показателей подготовленности квалифицированных пловцов в годичном макроцикле

Наиболее высокий рост имели показатель силовой подготовленности на суше P_o и показатель скоростно-силовой выносливости P_v соответственно – $0,187$ и $-0,147$ неделя⁻¹. Высокую скорость развития имел показатель силы тяги в воде $-0,133$ неделя⁻¹. Сравнительно медленно увеличивался показатель, характеризующий силовую выносливость P_e , здесь константа составила $-0,099$ неделя⁻¹. Наклон вперед и активная амплитуда стопы увеличивались медленнее $0,069$ неделя⁻¹.

Корреляционный анализ показывает устойчивую и статистически достоверную связь между показателями подготовленности и скоростью на дистанциях плавания до 0,758. По мере роста тренированности от этапа к этапу наблюдалось увеличение взаимной обусловленности выделенных показателей и скорости в первую очередь, на дистанциях, где эти качества имеют наибольшее влияние: скоростно-силовые качества на коротких дистанциях и силовая выносливость и гибкость на длинных.

Для оптимизации силовой подготовки спортсмена целесообразно оценить адаптацию к тренировочным упражнениям с введением ограничений по параметрам. Рассмотрим параметрическую тренировку **первого типа** экспериментальной группы квалифицированных пловцов ($n = 12$) в подготовительном периоде, направленную на совершенствование **силовой выносливости** (рис. 46).

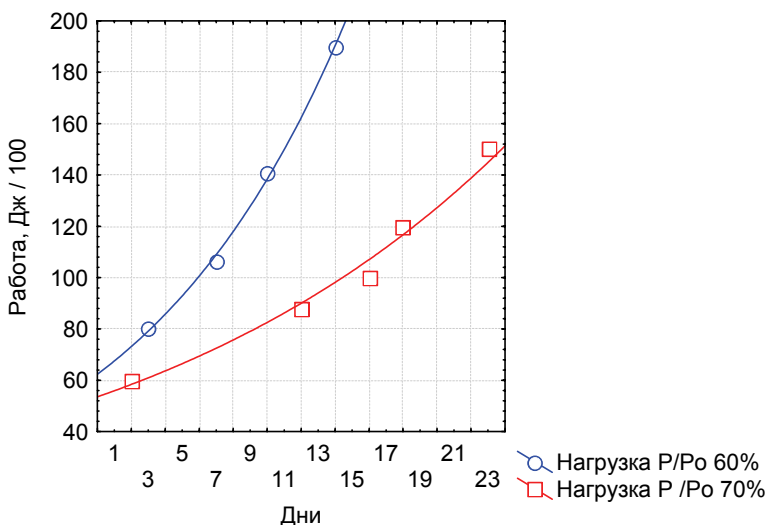


Рис. 46. Динамика региональной работоспособности в параметрической тренировке первого типа у группы квалифицированных пловцов

Упражнения выполнялись на тренажере Хуттеля-Мартинса. Длительность упражнений составляла 2 мин, отдых между повторениями 2 мин. Вначале упражнения выполнялись с относительной нагрузкой

P/P_0 60 %, затем с нагрузкой 70 %. Начальная средняя мощность в первом случае составила 170,93 Вт, темп – 66,46 мин⁻¹, во втором 141,29 Вт, темп – 59,35 мин⁻¹. Начальная работоспособность с нагрузкой 60 % при 3 повторениях составила 60941,3 Дж, конечная при 8,57 повторениях 189773,7 Дж. При нагрузке 70 % при 3 повторениях работоспособность составила 61518,2 Вт, конечная при 8,28 повторениях – 162170,32 Дж.

Кривые роста работоспособности и соответственно количества повторений, как и раньше в параметрической программе первого типа с постоянной мощностью, аппроксимировались экспоненциальной функцией (86). Константа роста при нагрузке P/P_0 60 % составила 0,081 день⁻¹, при нагрузке 70 % 0,041 день⁻¹.

Следует обратить внимание, что при большей нагрузке темп движений и мощность меньше. Существенно меньше и константа роста, что имеет практическое значение при планировании силовой подготовки. Отдельно следует отметить, что константы роста силовой выносливости существенно выше, чем константы упражнений в полной координации в естественных условиях. Объяснить данное явление можно тем, что в упражнения по развитию силовой выносливости вовлекаются преимущественно региональные физиологические механизмы.

При совершенствовании силовой выносливости по **второму типу** параметрической тренировки, который проводится обычно во второй части подготовительного периода после первого типа, постоянным параметром является объем упражнений. На рис. 47 приведены кривые роста мощности в упражнениях у квалифицированных спортсменов ($n = 12$) на тренажере Хуттеля – Мартинса.

Спортсмены выполняли упражнения с нагрузкой 50 % к максимальной изометрической силе длительностью 1 и 3 мин с отдыхом 2 мин. Также как в упражнениях в полной координации кривая роста мощности аппроксимируется экспоненциальным уравнением с предельным значением (90). Константы роста составили для упражнений длительностью 1 мин – 0,0336 день⁻¹, для упражнений длительностью 3 мин – 0,0322 день⁻¹. Поскольку нагрузка была постоянная и время упражнений было задано, темп движений возрастал по аналогичным кривым. В упражнениях длительностью 1 мин мощность возросла с 301,05 до 394,01 Вт на 30,9 %, в упражнениях длительностью – 3 мин с 236,5 до 321,2 Вт на 35,8 %.

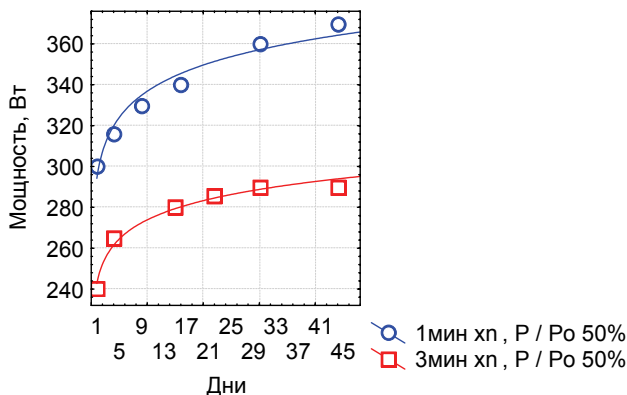


Рис. 47. Динамика региональной мощности в параметрической тренировке второго типа в упражнениях различной длительности

В большинстве видов спорта основная силовая подготовка проводится в подготовительном периоде, т. к. силовые упражнения могут нарушить сложившуюся технику движений и такие специфические показатели как «чувство воды», «чувство весла» и др.

В подготовительном периоде силовая подготовка, как правило, проводится с применением тренажеров с одновременным выполнением циклических упражнений втягивающего характера. Кроме того, в каждом занятии предусматривается разминка и выполнение упражнений на совершенствование гибкости. Поэтому время для непосредственной силовой подготовки может быть существенно ограничено, что влияет на методику проведения упражнений. Ниже рассматривается пример выполнения упражнений группой квалифицированных пловцов (мс, кмс) в подготовительном периоде (табл. 62).

Спортсмены выполняли упражнения длительностью по 120 с и отдыхом между повторениями 120 с на тренажере «Хуттеля-Мартинса». Начальная нагрузка составляла 60 % (28 кг) от максимальной изометрической силы тяги. Все спортсмены до и после этапа силовой подготовки проплыли 50, 100, 200, 400 и 800 м. Количество тренировочных занятий составляло три в неделю.

На первой тренировке среднее количество повторений было 4,7 раз, что составило 10304 кгм. К концу первой недели количество

повторений достигло 7,3 раз и работа достигла 16352 кгм. Время в тренировке, отведенное на силовую подготовку, фактически было близко к возможному на данной тренировке. Поэтому на следующей неделе нагрузка была увеличена до 65 %. К концу недели на 6-й тренировке количество повторений достигло 9 раз и работа достигла 21600 кгм. В дальнейшем нагрузка была увеличена до 70 %, при этом количество повторений в среднем составило 10 раз и работа составила 25600 кгм. На последней неделе нагрузка составила 75 % и количество повторений не возросло при увеличении работы до 26040 кгм.

Таблица 62

Динамика работоспособности, изменения нагрузки и количества повторений в программе совершенствования силовой выносливости пловцов экспериментальной группы ($n = 18$, $p < 0,01$)

Тренировки	Работа, кгм	Нагрузка, P/P_0 , %	Нагрузка, кг	Количество повторений
1	10304	60	28	4,6
2	11872	60	28	5,3
3	16352	60	28	7,3
4	18600	65	30	7,8
5	20400	65	30	8,6
6	21600	65	30	9,0
7	23040	70	32	9,0
8	24320	70	32	9,5
9	25600	70	32	10,0
10	26040	75	35	9,3
11	26040	75	35	9,3

Кривая зависимости «работа - время» аппроксимировалась логистической функцией (86). Вначале до 6-й недели работа быстро прирастала, затем динамика замедлилась и фактически дальнейшее увеличение нагрузки было нецелесообразным. Коэффициент уравнения b составил – 0,286 1/день, коэффициент a был равен 2,357. Точка перегиба кривой определяется отношением a/b составляет 8,24. Между 8 и 9-м днем начало происходить замедление роста региональной работоспособности. Отношение конечной и начальной работоспособности составило 2,53.

Прирост скорости плавания на дистанциях составил на 50 м 2,7 %, на 100 м 2,8 %, на 200 м 3,1 %, на 400 м 3,6 %, на 800 м 4,7 %. Большой прирост на длинных дистанциях естественен, т. к. тренировка была направлена на совершенствование силовой выносливости. В других экспериментальных группах 2-го и 1-го разряда прирост был в пределах 4,5 - 9,8 %.

Как указывалось ранее, развитие скоростных возможностей существенно определяется скоростно-силовыми качествами спортсменов. В отдельную группу выделяются упражнения длительностью от 6 - 10 до 12 - 15 с. Динамика адаптационных процессов в региональных упражнениях определяется нагрузкой, длительностью, частотой движений и мощностью. Увеличение длительности упражнений до 12 - 15 с обычно связано с конструкцией тренажеров и инерционностью развития необходимой мощности. Хотя исследованиями показано, что наибольшая региональная мощность с креатинфосфатными метаболическими процессами имеет длительность в пределах 6 - 10 с. Характер адаптационных процессов для кратковременных региональных упражнений рассмотрен ранее.

9.6. Задачи на этапах подготовки и распределение общих и парциальных тренировочных нагрузок

Традиционно годичный макроцикл разделяется на подготовительный, соревновательный и переходный периоды. Для решения задач управления тренировкой целесообразно макроцикл разделить на следующие этапы: втягивание, этап экспоненциального роста нагрузки, максимальной тренировочной нагрузки, этап специальной нагрузки и соревнований, этап сужения перед основными стартами и переходный период.

Задачи этапа втягивания:

- анализ достижений предыдущего сезона, уровня тренировочных нагрузок и показателей подготовленности,
- прогнозирование результатов предстоящего сезона, определение основных стартов, расчет тренировочной нагрузки, уровня показателей подготовленности, формирование общей стратегии тренировки,
- мотивация спортсменов к достижению поставленных целей, разработка плана психологической подготовки,

- прохождение углубленного медицинского обследования и при необходимости лечения,

- выбор основных тренировочных упражнений, их объема и интенсивности по совершенствованию выносливости, силовых качеств и гибкости в соответствии с планируемыми результатами,

- выполнение контрольных тестов для оценки состояния спортсмена и уровня основных сторон подготовленности (после адаптации к нагрузке),

- анализ техники, разработка плана ее совершенствования и при необходимости проведение основных изменений на этапе втягивания,

- общая физическая и анатомическая подготовка.

Задачи на этапе экспоненциального роста нагрузки и работоспособности:

- определение стратегии и проведение основных тренировочных упражнений по развитию выносливости, силовой подготовленности и гибкости (по времени и длине тренировочных отрезков, времени отдыха, интенсивности, количества повторений),

- определение параметров основных упражнений с экспоненциальным ростом работоспособности (начальной интенсивности, начального объема, констант роста, вероятного конечного объема и т. д.),

- определение физиологических показателей, отражающих экспоненциальный рост работоспособности (частоты сердечных сокращений, концентрации молочной кислоты в крови, мочевины в крови и др.),

- определение границ нагрузки для энергетических зон по времени, длине дистанций и физиологическим показателям,

- повышение экономичности техники, оценка соотношения скорости, темпа, шага и ЧСС,

- выполнение контрольных упражнений и участие в контрольных и промежуточных соревнованиях,

- совершенствование психологической подготовленности в процессе выполнения тренировочных и контрольных упражнений с предельной мобилизацией сил.

Задачи в конце этапа накопления и максимальных нагрузок:

- коррекция основных критериев тренировочных упражнений по зонам для достижения максимальных запланированных объемов и соответственно работоспособности (интенсивности, длины тренировочных отрезков, времени отдыха),

- оценка эффективности параметрических тренировочных упражнений по динамике физиологических показателей (ЧСС, лактат крови),
- выполнение контрольных тренировочных упражнений, их анализ для оценки правильности выбранной стратегии тренировки, сопоставление достижений на соревнованиях с контрольными упражнениями,
- постепенный перенос силовых тренировочных упражнений с тренажеров в естественные условия для избранного вида спорта (на воду, на лед, снег, беговую дорожку),
- повышение экономичности техники, увеличение шага, улучшение отношения скорости к затратам и ЧСС,
- повышение психологической подготовленности в условиях максимальной нагрузки, овладение методами активной психологической регуляции.

Задачи на этапе реализации и специальной тренировочной нагрузки:

- переход к тренировкам со снижением объемов и повышение интенсивности в зонах, характерных для специализации спортсмена, использование параметрических программ второго типа, коррекция интенсивности, длины тренировочных отрезков, времени упражнений, времени отдыха и количества повторений,
- поддержание базовой выносливости с использованием дистанционного и интервального методов тренировки в сочетании с решением основных задач этапа,
- совершенствование скоростных качеств, скоростно-силовой подготовленности и поддержание силовой выносливости с применением тренажеров и в естественных условиях на дорожке, в воде, на льду и т. д.,
- повышение эффективности и экономичности техники с реализацией потенциальных возможностей спортсмена для достижения планируемых результатов,
- выполнение контрольных упражнений, их анализ и внесение необходимой коррекции в тренировочный процесс,
- совершенствование психологической подготовленности в условиях текущих и предстоящих стартов, совершенствование методов саморегуляции,
- тактическая подготовка в соответствии с состоянием спортсмена и возможной тактикой противников.

Задачи этапа «сужения»:

- непосредственная подготовка к участию в соревнованиях на дистанциях специализации спортсмена (определение тактики, распределение сил и времени на дистанции, старты и финиширование),
- совершенствование техники с учетом предстоящих стартов и принятой тактики, оценка скорости, темпа, экономичности и эффективности,
- поддержание работоспособности и силовых показателей в условиях снижения нагрузки и необходимого отдыха для предстоящих стартов,
- выполнение контрольных тестов и их анализ для максимизации результатов в предстоящих стартах,
- специальная психологическая подготовка к предстоящим стартам.

Задачи переходного периода:

- психологический и физический отдых с учетом утомления и деадаптации от нагрузок,
- лечение травм, укрепление здоровья,
- решение социальных и бытовых проблем,
- поддержание физической работоспособности,
- индивидуальное планирование будущей деятельности.

Распределение тренировочной нагрузки в годичном макроцикле непосредственно определяется решением поставленных задач и общим планом подготовки. Общий годичный объем и его распределение по зонам зависит от уровня результатов, специализации на дистанциях различной длины, возрастом спортсмена и сложившейся концепцией подготовки. Границы зон желательно определять после этапа втягивания в первом макроцикле по предельному времени упражнений, которое соответствует определенной заданной мощности. Целесообразно зарегистрировать ЧСС для границ зон и в дальнейшем ориентироваться на нее при распределении нагрузки. При этом фактический рост нагрузки будет соответствовать физиологической адаптации спортсмена к тренировочным воздействиям и росту работоспособности.

Если длительность годичного цикла 48 недель, то доля нагрузки в каждом отдельном годичном макроцикле может быть принята пропорциональной количеству недель в нем. При годичной нагрузке в

академической гребле 4000 км в первом годичном макроцикле длительностью 24 недели нагрузка составит 2000 км и средняя в одной неделе – 83,3 км. При продолжительности второго макроцикла 15 недель нагрузка будет равна 1250 км, в третьем макроцикле длительность 9 недель – 750 км. Однако увеличение нагрузки, приходящееся на отдельные недели, происходит в соответствии с адаптационными процессами, ростом работоспособности и решаемыми текущими задачами.

Если предположить, что возможная тренировочная нагрузка пропорциональна работоспособности в каждой энергетической зоне, то на достаточно большом отрезке времени процентное соотношение объемов должно соответствовать распределению их в зависимости «мощность - работа», «мощность - время». Анализ данных соотношений показывает, что процентное распределение объемов для квалифицированных пловцов-спринтеров будет для 5-й зоны примерно 2,75 %, для 4-й зоны – 7,20 %, для 3-й и 2-й зон – 22,1 %, для 1а и 1б – 67,95 %. Однако процентное соотношение объемов на практике колеблется в достаточно широком диапазоне. Объясняется это тем, что для решения конкретных задач бывает необходимо концентрировать нагрузку на развитие отстающих сторон подготовленности в одних зонах и уменьшать в других.

Анализ дневников спортсменов и собственные экспериментальные исследования показали, что распределение нагрузки в макроцикле находится в следующих диапазонах: в 5-й зоне – 0,8 - 2,0 %, в 4-й зоне – 1,5 - 5,0 %, в 3-й зоне – 5 - 15,0 %, в 2-й зоне – 8 - 18 %, в 1а зоне – 30 - 35 %, в 1б зоне – 30 - 50 %. Наиболее существенное влияние на соотношение объемов оказывает возраст спортсменов, квалификация и их специализация на дистанциях различной длины.

В целом нагрузка в первой части макроцикла растет по кривой, близкой к логистической функции (86). Наибольшая общая нагрузка и нагрузка в 1а, 1б и 2-й зоне наблюдается, как правило, в конце подготовительного периода, который составляет 0,6 - 0,7 от общего времени макроцикла. Снижение данной нагрузки проходит также по логистической кривой с положительным коэффициентом уравнения (86). Как указывалось ранее, логистическую кривую можно разбить на две части: экспоненциального роста (88) и замедления (90).

Для правильного построения тренировки важно, чтобы скорость роста нагрузки была пропорциональна росту работоспособности на дистанциях и работоспособности в упражнениях при фиксированной начальной мощности. В данном случае константа на этапе экспоненциального роста (88) для общей нагрузки составит $0,104 \text{ неделя}^{-1}$ и для зоны 1а, зоны 1б, для 2-й зоны – от $0,082$ до $0,091 \text{ неделя}^{-1}$. На этапе максимальных нагрузок при тренировке, когда наблюдается замедление роста работоспособности (90), константа составит для общей нагрузки – $0,589$, для зоны 1а и 1б – $0,645$ и – $0,486$, для зоны 2 – $0,952 \text{ неделя}^{-1}$ (рис. 48).

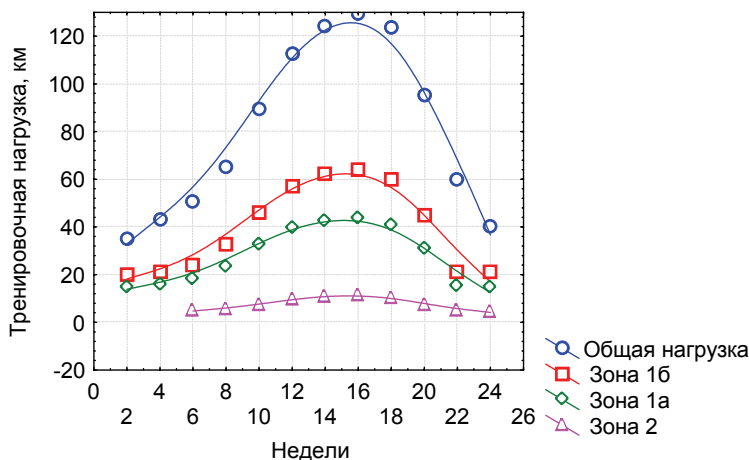


Рис. 48. Динамика общей и парциальной тренировочной нагрузки для зоны 1а, 1б и зоны 2 в первом годичном макроцикле подготовки гребцов

Для практического распределения нагрузки в годичном макроцикле целесообразно заполнить таблицу с основными ограничениями. Ниже в табл. 63 показаны ограничения на примере построения макроцикла для квалифицированных гребцов.

При высоком начальном и конечном уровне нагрузки в каждой зоне при заданном ее объеме и времени кривая распределения нагрузки будет плоской и максимальный пик нагрузки будет невысокий. Константы роста нагрузки будут низкими и существенно отличаться от величин, характерных для правильного протекания адаптационных процессов.

Таблица 63

Основные показатели, определяющие
динамику тренировочной нагрузки в годичном макроцикле

Зона	Объем, км	% по зонам	Неделя начала	Неделя максим. нагрузки	Неделя конца	Начальный объем, км	Конечный объем, % к максимуму
5	15,8	0,8	4	20	24	0,15	40
4	29,7	1,3	12	20	24	1,0	40
3	99,0	4,8	4	18	24	3,0	40
2	152,4	7,7	5	16	24	5,0	40
1a	692,7	36,0	1	16	24	15,0	50
1б	989,6	51,4	1	16	24	20,0	50
Общ.	1976,2	100	1	18	24	35	50

Поэтому минимальный начальный объем нагрузки обычно составляет 1,5 % от годичного объема. Время начала нагрузки 2-й зоны составляет ко времени макроцикла 0,25 - 0,30, время пика нагрузки 0,6 - 0,70 соответственно, время включения упражнений 3-й зоны будет 0,30 - 0,40, время пика нагрузки 0,70 - 0,80, время включения нагрузки 4-й зоны достигнет 0,35 - 0,45, время пика нагрузки 0,75 - 0,85, т. е. ближе к заключительным наиболее важным соревнованиям макроцикла.

Наименьший конечный уровень недельной нагрузки обычно падает на этап сужения перед заключительными решающими стартами макроцикла. Здесь величина нагрузки определяется индивидуально и зависит от многих факторов. Основными из них являются необходимый уровень нагрузки для поддержания и дальнейшего совершенствования показателей подготовленности, скорость восстановления и реакция на нагрузку различной направленности, совершенствование соревновательной и технической подготовленности в связи с предстоящими стартами, накопление нервного и психологического потенциала перед стартами.

Важное значение имеют сроки включения в тренировку упражнений 3-й, 4-й и 5-й зон. Чрезмерно раннее включение упражнений повышенной интенсивности может привести к нарушению адаптацион-

ных процессов в годичном макроцикле. На рис. 49 приведены кривые нагрузки для указанных зон в соответствии с табл. 63.

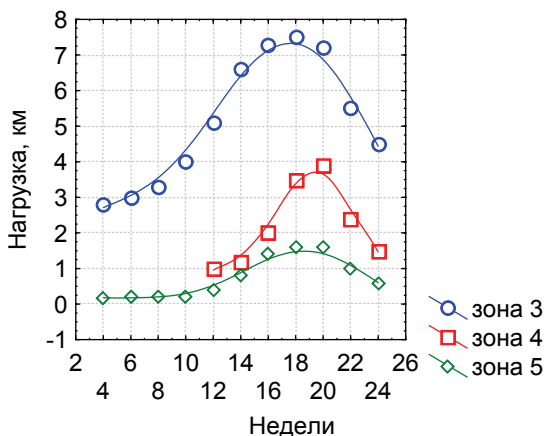


Рис. 49. Динамика тренировочной нагрузки в 3-й, 4-й и 5-й зонах в годичном макроцикле подготовки гребцов

Нагрузка для 5-й зоны непосредственно связана с силовой подготовкой и обеспечивается в основном за счет КФР, который относительно независим от гликолиза. В течение первых 4 - 6 недель упражнения в этой зоне направлены на проверку возможности увеличения скорости после упражнений меньшей интенсивности. Затем с 10-й недели начинается существенный рост нагрузки в 5й зоне с пиком на 18 – 19-й неделе. На этапе экспоненциального роста константа наибольшая $0,25 \text{ неделя}^{-1}$, на этапе максимальной нагрузки – $0,486$. Нагрузка 5-й зоны распределяется в соответствии со скоростно-силовой подготовкой.

Нагрузка в 3-й зоне первоначально определяется необходимостью выполнять контрольные упражнения, а затем направлена на развитие максимальных аэробных возможностей и их удержание на дистанциях. Пик нагрузки приходится на 18 – 29-ю неделю. Константа роста на этапе экспоненциального роста составляет $0,078 \text{ неделя}^{-1}$, на этапе замедления, когда нагрузка приближается к предельной величине, достигает – $0,628$.

Наиболее сложным является включение в тренировку упражнений 4-й анаэробной гликолитической зоны, т. к. без предварительной базовой подготовки эффективность упражнений будет невысокой. В нашем примере упражнения 4-й зоны начинаются с 12-й недели, а пик нагрузки приходится на 20-ю неделю (см. рис. 49). Поскольку использование упражнений 4-й зоны ограничено по времени, константа на этапе экспоненциального роста высокая $0,198 \text{ неделя}^{-1}$, на этапе замедления константа составляет $0,799 \text{ неделя}^{-1}$.

Нагрузка 5-й зоны может успешно реализоваться с использованием первой стратегии. Например в эксперименте приняли участие 8 квалифицированных пловцов (КМС, МС). На этапе была поставлена задача на отрезке 15 м с толчка развивать максимальную скорость (98 – 100 %) с увеличением количества повторений. Начальное количество повторений составило 6 – 8, упражнения выполнялись 3 раза в неделю. После 10 – 12 тренировок количество повторений достигло 24 – 26 раз. Константа экспоненциального роста составила $0,0761/\text{день}$. На соревнованиях на дистанции 50 м спортсмены улучшили результаты на $0,3 - 1,2 \text{ с}$ ($p < 0,05$).

9.7. Основные тренировочные упражнения на этапах годичного макроцикла

После определения задач по этапам и динамики нагрузки по зонам в годичном макроцикле для успешного управления тренировочным процессом необходимо определить основные упражнения и их динамику в годичном макроцикле для группы и индивидуально для спортсменов. Такие упражнения в первую очередь влияют на процессы адаптации и достижение планируемых результатов. В табл. 64 приведены основные упражнения на этапах годичного макроцикла тренировки квалифицированных гребцов.

В академической гребле характер движений в значительной степени определяется конструкцией лодки. Наибольший темп движений не превышает 50 в минуту. В гонках на основной дистанции 2000 м средний темп находится в пределах 34 - 40 движений в минуту. Вследствие относительно невысокого темпа приобретает существен-

ное значение силовая подготовка. Начинается силовая составляющая тренировки с анатомической (всесторонней) силовой подготовки и тренировки на повышение максимальной силы. Анатомическая подготовка проводится на тренажерах типа «Геркулес», создающих условия для воздействия на основные группы мышц. При круговом методе проведения упражнений одновременно происходят существенные сдвиги в функциональной подготовленности. По мере роста тренированности увеличивается количество серий на занятиях.

Таблица 64

Примерное распределение тренировочных упражнений
в годичном макроцикле подготовки гребца

Недели	1-4	5-8	9-12	13-16	17-18	19-24
Основная направленность	Втягивание	Накопление			Реализация	
Круговая тренировка	10-12 упражнений, 8 станций, 1-3 серии					
Специальные технические и силовые упражнения		10-20 упр. 10-20 раз	10-20 упр. 14-24 раз	24-30 раз	10-20 раз	10-20 раз
Силовая выносливость на суше и в воде		30-90с 8-10 раз P/Po 50-60 %	30-90с 12-14 раз P/Po 60 %	30-90с 15-16 раз P/Po 60 %	30-90с 9 раз P/Po 70 %	30-90с 8 раз P/Po 70 %
Повышение максимальной силы	P/Po 80-85 % 8-10 раз	P/Po 85-90 % 8-6 раз	Прыжковые упражнения (3упр. x 10-12 раз) x 4-10 серий		Прыжковые упражнения (3упр. x 10-12раз) x 4-5 серий	
Дистанционная параметрическая тренировка первого и второго типа	2 x 20-30 мин	2 x 35-40 мин	2 x 45-50 мин	2 x 50мин	2 x 40-30 мин	2 x 30 мин
Повторная параметрическая тренировка первого и второго типа			10мин x 2-3 раз	10мин x 5-6 раз	10мин x 4-5 раз	10мин x 2-3 раз

Недели	1-4	5-8	9-12	13-16	17-18	19-24
Основная направленность	Втягивание	Накопление			Реализация	
Интервальная параметрическая тренировка первого и второго типа		180с x 4-6 раз, отд. 20с	180с x 7-10 раз, отд. 20 с	180с x 12-16 раз, отд. 20 с	180с x 2-3 раз, отд. 20 с	180с x 2 раз, отд. 20 с
Функциональная интервальная тренировка		30-40с x 16-20 раз, отд. 20 с	30-40с x 16-20 раз, отд. 20 с	30-40с x 16-20 раз, отд. 20 с	30с x 16 раз, отд. 20 с	30с x 16 раз, отд. 20 с
Упражнения на уровне ПАНО	3-5мин x 6 раз	3-5 мин x 8 раз,	3-5 мин, 10 раз	3-5 мин, 12 раз	3-5 мин, 10 раз	3-5 мин, 10 раз
Интервальные упражнения на достижение максимального O_2 долга				250 м x 2 раза, отд. 20 с	250 м x 4 раз, отд. 20 с	250м x 4 раз, отд. 20 с
Упражнения на увеличение максимальной скорости		15с x 10 раз, отд. 40 с	15с x 14 раз, отд. 40 с	15с x 18 раз, отд. 40 с	15с x 22 раз, отд. 40 с	15с x 26 раз, отд. 40 с
Совершенствование техники гребли	Определение индивидуального стиля экипажа. Проведение основных исправлений.	Усиление проводки за счет работы ног, использования инерционных сил, повышения экономичности			Совершенствование техники в соответствии с уровнем физических качеств и функциональной подготовленности	
Психологическая подготовка	Мотивация, анализ психологической подготовленности	Совершенствование психологических качеств в процессе выполнения предельных по мощности и выносливости упражнений, обучение методами саморегуляции			Специальная психологическая подготовка к основным стартам	

Повышение максимальной силы в основных движениях проводится на тренажерах и с дополнительным весом. В первую очередь выполняются упражнения в жиме ногами и тягой руками. Относительная нагрузка нарастает, а количество повторений снижается. Прыжковые упражнения представляют отдельную группу, направленную на развитие наибольшего импульса силы ногами в момент отъезда гребца на банке и выполнения проводки в воде.

Учитывая, что прохождение дистанции 2000 м различными экипажами находится в пределах от 5 до 8 мин, существенное значение имеет силовая выносливость. Совершенствование силовой выносливости проводится на тренажерах и в упражнениях с отягощением. Тренировки проводятся сначала по первой, а затем по второй параметрической программе. Индивидуальная оценка роста работоспособности определяется увеличением количества повторений. На этапе реализации целесообразно использовать параметрическую программу второго типа.

Отдельно надо указать на применение специальных упражнений на развитие гибкости и совершенствование технических элементов движений. Такие упражнения используются во всех видах спорта.

Выполнение дистанционных упражнений в гребле имеет свою специфику, которая зависит от водоема. Эффективное выполнение дистанционных упражнений зависит от его длины, достаточной для непрерывной работы в течение 50 мин и больше. Поскольку необходимо возвращение на базу, упражнения разделяются на две части. Спецификой движений в лодке со значительной инерционностью определяется самая короткая пауза отдыха в интервальной тренировке и самое короткое время в скоростных упражнениях.

9.8. Построение тренировочного микроцикла

Этапы годичного макроцикла разбиваются на повторяющиеся микроциклы. Длительность микроциклов составляет от 4 - 5 до 8 - 10 дней и более. Основной микроцикл имеет длительность 7 дней, т. к. он совпадает с днями недели, что соответствует в большинстве случаев социальным условиям жизни спортсменов. На спортивных сборах и непосредственно в соревновательном периоде длительность микроцикла сокращается до 4 - 5 дней.

Повторяемость микроциклов позволяет судить об адаптации спортсменов к упражнениям, оперативно регулировать нагрузку, корректировать упражнения и вводить новые. В соревновательном периоде, когда возрастает интенсивность упражнений, сокращение микроцикла дает возможность лучше контролировать тренировку спортсмена.

При построении микроцикла в полной мере реализуются спортивно-педагогические принципы построения тренировки. Для успешного решения поставленных задач необходимо в полной мере реализовать **принцип сверхотягощения**. Однако определение объема и интенсивности тренировочной нагрузки существенно зависит от адаптации спортсмена к упражнениям и утомлению. Наиболее благоприятное планирование нагрузки такое, когда к началу следующего микроцикла после отдыха спортсмен был бы в состоянии успешно начать тренировку в следующем микроцикле. Оценка утомления возможна по критериям, рассмотренным ранее. Кроме того, экспериментально показано более быстрое восстановление при активном отдыхе с применением упражнений другой направленности.

Принцип динамического соответствия и взаимообусловленности определяет выбор упражнений по направленности и их сочетанию. Показано, что упражнения в заданной зоне приводят к соответствующим физиологическим сдвигам и расходу гликогена до 75 - 90 % в клетках мышечных волокон, участвующих преимущественно в сокращении, характерным для заданной интенсивности и длительности: в аэробной зоне в медленных волокнах (ST) и в анаэробной зоне в быстрых и смешанных волокнах (FTa, FTb, FTc). Поэтому в тренировке при истощении гликогена в «медленных» упражнениях возможно включение «быстрых» упражнений. Кроме того, успешно можно сочетать во всех случаях кратковременные интенсивные упражнения с преимущественным креатинфосфатным метаболизмом.

Принцип гетерохронности учитывается в последовательности ввода в тренировку упражнений, а **принцип деадаптации** – при переходе от одного этапа тренировки к последующему. При переходе к соревновательному периоду стоит задача поддержания физических качеств, достигнутых на предыдущих этапах. Скорость адаптации к силовым упражнениям и к нагрузкам в анаэробной зоне превышает скорость адаптации в упражнениях в аэробной зоне.

Непосредственно построение микроцикла определяется многими факторами. Однако к основным следует отнести следующие:

- определение основной направленности тренировки по дням и занятиям,
- распределение нагрузки в годичном макроцикле, на этапах тренировки и соответственно по микроциклам и дням,
- расчет и конкретизация тренировочных упражнений.

Определение основной направленности тренировки по дням, занятиям и часам проводится в соответствии с задачами на этапе и состоянием спортсмена и условиями. Так, в 7 дневном микроцикле в упрощенном варианте тренировка в 1-й и 4-й дни может быть направлена преимущественно на совершенствование выносливости при нагрузке до 70 % и развитие скоростных качеств. 2-й и 5-й дни можно использовать для интервальных упражнений функциональной направленности. В 3-й и 6-й день желательно включать основные упражнения параметрической тренировки первого и второго типа.

Расчет тренировочных упражнений проводится в соответствии с планируемой динамикой результатов на основных дистанциях и с фактическим их выполнением. Расчет может производиться по ранее предложенным алгоритмам или с помощью имеющихся компьютерных программ «Прогресс», «ТОП», «Supersportsystems». При отсутствии такой возможности для определения мощности (скорости), объема, количества повторений необходимо ориентироваться на время выполнения упражнений, количество повторений, ЧСС, сопоставляя их с предыдущим выполнением и результатами на соревнованиях и в контрольных тестах.

Для иллюстрации в табл. 65 приведен примерный микроцикл для этапа накопления потенциала квалифицированных гребцов, разработанный автором совместно с А. Н. Шитовым.

Тренировочные упражнения в микроцикле условно можно разбить на две группы. В первую группу входят упражнения прямого действия, выполняемые до отказа, т. е. до момента снижения скорости и ухудшения техники. Данные упражнения оказывают наиболее существенное влияние на улучшение результатов.

В эту группу входят параметрические упражнения первого типа с переходом из высокой зоны в низкую (из 3-й в 2-ю, из 2-й в 1а со снижением ЧСС), упражнения функциональной направленности, выполняемые в 3б и 2-й зонах с ЧСС 170 - 180 уд./мин, упражнения, выполняемые с максимальной скоростью.

**Примерный микроцикл на этапе накопления потенциала
в академической гребле**

Утренняя тренировка					
1-й день	2-й день	3-й день	4-й день	5-й день	6-й день
2х20-50 мин ЧСС 140-150 уд./мин, Тех. упражне- ния. 4х20 с, отд. 20 с ЧСС 170-176 уд./мин Парам. трени- ровка от 15 с мах х 10 до 15 с мах х 26раз отд. 40 с 2х10 мин ЧСС 135-140 уд./мин	2х20 мин ЧСС 145-155 уд./мин, Тех. упражне- ния. 20х30 с, отд. 20 с ЧСС 178-182 уд./мин 2х15 с мах отд. 40 с 2х10 мин ЧСС 135-140 уд./мин	2х15 мин ЧСС 140-150 уд./мин, Тех. упражне- ния. Парам. трени- ровка от 2х10 мин уд./мин 7х10 мин снижение ЧСС от 180 до 172 уд./мин 2х10 мин ЧСС 135-140 уд./мин	2х20-50 мин ЧСС 140-150 уд./мин, Тех. упражне- ния. 4х120 с, отд. 20 с ЧСС 170-176 уд./мин (15 с мах х 10) х 1-3 серии отд. 40 с между сериями 3 мин. 2х10 мин ЧСС 135-140 уд./мин	2х20 мин ЧСС 140-150 уд./мин, Тех. упражне- ния. 10х60 с, отд. 20 с ЧСС 178-182 уд./мин 15 с мах х 2 отд. 40 с 2х10 мин ЧСС 135-140 уд./мин	2х15 мин ЧСС 140-150 уд./мин, Тех. упражне- ния. Парам. трени- ровка от 15 мин до 45 мин снижение ЧСС от 178 до 169 уд./мин 2х10 мин ЧСС 135-140 уд./мин
Дневная и вечерняя тренировки					
2х20 мин ЧСС 140-150 уд./мин Тех. упражне- ния 20х60 с отд. 20 с ЧСС 170-176 уд./мин (4х15с мах х 4) 2серии 2х20 мин ЧСС 140-150 уд./мин	2х20 мин ЧСС 140-150 уд./мин Тех. упражне- ния 2-3 х 3 мин отд. 40 с ЧСС 176-180 уд./мин 2х20 мин ЧСС 140-150 уд./мин	2х30 мин ЧСС 140-150 уд./мин Тех. упражне- ния 3-5 мин х 6-10 ЧСС 166-170 уд./мин отд. 40 с 2х20 мин ЧСС 140-150 уд./мин	2х20 мин ЧСС 140-150 уд./мин Тех. упражне- ния 10х120 с отд. 20 с ЧСС 170-176 уд./мин (4х15с мах)х2 серии 2х20 мин ЧСС 140-150 уд./мин	2х20 мин ЧСС 140-160 уд./мин Тех. упражне- ния 2-3х3 мин отд. 40 с ЧСС 176-180уд./мин 2х20 мин ЧСС 140-150 уд./мин	2х20 мин ЧСС 140-150 уд./мин Тех. упражне- ния 10х5 мин ЧСС 166-170 уд./мин отд. 40 с 2х20 мин ЧСС 140-150 уд./мин

На воде выполняются три типа упражнений с переходом из высокой зоны в низкую (из 3-й во 2-ю, из 2-й в 1а со снижением ЧСС), упражнения функциональной направленности выполняемые в 3б и 2-й зонах с ЧСС 170 - 180 уд./мин, упражнения, выполняемые с максимальной скоростью. На воде выполняются три параметрические тренировки в 3-й и 6-й дни и параметрическая тренировка с максимальной скоростью (мощностью) в первый день. На суше выполняются параметрические тренировки на силовую выносливость на тренажере «Концепт» и прыжковые упражнения.

Во вторую группу входят упражнения, оказывающие влияние на состояние тренированности преимущественно за счет кумулятивного действия. К ним относятся упражнения, применяемые в начале тренировки с продолжительностью до 50 мин с ЧСС 140 - 150 уд./мин (зона 1а), упражнения по совершенствованию техники, упражнения в конце тренировки для постепенного снижения нагрузки с ЧСС 135 - 140 уд./мин (зона 1б) и другие. Объем этих упражнений определяется их динамикой в годичном макроцикле и достигает 50 % и больше.

В соревновательном периоде на этапе реализации в условиях спортивных сборов возможно применение 5-дневного микроцикла. В микроцикл вводятся упражнения повышенной интенсивности в 3-й и 4-й зонах. После таких упражнений необходимо вводить отдых на полдня. В пятидневном цикле последний день спортсмены отдыхают. В отдельные дни спортсмены выполняют значительные объемы интенсивных упражнений в близких зонах.

Глава 10. МНОГОЛЕТНЯЯ ТРЕНИРОВКА СПОРТСМЕНА

10.1. Цели и задачи многолетней тренировки

Цели многолетней тренировки определяются необходимостью воспитания гармонически развитого подрастающего поколения, укрепления его здоровья и достижения высокого уровня спортивных результатов. Исследованию многолетней подготовки спортсменов посвящено значительное количество работ: [18, 21, 28, 39, 53, 54, 61, 62, 64, 83, 97, 113, 129, 130, 133, 141, 144, 146, 156, 163, 186, 188, 217].

Существующее мнение о вреде занятия спортом ошибочно. Такое мнение складывается из-за недостатков в планировании тренировочного процесса и привлечения к достижению результатов высшего уровня спортсменов, не обладающих достаточными физическими и психическими возможностями. Конкретные цели многолетней тренировки определяются в значительной степени мнением самого спортсмена и его родителей, а также тренерами и спортивными функционерами.

В процессе многолетней тренировки последовательно решаются задачи по овладению двигательными навыками в избранном спорте, укреплению здоровья и закаливанию, проведению базовой подготовки и переходу к специальной тренировке.

Адаптационные процессы в многолетней тренировке в основном определяются тренировочными воздействиями, индивидуальными генетическими факторами и социальными условиями. Значительную роль играет последовательность применения тренировочных средств на различных этапах подготовки. В многолетней подготовке могут быть ошибки. Известно, например, что интенсивные тренировочные упражнения, направленные на развитие скоростно-силовых качеств, одновременно могут привести к увеличению массы тела спортсмена и ухудшению гибкости. В свою очередь, это ведет к ухудшению экономичности и эффективности движений. В некоторых случаях эти изменения могут быть необратимы и привести к замедлению увеличе-

ния длины тела и изменению пропорций. Преждевременное применение упражнений для повышения анаэробных возможностей и скоростной выносливости на начальных этапах подготовки может привести к замедлению развития аэробных возможностей.

При планировании многолетней тренировки необходимо учитывать «запас времени», т. е. время от начала тренировки до возраста наивысших достижений. Запас времени различен у мужчин и женщин и существенно зависит от индивидуальных данных. С возрастом и накоплением тренировочного стажа значительно может меняться соотношение антропометрических и физиологических данных. Существенное значение имеет биологический возраст. В последние годы благодаря совершенствованию методов тренировки повысился возраст наивысших достижений. На крупнейших соревнованиях выдающиеся результаты показывают спортсмены с возрастом, превышающими 28 - 30 лет.

В каждом виде спорта в зависимости от возрастной группы задачи на этапах подготовки формируются по-разному. В то же время в них есть много общего. Ниже на примере спортивного плавания определены спортивно-педагогические задачи по этапам многолетней подготовки и возрасту.

В младшем школьном возрасте (девочки 6 - 9 лет, мальчики 6 - 11 лет) решаются следующие задачи:

- 1) изучение техники различных способов плавания, стартов и поворотов,
- 2) всестороннее физическое развитие,
- 3) начало базовой тренировки с преимущественным развитием аэробных возможностей,
- 4) мотивация юных спортсменов для занятия спортивным плаванием.

Объем годичной нагрузки постепенно повышается от 300 до 600 км в год, уровень результатов к концу этапа близок к 3-му разряду, равному 1.16,0 на 100 м у юношей и 1.25,0 у девочек, что соответствует нижней границе «коридора» вероятного достижения результатов высокого уровня (см. 10.2). Выполнение данного норматива возможно при начале занятий с детьми с 6 - 7 лет и ранее. Учитывая краткосрочность данного этапа, целесообразно наряду с обучением включать элементы базовой тренировки с постепенным увеличением годо-

вого объема с применением дистанционной параметрической тренировки аэробной направленности.

В предпубертатном периоде (девочки 9 - 12 лет, мальчики 11 - 14 лет) проводится базовая подготовка юных спортсменов.

Задачи:

- 1) совершенствование выносливости в аэробной зоне, энергетической производительности,
- 2) начало совершенствования выносливости в смешанной аэробно-анаэробной зоне,
- 3) начало совершенствования силовой выносливости и скоростно-силовых качеств,
- 4) совершенствование гибкости,
- 5) начало психологической и тактической подготовки.

К концу данного периода спортсмены должны приблизиться или достигнуть результатов, близких к КМС – на 100 м для мальчиков 56 - 57,0, для девушек 1.03,0 - 1.04,0, что соответствует нижней границе «коридора». Годичный объем достигает 1000 - 1200 км. Следует обратить внимание, что в предпубертатном периоде наблюдается самая высокая скорость увеличения длины и массы тела. Мощность, которую развивает пловец на дистанции по отношению к начальной, возрастает в 2 - 3 раза.

В пубертатном периоде (девушки 12 - 14 лет, юноши 14 - 15 лет) спортсмены проходят этап начальной специализации. Здесь целесообразно разделить спортсменов на спринтеров и стайеров и вести их подготовку раздельно.

Задачи:

- 1) совершенствование выносливости в аэробной и смешанной аэробно-анаэробной зоне с учетом специализации спортсменов,
- 2) совершенствование скоростно-силовых качеств и силовой выносливости с учетом специализации спортсменов,
- 3) совершенствование гибкости с учетом избранного основного способа плавания,
- 4) формирование индивидуальной техники плавания,
- 5) индивидуальная волевая и психологическая подготовка.

К концу данного периода пловцы достигают необходимого уровня результатов, близкого к мастеру спорта. На 100 м у юношей результаты 52,0 - 53,0, у девушек 60,0 - 61,0 с. На дистанции 400 м у

юношей 4.06,0 - 4.18,0, у девушек 4.26,0 - 4.30,0. Общий годовой объем нагрузки достигает 1400 - 1500 км.

В период завершения биологического созревания (девушки 14 - 17 - 18 лет, юноши 15 - 22 года) осуществляется наибольшая реализация потенциальных возможностей спортсмена.

Задачи:

- 1) совершенствование выносливости в аэробной, смешанной и гликолитической анаэробной зоне с учетом специализации,
- 2) индивидуализированная силовая подготовка, включающая совершенствование силовой и скоростно-силовой выносливости, развитие максимальных силовых качеств в различных режимах деятельности,
- 3) индивидуальное совершенствование гибкости,
- 4) индивидуальное совершенствование техники,
- 5) индивидуальная психологическая подготовка.

К концу указанного периода спортсмены приближаются к высокой реализации своих потенциальных возможностей. При выполнении оптимальной программы подготовки и динамики результатов по вероятностному «коридору» спортсмены могут выйти на уровень мировых достижений. К концу данного периода спортсмены приближаются по годовому объему нагрузки, характерному для пловцов высокого уровня. Объем нагрузки спринтеров достигает 1800 - 2000 км, специализирующихся на средние дистанции – 2200 - 2400 км, пловцов-стайеров – до 2800 км.

10.2. Многолетняя динамика спортивных результатов

Составной частью управления тренировочным процессом является прогнозирование результатов спортсмена и определение траектории их роста. Наличие прогноза позволяет построить стратегию тренировки с минимизацией отклонения реальных показателей от прогнозируемых. При долгосрочном прогнозе появляется возможность определить наиболее вероятный конечный результат для последующего расчета развития достижений спортсмена. В зависимости от способностей и возраста спортсмена прогнозируемые результаты могут соответствовать мировым достижениям или результатам соревнований различного уровня. В настоящее время методы прогнозирования в науке и практике разработаны достаточно полно и широко используются для решения задач управления.

Из большого разнообразия методов прогнозирования для решения наших задач, очевидно, наиболее подходит метод экстраполяции имеющихся динамических наблюдений с последующим уточнением результатов методом экспертных оценок. Исследованию закономерностей роста достижений в спорте посвящены работы [19, 61, 98, 147, 149]. Указанные авторы раскрыли темп и характер роста достижений в спорте. Однако предлагаемые подходы не дают общего метода для определения оптимальной траектории роста достижений.

Статистический анализ спортивных биографий [53] от начала тренировки до наивысших достижений показал, что наилучшим образом с наименьшей дисперсией динамика результатов выражается экспоненциальными функциями (90) с замедлением роста скорости на заданной дистанции по годам тренировки (рис. 50).

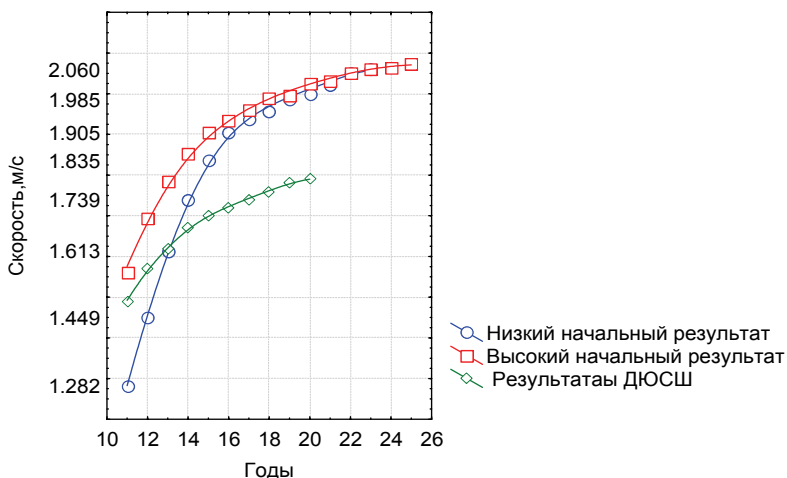


Рис. 50. Траектории увеличения скорости плавания на дистанции 100 м способом кроль при высоком и низком начальном результате в оптимальном коридоре достижения результата мастера спорта, а также траектории пловцов детских школ с выходом из вероятной оптимальной зоны после 13 - 14 лет

$$V = (V_{\max} - V_n) (1 - e^{-k \cdot m}) + V_n \quad (96)$$

При этом учитываются следующие показатели: начальный результат V_n и прогнозируемый наилучший результат $V_{\max}$, а также отношение начального результата к наилучшему $V_n / V_{\max}$.

За всю спортивную биографию тренд роста может быть представлен одной функцией на одном периоде, или несколькими периодами, которые выделяются обычно из-за смены методики тренировки.

Наибольший «запас времени» ($T_{\max} - T_n$) у пловцов спринтеров может составлять 13 - 16 лет, т. е. разница между началом тренировки в 11 лет и возрастом наивысших достижений в 22 - 27 лет. Начальный результат варьируется в достаточно широком диапазоне. Для спортсмена, который ставит задачу достижения результатов призеров олимпийского уровня на 100 м вольным стилем (48,0 - 48,5), скорость $V_{\max}$ составит 2,08 м/с. Начальные результаты достигают в 11 лет на 100 м 1.04 - 1.18,0, что соответствует скорости 1,282 - 1,562 м/с. Поэтому отношение скорости $V_n / V_{\max}$ будет в диапазоне 0,616 - 0,751.

Улучшение спортивных результатов при заданном времени тренировки по годам показывает константа (κ , год⁻¹). При высоком начальном результате константа невысокая 0,30 год⁻¹, при низком – константа возрастает до 0,40 год⁻¹ и больше. В табл. 66 приведена динамика результатов, определяющая вероятностный коридор роста результатов при различной исходной скорости в начале тренировки.

Таблица 66

Многолетняя динамика результатов при различной исходной скорости в 11 лет в оптимальном коридоре для выхода на уровень высоких результатов, а также низкая динамика результатов пловцов детских спортивных школ

Возраст, лет	Низкий начальный результат		Высокий начальный Результат		Результаты детской спортивной школы	
	Время, с	Скорость м/с	Время, с	Скорость, м/с	Время, с	Скорость, м/с
11	78.0	1.282	64.0	1.562	67.1	1.49
12	69.0	1.449	59.0	1.695	63.7	1.57
13	62.0	1.613	56.0	1.786	61.7	1.62
14	57.5	1.739	54.0	1.852	59.9	1.67
15	54.5	1.835	52.5	1.904	58.6	1.70
16	52.5	1.905	51.7	1.934	58.0	1.72
17	51.6	1.938	51.2	1.953	57.3	1.74
18	51.1	1.957	50.8	1.968	56.7	1.76
19	50.65	1.974	50.5	1.980	56.2	1.78
20	50.4	1.984	50.4	1.984	55.9	1.79

При невысоком начальном результате 1.18,0 для выхода на оптимальную траекторию необходимо улучшать результат на дистанции 100 м в 12 лет на 9 с, в 13 лет на 7 с, в 14 лет на 4,5 с. При начальном результате 1.04,0 необходимо улучшать результат в 12 лет на 5 с, в 13 лет на 3 с, в 14 лет на 2 с. В первом случае соответственно будет наблюдаться большая скорость формирования функциональных возможностей, что не всегда желательно.

В свою очередь, начальный результат зависит от качества работы на этапе начальной подготовки в младшем школьном возрасте. В последнее десятилетие в связи с совершенствованием методики тренировки в младшем возрасте исходные результаты существенно возрастают.

На олимпийских играх 2004 года средний возраст финалистов на дистанции 50 м составил 26,95 лет, на 100 м – 24,54 лет, на 200 м – 23,31 лет, на 400 м и 1500 м – 22,3 лет. Соответственно «запас времени» ($T_{\max} - T_n$) при начале тренировки с 11 лет составит при специализации на 50 м – 16 лет, на 100 м – 13,5 лет, на 400 м – 12,3 лет, на 1500 м – 11,3 лет. Уменьшение возраста финалистов с увеличением длины дистанции специализации объясняется изменением гидродинамических и антропометрических показателей, влияющих на экономичность. У женщин только на дистанции 50 м возраст составил 21,1 лет, на дистанции 100, 200, 400, 800 м возраст различался незначительно и составил 20,35. Соответственно запас времени при начале тренировки в 11 лет будет в диапазоне 9 - 10 лет.

С 1980 по 2004 год результаты финалистов олимпийских игр по годам возрастали с экспоненциальным замедлением. Рекорды в плавании обновлялись незначительно и главным образом за счет изменения правил соревнований. Поэтому для максимальной скорости $V_{\max}$ при определении траектории роста результатов можно принять средние результаты финальных заплывов. На 50 м средний результат финалистов составил $22,11 \pm 0,14$, на 100 м – $48,8 \pm 0,436$, на 200 м – $1,46,6 \pm 1,45$, на 400 м – $3.45,16 \pm 1,45$, на 1500 м – $14.50,08 \pm 19,44$.

Поскольку результаты сильнейших спортсменов в каждой возрастной группе имели траекторию по годам, аналогичную траектории финалистов олимпийских игр, то соотношение $V_n / V_{\max}$ практически не изменялось.

Анализ 33 биографий сильнейших кролистов мужчин и 30 биографий женщин показал, что средняя величина констант роста результатов составляет у мужчин $0,315 \pm 0,087 \text{ год}^{-1}$, у женщин $0,491 \pm 0,072 \text{ год}^{-1}$. Отношение начальной скорости к максимальной у мужчин составило $0,699 \pm 0,089$, у женщин $0,757 \pm 0,082$.

На всех дистанциях спортивного плавания и в других видах спорта наблюдаются близкие величины констант роста результатов и отношения начальной скорости к конечной в возрасте наивысших достижений. Предпочтительно, чтобы к началу тренировки в 10 - 11 лет начальный результат за счет базовой подготовки в младшем школьном возрасте был достаточно высокий. В этом случае появляется возможность без форсирования тренировки вывести спортсмена на высокий уровень результатов.

10.3. Изменение размеров тела на этапах многолетней тренировки

В научно-методической литературе накоплено значительное количество данных о многолетней динамике антропометрических показателей и об уровне основных сторон подготовленности спортсменов. Для решения задач управления и оптимизации тренировки необходимо знание количественных соотношений возраста, антропометрических данных и уровня достижений спортсменов по годам тренировки. Изучение динамики основано на двух методах исследований: продольном (лонгитудальном) и поперечном (нормальном). При поперечном исследовании у каждого спортсмена или группы спортсменов показатели измеряют один раз. При продольном исследовании одного и того же спортсмена (группы) измеряют на протяжении многих лет. Сложность сбора материала по продольному исследованию состоит в том, что состав группы неизбежно меняется. При нормальном исследовании удастся установить статистически достоверные данные по годам тренировки, однако при этом теряются индивидуальные особенности роста изучаемых показателей.

В процессе многолетней тренировки изменяются антропометрические показатели спортсмена. Наиболее информативными и легко измеряемыми являются рост и масса тела спортсмена. За последние 10 - 15 лет возраст победителей олимпийских игр и крупнейших со-

режиссеров по плаванию существенно изменился. Для спринтеров мужчин возраст в 80-е годы составлял 21 - 22 года, для женщин 18 - 20 лет, для стайеров соответственно 18 - 20 лет и 16 - 18 лет.

В настоящее время на олимпийских играх 2004 года наряду с увеличением возраста существенно увеличилась длина тела. У мужчин-спринтеров длина тела составила 194,38 см $\pm$ 3,93, у женщин-спринтеров 175,75 см $\pm$ 3,34, у мужчин-стайеров – 186,75 см $\pm$ 6,01, у женщин-стайеров – 173,12 см $\pm$ 4,96. Большая длина тела и соответственно масса тела у спринтеров объясняется тем, что на коротких дистанциях наиболее существенным фактором является мощность, а на длинных дистанциях, где рост и масса тела меньше, проявляется фактор экономичности. На рис. 51 приведена расчетная динамика длины тела спортсменов при заданных начальных и конечных величинах для 2004 года.

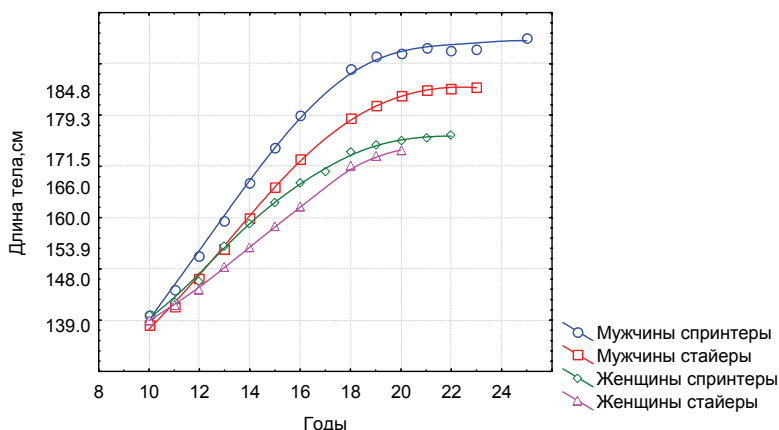


Рис. 51. Увеличение длины тела по годам тренировки у пловцов мужчин и женщин спринтеров и стайеров

Кривая увеличения длины тела может быть аппроксимирована логистической функцией

$$H = A - C / (1 + \exp(a - b x)), \quad (97)$$

где H – длина тела, см,

A – предельное значение длины тела в возрасте наивысших достижений, см,

C – начальное значение длины тела в 10 - 11 лет, см,

b – константа роста, 1/ год,

a – коэффициент уравнения,

a/b – точка перегиба,

x – годы.

Для кривой увеличения длины тела спортсменов 2004 года коэффициенты составили: $A = 195$ см, $C = 142$ см, $b = - 0,880$ 1/лет, $a = 12,346$, $a/b = 14,03$ лет.

По данным Н. Ж. Булгаковой, за 1974 год [17, 18] расчетные коэффициенты составили: $A = 179$ см, $C = 145,6$ см, $b = -0,942$ 1/год, $a = 12,032$, $a/b = 12,775$ лет.

По данным Ю. Ф. Скворцова [53], на 1980 год коэффициенты составили: $A = 188,2$ см, $C = 142,2$ см, $b = - 0,896$ 1/год, $a = 12,049$, $a/b = 13,452$ лет.

На увеличение размеров тела существенно влияют всеобщая акселерация, хорошая начальная подготовка спортсменов и организация отбора для последующей тренировки.

При прогнозировании длины тела спортсмена и отбора для последующей специализации на дистанциях различной длины необходимо учитывать отдельно ювенальные данные спринтеров и стайеров. В табл. 67 приведено соотношение времени на дистанциях от начальных стадиях тренировки в 12 - 13 лет до 16 - 20 лет для пловцов, которые лучше выступают на коротких дистанциях или длинных дистанциях. Для спринтеров характерно большее снижение скорости и увеличение времени с увеличением длины дистанции, для стайеров меньшее снижение скорости и увеличение времени. Указанные соотношения устойчивы и статистически достоверны и мало меняются по годам тренировки.

Помимо разделения спортсменов по специализации необходимо учитывать устойчивость соотношений ювенальных и дефинитивных величин длины тела. Проведенные исследования показывают высокую связь длины тела при начальном измерении в 8 - 12 лет и в возрасте 16 - 17 лет. По данным В. Г. Властовского [28] длина тела в возрасте 8 лет имеет коэффициент корреляции с длиной тела в возрасте 16 лет равный 0,826. По данным Н. Ж. Булгаковой аналогичный коэффициент для пловцов в возрасте 11 - 16 лет составляет 0,864 [18].

Таблица 67

Соотношение времени на дистанциях различной длины
у пловцов-спринтеров и стайеров различного возраста

Квалифика- ция	Количество спортсменов	Возраст, лет	Соотношение времени на дистанциях		
			$t\ 200/t100$	$t400/t200$	$t1\ 500/t400$
Спринтеры, специализирующиеся на дистанции 100 м вольным стилем					
2-й разряд	21	12,6	2,224	2,132	4,010
1-й разряд	26	14,0	2,225	2,125	3,986
КМС	24	16,5	2,222	2,158	4,030
МС	16	19,6	2,215	2,177	4,049
МСМК	7	20,6	2,230	2,168	4,112
Стайеры, специализирующиеся на дистанции 1500 м вольным стилем					
1-й разряд	15	12,1	2,147	2,087	3,885
2-й разряд	31	13,0	2,137	2,084	3,886
КМС	33	14,4	2,135	2,076	3,890
МС	25	15,9	2,131	2,081	3,887
МСМК	7	16,4	2,091	2,060	3,838

Наибольший прирост длины тела наблюдаются в пубертатном периоде у юношей до 14 лет, у девушек до 13 лет (рис. 52).

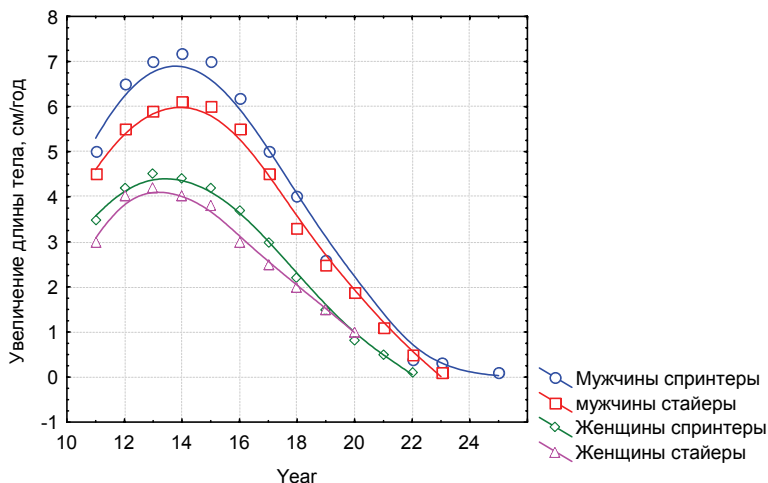


Рис. 52. Кривые скорости роста длины тела у пловцов-спринтеров и стайеров мужчин и женщин

Однако следует предположить, что поскольку возраст наивысших достижений у пловцов стайеров меньший, то и наибольшая скорость роста длины тела по сравнению со спринтерами будет наблюдаться у них раньше. Оценка скорости роста важна потому, что наибольшие адаптационные сдвиги в организме происходят в пубертатный период [60].

Рассмотренная динамика роста длины тела имеет общий характер. Для правильного планирования многолетней тренировки необходимо индивидуализировать динамику роста длины тела с учетом типов физического развития [28]. Предлагается пять основных типов физического развития:

АА – общая акселерация роста и полового созревания. Длина тела больше, чем $H + 1\sigma$.

МА – акселерация полового созревания при средней скорости роста. Длина тела в пределах $H \pm 1\sigma$.

ММ – средний вариант по скорости роста и полового созревания.

МР – ретардация полового созревания при средней скорости роста.

Длина тела в пределах $H \pm 1\sigma$

РР – общая ретардация роста и полового созревания.

Длина тела меньше, чем $H - 1\sigma$.

Для многолетнего планирования и тренировки по возрастным периодам важно знание относительного изменения длины конечностей и отношение длины тела к поперечным показателям. Указанные соотношения в значительной степени определяют темп и шаг на дистанциях. В плавании относительная длина рук и ног, кисти и стопы определяют их качество как гидродинамических движителей. В табл. 68 приведены данные отношения длины конечностей и тазового диаметра для школьников Москвы [28] в возрасте от 9 до 17 лет.

Динамика роста относительных величин близка к динамике абсолютных значений. Однако по всем показателям относительные величины длины конечностей в возрасте от 9 до 16 лет включительно у девушек выше, чем у юношей. Поэтому в указанном возрасте, который совпадает с предпубертатным и пубертатным периодом в некоторых видах спорта девушки имеют преимущество перед юношами. К 14 годам разница в относительных размерах уменьшается. В 16 - 17 лет относительные размеры конечностей у юношей начинают превышать аналогичные относительные размеры у девушек.

Таблица 68

Относительные величины длины рук, кисти, ног, стопы, тазового диаметра, и веса к длине тела в различном возрасте

Относит. величины	9 лет	10 лет	11 лет	12 лет	13 Лет	14 лет	15 лет	16 лет	17 Лет
Мальчики									
Рука	0,316	0,333	0,343	0,355	0,370	0,386	0,404	0,422	0,437
Кисть	0,082	0,087	0,087	0,089	0,094	0,098	0,104	0,110	0,111
Нога	0,383	0,401	0,424	0,446	0,463	0,487	0,508	0,530	0,540
Стопа	0,122	0,126	0,131	0,137	0,143	0,148	0,153	0,154	0,156
Обхват бедра	0,164	0,163	0,163	0,162	0,161	0,161	0,162	0,162	0,163
Вес/ рост, г/см	222	236	252	266	291	312	338	355	372
Девочки									
Рука	0,340	0,368	0,385	0,404	0,418	0,425	0,429	0,431	0,433
Кисть	0,092	0,094	0,096	0,101	0,106	0,107	0,110	0,110	0,111
Нога	0,432	0,458	0,484	0,508	0,525	0,534	0,538	0,541	0,542
Стопа	0,130	0,135	0,141	0,146	0,149	0,150	0,151	0,151	0,151
Обхват бедра	0,165	0,165	0,165	0,166	0,167	0,170	0,174	0,177	0,179
Вес/ рост, г/см	223	239	254	277	302	320	337	350	366

В истории спорта, особенно в спортивном плавании, наблюдались примеры, когда в возрасте до 16 - 17 лет девушки показывали выдающиеся результаты. Однако затем отмечалось замедление роста результатов с увеличением возраста и даже их снижение. Помимо уменьшения относительной длины конечностей в 16 - 17 лет начинало оказывать влияние абсолютное и относительное увеличение обхвата бедра (рис. 53).

Относительный обхват бедра у юношей практически меняется мало или даже снижается. У девушек с 9 до 12 лет относительный обхват бедра практически не меняется и остается в пределах 0,166 - 0,167. Затем наблюдается быстрое увеличение к 17 годам до 0,179. Такое увеличение обычно ведет к увеличению сопротивления внешней среды и снижению скорости или повышению энергетических трат.

В ДЮСШ на соотношение антропометрических показателей существенное влияние оказывает отбор спортсменов, успешно выступающих на соревнованиях. Однако многие соотношения, характерные для школьников, остаются. Наибольшая средняя относительная длина руки у юношей пловцов [39] достигает 0,467 - 0,468 в 14 - 15 лет, у девушек 0,457 - 0,459 в 13 - 14 лет. Однако по сравнению со школьниками эта величина у юношей наоборот выше, чем у девушек. Средний рост у юношей в 11 лет составил 152,6 см, у девушек 154,4 см. Следует иметь в виду, что абсолютные и относительные размеры тела и конечностей, несомненно, оказывают влияние на изменения антропометрических показателей и достижения спортсменов.

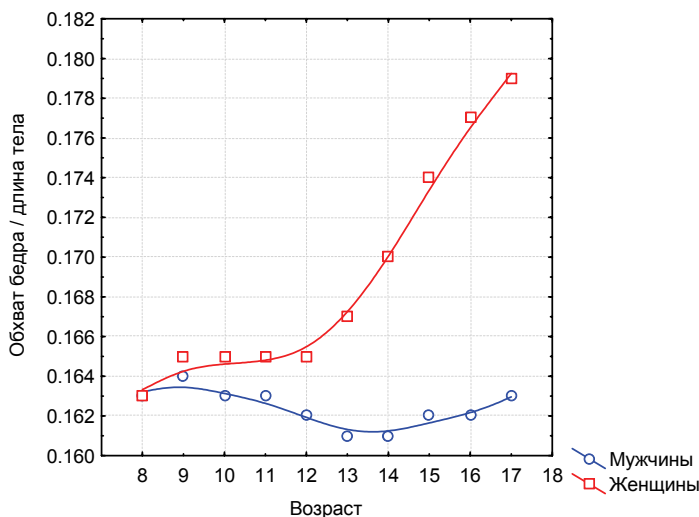


Рис. 53. Изменение относительной величины обхвата бедра с возрастом у девушек и юношей

Существенное влияние на динамику результатов имеет масса тела спортсменов. Фактически траектория увеличения массы тела спортсменов с возрастом повторяет траекторию роста. Более информативным является отношение массы к длине тела. Данные в табл. 68 показывают превышение указанного соотношения у девушек по сравнению с юношами с 9 до 15 лет. Наибольшая разница наблюдается в 13 лет, когда отношение массы к длине тела у девушек составило

302 г/см, а у юношей 291 г/см. На рис. 54 показаны кривые увеличения росто-весового индекса по возрасту и фактически по годам тренировок для пловцов и гребцов.

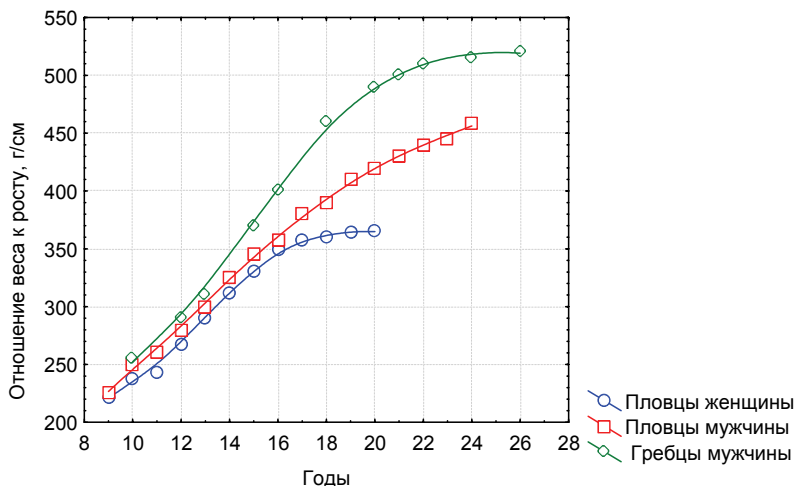


Рис. 54. Кривые увеличения росто-весового индекса по годам тренировки у пловцов и гребцов академистов

Наибольший росто-весовой индекс в циклических упражнениях наблюдается у гребцов академистов. Среднее значение роста у сильнейших гребцов России в возрасте наивысших достижений у мужчин составляет $197,64 \pm 10,24$ см, у женщин- $183,87 \pm 6,24$ см, средняя масса тела соответственно была равна $99,72 \pm 5,66$ кг и $79,87 \pm 6,58$ кг. Средний весо-ростовой индекс равнялся $507,23 \pm 37,53$ г/см у мужчин и $434,4 \pm 31$ г/см у женщин. Высокий индекс у гребцов академистов объясняется конструкцией гоночных судов, где высокие скорости на соревнованиях возможны при приложении значительных сил ногами на подножке и руками на весле. В гребле высокая силовая подготовленность ведет к увеличению массы тела спортсмена.

У пловцов росто-весовой индекс существенно ниже. У мужчин спринтеров финалистов олимпийских игр при средней массе тела $86,0 \pm 11,19$ кг индекс составил 445,6 г/см, у женщин при средней массе тела $63,87 \pm 3,33$ кг, - 363,4 кг/см. У пловцов- стайеров индекс существенно ниже.

Помимо изменения размеров тела существенное значение имеет соотношение мышечной, костной и жировой ткани. На рис. 55 показана зависимость скорости плавания на 50 м у спортсменов от процентного соотношения жировой, мышечной и костной ткани. Помимо наследственности и социальных факторов на соотношение указанных показателей влияние оказывает методика спортивной тренировки и отбор. Приведенный график показывает, что с увеличением стажа тренировки и возраста пловца скорость возрастает при увеличении процента мышечной массы и снижении костной массы.

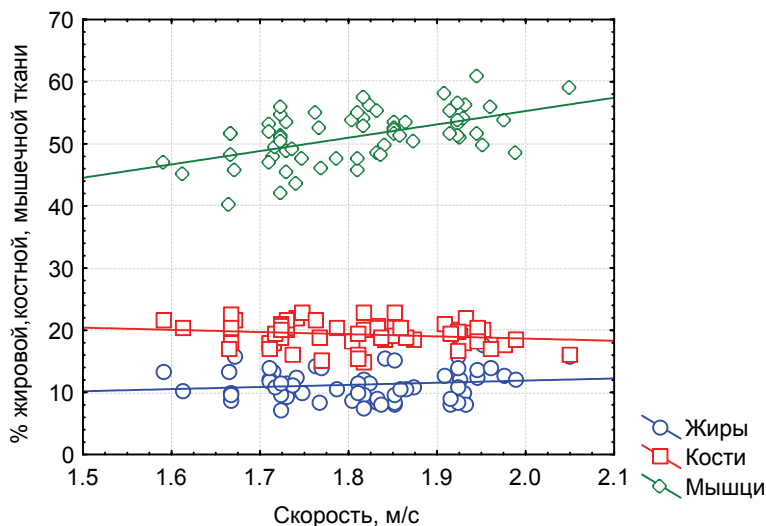


Рис. 55. Соотношение между скоростью плавания на 50 м вольным стилем и процентом жировой, костной и мышечной ткани (по данным Е. Т. Абсалямовой)

Поскольку при систематической тренировке возраст спортсмена непосредственно связан с увеличением скорости, то процент жировой, костной и мышечной ткани может быть рассчитан по возрасту. Ниже приведены уравнения регрессии, определяющие процент ткани в зависимости от стажа тренировки.

$$F = 2,75 + 0,587 T, \quad (98)$$

$$B = 30,52 - 0,773 T, \quad (99)$$

$$M = 34,29 + 1,17 T \quad (100)$$

где T – годы тренировки до 21 года,

F , B , M – процент жировой, костной и мышечной ткани,

$p < 0,01$, при $n = 85$.

Так, **например**, в возрасте 16 лет пловец будет иметь следующие расчетные значения: 12,14 % жировой ткани, 18,15 % костной ткани, 53,01 % мышечной ткани. Увеличение процента мышечной ткани обеспечивает создание пропульсивных продвигающих сил в воде. Уменьшение костной ткани определяется в основном отбором и методикой силовой подготовки. Спортсмены с меньшей плотностью имеют лучшую плавучесть и испытывают меньшее сопротивление воды. Соотношение мышечной и костной ткани ухудшается при ранней силовой подготовке с преобладанием упражнений высокой интенсивности и повышенной нагрузки.

Небольшое увеличение жировой ткани с возрастом неизбежно из-за длительного пребывания на тренировках в воде, которая имеет высокую теплопроводность.

10.4. Динамика физических качеств и энергетических показателей

Многолетняя динамика физических качеств и функциональных возможностей проходит под воздействием спортивной тренировки, генетических факторов и социальных условий. В зависимости от вида спорта, начала систематической тренировки и индивидуальных данных динамика развития может быть различна. Принято различать четыре кривые роста тканей и органов до зрелости в 20 лет: 1) для лимфоидных тканей, 2) мозговых тканей, 3) для общего тела (тело в целом, внешние размеры, органы дыхания и пищеварения, почки, аорты и легочные артерии, мышечная система, объем крови), 4) для тканей репродукционного типа [161, 166]. При построении многолетней тренировки представляется возможным в первую очередь проследить за динамикой тканей третьего типа. Общий тренд можно определить на основе анализа нормальных измерений. В табл. 69 приведены данные, отражающие общий характер возрастных измерений энергетических показателей, увеличение силовых качеств и гибкости.

Таблица 69

Увеличение энергетических, силовых показателей
и гибкости с возрастом у пловцов при нормальном
измерении в группах пловцов ($n = 18, p < 0,05$)

Возраст, лет	V_{O_2}/t , л/мин	DO_2 , л	ME , %	Сила тяги в воде, кг	Сила тяги на суше, кг	Амплитуда голеностопа, град
10	1,42	1,85	2,6	10,4	21,3	66,2
11	1,71	2,0	2,7	10,4	21,6	67,0
12	2,22	2,2	3,0	11,6	24,0	69,6
13	2,94	3,1	4,0	16,0	32,0	73,0
14	3,38	4,0	5,1	20,0	39,0	80,0
15	4,31	5,0	5,5	22,0	42,0	84,0
16	4,60	5,4	5,7	23,0	42,6	87,1
17	5,20	6,2	5,9	23,7	43,8	87,0
18	5,21	6,60	6,1	24,8	44,2	89,3

Приведенные данные, как предполагалось, имеют общую динамику (рис. 58, 59). Динамика показателей по возрасту, по годам тренировки может быть аппроксимирована логистической функцией (84). Для данных, приведенных в табл. 69, длина тела к 18 годам достигла 188,2 см, перелом кривой был в возрасте 13,45 лет. Масса тела достигает 77,5 кг и отстает от увеличения длины тела. Перелом кривой массы тела равен 14,08 лет. По данным ряда авторов, отставание в прибавке массы тела составляет от 3 до 6 месяцев и больше. Однако надо иметь в виду, что при занятии спортом, связанным с применением силовых упражнений, прирост массы тела и соответственно мышечной массы может проходить одновременно с увеличением длины тела.

Максимальная сила тяги на суше достигает 44,2 кг, перелом кривой роста равен 13,9 лет (рис. 56). По времени прибавка максимальной силы на суше практически совпадает с увеличением массы тела. Сила тяги в воде к 18 годам достигает 24,8 кг. Перелом кривой составляет 14,52 лет. Более позднее проявление силы тяги в воде может быть объяснено сложностью создания пропульсивных сил в воде и овладения техникой плавания. Подвижность в голеностопе в известной мере отражает процессы, необходимые при совершенствовании

силовых качеств, которые, в свою очередь, связаны с укреплением связок, ростом мышечной и костной массы. В нашем случае улучшение гибкости не отстает от прироста силы на суше. Точка перелома в динамике подвижности в голеностопе составляет 14,35 лет.

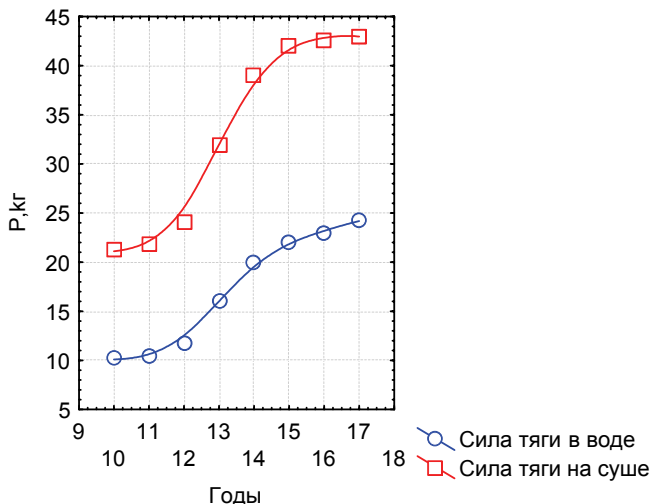


Рис. 56. Кривые роста силы тяги в воде на привязи и силы тяги лежа на скамейке

Как отмечалось ранее, энергетические показатели относятся к третьей группе тканей по характеру развития. Поэтому кривые увеличения уровня потребления кислорода, кислородного долга и экономичности близки к динамике роста силовых показателей (рис. 57).

У юных спортсменов наблюдаются высокие показатели относительных величин системы кровообращения. Минутный и ударный объем сердца в расчете на один килограмм массы у детей выше, чем у взрослых. Просвет крупных кровеносных сосудов, а также прекапиллярного и капиллярного русла у детей и юношей больше, чем у взрослых. Относительный вес крови у детей больше, чем у взрослых (Н. А. Фомин, А. П. Филин, 1980).

Наибольший уровень потребления кислорода для рассматриваемых групп спортсменов составил к 18 лет 5,21 л/мин. Точка перелома кривой увеличения была равна 13-14 лет. Перелом кривой увеличения

минутного объема крови, рассчитанного по данным наблюдения [159] находится в пределах 11,02 - 12,53 лет. По темпу прироста уровень потребления кислорода опережает другие энергетические показатели.

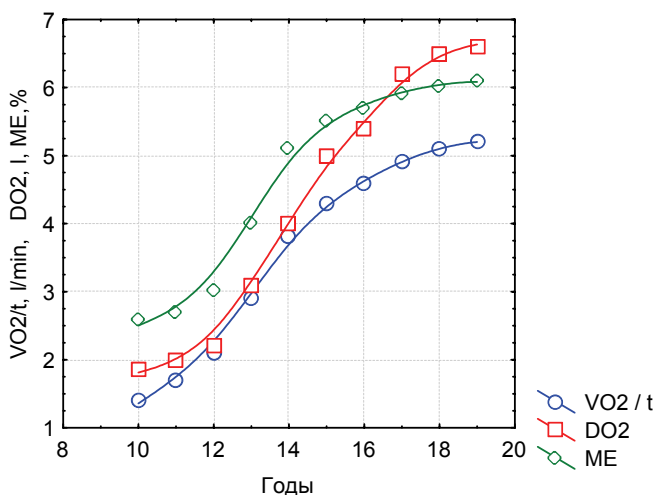


Рис. 57. Кривые увеличения уровня потребления кислорода, кислородного долга и экономичности по годам тренировки

Максимальный кислородный долг достиг более 6 л (табл. 69). Данная величина существенно отстает от средних значений для спортсменов данного возраста. Невысокий кислородный долг можно объяснить тем, что спортсмены данной группировки тренировались с применением большого объема упражнений аэробной направленности. Точка перегиба для DO_2 составила 14,58 лет. Более позднее формирование долговых возможностей спортсменов объясняется обычным отставанием систем организма, определяющих способность спортсмена выполнять упражнения при повышении концентрации молочной кислоты в крови. По данным ряда авторов, концентрация молочной кислоты в крови у спортсменов существенно связана с возрастом. Величины концентрации молочной кислоты в крови в 6 - 7-летнем возрасте составляет 4 - 6 мМ/л, в 8 - 9 лет – 6 - 10 мМ/л, в 10 - 12 лет – 7 - 12 мМ/л, в 13 - 16 лет – 8 - 14 мМ/л, 13 - 16 лет – 8 - 14 мМ/л, в 18 лет и старше – 8 - 16 мМ/л. Указанные данные подтверждаются измерениями концентрации молочной кислоты в крови у юных спортсменов на соревнованиях.

10.5. Многолетняя динамика тренировочной нагрузки

Для оптимизации многолетней подготовки спортсмена необходимо установить динамику тренировочной нагрузки, соответствующей поставленным задачам по этапам и возрасту. Изучение динамики тренировочной нагрузки связано с рядом трудностей: существенное различие концепций тренировки, необходимость длительного учета, недостаточная формализация методов классификации нагрузки и т. д.

В 80-е годы в России накоплен значительный материал по рекомендации суммарных годовых объемов для детских спортивных школ и юношеских клубов. Общим для велоспорта, легкоатлетического бега, конькобежного спорта, академической гребли, лыжного спорта и плавания является характер кривой увеличения недельной нагрузки в часах для разного возраста спортсменов (рис. 58).

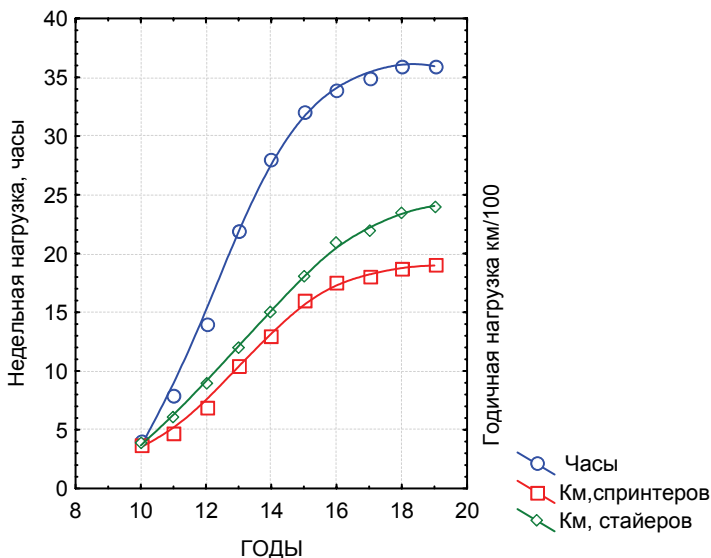


Рис. 58. Динамика недельных часовых объемов для циклических видов спорта и годичной нагрузки для пловцов спринтеров и стайеров (км/100)

При начальной недельной нагрузке 4 - 6 часов в 8 - 9 лет в дальнейшем нагрузка экспоненциально возрастает до 24 - 26 часов в

13 лет. Затем прирост нагрузки снижается и ее величина достигает 32 часов в неделю. Предельная нагрузка составляет до 36 часов в неделю, т. е. при шестirazовой тренировке достигает 6 часов в день.

Динамика годовичных суммарных объемов пловцов спринтеров фактически повторяет кривую средних часовых недельных объемов. Начальная нагрузка в 8 - 9 лет не превышает 360 - 400 км в год. Затем нагрузка экспоненциально возрастает до 1300 - 1400 км в 13 - 14 лет. Здесь наблюдается точка перелома и затем темп прироста нагрузки замедляется и достигает максимума до 1800 - 1900 км в 19 - 20 лет.

Существует определенное расхождение в распределении объемов по зонам интенсивности и их динамики по годам тренировки. На рис. 59 и в табл. 70 приведены объемы годичной нагрузки, полученные путем анализа тренировки экспериментальных групп и анализа дневников. Временные границы для 5-й зоны были приняты 0 - 40 с, для 4-й зоны 41 - 180 с, для 3-й зоны 181 - 420 с, для 2-й зоны 421 - 900 с, для зон 1а и 1б – 30-90 мин. Соответственно при анализе учитывалась относительная интенсивность упражнений и частота сердечных сокращений.

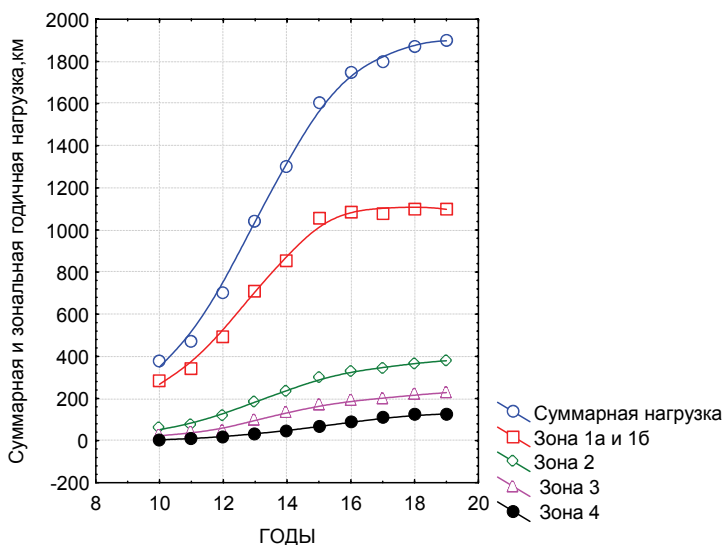


Рис. 59. Динамика суммарной и зональной годичной тренировочной нагрузки пловцов-спринтеров экспериментальных групп

Кривая роста нагрузки по своему характеру близка к кривой роста длины тела, росто-весового индекса, физических качеств и энергетических показателей. Динамика указанных показателей в связи с возрастом и годами тренировки успешно аппроксимируется функцией логистического типа или функцией Гомперца. Близкий характер динамики тренировочной нагрузки и указанных показателей можно объяснить тем, что они по существу относятся по своей морфологии к одному типу тканей [161].

Суммарная нагрузка у сильнейших пловцов-спринтеров и стайеров определяется следующими параметрами: начальная нагрузка практически равна в 9 - 10 лет 350 - 400 км, наибольшая нагрузка наблюдается в возрасте 25 - 26 лет у спринтеров 1800 - 1900 км, у стайеров – в возрасте 22 - 23 лет 2400 - 2800 км. Константа роста логистической функции у спринтеров достигает 0,541 - 0,664 1/год, у стайеров константа выше и будет в пределах 0,568 - 1,079 1/год. Перегиб кривой у спринтеров находится в пределах 14,85 - 16,39 лет, у стайеров 13,32 - 14,56 лет. Большая скорость прироста нагрузки и более ранняя точка перегиба кривой у стайеров объясняются большей величиной нагрузки и меньшим «запасом времени», т. е. временем от начала тренировки до возраста наивысших достижений.

Суммарная тренировочная нагрузка в каждой зоне энергетической производительности на достаточном временном отрезке (в годичном макроцикле) пропорциональна работоспособности. Поэтому процентное соотношение объемов по зонам будет соответствовать общей эргометрической зависимости. С увеличением мощности нагрузка уменьшается не линейно, а в соответствии с зависимостью «логарифм мощности - логарифм работы».

В табл. 70 приведены данные о процентном распределении тренировочной нагрузки для пловцов экспериментальных групп различного возраста с основной специализацией на дистанциях 100 и 200 м.

В предпубертатном возрасте в 10 - 11 лет основная тренировочная нагрузка до 76 - 77 % выполняется в зонах 1а и 1б, а также до 15 % в зоне 2. Главными составляющими нагрузки являются дистанционные упражнения и медленная интервальная тренировка. Зоны 3, 4, 5 соответственно составляют 6,5 %, 1,2 %, 0,08 % нагрузки. На них приходится обычно участие в соревнованиях и контрольных стартах.

Таблица 70

Процентное распределения тренировочной нагрузки по зонам для пловцов экспериментальных групп различного возраста ($p < 0,01$)

Годы	Суммарная нагрузка, км	Распределение нагрузки по зонам, %				
		Зона 1а, 1б	Зона 2	Зона 3	Зона 4	Зона 5
10	374	76,4	15,0	6,5	1,2	0,08
11	470	72,0	16,0	8,0	2,0	1,1
12	700	70,4	17,0	9,0	2,5	1,2
13	1044	68,0	17,5	9,5	3,2	1,4
14	1300	66,0	18,0	10,0	3,5	1,6
15	1600	64,9	18,5	10,5	4,2	1,9
16	1750	62,0	18,7	10,7	5,0	2,0
17	1800	60,0	19,0	11,0	6,0	2,5
18	1870	50,0	19,5	11,5	6,5	2,7
19	1900	58,0	20,0	12,0	6,6	3,0

В период завершения биологического формирования с ростом спортивных результатов объем нагрузки в аэробных зонах 1а и 1б снижается до 58 - 60 %. В то же время объем нагрузки в зонах 2, 3, 4 и 5 существенно возрастает и в сумме может превышать 40 %. Сюда входят все упражнения с достижением максимальных величин уровня потребления и удержания кислорода и кислородного долга. Величина нагрузок, особенно в соревновательный период, достигает предельных величин и требует, как правило, проведения восстановительных мероприятий.

В отличие от других видов спорта в многолетнем планировании тренировки в спортивном плавании необходимо, во-первых, отметить более раннее достижение стайерами лучших результатов в силу изменения антропометрических данных, во-вторых, по отношению к скорости более высокий объем нагрузки. Известно, что нагрузка бегунов-средневикулов достигает 5000 км в год, у гребцов академистов до 6000 км, у велосипедистов на треке более 20000 км. Как ранее указывалось, относительно высокие объемы нагрузки пловцов объясняются тем, что в воде движения выполняются практически в невесомости, в горизонтальном положении тела, с высокой теплопроводимостью воды и благоприятном давлении воды на периферические сосуды в сочетании с ритмичным дыханием.

Для практического расчета суммарной тренировочной нагрузки можно использовать уравнения регрессии, которые определяются зависимостью «мощность - работа». Фактически нагрузка по зонам и общая нагрузка является объемом работы при заданной интенсивности, выполняемой спортсменом. Интенсивность зависит от квалификации спортсмена и определяется граничными условиями разделения зон. Для определения суммарной нагрузки представляется возможным сопоставить объем с мощностью, определяемой по планируемым результатам.

Упрощенно можно рассматривать мощность как функцию куба скорости и использовать регрессию «нагрузка - скорость в кубе». Ниже для практических расчетов приведены уравнения регрессии для определения суммарной годовой нагрузки для спортивного плавания и академической гребли.

Для пловцов мужчин спринтеров по планируемому результату на 100 м вольным стилем суммарная нагрузка рассчитывается по уравнению регрессии:

$$\Sigma S = -17,16 + 270 V^3, \quad (101)$$

Для женщин спринтеров:

$$\Sigma S = 264,8 + 328,7 V^3, \quad (102)$$

где ΣS – суммарная годовая нагрузка, км, V – скорость на 100 м вольным стилем, м/с. Начальные объемы не превышают 350 - 400 км, наибольшие объемы – 1800 - 1900 км.

Для **примера** рассчитаем объем годичной нагрузки для результата мужчины на 100 м -51,5с ($V = 1,9142$ м/с):

$$\Sigma S = -17,16 + 270 (1,912)^3 = 1959,7 \text{ км.}$$

Для пловцов мужчин стайеров по планируемому результату на 400 м вольным стилем суммарная нагрузка рассчитывается по уравнению регрессии:

$$\Sigma S = -522,97 + 791,9 V^3. \quad (103)$$

Для женщин стайеров:

$$\Sigma S = 232,0 + 789,5 V^3. \quad (104)$$

Наибольшие расчетные объемы не должны превышать 2600 - 2800 км в год.

Для определения годовых объемов в других способах плавания можно воспользоваться коэффициентами пересчета скоростей в вольный стиль. Коэффициенты пересчета составляют для плавания на спине 0,89, для плавания дельфином 0,926, для плавания брассом 0,788, для комплексного плавания 0,901. Приведенные коэффициенты рассчитаны по средним 10 лучшим результатам на крупнейших соревнованиях мира.

В академической гребле суммарный годовой объем для мужчин на тренажере « Концепт» может быть рассчитан по планируемому результату на 2000 м по уравнению регрессии:

$$\Sigma S = -3534,4 + 45,74 V^3. \quad (105)$$

Для женщин по уравнению:

$$\Sigma S = -2559,8 + 59,18 V^3. \quad (106)$$

По уравнению достаточно правильно рассчитывается объем в диапазоне от 1000 до 6000 км в год.

Суммарные годовые объемы в гребле на одиночке рассчитываются по результату 2000 м на воде по уравнениям регрессии:

Для мужчин

$$\Sigma S = 3574,4 + 69,9V^3, \quad (107)$$

для женщин

$$\Sigma S = -24118 + 88,23 V^3. \quad (108)$$

Скорость на воде в других лодках приводится к скорости в одиночке путем деления на следующие коэффициенты: для восьмерки 0,80, для четверки парной 0,835, для двойки парной 0,923, для двойки рулевой 0,998, для четверки рулевой 0,908, для четверки безрульной 0,867, для двойки безрульной 0,942.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Спортивно-психологический опросник для оценки устойчивости, мобилизационности и самоконтроля для циклических видов спорта: плавания, бега, лыж, вело, гребли, коньков (УМБК). Для игровых видов и единоборств использовались варианты данной методики.

Инструкция. Вы работаете с опросником, включающим 90 вопросов. На каждый вопрос можно дать два варианта ответа: “Да” и “Нет”. Работайте следующим образом:

- Прочтите вопрос.
- Выберите один из вариантов ответа.
- Напишите на бланке ответов соответствующее слово.

Вопросы слишком короткие, чтобы в них содержались все необходимые подробности. Представляйте себе типичные ситуации, не задумывайтесь над деталями, давайте первый естественный ответ, который приходит в голову. Отвечайте искренне. Не надо стараться произвести хорошее впечатление своими ответами, они должны соответствовать действительности.

1. Мне не нравится в состоянии утомления выполнять тренировочные упражнения.
2. Я охотно участвую в параде и торжественной части соревнований.
3. Я определяю конкретные результаты в предстоящих соревнованиях.
4. Я способен контролировать время по отрезкам дистанции во время соревнований.
5. Я быстро засыпаю накануне ответственных соревнований.
6. Я предпочитаю оценивать свои возможности на контрольных соревнованиях без соперников.
7. Я сильно устаю после соревнований большой продолжительности.
8. Бывает, что я боюсь проиграть старт соперникам.
9. Я думаю о травмах, которые могут помешать в предстоящих соревнованиях.

10. У меня плохой сон после интенсивных тренировок.
11. Бывает, что я опаздываю на тренировки.
12. Я легко успокаиваю дыхание перед стартом.
13. У меня появляется потливость перед стартом, даже когда кругом прохладно.
14. Я сильно теряю в весе после соревнований.
15. Я готов пойти на риск на соревнованиях, хотя он может быть не всегда оправдан.
16. Фальстарт может отрицательно повлиять на мои результаты.
17. Мне не нравится тренироваться с неудобным и сильным для меня соперником.
18. Во время соревнований я боюсь опоздать на старт.
19. Перед стартом бывают случаи, когда у меня расстраивается живот.
20. Я проверяю частоту сердечных сокращений после больших нагрузок.
21. Я легко перед стартом расслабляю отдельные мышечные группы в различной последовательности.
22. Я обычно легко концентрирую внимание перед стартом.
23. У меня иногда появляется дрожание рук перед стартом.
24. Мне нравится, когда мои спортивные соперники показывают высокие результаты.
25. Я обычно положительно оцениваю состояние своего здоровья в день соревнования.
26. Выходя на старт, я испытываю удовольствие от предстоящей спортивной борьбы.
27. Я замечаю, что моя техника во время разминки перед стартом хуже обычного.
28. Я иногда думаю о своих противниках накануне соревнований.
29. Мне нравится стартовать одному с целью поставить личный рекорд.
30. Я придаю большое значение оценке моего спортивного результата друзьями и близкими.
31. Я способен показать высокий результат, не находясь в спортивной форме.
32. Я обычно контролирую состояние техники в условиях спортивной борьбы с предельным напряжением сил.

33. Независимо от спортивной формы мне нравится как можно чаще участвовать в соревнованиях.

34. Мне не нравится выполнять в группе одни и те же тренировочные упражнения.

35. У меня бывают позывы к мочеиспусканию перед стартом.

36. Я считаю, что в день соревнований необходимо ограничивать количество выпиваемой жидкости.

37. Мне не нравится участвовать в соревнованиях с неоднородным по квалификации составом участников.

38. Я способен во время разминки исправлять ошибки в технике перед стартом.

39. Я обычно контролирую действия судей на соревнованиях.

40. У меня нормальный пульс перед стартом.

41. Независимо от состояния спортивной формы я способен улучшать результаты от предварительных стартов до финала.

42. Я обдумываю тактику на дистанции заранее.

43. Я считаю свою предстартовую мобилизацию недостаточной.

44. У меня пересыхают губы от волнения перед стартом.

45. Бывает, что я не могу заснуть накануне соревнований.

46. Я всегда контролирую время тренировочных упражнений.

47. Я испытываю удовольствие во время предельной мобилизации сил на финише соревнований.

48. Я много думаю об изменении своего материального положения в зависимости от результатов соревнований.

49. Накануне соревнований у меня изменяется аппетит.

50. Перед стартом я могу заставить себя успокоиться.

51. Независимо от скорости начала дистанции я могу вторую половину преодолевать быстрее первой.

52. Я много думаю о соревновании накануне.

53. Иногда я принимаю успокаивающие средства перед соревнованиями.

54. Я не всегда стремлюсь выполнить задание тренера, если считаю его нецелесообразным.

55. Я владею приемами нормализации сна.

56. Присутствие на соревнованиях большого числа зрителей может отрицательно повлиять на мой результат.

57. У меня нет желания участвовать в соревнованиях при недостаточно высоком их уровне.

58. Я всегда замечаю момент, когда у меня появляется чрезмерное возбуждение.

59. На меня влияет неправильное действие судей.

60. У меня сильно повышается пульс перед стартом.

61. В день соревнований я встаю раньше обычного.

62. Из-за пустяков я могу неудачно взять старт.

63. Я предпочитаю совершенствовать технику в одиночку.

64. Я легко могу на дистанции в соревнованиях менять свой тактический план.

65. Я способен в день соревнований думать на другие темы.

66. Я склонен к агрессивным действиям, которые не всегда оправданы в ходе соревнований.

67. Я могу в состоянии утомления выполнять тренировочные упражнения, даже если они мне не нравятся.

68. Я могу перед стартом, если это необходимо, успокоиться.

69. Я легко могу отказаться от реванша на соревнованиях, если это необходимо.

70. Я владею методами активной саморегуляции.

71. После неудачных соревнований у меня появляется желание прекратить занятия спортом.

72. Я предпочитаю быть лидером в соревновании, (загребным в экипаже, выступать на первом или заключительном этапе эстафеты и т. д.).

73. Я могу успешно выступать на соревновании при неудовлетворительном состоянии инвентаря и спортивного костюма.

74. Мне нравится соревноваться на дистанциях любой длины (во всех классах лодок, любым способом плавания и т. д.).

75. Я не обращаю внимание на разногласия в команде перед стартом.

76. Я обычно наблюдаю за разминкой соперников.

77. Меня раздражают критические замечания товарищей по команде перед стартом.

78. Я всегда наблюдаю за состоянием погоды (температурой воды и воздуха, состоянием дорожки и т. д.).

79. Я обращаю особое внимание на питание в день соревнований.

80. Какой бы острой не была бы спортивная борьба, я контролирую соотношение между темпом и скоростью.

81. Я иногда использую аутогенную тренировку перед стартом.

82. Я предпочитаю смотреть детективы по ТВ, спортивные передачи.

83. Я не могу показать высокие спортивные результаты без активной борьбы с сильным соперником.

84. Я предпочитаю приходить на соревнования заранее и начинать разминку раньше других.

85. Я верю в приметы накануне соревнований.

86. Я предпочитаю “стерегущую тактику” на соревнованиях.

87. Меня нелегко задеть.

88. Я обычно чувствую подъем и хорошее настроение перед соревнованиями.

89. Меня раздражают спортсмены, испытывающие неуверенность перед стартом.

90. Мне не нравятся тренировки, в которых много предельных напряжений со спортивной борьбой.

Устойчивость, мобилизационность, самоконтроль выражаются в относительных единицах как отношение положительных баллов к общему числу ответов.

Вопросы, на которые нет ответов, не учитываются. Если таких случаев более 10, то это может быть признаком неблагоприятного психического состояния спортсмена.

В таблице приведены примерные оценочные шкалы для устойчивости, мобилизационности и самоконтроля в относительных единицах, баллах и соответственно вероятность срыва на соревнованиях.

Психологические показатели, от. ед.	0,20-0,39	0,40-0,49	0,50-0,69	0,70-0,79	0,80-1,00
Баллы	1	2	3	4	5
Вероятность срыва	70 %	60 %	40 %	10 %	2-3 %

Спортсмены с показателями устойчивости (соревновательной толерантностью) 0,20-0,39 могут быть отнесены к «группе риска». Низкие показатели по мобилизационности и самоконтролю характерны для спортсменов, не имеющих достаточного соревновательного опыта или при недостаточной их мотивации. Невысокие показатели по устойчивости часть спортсменов компенсирует сознательным повышением мобилизационности и самоконтроля. Психологические показатели могут изменяться в зависимости от социальных факторов и успеха спортсмена на соревнованиях.

Ключ опросника

Оценка рассчитывается как отношение положительных ответов к сумме всех ответов

Устойчивость

Положительная оценка

ДА: 2,4,12,13,25,26,32,33,38,50,65,68,73,75,87,88

НЕТ: 7,8,9,10,14,16,18,19,20,23,27,28,29,30,35,36,40,44,45,52,53,56,59,60,61,62,63,66,71,76,77,79,84,85,89.

Мобилизационность

Положительная оценка

ДА: 7,14,15,17,24,26,31,33,41,47,51,54,66,67,72,74,83,90

НЕТ: 1,6,34,37,43,57,69,82,86.

Самоконтроль

Положительная оценка

ДА: 3,4,12,20,21,22,32,36,41,42,46, 50,55,58,64,65,70,78,80,81

НЕТ: 15

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Аверкович, Н. В. Факторный анализ тестов силовой подготовленности / Н. В. Аверкович, В. М. Зациорский // Теория и практика физической культуры. – 1966. – № 10. – С. 47 – 49.
2. Аверкович, Н. В. Непараметрические зависимости между силой и выносливостью / Н. В. Аверкович // Теория и практика физической культуры. – 1970. – № 12. – С. 16 – 18.
3. Адольф, Э. Развитие физиологических функций / Э. Адольф. – М. : Мир, 1971. – 190 с.
4. Алексеев, Г. А. Влияние тренировочных нагрузок разной направленности на изменение показателей специальной работоспособности бегунов на средние дистанции : автореф. дис. ... канд. пед. наук / Алексеев Г. А. – М., 1979. – 25 с.
5. Алтер, М. Дж. Наука о гибкости / М. Дж. Алтер. – Киев : Олимпийская литература, 2001. – 421 с.
6. Аулик, И. В. Определение физической работоспособности в клинике и спорте / И. В. Аулик. – М. : Медицина, 1979. – 200 с.
7. Афанасьев, Ю. И. Соотношение различных типов волокон в скелетной мышце как фактор, влияющий на эффективность тренировки на выносливость / Ю. И. Афанасьев [и др.] // Теория и практика физической культуры. – 1986. – № 12. – С. 41 – 42.
8. Бальсевич, В. К. Возрастные особенности реакции кислотно-щелочного равновесия крови у юных спортсменов на гарвардский степ-тест / В. К. Бальсевич, В. М. Калинин, В. С. Шкиперский // Теория и практика физической культуры. – 1980. – № 10. – С. 33 – 35.
9. Беллман, Р. Динамическое программирование и современная теория управления / Р. Беллман, Р. Калаба. – М. : Наука, 1969. – 118 с.
10. Беляев, С. Б. Нормирование показателей специально подготовленности у велосипедистов различной специализации в годичном цикле : автореф. дис. ... канд. пед. наук / Беляев С. Б. – М., 1982. – 23 с.
11. Беркович, Е. М. Энергетический обмен в норме и патологии / Е. М. Беркович. – М. : Медицина, 1964. – 334 с.
12. Бондаревский, Е. Я. Надежность тестов, используемых для характеристики моторики человека / Е. Я. Бондаревский // Теория и практика физической культуры. – 1970. – № 5. – С. 15 – 18.

13. Борисова, Ю. А. Объем сердца и его взаимосвязь с кардиодинамикой / Ю. А. Борисова // Теория и практика физической культуры. – 1969. – № 5. – С. 30 – 33.

14. Борисов, Е. П. Экспериментальное обоснование регулирования тренировочной нагрузки бегунов на средние дистанции в процессе многолетней тренировки : автореф. дис. ... канд. пед. наук / Борисов Е. П. – М., 1979. – 24 с.

15. Бринзак, В. П. Исследования изменений кислотно-щелочного равновесия у велосипедистов различной квалификации / В. П. Бринзак, Л. Я. Евгеньева, В. Д. Моногаров // Теория и практика физической культуры. – 1974. – № 7. – С. 35 – 38.

16. Бубе, Х. Тесты в спортивной практике / Х. Бубе [и др.]. – М. : Физкультура и спорт, 1968. – 237 с.

17. Булатова, М. М. Оптимизация тренировочного процесса на основе изучения мощности и экономичности системы энергообеспечения у велосипедистов / М. М. Булатова // Теория и практика физической культуры. – 1986. – № 6. – С. 46 – 47.

18. Булгакова, Н. Ж. Проблема отбора в процессе многолетней тренировки : автореф. дис. ... док. пед. наук / Булгакова Н. Ж. – М., 1977. – 64 с.

19. Булгакова, Н. Ж. Отбор и подготовка юных пловцов / Н. Ж. Булгакова. – М. : Физкультура и спорт, 1978. – 150 с.

20. Важны, З. Планирование и построение спортивной тренировки / З. Важны // Современные тенденции в планировании спортивной тренировки. – М., 1972. – С. 54 – 64.

21. Вайцеховский, С. М. Тренировка юных пловцов с большим объемом плавания в условиях среднегорья / С. М. Вайцеховский, Е. А. Ширковец, Б. С. Серафимова // Теория и практика физической культуры. – 1974. – № 6. – С. 37 – 41.

22. Вакуров, С. А. Бег на средние дистанции / С. А. Вакуров. – М. : Физкультура и спорт, 1972. – 75 с.

23. Ванек, М. О системе психологической подготовки спортсмена / М. О. Ванек // Теория и практика физической культуры. – 1972. – № I. – С. 30 – 32.

24. Васильев, Е. П. Исследование гибкости и экспериментальное обоснование средств и методов ее воспитания : автореф. дис. ... канд. пед. наук / Васильев Е. П. – М., 1966. – 21 с.

25. Васильковский, Б. М. Модель годового цикла тренировки конькобежцев-многоборцев / Б. М. Васильковский, В. С. Иванов // Конькобежный спорт. – 1981. – С. 20 – 27.

26. Верхошанский, Ю. В. Основы специальной силовой подготовки в спорте / Ю. В. Верхошанский. – М. : Физкультура и спорт. 1970. – 262 с.

27. Виру, А. А. Оценка работоспособности организма при помощи нагрузок со ступенчато повышающейся мощностью / А. А. Виру, Я. П. Пярнат // Теория и практика физической культуры. – 1971. – № 7. – С. 23 – 26.

28. Властовский, В. Г. Акселерация роста и развития детей / В. Г. Властовский. – М. : МГУ. 1976. – 277 с.

29. Вознесенский, Л. С. Контроль по мочеvine крови в циклических видах спорта / Л. С. Вознесенский [и др.] // Теория и практика физической культуры. – 1979. – № 10. – С. 21 – 23.

30. Волков, Н. И. Некоторые цитохимические показатели и фагоцитарная активность лейкоцитов крови у спортсменов при утомлении / В. М. Волков // Теория и практика физической культуры. – 1971. – № 5. – С. 33 – 35.

31. Волков, В. М. Влияние напряженной мышечной работы на гематологические показатели спортсменов / Н. И. Волков [и др.] // Теория и практика физической культуры. – 1984. – № 9. – С. 22 – 24.

32. Волков, Н. И. Энергетический обмен и работоспособность человека в условиях напряженной мышечной деятельности : автореф. дис. ... канд. биол. наук / Волков Н. И. – М., 1969. – 56 с.

33. Волков, Н. И. Исследования по физиологии плавания : Аэробная работоспособность спортсменов при плавании кролем и брассом / Н. И. Волков, С. М. Гордон, Е. А. Ширковец // Теория и практика физической культуры. – 1968. – № 4. – С. 29 – 33.

34. Волков, Н. И. Максимум аэробной и анаэробной работоспособности у пловцов / Н. И. Волков [и др.] // Теория и практика физической культуры. – 1968. – № 10. – С. 31 – 35.

35. Волков, Н. И. Кислородный запрос и энергетическая стоимость плавания кролем и брассом на разных дистанциях / Н. И. Волков, С. М. Гордон, Е. А. Ширковец // Теория и практика физической культуры. – 1969. – № 7. – С. 27 – 32.

36. Волков, Н. И. Кислородный долг в упражнениях различной мощности и продолжительности / Н. И. Волков, В. Н. Черемисинов // Теория и практика физической культуры. – 1970. – № 10. – С. 17 – 23.

37. Воробьев, А. Н. Тяжелоатлетический спорт. Очерки по физиологии и спортивной тренировке / А. Н. Воробьев. – М. : Физкультура и спорт, 1977. – 253 с.

38. Воронцов, А. Р. Определение спортивной одаренности в плавании на основе динамических наблюдений : автореф. дис. ... канд. пед. наук / Воронцов А. Р. – М., 1977. – 20 с.

39. Воронцов, А. Р. Методика многолетней подготовки юных пловцов / А. Р. Воронцов, И. В. Чеботарева, А. Р. Соломатин. – ГЦОЛИФК, 1990. – 50 с.

40. Гамбурцев, В. А. Гониометрия человеческого тела / В. А. Гамбурцев. – М. : Медицина, 1973. – 199 с.

41. Гиссен, Л. Психология и психогигиена в спорте / Л. Гиссен. – М. : Физкультура и спорт, 1973. – 150 с.

42. Гиссен, Л. Д. зависимость спортивных достижений бегунов от психологических свойств личности / Л. Д. Гиссен [и др.] // Теория и практика физической культуры. – 1975. – № 4. – С. 17 – 20.

43. Гласько, А. Б. Критерии регулирования нагрузки в тренировочном микроцикле с целью совершенствования процесса подготовки пловцов : автореф. дис. ... канд. пед. наук / Гласько А. Б. – М. – 17 с.

44. Годик, М. А. Контроль тренировочных и соревновательных нагрузок / М. А. Годик. – М. : Физкультура и спорт, 1980. – 135 с.

45. Горбунов, Г. Д. Современная практика психологической подготовки спортсмена / Г. Д. Горбунов // Теория и практика физической культуры и спорта. – 1979. – № 12. – С. 5 – 7.

46. Гордон, С. М. Исследование основных скоростных упражнений в тренировке пловца : автореф. дис. ... канд. пед. наук / Гордон С. М. – М., 1963. – 24 с.

47. Гордон, С. М. Гидродинамическое сопротивление и продвигающие силы пловца / С. М. Гордон, Е. А. Ширковец // Теория и практика физической культуры. – 1968. – № 7. – С. 17 – 21.

48. Гордон, С. М. Техника спортивного плавания / С. М. Гордон. – М. : Физкультура и спорт, 1968. – 199 с.

49. Гордон, С. М. Последовательность и продолжительность развития основных физических качеств в тренировочном цикле пловцов и гребцов / С. М. Гордон, А. А. Кашкин, В. В. Седых // Теория и практика физической культуры. – 1974. – № 2. – С. 10 – 13.

50. Гордон, С. М. Физиологическая характеристика однократных и повторных упражнений в циклических видах мышечной деятельности / С. М. Гордон, А. А. Кашкин, В. В. Седых // Теория и практика физической культуры. – 1974. – № 7. – С. 26 – 31.

51. Гордон, С. М. Исследование частоты сердечных сокращений и энергетических показателей у спортсменов при однократных и повторных упражнениях / С. М. Гордон, А. А. Кашкин, В. В. Седых // Теория и практика физической культуры. – 1976. – № 8. – С. 19 – 24.

52. Гордон, С. М. Использование анализа результатов в управлении тренировкой пловца / С. М. Гордон, С. Н. Морозов // Плавание. – 1978. – Вып. 2. – С. 26-30.

53. Гордон, С. М. Спортивные результаты и показатели подготовленности у кролистов – спринтеров различных возрастных групп / С. М. Гордон, Ю. Ф. Скворцов // Плавание. – 1981. – Вып. 2. – С. 41-45.

54. Гордон, С. М. Тренировка в циклических видах спорта на основе закономерных соотношений между тренировочными упражнениями и их эффектом : автореф. дис. ... док. пед. наук / Гордон С. М. – М., 1989. – 48 с.

55. Гордон, С. М. Оценка психологической подготовленности спортсмена / С. М. Гордон, Л. Г. Ямпольский. – М., ГЦОЛИФК, 1981. – 24 с.

56. Гордон, С. М. Построение годичного цикла тренировки квалифицированных пловцов / С. М. Гордон, П. М. Прилуцкий, О. И. Попов. – М. : ГЦОЛИФК, 1986. – 57 с.

57. Гордон, С. М. Параметрические программы тренировки как основные составляющие элементы процесса подготовки спортсмена / С. М. Гордон, О. И. Попов // Теория и практика физической культуры. – 1986. – № 10. – С. 32-35.

58. Гордон, С. М. Силовая подготовка пловцов на этапах годичного цикла / С. М. Гордон, А. Л. Сируц. – Бел. гос. инст. физической культуры. – 1990. – 68 с.

59. Гордон, С. М. Основы управления и оптимизации спортивной тренировки / С. М. Гордон. – РГАФК, 2000. – 33 с.

60. Гордон, С. М. Оценка личностей спортсменов разных специализаций и квалификаций / С. М. Гордон, А. Б. Ильин // Теория и практика физической культуры. – 2003. – №2. – С. 24-26, 39-40.

61. Гордон, С. М. Параметрическая тренировка юных пловцов в годичном макроцикле / С. М. Гордон, Е. С. Стародубцева // Физическая культура. – 2004. – № 4. – С. 28-29

62. Горшков, В. П. Возрастные изменения кислотно-щелочного равновесия крови у легкоатлетов / В. П. Горшков, Н. А. Фомин, В. Н. Кузнецова // Теория и практика физической культуры. – 1975. – № 4. – С. 37-39.

63. Гребной спорт / под ред. А. К. Чуприна. – М. : Физкультура и спорт, 1986.

64. Гужаловский, А. А. Проблема «критических» периодов онтогенеза в ее значении для теории и практики физического воспитания // Очерки по теории физической культуры. – М. : Физкультура и спорт, 1984. – С. 211-224.

65. Дунаев, А. Ф. Характер тренировочных нагрузок гребцов / А. Ф. Дунаев // Гребной спорт. – 1978. – С. 37-41.

66. Запорожанов, В. М. Основы педагогического контроля в легкой атлетике : автореф. дис. ... док. пед. наук / Запорожанов. В. М. – М., 1978. – 33 с.

67. Зациорский, В. М. Физические качества спортсмена / В. М. Зациорский. – М. : Физкультура и спорт, 1966. – 198 с.

68. Зациорский, В. М. Кибернетика, математика, спорт / В. М. Зациорский. – М. : Физкультура и спорт, 1969. – 198 с.

69. Зациорский, В. М. Динамика стартового ускорения в беге и факторные определяющие / В. М. Зациорский, Ю. Н. Примаков // Теория и практика физической культуры. – 1969. – № 5. – С. 5-6.

70. Зациорский, В. М. Влияние наследственности и среды на развитие двигательных качеств человека / В. М. Зациорский, Л. П. Сергеев // Теория и практика физической культуры. – 1975. – № 6 – С. 22 – 28.

71. Зациорский, В. М. Биомеханические основы выносливости / В. М. Зациорский, С. Ю. Алешинский, Н. А. Якунин. – М. : Физкультура и спорт, 1982. – 206 с.

72. Иванов, В. С. Максимум аэробной и анаэробной производительности и специальная работоспособность конькобежцев / В. С. Иванов // Конькобежный спорт. – 1973. – Вып. I. – С. 8 – 9.

73. Иванов, В. С. Эргометрические критерии работоспособности в циклических видах спорта / В. С. Иванов // Теория и практика физической культуры. – 1973. – Л 2. – С. 25 – 26.

74. Иоффе, Л. А. Влияние гопокинезии на эффективность тренировочного процесса / Л. А. Иоффе // Теория и практика физической культуры. – 1971. – № 8. – С. 21-24.

75. Иссурин, В. Б. Нормативное и факторное исследование скоростно-силовой и технической подготовленности высококвалифицированных пловцов / В. Б. Иссурин, А. Н. Дементьев, А. Б. Гладков // Теория и практика физической культуры. – 1977. – № 7. – С. 8-10.

76. Калинин, В. М. Кислотно-основное состояние крови в условиях напряженной мышечной деятельности / В. М. Калинин. – Теория и практика физической культуры. – 1979. – № 2. – С. 29-31.

77. Карпман, В. Л. Сердце и работоспособность спортсмена / В. Л. Карпман, С. В. Хрущев, Ю. А. Борисова. – М. : Физкультура и спорт, 1978. – 118 с.

78. Карпман, В. Л. Спортивная медицина / В. Л. Карпмана. – М. : Физкультура и спорт, 1980. – 349 с.

79. Каунсилмен, Д. Спортивное плавание / Д. Каунсилмен. – М. : Физкультура и спорт, 1982. – 208 с.

80. Ковалев, Н. К. Эффективность выполнения повторных скоростных упражнений при различных интервалах отдыха / Н. К. Ковалев // Теория и практика физической культуры. – 1972. – № 6. – С. 13-16.

81. Коган, А. Б. Биологическая кибернетика / А. Б. Коган [и др.]. – М. : Высшая школа, 1972. – 381 с.

82. Козлов, В. И. Основы спортивной морфологии / В. И. Козлов, А. А. Гладышева. – М. : Физкультура и спорт, 1977. – 102 с.

83. Коц, Я. М. Исследование связи между содержанием гемоглобина крови и аэробной работоспособностью / Я. М. Коц, В. Д. Городецкий // Теория и практика физической культуры. – 1978. – № 5. – С. 29-33.

84. Коц, Я. М. Сравнительная характеристика силовых и скоростно-силовых свойств мышц-антагонистов у спринтеров и стайеров / Я. М. Коц, Ю. А. Коряк // Теория и практика физической культуры. – 1979. № II. – С. 17-19.

85. Коц, Я. М. Спортивная физиология / Я. М. Коц. – М. : Физкультура и спорт, 1986. – 240 с.

86. Кондращенко, В. Т. Общая психотерапия. / В. Т. Кондращенко, Д. И. Донской. – Минск : Высш. шк., 1997. – 464 с.

87. Кретти, Б. Д. Психология в современном спорте / Б. Д. Кретти. – М. : Физкультура и спорт, 1978. – 222 с.

88. Крылатых, Ю. Г. Динамические характеристики тренировочных упражнений велосипедистов при работе с разной программой частотой сердечных сокращений / Ю. Г. Крылатых, В. Л. Уткин, В. Д. Чепик // Теория и практика физ. культуры. – 1970. – № 3. – С. 15-18.

89. Крылатых, Ю. Г. Зависимость физиологических показателей от объема тренировочной нагрузки у велосипедистов / Ю. Г. Крылатых, Л. Ф. Кондратьев. // Теория и практика физ. культуры. – 1970. – № 9 – С. 2-5.

90. Кузнецов, В. В. Силовая подготовка спортсменов высших разрядов / В. В. Кузнецов. – М. : Физкультура и спорт, 1970. – 206 с.

91. Линец, М. М. Факторный анализ тренировочных и соревновательных нагрузок бегунов на средние дистанции / М. М. Линец, В. П. Филин // Теория и практика физической культуры. – 1984. – № 8. – С. 28-29.

92. Макаров, А. Бег на средние и длинные дистанции / А. Макаров. – М. : Физкультура и спорт, 1973. – 235 с.

93. Максимов, А. С. Особенности нормирования тренировочной нагрузки в системе подготовки бегунов на сверхдлинные дистанции : автореф. дис. ... канд. пед. наук / Максимов А. С. – М., 198 . – 13 с.

94. Мартиросов, Э. Г. Методы исследования в спортивной антропологии / Э. Г. Мартиросов. – М. : Физкультура и спорт, 1982. – 199 с.

95. Масальгин, Н. А. О взаимосвязи между силой и скоростью сокращения мышц человека : автореф. дис. ... канд. биол. наук / Масальгин Н. А. – М., 1967. – 20 с.

96. Матвеев, Л. П. Проблема периодизации спортивной тренировки / Л. П. Матвеев. – М. : Физкультура и спорт, 1964. – 246 с.

97. Матвеев, Л. П. Некоторые черты динамики нагрузок в процессе многолетней тренировки / Л. П. Матвеев, В. Б. Гилясова // О структуре многолетней тренировки. – М., 1974. – С. 5-30.

98. Матвеев, Л. П. Основы спортивной тренировки / Л. П. Матвеев. – М. : Физкультура и спорт, 1977. – 280 с.

99. Меерсон, Ф. З. Адаптация сердца к большой нагрузке и сердечная недостаточность / Ф. З. Меерсон. – М. : Наука, 1975. – 262 с.

100. Меерсон, Ф. З. Долговременная адаптация сердца к большой нагрузке / Ф. З. Меерсон // Успехи физиологических наук. – 1976. – № 3. – С. 34-54.

101. Медведев, А. С. Система многолетней подготовки в тяжелой атлетике / А. С. Медведев. – М. : Физкультура и спорт, 1980. – С. 272.

102. Милсум, Д. Анализ биологических систем управления / Д. Милсум. – М. : Мир, 1968. – 501 с.

103. Михайлов, В. В. Величина максимального кислородного долга и продолжительность его ликвидации у спортсменов разной квалификации / В. В. Михайлов, Г. М. Панов, С. С. Семашко // Теория и практика физической культуры. – 1970. – № 7. – С. 40-43.

104. Михайлов, В. Тренировка конькобежца-многоборца / В. Михайлов, Г. Панов. – М. : Физкультура и спорт, 1975. – 227 с.

105. Мотылянская, Р. Е. Значение модельных характеристик спортсменов высокого класса для спортивного отбора и управления тренировочным процессом / Р. Е. Мотылянская // Теория и практика физической культуры. – 1979. – № 4. – С. 21-23.

106. Мюллер, З. Психологическая подготовка к конкретным условиям тренировки и соревнования / З. Мюллер // Теория и практика физической культуры. – 1973. – № 9. – С. 72 – 74.

107. Мякинченко, Е. Б. Развитие локальной мышечной выносливости в циклических видах спорта / Е. Б. Мякинченко, В. Н. Селуянов. – М. : ТВТ Дивизион, 2005. – 338 с.

108. Надшили, А. В. Активная и пассивная гибкость у спортсменов различной специализации / А. В. Надшили // Теория и практика физической культуры. – 1982. – № 7. – С. 51 – 52.

109. Назаров, В. Т. Ускоренное развитие подвижности в плечевых суставах спортсменов / В. Т. Назаров, Л. В. Шилинский // Теория и практика физической культуры. – 1984. – № 10. – С. 28 – 30.

110. Неверкович, С. Д. Влияние тренировочных нагрузок, выполняемых с разной частотой сердечных сокращений, на изменение показателей работоспособности спортсменов / С. Д. Неверкович, В. Н. Черемисинов // Теория и практика физической культуры. – 1972. – № II. – С. 40 – 43.

111. Новосельцев, В. Н. Теория управления и биосистемы / В. Н. Новосельцев. – М. : Наука, 1978. – 319 с.

112. Озолин, Н. Г. Современная система спортивной тренировки. – М. : Физкультура и спорт, 1970. – 479 с.

113. Орлов, В. А. Динамика работоспособности конькобежцев в процессе многолетней подготовки / В. А. Орлов, Т. Л. Шарова // Конькобежный спорт. – 1978. – Вып. 2. – С. 39 – 43.

114. Панов, Г. М. Исследование значимости основных факторов лимитирующих результативность конькобежцев-многоборцев : автореф. дис ... канд. пед. наук / Панов Г. М. – М., 1970. – 20 с.

115. Певзнер, Л. Основы биоэнергетики / Л. Певзнер. – М. : Мир, 1977. – 310 с.

116. Петров, Н. И. Конькобежный спорт / Н. И. Петров. – М. : Физкультура и спорт, 1975. – 255 с.

117. Платонов, В. Н. Теория и методика спортивной тренировки / В. Н. Платонов. – Киев : Вища школа, 1984. – 352 с.

118. Попов, Ю. А. Силовая выносливость у бегунов на длинные дистанции и эффективные средства ее развития / Ю. А. Попов // Теория и практика физической культуры. – 1966. – № 5. – С. 67 – 68.

119. Попов, О. И. Построение тренировочных программ квалифицированных пловцов на основе нормирования объема интенсивности нагрузок : автореф. дис ... канд. пед. наук / Попов О. И. – М. 1987. – С. 23.

120. Прилуцкий, П. М. Построение тренировки квалифицированных пловцов-спринтеров по динамике эргометрических показателей в годичном микроцикле : автореф. дис ... пед. наук / Прилуцкий П. М. – М., 1985. – 23 с.

121. Пугач, Ф. И. Динамика мочевины в крови юных бегунов на средние дистанции при непрерывном методе тренировки / Ф. И. Пугач, А. Е. Филявич, Ю. А. Попов // Теория и практика физической культуры. – 1978. – № 5. – С. 35 – 37.

122. Пуни, А. Ц. Психологическая подготовка к соревнованию в спорте / А. Ц. Пуни. – М. : Физкультура и спорт, 1969. – 88 с.

123. Пярнат, Я. П. Возрастные особенности физической (аэробной и анаэробной работоспособности) / Я. П. Пярнат, А. А. Виру // Физиология человека. – 1975. – Т. I. – № 4. – С. 692 – 696.

124. Разумовский, Е. А. Экспериментальное исследование методов развития специальной выносливости в упражнениях субмаксимальной мощности (на примере бега на 400 м) : автореф. дис. ... канд. пед. наук / Разумовский. Е. А. – М., 1967. – 24 с.

125. Раменская, Т. И. Соотношение нагрузок в соревновательном периоде тренировки лыжников-гонщиков / Т. И. Раменская // Теория и практика физической культуры. – 1974. – № 10. – С. 12 – 14.
126. Родионов, А. В. Психодиагностика спортивных способностей / А. В. Родионов. – М. : Физкультура и спорт, 1973. – 214 с.
127. Розенблат, В. В. Утомление / В. В. Розенблат // Руководство по физиологии труда. – М. : Медицина, 1983. – 528 с.
128. Роман, Р. А. Тренировка тяжелоатлета / Р. А. Роман. – М. : Фис, 1986 – 175 с.
129. Соколов, Г. Н. Построение тренировки пловцов с учетом динамики специальной работоспособности на этапах многолетней подготовки : автореф. дис. ... канд. пед. наук / Соколов, Г. Н. – Минск, – 1988. – 23 с.
130. Соколов, Г. Н. Основы планирования многолетней подготовки пловца / Г. Н. Соколов, С. М. Гордон // Гос. ком. физической культуры и спорта Лит. ССР, Вильнюс. – 1988. – 58 с.
131. Свобода, Б. Методы психологической диагностики спортсмена и тренера / Б. Свобода, М. Ванек, В. Гошек // Психология и современный спорт. – М. : Физкультура и спорт, 1973. – С. 311 – 318.
132. Селье, Г. Очерки об адаптационном синдроме / Г. Селье. – М. : Мед-гиз, 1960. – 254 с.
133. Сергиенко, Л. П. Исследование влияния наследственных и средовых факторов на развитие двигательных качеств человека : автореф. дис. ... канд. пед. наук / Сергиенко Л. П. – М., 1975. – 23 с.
134. Сермеев, Б. В. Спортсменам о воспитании гибкости / Б. В. Сермеев. – М. : Физкультура и спорт, 1970. – 59 с.
135. Синайский, М. М. Энергетические и координационные проявления адаптации организма к длительной циклической работе / М. М. Синайский // Теория и практика физической культуры. – 1971. – № I. – С. 34 – 37.
136. Скернявичус, И. П. Исследование динамики мочевины в крови у лыжников-гонщиков под влиянием различных тренировочных нагрузок / И. П. Скернявичус, К. М. Милашюс // Теория и практика физической культуры. – 341. – 12. – С. 42 – 43.
137. Скирюс, Э. Р. Силовая выносливость пловца и методы ее совершенствования / Э. Р. Скирюс, С. М. Гордон. – Вильнюс : Лит. гос. институт физической культуры, 1985. – С. 26.

138. Скородумова, А. П. Показатели функциональной подготовленности гребцов / А. П. Скородумова, Н. Г. Озолин // Гребной спорт. – 1976. – С. 50 – 54.

139. Стампфл, Ф. О беге / Ф. Стампфл. – М. : Физкультура и спорт, 1957. – 156 с.

140. Стенин, Б. А. Исследование факторов, определяющих физическую подготовку конькобежцев высокой квалификации : автореф. дис. ... канд. пед. наук / Стенин Б. А. – М., 1973. – 22 с.

141. Стародубцева, Е. С. Динамика основных тренировочных упражнений квалифицированных пловцов 12-14 лет в годичном макроцикле подготовки : автореф. дис. ... канд. пед. наук / Стародубцева Е. С. – М. – 2005. – с. 24.

142. Страж, В. А. Метаболические эффекты повторной кратковременной работы / В. А. Страж, С. П. Кузнецов // Теория и практика физической культуры. – 1980. – С. 13 – 17.

143. Суслов, Ф. С чего начинается бег / Ф. Суслов. – М. : Физкультура и спорт, 1974. – 167 с.

144. Тимакова, Т. О. Экспериментальное обоснование методов определения перспективности юных спортсменов : автореф. дис. ... канд. пед. наук / Тимакова Т. О. – М., 1975. – 26 с.

145. Тимоничева, Т. П. Использование параметров кислотно-щелочного равновесия крови для контроля за тренировочным процессом / Т. П. Тимоничева, Н. А. Усакова // Конькобежный спорт. – 1981. – С. 35 – 40.

146. Травин, Ю. Г. Исследование закономерностей возрастных изменений выносливости и построения многолетней тренировки юных бегунов на средние дистанции : автореф. дис. ... док. пед. наук / Травин Ю. Г. – М., 1975. – 31 с.

147. Третьяков, Н. Д. О развитии скорости в плавании: автореф. дис. ... канд. пед. наук / Третьяков Н. Д. – Л., 1961. – 20 с.

148. Туманян, Г. С. Телосложение и спорт / Г. С. Туманян, Э. Г. Мартиросов. – М. : Физкультура и спорт, 1976. – 237 с.

149. Уилмор, Д. Х. Физиология спорта и двигательной активности / Д. Х. Уилмор, Д. Л. Костил. – Киев : Олимпийская литература, 1977. – 503 с.

150. Устьячкинцев, Ю. А. Исследование динамики физической подготовленности и нагрузок пловцов в годичном цикле тренировки : автореф. дис. канд. пед. наук / Устьячкинцев Ю. А. – М., 1979. – С. 22.
151. Уткин, В. Л. Биомеханические аспекты спортивной тактики / В. Л. Уткин. – М. : Физкультура и спорт, 1984. – 128 с.
152. Фарфель, В. С. Системная физиологическая характеристика физических упражнений / В. С. Фарфель // Теория и практика физической культуры. – 1939. – № 3. – С. 56.
153. Фарфель, В. С. Исследование по физиологии выносливости / ред. В. С. Фарфель. – М., Л. : Физкультура и спорт, 1949. – 270 с.
154. Фарфель, В. С. Классификация движений в спорте / В. С. Фарфель // Теория и практика физической культуры. – 1970. – № II. – С. 4 – 7.
155. Филин, В. П. Теория и методика юношеского спорта / В. П. Филин. – М. : Физкультура и спорт, 1987. – 129 с.
156. Филин, В. П. Основы юношеского спорта / В. П. Филин, Н. А. Фомин. – М. : Физкультура и спорт, 1980. – 255 с.
157. Фольберт, Г. В. Об основных закономерностях процессов утомления и восстановления / Г. В. Фольберт // Процессы утомления и восстановления деятельности организма. – Киев : Б.И., 1958. – С. 3 – 11.
158. Ханин, Ю. Л. Стресс и тревога в спорте / Ю. Л. Ханин. – М. : Физкультура и спорт, 1983. – 288 с.
159. Харе, Д. Учение о тренировке / Д. Харе. – М. : Физкультура и спорт, 1971. – 325 с.
160. Харрисон, Дж. Биология человека / Дж. Харрисон, Дж. Уайнер, Дж. Таннер. – М. : Мир. – 340 с.
161. Хилл, А. Механика мышечного сокращения / А. Хилл. – М. : Мир, 1972. – 183 с.
162. Хныкина, А. М. Использование биохимических показателей в управлении тренировочным процессом высококвалифицированных биатлонистов / А. М. Хныкина, Л. С. Вознесенский // Теория и практика физической культуры. – 1982. – № II. – С. 24 – 26.
163. Хрущев, С. В. Объем сердца у юных спортсменов / С. В. Хрущев, О. А. Споров // Теория и практика физической культуры. – 1973. – № 10. – С. 35 – 38.
164. Цыпкин, Я. З. Адаптация и обучение в автоматических системах / Я. З. Цыпкин. – М. : Наука, 1968. – 399 с.

165. Черемисинов, В. Н. Кислородный долг при напряженной мышечной деятельности : автореф. дис. ... канд. биол. наук / Черемисинов В. Н. – М., 1970. – 18 с.

166. Черняк, А. В. Методика планирования тренировки тяжелоатлета / А. В. Черняк. – М. : Физкультура и спорт, 1978. – 135 с.

167. Шеррер, Ж. Физиология труда (эргометрия) / Ж. Шеррер. – М. : Медицина, 1973. – 496 с.

168. Ширковец, Е. А. Функциональные возможности – одна из предпосылок ранних достижений в спортивном плавании / Е. А. Ширковец, Б. Серафимова // Теория и практика физической культуры. – 1972. – № 5. – С. 56 – 59.

169. Щумаков, В. И. Моделирование физиологических систем организма / В. И. Щумаков [и др.]. – М. : Медицина, 1971. – 351 с.

170. Эрдманис, Х. А. Исследование эффективности построения тренировки бегунов на средние дистанции с одним и двумя этапами соревнований в годичном цикле : автореф. дис. ... канд. пед. наук / Эрдманис Х. А. – М., 1975. – 22 с.

171. Яковлев, Н. Н. Биохимия спорта / Н. Н. Яковлев. – М. : Физкультура и спорт, 1974. – 287 с.

172. Abernethy, P. J. Thayer R., Thayer A/W/ Acute and hronic responses of skeletal muscle to endurance and sprint exercise a review // Sport Medicinee / 1990. V.10. – P. 365-389

173. Andrew, O.T.J. , Gusman C. A., Becklate M. R. Effect of athletic training on exercise cardiac output // J.Appl. Physiol. – 1966. – V. 21. – P. 603-608.

174. Astrand P. O. Blood lactates after prolonged severe exercise // J. Appl. Physiol. – 1963. – V. 18. – P. 629-22.

175. Astrand P. O., Rodahl K.M.D. Textbook of Work Physiology. H.Y. : Mc.Graw -Hill Book Company, 1970. – 669 P.

176. Bevergard S., Holmgren A., Sonsson B. Circulatory studies in well-trained athletes at rest and during heavy exercise, with special reference to stroke volume end the influence of body position // Acta physiol. Scand. – 1963. – V. 57. P. 26.

177. Brooks G. A., Hittenelman K. J., Faulkner J. A., Bayer B. E. Temperature, sucletal muscle mitochondrial function and oxygen debt // Am. J. Physiol. – 1971. – V. 220. – № 4. – P. 1055

178. Burke E., Pranks B. D. Changes in $\text{Vo}_{2\text{max}}$ resulting from bicycle training intensities holding total mechanical work constant // Res. Quart. – 1975. – 46. – № 1. – P. 31-37.
179. Constable S. H., Collins R. L., Kranenbuhl G. S. The specificity of endurance training of muscular power and fiber size // Ergonomics. – 1980. – V. 23. – № 7. – P. 667-678.
180. Costill P. L. Metabolic responses during distance running // J. Appl. Physiol. – 1970. – V. 28. – P. 251-255.
181. Costill D. L., Bower K., Jbranam G. Muscle glycogen utilisation during prolonged on successive days // J. Appl. Physiol. – 1971. – V. 31. – P. 834-838.
182. Di Prampero P. E., Peeters L., Margaria R. Alactic O₂ debt and Lactic acid production after exhausting exercise in man // J. Appl. Physiol. – 1973. – V. 34. – № 5. – P. 528-632.
183. Dill D. B. The economy of muscular exercise // Physiol. Rev. – 1936. – V. 16. – P. 263-291.
184. Douglas P. G.V. and M. R. Becklake: Effect of seasonal training on maximal cardiac output // J. Appl. Physiol. – 1968. – V. 25. – P. 600-605.
185. Eckblom B., Hermansen L. Cardiac output in athletes // J. Appl. Physiol. – 1968. – V. 25. – №5. – P. 619-625.
186. Erickson B. P., Gollnick P. D., Saltin B. Muscle metabolism and enzyme activities of training in boy 11-13 years old // Acta Physiol. Scand. – 1972. – V. 87. – P. 231-239.
187. Fox E. L. , Bartels R. L., Billings C. E. , Mathews D. K., Bason R. and Webb W. M.: Intensity and distance of interval training programs and changes in aerobic power // Med. Sci. Sport. – 1973. – V. 5. – P. 18-22.
188. Foss M. L., Keteyian S. J. Fox' Physiological Basis for Exercise and Sport.- 6th ed / New York,-1998.- P.620
189. Gollnick P. D., Armstrong R. B., Solting B., Saubert C. W., Sembrowich V. L., Shephard R. E. Effect of training on enzyme activities and fiber composition of human skeletal muscle. – J. Appl. Physiol. – 1973. – V. 34. – P. 107-111.
190. Gregory L. V. The Development of Aerobic Capacity. A Comparison of Continuous and Interval Training // Res. Quart.- 1979. – V. 50. No. 2. – P. 199-206.
191. Grimby G., N. J. Nilsson and B. Saltin: Cardiac output during submaximal and maximal exercise in active middle-aged athletes // J. Appl. Physiol. – 1966. – V. 21. – P. 1150-1156.

192. Gordon S. M., Beliaev S. B. Parametric training // Pool Side Publication of swimming coaches association of America.-2004/- October/- P.17-18.

193. Hagberg J. M., Mullin J. P., Negle P. J. Effect of work intensity and duration of recovery // J. Appl. Physiol. – 1980.- No. 3. – P. 540-544.

194. Hansen J. E., Stelter G. P., Vogel J. A. Arterial pyruvate, lactate, pH and PCO₂ during work at sea level and high altitude //J. Appl. Physiol. – 1967. – V. 23. – P. 523-526.

195. Henry P. M. Theoretical rate equation for world-record running speeds // Science. – 1954. – V. 120. № 3130. – P. 1073-1074.

196. Hill A. V. Muscular movement in man. Baltimore: McTraw-Hill Book. – 1926.

197. Holmer J. Physiology of swimming man // Acta Physiol. Scand. – 1974. – Suppl. 407. – P. 52.

198. Karlsson J. Lactate and phosphagen concentrations in working muscle of man // Acta physiologica scandinavica. – 1971. – Suppl. 358.

199. Keiji Yamaji, Mitsumasa Migashita. Effect of long-term (3 years) physical training on cardio-respiratory of middle and long distance runners // Japanese Journal of physical Education. – 1976. – V. 24. – No. 4.

200. Kennelly A. E. Changes during the last twenty years in the world's speed records of racing animals // Proc. Am.Acad. Arts and Science. – 1926. – V. 61. – P. 487.

201. Keul J., Keppeler D., Doll E. Standard bicarbonate, pH, Lactate and pyruvate concentrations during and after muscular exercise // German Medical Monthly. – 1967. – V. 12. – P. 156.

202. Knuttgen H. G. Oxygen debt, lactate, pyruvate and excess lactate of muscular work // J. Appl. Physiol. – 1962. – V. 17. – P. 639.

203. Margaria R., Cerretelli P., Mangili P. Balance and kinetic of anaerobic energy release during strenuous exercise // J. Appl. Physiol. – 1964. – V. 19. – P. 623.

204. Noddesjo L.-O. The effect of quantitated training on the capacity for short and prolonged work // Acta Physiol. Scand. – 1974. – Suppl. 405.

205. Oscai L. B., Hole P. A., Brei B., Holoszy J. O. Cardiac growth and respiratory enzyme levels in male rats subjected to a running program // Amer. J. Physiol. – 1971. – V. 220. – № 5. – P. 1238-1241.

206. Pugh G. G. T. The influence of wing resistance in running and walking and the mechanical efficiency of work against horizontal or vertical forces // J. Physiology. – 1971. – V. 213. №2. P. 255-276.

207. Ralston H. J., Polissar LI. J., Luinan V. T., Close J. R., Feinstein B. Dynamic features of human isolated voluntary muscle in isometric and free contractions // J. Appl. Physiol. – 1949. -V. 1. – P. 526-533.

208. Reindell H. u. Rosckamm H. – Ein Beitrag zu den physiologischen Grundlagen des Intervalltrainings unter besonderer Berücksichtigung des Kreislaufes // schweiz, Z. f. Sportmedizin Geneve, 1959, Bd.7, № 1.

209. Reindell H., Roskamm K., Gerschler W.,- Das Intervalltraining, Munchen, 1962.

210. Reindell H. K., Konig K., Roskamm H. Funktionsdiagnostik des gesunden und kranken Herzens,- Stuttgart: Georg Thieme Verlag, 1967.

211. Response of exercise after bed rest and other training / Saltin B., Blomqvist G., Mitchell J. et al // Circulation. – 1968. – V. 38. – № 6. – Suppl. № 7. – P. 1-78.

212. Rodahl K., Miller H. J., Issekuto B. Plasma free fatty acids in exercise // J. Appl. Physiol. – 1964. – V. 19. – P. 489.

213. Saltin B. Astrand P.O. Maximal oxygen uptake in athletes // J. Appl. Physiol. – 1967. – V. 23. – P. 353-358.

214. Saltin B. L., Hartley H., Xilbom A. and Adstrand I.: Physical training in sedentary middle-aged and older men. Oxygen uptake, heart rate, and blood lactate concentration at submaximal and maximal exercise // Scand. J. clin. Lab. Invest. – 1969. – V. 24. – P. 323-334.

215. Sahlin K. Muscle Fatigue and Lactic Acid Accumulation // Acta Physiol. Scand.-V.108 (Suppl. 556).-1986.-P.83-91.

216. Selye G. Studies on Adaptation // Endocrinol. – 1937. – V. 21.

217. Sjostrand T. The total quantity of hemoglobin in man and its relation to age, sex, body weight, height // Acta Physiol. Scandin. – 1949. – V. 18. – P. 325-333.

218. Smith O. J., Wenger H. A. The 10 day aerobic mini-cycle the effects of interval or continuous training at two different intensities // J. Sports. Med. – 1980. – V. 21. – № 4. – P. 390-394.

219. Specificity of the anaerobic threshold in endurance trained cyclists and runners / Winters B. T., Shirman W. M. , Miller S. N., Costill P. L. // Eur. J. Appl. Physiol. – 1981- V. 47. – №. 1. – P. 93-104.

220. Wahren J., Felig D., Hendler A., Ahlberg G. Glucose and amido acid metabolism during recovery after exercise // J. Appl. Physiol. – 1973. – V. 34. – P. 838-845.

221. Wilmore J., Poice H. J., Girandola R. IT., Hatch F. I. and Katch V. L.: Physiological alternations resulting from a 10-week program of jogging // I. Ted. Sci. Sports. – 1970. – V. 2. – P. 1-14.

222. Wirch A., Keerman G., Ecker V/. et al. Metabolic response to heavy physical exercise befor and after 3-month training period // Eur. J. Appl. Physiol. – 1979. – V. 41. – № 1. – P. 51-59.



Издательство “ФИЗИЧЕСКАЯ КУЛЬТУРА”

Издательство выпускает учебную и научно-методическую литературу для широкого круга читателей и предлагает большой выбор учебников, учебных пособий, монографий, учебных программ и справочной литературы для высших учебных заведений, ведущих образовательные программы по направлению Физическая культура,

специальностям:

- Физическая культура и спорт
- Физическая культура для лиц с отклонениями в состоянии здоровья (Адаптивная физическая культура)
- Рекреация и спортивно-оздоровительный туризм



Адрес:

105122, Москва,

Сиреневый б-р, 4

Тел./факс: 8 (495) 166-13-00

E-mail: fizkult@mail.ru

ДЛЯ ЗАМЕТОК

ДЛЯ ЗАМЕТОК

ДЛЯ ЗАМЕТОК

ДЛЯ ЗАМЕТОК

Научное издание

Гордон Сергей Марткович

Спортивная тренировка

Научно-методическое пособие

Корректор С. В. Соколова
Компьютерная верстка Е. Г. Радченко

Подписано в печать
Формат 60х90/60. Бумага офсетная. Гарнитура Таймс.
15,5 усл.-печ. л. Тираж 1200 экз. Заказ № 81

Издательство «Физическая культура»
105122, г. Москва, Сиреневый бульвар, д. 4.
Тел. (495) 166-13-00

Отпечатано в типографии ООО "Диалог",
127410, г. Москва, пр-д Путевой, д. 22.