

1401

Государственный центральный ордена Ленина
институт физической культуры

На правах рукописи

С.Д. НЕВЕРКОВИЧ

**ИССЛЕДОВАНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ ФОРМ
РАБОТЫ СПОРТСМЕНА В СИСТЕМАХ АВТОМАТИЧЕСКОГО
УПРАВЛЕНИЯ СРОЧНЫМ ТРЕНИРОВОЧНЫМ ЭФФЕКТОМ**

(Диссертация написана на русском языке)

СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 13734 - ТЕОРИЯ И МЕТОДИКА
ФИЗИЧЕСКОГО ВОСПИТАНИЯ И СПОРТИВНОЙ
ТРЕНИРОВКИ

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

диссертации на соискание ученой степени
кандидата педагогических наук

Москва - 1972 г.

Диссертационная работа выполнена на кафедре теории и методики физического воспитания /зав.кафедрой - профессор А.Д.Новиков /Государственного Центрального ордена Ленина института физической культуры /ректор института - доцент В.И.Маслов/.

Научный руководитель - доктор педагогических наук, профессор В.М.Запирский.

Научный консультант - кандидат биологических наук, доцент Н.И.Волков

О Ф И Ц И А Л Ь Н Ы Е О П П О Н Е Н Т Ы :

доктор биологических наук, профессор В.С.Фарфель
кандидат педагогических наук, доцент А.Ф.Бойко

Ведущее высшее учебное заведение - ГДОУФК им.Лесгафта

Автореферат разослан "16" И 1972г.

Защита диссертации состоится "16" И 1972г.

на заседании Совета Государственного Центрального ордена Ленина института физической культуры по адресу: Москва, ул.Казакова, д.18.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке института.

Ученый секретарь Совета В.В.Столбов

Обычный способ тренировки выносливости, используемый в практике, состоит в том, что спортсмену задают определенную мышечную нагрузку, ориентируясь при этом на такие внешние признаки выполняемой работы как скорость передвижения, длина отрезков и т.п. При этом степень физиологического воздействия этих упражнений на организм не учитывается вовсе, или регистрируется как чисто второстепенный фактор.

Было предложено /В.М.Защирский 1963, 1964, 1965/ использовать для дозировки нагрузки не величину мышечной работы, которую должен выполнить спортсмен, а непосредственно характер и степень ответных физиологических реакций срочный тренировочный эффект/, возникающих в результате выполнения тренировочных заданий.

СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА

Управляя поведением спортсмена во время выполнения тренировочного задания, тренеру приходится выполнять значительный объем чисто механической работы, которую можно было бы возложить на автоматические устройства. Примером подобных устройств, предназначенных для облегчения работы тренера и дающих возможность гораздо эффективнее строить тренировочный процесс, явились так называемые автономные кардиолидеры - технические устройства, замыкающие спортсмена в цепь обратной связи, и позволяющие программировать ему желаемую частоту сердечных сокращений.

В то же время было выяснено, что дальнейшее совершенствование методов программированной тренировки, в частности, создание кардиолидеров более совершенных конструкций, зави-

сит от полноты наших знаний об особенностях работы спортсмена в цепи технических устройств обратной связи. Многие характеристики кардиолидеров первых типов выбирались наугад, без должного экспериментально-теоретического обоснования и без учета специфики работы в системе "спортсмен-автокардиолидер".

Возникающая здесь задача близка к тем проблемам, которыми занимаются в инженерной психологии /изучение систем "человек-автомат"/, с тем лишь отличием, что в данном случае объектом произвольного управления становится деятельность собственного сердца.

Исследование ряда физиологических показателей /Н.И. Волков с соавт., 1968, 1969/ при выполнении непрерывной мышечной работы в условиях программирования частоты сердечных сокращений позволило разработать некоторые рекомендации по применению указанного метода в практике спортивных тренировок.

На основе полученных данных /В.Д.Чепик, 1968, 1969 и др./ были сделаны первые шаги по применению метода кардиолицирования в спортивной практике.

Появление кардиолидеров и телеметрической методики определения частоты пульса дало возможность исследовать изменение различных физиологических показателей при программировании спортсменам мышечной нагрузки, дозируемой по ЧСС /Н.И.Волков и др. 1969; В.Д.Чепик и др., 1969; Ф.П.Суслов и др., 1970; Ю.Г.Крылатых и др., 1970; Г.В.Мелленберг и др., 1970/.

Первый опыт эксплуатации автокардиолидеров показал принципиальную возможность осуществления спортивной тренировки на основе программирования срочного тренировочного эффекта.

Однако, полученных данных о воздействии нагрузок, дозируемых по ЧСС, на организм спортсмена и данных о практиче-

ском использовании метода кардиолицирования, явно недостаточно.

ЗАДАЧИ, МЕТОДЫ И ОРГАНИЗАЦИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

В работе были поставлены 2 основные задачи:

1/Изучить особенности работы человека в системе "спортсмен - кардиолицидер", что должно послужить основой для оптимизации конструкции автокардиолицеров;

2/Разработать пути практического использования метода кардиолицирования в спортивной практике.

Эти задачи решались в двух сериях экспериментов.

Первая серия экспериментов. В связи с тем, что технические требования к первым вариантам автокардиолицеров выби-
рались наугад, естественным явился поиск оптимального способа управления срочным тренировочным эффектом, исходя из возможностей работы человека /спортсмена/ в цепи технических устройств обратной связи.

Первая серия экспериментов посвящена решению следующих задач:

а/ определение длины реализации, репрезентативной для оценки качества регулирования;

б/ нахождение оптимального способа сигнализации;

в/ выбор оптимальной зоны нечувствительности автокардиолицера;

г/ определение оптимального способа управления срочным тренировочным эффектом.

Вторая серия экспериментов. Создание кардиолицеров позволило подойти вплотную к обоснованию метода программированной тренировки по пульсу. Поэтому вторая серия эксперимен-

тов была посвящена задачам:

а/ выяснить физиологические характеристики повторной мышечной работы, выполняемой при разной ЧСС ;

б/ изучить влияние тренировочных нагрузок с разной ЧСС на работоспособность спортсменов;

в/ исследовать возможность использования метода кардиолицирования в целях педагогического контроля, для чего определить с помощью этого метода динамику состояния спортсменов в различные тренировочные периоды;

г/ получить данные о скорости передвижения бегунов и конькобежцев на разных уровнях ЧСС, с целью дальнейшего использования их /данных/ в управлении тренировочным процессом.

Для решения поставленных задач нами использовались следующие методы исследований:

1/ педагогические эксперименты,

2/ длительные динамические наблюдения,

3/ сравнительные эксперименты в лабораторных и полевых условиях.

По ходу опытов применялись следующие методики исследования:

1. Респирометрические измерения.

2. Газометрические определения, в частности, определение максимального потребления кислорода.

3. Измерение частоты сердечных сокращений.

4. Метод кардиолицирования.

5. Определения регуляторных характеристик человека с использованием аналоговой вычислительной машины МН-7.

6. Методы математической статистики:

а/ методы теории случайных функций,

- б/ специальные программы для расчета скользящей средней и среднего квадрата отклонения;
- в/ программа "Аппроксимация" функции нескольких переменных по методу наименьших квадратов;
- г/ стандартная программа двухфакторного дисперсионного анализа.

Эксперименты проводились на автокардиолидерах разных конструкций: 1/автокардиолидер-1 - стационарный прибор /автор Мачин А.М., 1967/ - предназначен для проведения экспериментов по исследованию возможности программирования тренировочного задания по ЧСС как в лабораторных, так и полевых условиях; 2/автономный автокардиолидер /В.Д.Уткин, В.Д.Чепик, 1968/; 3/кардиолидер ВИСТИ /В.М.Перлов, 1969/; 4/миниатюрный автокардиолидер /В.И.Болбат, 1971/.

В лабораторных экспериментах принимали участие, как правило, высококвалифицированные спортсмены - велосипедисты I спортивного разряда и мастера спорта.

В полевых экспериментах участвовали бегуны и конькобежцы - спортсмены I спорт.разряда, кандидаты в мастера спорта и мастера спорта, в том числе члены сборной молодежной команды СССР по бегу на средние дистанции.

I. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ ТРЕБОВАНИЙ К АВТОКАРДИОЛИДЕРАМ НА ОСНОВЕ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА РЕГУЛИ- РОВАНИЯ В СИСТЕМЕ "СПОРТСМЕН-КАРДИОЛИДЕР"

а/ Определение репрезентативной длины реализации

Был проведен эксперимент по определению репрезентативной длины реализации, при которой оценка качества регули-

рования $\int_0^T |df(t)| dt$ при одинаковых для всех экспериментов условиях оставалась бы приблизительно постоянной. Иными словами, нужно было определить, на участке какой длины можно получить хорошо воспроизводимую оценку качества регуляции.

Испытуемые выполняли работу в течение 60 минут на каждом из следующих уровней ЧСС - 100, 130, 150 и 165 уд/мин. Полученные с помощью ЭВМ оценки точности выполнения программы /интегралы напряжений, пропорциональные суммарному отклонению от программы/ суммировались по 10-ти, 15-ти и 20-ти минутным интервалам. Затем полученные данные /см.табл.1/ обрабатывались по формуле:

$$M = \frac{x_{max} - x_{min}}{\bar{x}} \cdot 100\%,$$

где M - величина ошибки при выполнении задания;

x_{max} - максимальное значение ошибки в исследованных интервалах;

x_{min} - минимальное значение ошибки в исследованных интервалах;

\bar{x} - среднее значение ошибки в исследованных интервалах.

В результате эксперимента было найдено, что отрезок времени длительностью 20 минут является наиболее оптимальным и вполне приемлемым для оценки качества регулирования человека в системе "спортсмен-кардиолидер".

6. Поиск оптимальной зоны нечувствительности кардиолидера

В рабочих схемах существующих кардиолидеров зона нечувствительности практически равна нулю. Выполнение заданий с

Таблица I

Оценки качества регулирования в реализациях разной продолжительности /в %/

Испытуе- мые	100 в л/мин			130 в л/мин			150 в л/мин			165 в л/мин		
	10 мин	15 мин	20 мин	10 мин	15 мин	20 мин	10 мин	15 мин	20 мин	10 мин	15 мин	20 мин
К.Б.	27	30	15	22	19	15	18	16	14	35	21	3
Б.В.	12	11	4	12	8	5	11	12	10	12	6	5
Т.М.	24	26	18	15	10	4	28	16	4	20	13	5
М.А.	12	16	8	28	18	11	26	20	9	2*	8	6
М.В.	12	10	8	15	11	7	36	17	11	27	22	9
\bar{X}	17	19	11	18	13	8	21	16	10	24	14	6

подобными кардиолидерами заставляет спортсмена очень внимательно следить за характером сигнала рассогласования и постоянно изменять режим работы /например, уменьшать или увеличивать частоту педалирования/, что при длительной работе утомляет спортсмена.

Это, естественно, наводило на мысль поиска оптимальной зоны нечувствительности кардиолидеров. Оптимальность зоны нечувствительности в случае регулирования ЧСС оценивалась степенью точности выполнения программных значений ЧСС. В эксперименте исследовались зоны нечувствительности $+2$, 5 и 10 уд/мин на частотах пульса 130 и 150 уд/мин. Каждый испытуемый работал по 20 минут в каждой из указанных зон и на каждом из уровней ЧСС. Критериями оптимальности являлись: интеграл отклонения от программного уровня ЧСС и среднее квадратическое отклонение частоты педалирования, а также субъективный отчет испытуемых и анализ их работы после выполнения всей программы эксперимента. Опыт показал, что наиболее приемлемой зоной нечувствительности является зона, равная $+5$ уд/мин. По всей вероятности зона нечувствительности равная $+2$ уд/мин не является лучшей в связи с тем, что у хорошо тренированных спортсменов скорость падения и увеличения ЧСС при выполнении работы достаточно высока и поэтому при выполнении программного задания данная зона нечувствительности мало чем отличается от зоны, равной нулю. В свою очередь, расширение зоны нечувствительности до $+10$ уд/мин увеличивает устойчивость системы, но одновременно увеличивает и статическую ошибку системы "спортсмен-кардиолидер". Следовательно, зона $+10$ уд/мин не является наилучшей.

в. Определение оптимального способа сигнализации
в системе "спортсмен-кардиолидер"

В проведенных исследованиях сопоставлялась эффективность зрительной и звуковой сигнализации. Испытуемым предлагалось точно выполнять задаваемую программу ЧСС. При этом в первом случае испытуемые ориентировались по звуковому сигналу /недобор-сигнал с частотой 400 гц, перебор - сигнал с частотой 800 гц/. Во втором случае испытуемые должны были отслеживать сигнал, поступающий на экран двухлучевого осциллоскопа. Критериями оптимальности служили наименьшая величина интеграла отклонений от программной ЧСС, а также минимум среднеквадратического отклонения оборотов педалей эргометра.

В результате исследования выяснилось /см.табл.2/, что при зрительной индикации точность выполнения программы существенно выше /в среднем на 15%/. Эта закономерность прослеживается как по 10-ти, 20-ти, так и по 60-ти минутным отрезкам выполнения программы уровня ЧСС. Видимо, в некоторых видах спорта /велосипед, гребля и ряде других/ целесообразно апробировать кардиолидеры со зрительной индикацией.

г. Эффективность пропорционально-дифференциального
способа управления сбочным тренировочным эффектом
при работе в системе "спортсмен-автокардиолидер"

Во всех кардиолидерах применяется прямопропорциональный способ управления. В этом случае зависимость между громкостью звукового сигнала, подаваемого испытуемому, и величиной рассогласования с программными значениями ЧСС определяется уравнением

$$y = k \cdot x,$$

Таблица 2

Сравнительная эффективность зрительной индикации

Величина интеграла отклонения от программы глаза в условных ед. / за 60 мин. работы /

Испы- туемые	100 уд./мин.		130 уд./мин.		150 уд./мин.		165 уд./мин.	
	звук. зрит.	раз- личие	звук. зрит.	раз- личие	звук. зрит.	раз- личие	звук. зрит.	раз- личие
К.Б. в %	6766	5960 +806 +12%	6592	5421 +1171 19%	7492	6360 +1132 15%	7505	7003 +502 6,7%
Т.М. в %	7288	6872 +416 5,4%	7279	6646 +633 8,6%	8386	7529 +857 10,2%	8009	7224 +785 9,6%
Б.В. в %	6986	6133 +753 10,8%	7844	7101 +742 9,9%	8191	6661 +1530 18,2%	8709	6971 +1838
М.В. в %	8181	6315 +1266 15,5%	9173	7288 +985 10,3%	8741	7213 +1528 17,9%	8760	7521 +1236 14,3%
М.А. в %	7347	5773 +1564 21,2%	8513	7174 +1339 15,3%	8112	6957 +1255 15,6%	7981	5569 +2412 31,2
в среднем в %		13%		12,6%		15,2%		16,4%

II.

где y - сила звука, x - величина рассогласования.

Недостатком данного способа управления является то, что спортсмену подаётся сигнал лишь тогда, когда он значительно недовыполняет или перевыполняет задаваемую ему программу ЧСС. Поэтому, при прямопропорциональном способе управления, спортсмену приходится затрачивать много внимания для выполнения программного задания на определенном уровне ЧСС, а в системе "спортсмен-кардиолидер", вследствие колебания регулируемой величины в переходных процессах, возникают нежелательные явления, связанные с неустойчивостью системы.

В.М.Зациорским /1968/ было предложено использовать пропорционально-дифференциальный способ управления срочным тренировочным эффектом. Предполагалось, что введение производной в процесс управления в вышеуказанной системе устранит нежелательные колебания регулируемой величины. В таком случае закон управления будет выражаться дифференциальным уравнением вида

$$y = k_1 x + k_2 \frac{dx}{dt}.$$

Целью нашего эксперимента являлось исследование эффективности прямопропорционального и пропорционально-дифференциального способов управления при различных зонах нечувствительности автокардиолидера и разных пульсовых режимах работы спортсмена в данной системе.

Каждый из испытуемых работал на двух пульсовых режимах - 130 и 165 уд/мин., при трёх зонах нечувствительности кардиолидера - 2, 4 и 6 уд/мин и двух способах управления - прямопропорциональном и пропорционально-дифференциальном. Использовался звуковой тип индикации.

Численный материал, характеризующий тот или иной способ управления, представлен в табл.3.

Таблица 3

Качество регулирования в системе "спортсмен-кардиолитер" при различных способах управления и зонах нечувствительности на ЧС 165 уд/мин /средние данные/

Показатели	2		4		6	
	K, X	$K, X + K_2 \frac{dx}{dt}$	K, X	$K, X + K_2 \frac{dx}{dt}$	K, X	$K, X + K_2 \frac{dx}{dt}$
Величина интеграла за 20-минутный период работы	140,0	89,2	212,1	135,5	204,5	165,8
Средний квадрат отклонения частоты педалирования	1,25	0,96	1,21	0,79	1,32	0,98
Количество выходов из зоны нечувствительности	32	7	18	3	6	2

Критериями оптимальности при выборе лучшего способа управления служили:

- интеграл отклонения от заданной программы ЧСС, выраженный в условных единицах;
 - среднеквадратическое отклонение частоты оборотов педалей при выполнении программы;
 - количество выходов из зоны нечувствительности,
- а также ряд других показателей.

Из результатов исследования видно, что если в управление вводится производная, то спортсмен реагирует не только на то, каково отклонение ЧСС в данный момент времени, но также на то, будет ли отклонение в последующие моменты времени убывать или возрастать и с какой быстротой. В данном случае оператор /спортсмен/ работает как бы с опережением /с предварением/, улучшая качество процесса регулирования за счет учета тенденции последующего развития процесса. Следовательно, при введении производной качество регулирования улучшается, но в то же время возрастают требования к вниманию спортсмена.

2. ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОВТОРНОЙ МЫШЕЧНОЙ РАБОТЫ, ВЫПОЛНЯЕМОЙ ПРИ РАЗНОЙ ЧАСТОТЕ СЕРДЕЧНЫХ СОКРАЩЕНИЙ

Целью исследований являлось установление физиологических характеристик срочного тренировочного эффекта при повторных нагрузках, выполняемых при различных уровнях ЧСС.

Характер физиологической реакции при повторной работе, выполняемой в определенном пульсовом режиме, заметно различается в зависимости от избранной продолжительности периодов работы и отдыха.

Более наглядное представление о различиях в характере физиологических реакций на повторную тренировочную нагрузку при разных уровнях ЧСС дают графики на рис. 1-3.

Изменения мощности выполняемой работы, величины потребления O_2 и уровня выделения CO_2 свидетельствуют, что физиологическая реакция организма на повторную работу обнаруживает заметные индивидуальные различия.

Пульс 150 уд/мин. Во время непрерывной 30-минутной работы испытуемые поддерживали мощность, равную приблизительно 50% от индивидуальных значений критической мощности, где достигался максимум кислородного потребления. При этой мощности работы уровень потребления O_2 у испытуемых составлял 64-73% от величины максимального кислородного потребления. Кислородный долг при такой работе представлен только алактатной фракцией. Следует, однако, отметить, что степень физиологических сдвигов в организме в разных вариантах повторной работы примерно одинакова, т.е. в этом диапазоне не отмечается существенных различий в характере тренирующего эффекта у спортсменов высокой квалификации в зависимости от того, будет ли работа непрерывной или повторной.

Пульс 165 уд/мин. При выполнении 30-минутной работы квалифицированные велогонщики в наших опытах поддерживали мощность работы на уровне 75-85% от критической. Уровень потребления кислорода при этом составлял 80-90% от максимального значения. Такая нагрузка сопровождалась образованием кислородного долга и значительным выделением "излишков" CO_2 . Повторная работа с использованием кратковременных упражнений /1,5 и 3 мин/ по сравнению с непрерывной вызывает значительно больший кисло-

-110-

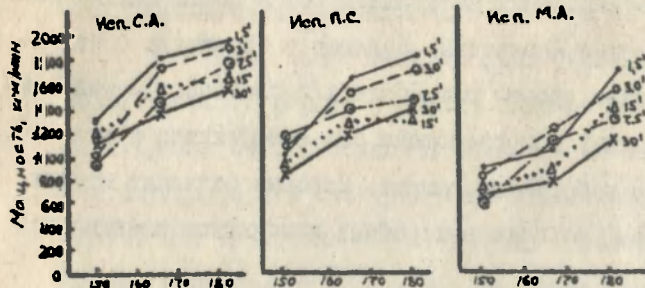


Рис. 1. Изменения мощности управления при разной ЧСС в повторной мышечной работе /цифры у кривых—продолжительность работы и отдыха/

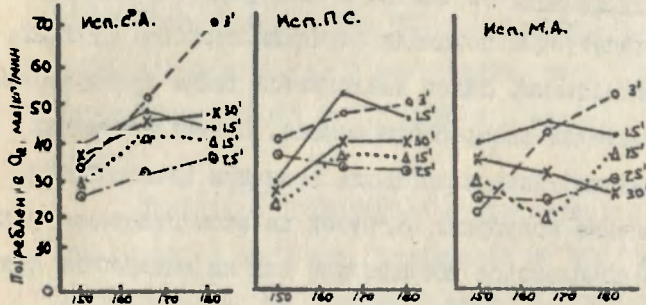


Рис. 2. Изменения уровня потребления O_2 при разной ЧСС в повторной мышечной работе /обозначения те же, что и на рис. 1 /

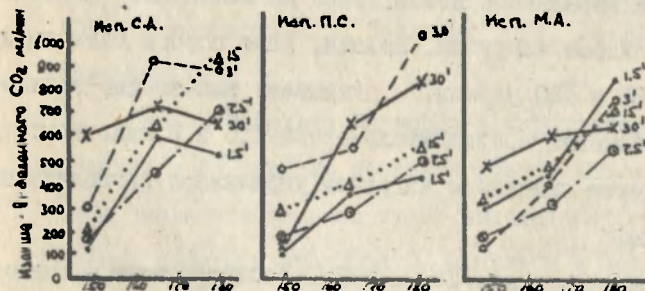


Рис. 3. Изменения "излишка" выделяемого CO_2 при разной ЧСС в повторной мышечной работе /обозначения те же, что и на рис. 1 /

родный долг и большее выделение "излишков" CO_2 . При средней продолжительности рабочих интервалов /от 3 до 15 мин./ наблюдается уменьшение анаэробных сдвигов в организме с одновременным снижением уровня потребления кислорода. По-видимому, это можно расценить как следствие более эффективной утилизации кислорода в работающих мышцах, которая отцалает момент обращения к использованию анаэробных источников энергии при работе.

Пульс 180 уд/мин. В опытах с непрерывной 30-минутной работой наши испытуемые показали значения аэробных функций, близкие к максимальным. Здесь наблюдаются также существенные сдвиги в показателях анаэробного обмена. В этих вариантах работы наблюдались также наибольшие величины кислородного пульса. Выполнение повторных нагрузок на этом пульсовом режиме оказывает комплексное воздействие как на анаэробные функции спортсменов, так и на аэробные.

Наиболее выраженное воздействие на изменение аэробных функций в диапазоне нагрузок, лежащих выше порога анаэробного обмена /ЧСС 165 и 180 уд/мин./, оказывает выполнение кратковременных упражнений продолжительностью 1,5 и 3 мин. Наиболее экономичны в этом диапазоне нагрузок упражнения продолжительностью 7,5 мин.

Н.И.Волков с соавт./1960,1963/, исследовавшие влияние различных видов интервальной тренировки, обнаружили, что эффект значительно меняется в зависимости от величины избранных интервалов работы и отдыха, а также интенсивности выполняемых упражнений. Результаты наших исследований срочного тренировочного эффекта повторных нагрузок, выполняемых на заданной ЧСС, подтверждают эти более ранние результаты и позво-

ляют внести уточнения в определение направленности тренирующего воздействия упражнений.

Для того, чтобы оценить роль таких факторов как продолжительность работы и отдыха и уровня программируемой ЧСС, действующих одновременно на организм спортсмена, был проведен двухфакторный дисперсионный анализ полученных данных. Результаты дисперсионного анализа свидетельствуют, что основные изменения в организме при работе определяются мощностью выполняемой работы, и что существует тесная зависимость между изменением уровня ЧСС при работе, с одной стороны, и изменениями в лёгочной вентиляции, потреблении O_2 , КЭР и других показателях при работе и в период восстановления, с другой.

Изменение продолжительности периодов работы и отдыха при мышечной нагрузке /дозированной по ЧСС/ в наибольшей степени сказывается на физиологических показателях, регистрируемых в период восстановления /вентиляционный эквивалент, ЧСС во время восстановления, "излишек" CO_2 , O_2 -пульс, лёгочная вентиляция/.

Взаимодействие факторов А /продолжительность работы и отдыха/ и В/ уровень программируемой ЧСС/ статистически значимо сказалось лишь на таких показателях, как мощность выполняемой работы и значения O_2 - пульса в период восстановления.

3. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ

КАРДИОЛИМИРОВАНИЯ

а. Исследование влияния тренировочной нагрузки, выполняемой при разной ЧСС, на работоспособность спортсменов

В данном эксперименте мы поставили перед собой задачу

проследить, как влияют на работоспособность спортсменов мышечные упражнения, вызывающие те или иные тренировочные сдвиги в организме.

9 спортсменов мужского пола в возрасте 20-26 лет, имеющих II-й спортивный разряд по бегу и лыжным гонкам, выполняли тренировочные упражнения, которые в зависимости от воздействия на организм, были разбиты на 3 группы. К первой группе были отнесены упражнения, при выполнении которых ЧСС составляла 145-150 уд/мин. /аэробная работа/. Ко второй - вызывающие повышение ЧСС в устойчивом режиме работы от 170-180 уд/мин и выше /преимущественно анаэробная работа/. Третью группу составляли смешанные упражнения, сопровождающиеся повышением ЧСС от 140 до 180 уд/мин. В соответствии с делением упражнений на три группы были разбиты и все испытуемые. Испытуемые I группы выполняли аэробную работу, второй - преимущественно анаэробную и третьей - смешанную. Продолжительность тренировочного периода для всех групп составляла 2 месяца. Тренировки проводились на модифицированном велоэргометре "Монарк" 4 раза в неделю продолжительностью от 1,5 до 2 часов.

В результате проведенной экспериментальной тренировки у всех без исключения испытуемых увеличилось общее время работы при выполнении контрольного теста. Наиболее значительно увеличилось общее время выполнения контрольного упражнения у спортсменов 3-ей группы, выполнявших смешанную тренировочную нагрузку /в среднем на 1 мин.39 сек./. Изолированное влияние на этот показатель аэробной и анаэробной работы было практически одинаковым. Средняя продолжительность выполнения контрольного теста в I-ой и во 2-ой группах спортсменов увеличилась соответственно на 1 мин. 09 сек. и на 1 мин.05 сек.

За период экспериментальной тренировки /см.рис.4/ произошли изменения в индивидуальных значениях потребления O_2 на каждом пульсовом режиме. У испытуемых 2-ой группы /уровень ЧСС на тренировках - 170-180 уд/мин/ потребление O_2 повысилось на всех пульсовых режимах контрольного теста. Однако наиболее значительные сдвиги произошли при выполнении работы на высоких пульсовых режимах - 165-180 уд/мин /в среднем, соответственно на 0,253 и 0,184 л.мин./ . Повысилось также значение потребления O_2 , которое достигалось при ЧСС около 190 уд/мин. Повышение же максимального потребления O_2 было, однако, не столь значительным и составило в среднем всего 0,079 л/мин.

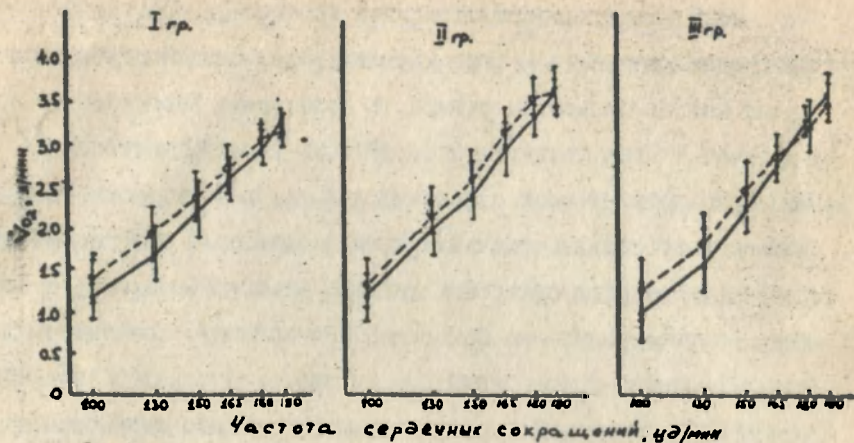
Проведенное исследование показало, что независимо от характера тренировочной нагрузки происходит повышение работоспособности занимающихся. Однако, размеры этого повышения и его механизмы, по-видимому, находятся в существенной зависимости от интенсивности применяемых упражнений.

б. Анализ скорости бегунов в условиях савинны

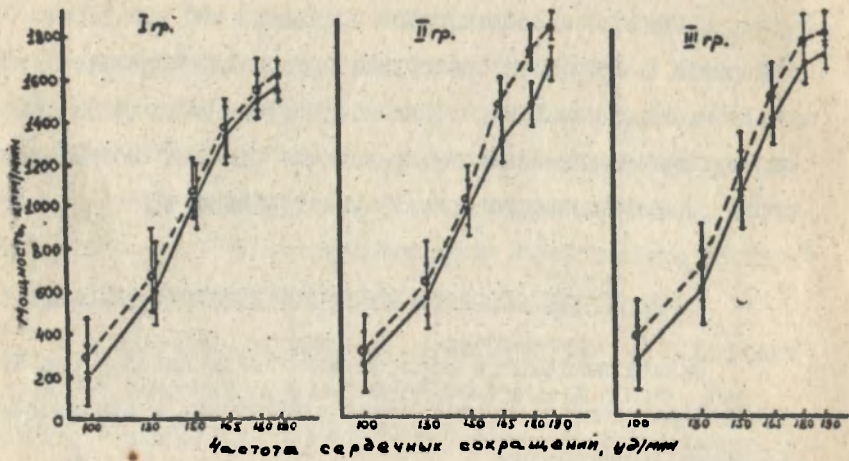
Задача настоящего исследования заключалась в экспериментальной разработке методов кардиолицирования в практических занятиях легкоатлетов.

В эксперименте приняли участие бегуны на средние и длинные дистанции - спортсмены молодежной команды СССР.

Программирование тренировочной работы строилось на основе данных, полученных при определении физиологических характеристик мышечной работы на различных уровнях ЧСС. Соответственно этому в качестве физиологических нагрузок были определены уровни ЧСС: 100, 130, 150, 165 и 180 уд/мин.



Частота сердечных сокращений, уд/мин
Рис. 4а. Потребление O_2 при работе на разных уровнях ЧСС до начала контрольной тренировки (—) и после её окончания (---)



Частота сердечных сокращений, уд/мин
Рис. 4б. Мощность выполняемой работы до (—) и после (---) окончания тренировки на разных уровнях ЧСС

Данные о скорости передвижения бегунов на исследуемых уровнях ЧСС приведены на рис.5. Из графика видно, что соотношение "скорость передвижения - ЧСС" сохраняет линейную зависимость на всем рассматриваемом диапазоне ЧСС.

В результате опроса участников, проведенного в конце и по ходу эксперимента, определялись некоторые предпосылки к педагогической характеристике указанного метода кардиолицирования. Звуковой сигнал не утомлял испытуемого, создавая одновременно более благоприятную обстановку для выполнения тренировочного задания. Кардиолицирование устраняет монотонность кроссового бега, в частности, вызывает интерес к контролю за работой собственного сердца и т.п. При этом возможность самоконтроля за техникой выполняемых движений остаётся прежней, как и в условиях работы без прибора. Исследования показали, что спортсмены быстро привыкают к прибору. Простота наложения электродов /обработка поверхности кожи обычной водой до лёгкого её покраснения/, элементарные условия управления работой прибора /переключение вручную по пяти программам/ делают систему автономного кардиолицера вполне универсальной для спортсменов разной спортивной квалификации, занимающихся упражнениями циклического характера .

в. Анализ скорости бегунов в условиях среднегорья

Известно, что показатели работоспособности спортсменов могут быть существенно улучшены в процессе акклиматизации и тренировки на высоте /А.Ф.Бойко, 1963; В. Велле, а о. , 1967; J. Faulkner, 1967 и др./.

Задача настоящего исследования заключалась в анализе изменения соотношения "скорость бега-частота пульса" в усло-

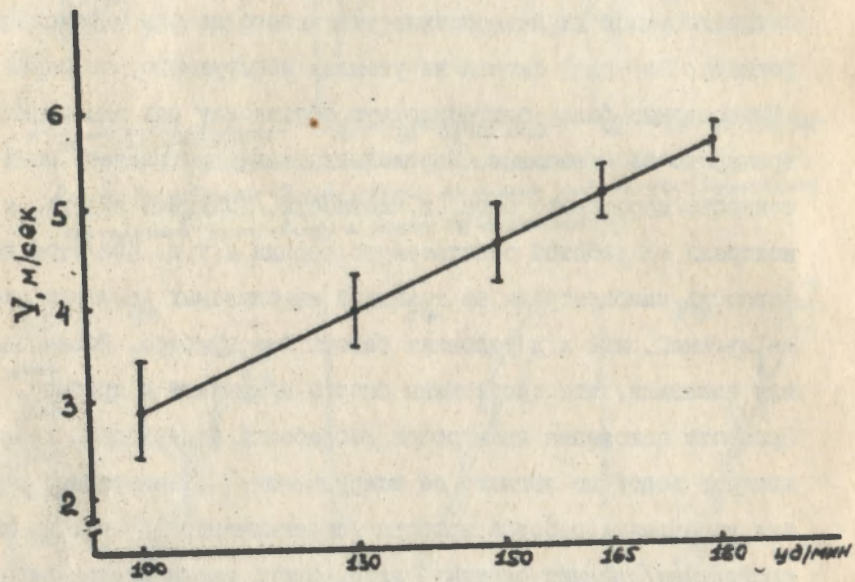


Рис. 5. Скорость передвижения бегунов на различных уровнях ЧСС

влях тренировки с кардиолидерами под воздействием условий среднегорья.

Опыты заключались в пробегании 1000-метровой дистанции в начале сбора /на 3-й и 4-й день/ и по окончании его /на 21 и 22 день/ на пульсовых режимах 150, 165, 180 и 200 уд/мин. Исследование скорости бега на более низких пульсовых режимах нам представлялось нецелесообразным, вследствие удлинения общего тренировочного времени. Скорость бега на уровне ЧСС, равном 200 уд/мин, была опробована лишь на 2-х спортсменах.

Из результатов исследования видно /см.табл.4/, что во время первых дней пребывания в среднегорье реакция ЧСС на предъявляемую нагрузку повышена, о чём свидетельствует более низкая скорость бега по сравнению с уровнем моря.

Сравнивая результаты времени пробегания 1000-метрового отрезка, полученные в начале и конце сбора, отмечается резкое его /времени/ уменьшение к концу пребывания на сборе. Уменьшение времени пробегания стандартного отрезка для различных пульсовых режимов было следующим- для 150 уд/мин - в среднем на 33 ± 5 секунд, для ЧСС 165 уд/мин в среднем на 23 ± 7 секунд и для уровня ЧСС 180 уд/мин - на 16 ± 8 секунд. Большой прирост в скорости пробегания стандартного отрезка на частотах пульса равных 150 и 165 уд/мин вполне соответствует характеру выполняемой испытуемыми тренировочной работы, проделанной за период сбора, т.к. проводились в большинстве случаев тренировочные занятия на пульсовых режимах порядка 150-170 уд/мин. Приведенные данные свидетельствуют о том, что уже через три недели пребывания в среднегорье работоспособность спортсменов приближается по своему уровню к работоспособности в условиях равнины.

Таблица 4

Время пробега на 1000-метрового отрезка на различных пульсовых режимах в начале и конце тренировочного сбора в среднегорье

Испытуемые	150 уд/мин		Раз- личие	165 уд/мин		180 уд/мин			
	в начале сбора	в конце сбора		в начале сбора	в конце сбора	в на- чале сбора	в кон- це сбора		
Т.С.	4'05"	3'41"	+24"	3'45"	3'29"	+16"	3'20"	3'01"	+19"
Т.О.	3'57"	3'26"	+31"	3'36"	3'17"	+19"	3'07"	2'57"	+10"
П.С.	4'01"	3'32"	+29"	3'48"	3'24"	+24"	3'06"	2'58"	+8"
П.М.	4'15"	3'39"	+36"	3'51"	3'27"	+27"	3'18"	2'54"	+24"
А.П.	4'09"	3'35"	+34"	3'51"	3'20"	+31"	3'09"	2'52"	+17"
К.С.	4'11"	3'33"	+38"	3'44"	3'18"	+22"	3'11"	2'51"	+20"
Средние значения	4'06"	3'33"	+33"	3'46"	3'23"	+23"	3'11"	2'55"	+16"

г. Управление скоростью бега конькобежцев с помощью автокардиолидера . Задача настоящей работы состояла в исследовании скорости передвижения конькобежцев-многоборцев на разных программных уровнях ЧСС.

Скорость передвижения конькобежцев на дистанции существенным образом зависит от программируемой частоты сердечных сокращений /см.табл.5/. Так, на частоте сердечных сокращений 100 уд/мин средняя скорость передвижения скороходов была равна 5,26 м/сек , что соответствует весьма низкой интенсивности мышечной работы, практически не наблюдаемой при спортивных тренировках на выносливость. На частоте пульса 130 уд/мин средняя скорость скороходов составила 7,06 м/сек при диапазоне индивидуальных колебаний от 6.25 до 7.46 м/сек . Обращает на себя внимание снижение дисперсии скорости бега при ЧСС 130 уд/мин по отношению к тем величинам разброса, который имел место на программе 100 уд/мин . При беге с частотой пульса 150, 165 и 180 уд/мин наблюдается дальнейшее увеличение скорости передвижения конькобежцев.

Диапазон колебаний индивидуальных показателей скорости передвижения спортсменов свидетельствует о том, что характер ответных физиологических реакций на мышечную работу зависит от уровня тренированности и спортивного мастерства конькобежца. Естественно, что чем выше спортивный разряд испытуемого, тем большую скорость он показывает на том или ином уровне программы ЧСС.

Следующей задачей нашего исследования явилось изучение времени прохождения дистанции 1000 метров на разных уровнях частоты сердечных сокращений. Исследование было построено таким образом, что испытуемые стартовали в беге на указанную

Таблица 5

Скорость и время передвижения конькобежцев
при беге с заданной ЧСС

Частота сердечных сокращений, уд/мин	Скорость передвижения м/сек.	Время преодоления 1000 м
100	5,26 4,40 + 6,17	3.14,0 2.41,0 + 3.47,0
130	7,06 6,25 + 7,46	2.27,0 2.14,0 + 2.40,0
150	8,37 7,40 + 9,34	1.59,0 1.47,0 + 2.11,0
165	9,18 8,26 + 9,70	1.52,0 1.43,0 + 2.01,0
	9,57 9,34 + 10,20	1.41,0 1.38,0 + 1.47,0

дистанцию лишь после достижения заданного программного уровня ЧСС, что достигалось предварительной разминкой.

Рассмотрение результатов настоящего исследования дает возможность рекомендовать скороходам высокой квалификации при проведении тренировочных занятий увеличивать объем тренировочной работы, выполняемой на частотах пульса от 165 уд/мин и выше.

В заключение отметим, что по мнению тренеров и спортсменов, участвовавших в наших исследованиях, применение кардиолидеров позволяет значительно повысить качество тренировочного процесса при подготовке конькобежцев. Обратим также внимание, что проведенные опыты показали реальную возможность эксплуатации кардиолидеров в зимних видах спорта при отрицательной температуре окружающей среды.

д. Применение метода кардиолицирования в целях контроля тренированности спортсменов /динамическое исследование/. Мы поставили перед собой задачу апробировать методику кардиолицирования как средство контроля за состоянием тренированности спортсменов в условиях длительных динамических /лонгитудинальных/ наблюдений.

Дополнительная задача состояла в том, чтобы проследить, как влияют различные тренировочные средства, используемые в тренировках велосипедистов, на показатели, характеризующие уровень развития аэробных и анаэробных энергообразующих систем.

Основываясь на показаниях ЧСС и скорости передвижения велосипедистов, мы все тренировочные средства, применяемые спортсменами в различные периоды годичного тренировочного

цикла, в зависимости от их физиологической направленности разделили на три группы:

I группа - работа, направленная преимущественно на совершенствование аэробных энергопреобразующих механизмов - работа вызывающая повышение ЧСС до 150 уд/мин.

II группа - работа, направленная, главным образом, на совершенствование анаэробного обмена - упражнения с ЧСС выше 180 уд/мин.

III группа - смешанный тип работы затрагивающий деятельность как аэробных, так и анаэробных процессов с ЧСС от 150 до 180 уд/мин.

За исследуемый период спортсмены /8 велосипедистов - К.М.С. и М/С/ выполнили 296 тренировочных занятий и 36 раз участвовали в соревнованиях на шоссе и треке. Общий объем тренировочной работы составил 642 часа. Из них: 180 часов было занято общей физической подготовкой /спортивной, бег, лыжные гонки, бег на коньках и различные упражнения/, 462 часа затрачено на специальную подготовку. Объем работы на велосипеде за исследуемый период составил около 12.500 км.

В результате годового наблюдения за спортсменами выяснилось, что в целях контроля за состоянием тренированности спортсменов в условиях длительных /лонгитудинальных/ наблюдений целесообразно использовать такое средство как метод кардиоциклирования.

Изучение изменений показателей, характеризующих работоспособность спортсменов-велосипедистов показывает, что эти показатели в течение года претерпевают существенные изменения. Не все рассмотренные показатели изменяются параллельно

изменению спортивной работоспособности. Так наиболее высокие цифры максимального потребления кислорода были зарегистрированы в период, когда общий объем тренировочных нагрузок был еще не столь велик и, что самое главное, невысоким был объем работы высокой интенсивности. В соревновательном периоде, когда наряду с увеличением общего объема работы, значительно увеличивается удельный вес работы на высоких скоростях, этот показатель несколько ухудшается. Показываемые же в этот период спортивные результаты свидетельствуют о высоком состоянии спортивной формы велосипедистов.

Факт снижения показателей МПК в момент наивысшей готовности спортсмена в соревновательном периоде подтверждается рядом последних работ *J. Jouybiere*, 1962; *F. Eustache*, 1964; *Нейман и др.*, 1970/. Указанные авторы приходят к выводу, что факт снижения значений МПК на фоне увеличения мощности выполняемой работы, свидетельствует о росте эффективности энергопреобразующих механизмов организма; в этом случае работа выполняется экономичнее. В месяцы наивысшей спортивной работоспособности испытуемые, выполняя работы на разных режимах ЧСС, потребляли меньшее количество кислорода при более высокой мощности упражнения, чем в подготовительном периоде.

Сопоставление значений физиологических показателей /КЭР, РВС 170, МПК на кг веса тела, ПАНО/ с результатами, показанными испытуемыми в одних и тех же соревнованиях в отдельные месяцы экспериментального периода показало следующее /см.табл.6/.

Лица, имеющие более высокие значения ПАНО /табл.6/ в 20 случаях из 28 показывали более высокие результаты, чем испытуемые с худшими показателями. Лица с большими абсолютными значениями МПК также, как правило, опережали в соревнованиях

Таблица 6

Соотношение между уровнем физиологических показателей
и успехами на соревнованиях /июнь/ ^х

МПК /мл/кг/мин/	Спортивный результат	а	
	19	9	$r = 0.380$
	9	19	

ПАНО /по $\dot{V}O_2$ в % от макс/	Спортивный результат	б	
	20	8	$r = 0.429$
	8	20	

КЭР	Спортивный результат	в	
	12	16	$r = 0.095$
	16	12	

PWC ₁₇₀	Спортивный результат	г	
	15	13	$r = 0.080$
	13	15	

^х Результаты попарного сравнения всех испытуемых /в клетках таблицы - число случаев/. По горизонтали - "выигреш" или "проигреш" на соревнованиях. По вертикали - "выигреш" или "проигреш" по физиологическому показателю. r - тетракорический коэффициент корреляции.

своих партнеров, имеющих меньшие значения этих показателей. Абсолютные значения PWC_{170} и КЭР в условиях наших наблюдений не коррелировали с местом данного испытуемого в соревнованиях.

ВЫВОДЫ

1. При оценке качества регуляции в системе "спортсмен - кардиолидер" обнаружено:

а/ Длительность реализации, равная 20 минутам, достаточно репрезентативна для оценки регуляции человека в системе спортсмен-кардиолидер".

б/ Оптимальная зона нечувствительности кардиолидера расположена в пределах около ± 5 уд/мин.

в/ Использование в кардиолидере зрительной индикации повышает качество регуляции /примерно на 15% по сравнению со звуковой/.

г/ Введение производной в процесс управления ЧСС /срочным тренировочным эффектом /повышает качество регулирования, но в то же время увеличивает требования к вниманию спортсмена.

2. Выполнение различных вариантов повторной мышечной работы на разных уровнях программной ЧСС и с разной продолжительностью интервалов работы и отдыха позволило заключить:

а/ Наибольшие величины потребления кислорода имеют место при повторной мышечной работе, выполняемой при ЧСС 180 уд/мин, с продолжительностью рабочих периодов до 3 мин.

б/ Если в тренировочный процесс включаются кратковременные упражнения при уровне ЧСС, равном 150 уд/мин, то это в наилучшей степени способствует быстрому развёртыванию аэробных функций.

в/ Наиболее эффективно воздействует на процессы тканевой утилизации кислорода повторная мышечная работа, выполняемая при ЧСС 165 уд/мин с продолжительностью рабочих сеансов около 7,5 мин.

г/ Повторная мышечная работа с продолжительностью рабочих периодов свыше 7,5 мин., а также однократные длительные нагрузки от 30 мин и более весьма эффективны для развития тех физиологических свойств организма, которые позволяют удерживать высокий уровень аэробного обмена в течение длительного времени, несмотря на нарастающее утомление при работе.

д/ Данные двухфакторного дисперсионного анализа свидетельствуют, что изменение продолжительности интервалов работы и отдыха влияет, главным образом, на физиологические показатели, регистрируемые в периоды восстановления.

3. Данные педагогического /сравнительного/ эксперимента, по ходу которого испытуемые тренировались, выполняя тренировочные упражнения с разной программой ЧСС, свидетельствуют:

а/ Тренировочная нагрузка, выполняемая на определенных пульсовых режимах, вызывает специфические изменения в организме, т.е. наибольшие изменения в работоспособности происходят при упражнениях, вызывающих такое же повышение ЧСС, что и тренировочная работа.

б/ При выполнении упражнений высокой интенсивности наблюдается перенос тренированности в направлении упражнений, сопровождающихся умеренным повышением ЧСС.

в/ Тренировочные нагрузки, по ходу которых ЧСС не превышает 150 уд/мин не вызывают существенных сдвигов в работоспособности при выполнении упражнений высокой интенсивности

/с ЧСС 170 и выше уд/мин/, а в ряде случаев могут даже вызвать её понижение.

4. Опыт применения метода кардиолицирования при поэтапном контроле за состоянием спортсмена в условиях многократных динамических наблюдений показал:

а/ Для тестирования тренированности спортсменов целесообразно использовать специальные контрольные упражнения, вызывающие приблизительно то же самое повышение ЧСС, что и соревновательная нагрузка.

б/ Размеры максимального кислородного потребления в гоцичном тренировочном цикле подвержены заметным изменениям. В соревновательном периоде максимальное потребление кислорода обнаруживает некоторое /хотя и не достоверное/ снижение. Показываемые же в этот период спортивные результаты свидетельствуют о высоком состоянии спортивной формы испытуемого.

в/ Сопоставление динамики физиологических показателей с результатами участия обследуемых лиц в соревнованиях показало, что наибольшую информацию об уровне тренированности спортсменов высокого класса несут такие показатели, как уровень локализации порога анаэробного обмена, а также показатели МПК.

г/ Кардиолицирование является эффективным и практически удобным методом контроля за состоянием спортсмена.

5. Получены новые данные об управлении скоростью передвижения спортсменов при помощи кардиолицирования:

а/ Определены зависимости "приращение ЧСС - скорость передвижения" в следующих циклических упражнениях: бег, велосипед, коньки. Во всех случаях указанные зависимости оказались практически линейными.

б/ Скорость передвижения спортсмена на данном программном уровне частоты сердечных сокращений изменяется /уменьшается/ при выполнении задания в условиях среднегорья и зависит от квалификации спортсмена.

в/ Анализ графиков зависимости "ЧСС - скорость передвижения" позволяет относительно точно охарактеризовать состояние тренированности спортсмена на данном этапе спортивной тренировки.

По теме диссертации опубликованы следующие работы:

№№ пп	Название публикации	Где опублико- вано	Объем: п.л.	Соавторы
1	2	3	4	5
1	Влияние зоны нечувствительности автокардиолидера на эффективность управления срочным тренировочным эффектом в процессе программированной тренировки	Материалы УП конф. молодых учёных. М., 1969г.	0,1	В.М.Защорский
2	Управление скоростью бега спортсмена при помощи программирования частоты сердечных сокращений	Теор.и практ. физ.культ., № 11, 1969г.	0,3	В.Д.Чепик В.Л.Уткин
3	Программированное управление сердечным ритмом в процессе спортивной тренировки	Матер.ХУ1 Всес.научной конф.по спорт. мед.М., 1969г.	0,1	В.М.Защорский, В.Д.Чепик
4	Анализ скорости бега конькобежцев в тренировке с автокардиолидерами	Теор.и практ. физ.культ. № 12, 1970г.	0,3	В.Д.Чепик В.Л.Уткин
5	Использование аналоговой вычислительной машины МН-7 для оценки некоторых регуляторных характеристик человека в системе "спортсмен-кардиолидер"	Матер. УП конф.мол.учёных, М., 1970г.	0,1	
6	Поиск оптимального варианта управления частотой сердечных сокращений при мышечной работе с помощью автокардиолидеров	Матер.Х1 Всес. конф.по физиол. морф., биомех.и биохимии мыш. деят., Свердл. 1970г.	0,1	И.Г.Шрамков

1	2	3	4	5
7	Оптимизация систем "спортсмен-автокардиолидер" на основе оценки качества регулирования	Матер. Всес. конф. "Кибернетика и управл. движен. в спорте". М., 1971г.	0,1	
8	Физиологические характеристики повторной мышечной работы, выполняемой при разной частоте сердечных сокращений	Теор. и практ. физ. культ. № 5, 1971г.	0,4	Н.И. Волков В.М. Зациорский Е.А. Ширковед Ю.Г. Крылатых С.К. Сарсанля В.Н. Черемисинов Н.И. Максимов
9	Исследование различных способов управления срочным тренировочным эффектом в системе "спортсмен-автокардиолидер"	Матер. Всесоюз. научной конф. "Кибернетика и управл. движ. в спорте" М., 1971г.	0,1	В.Л. Уткин В.И. Болбат
10.	Оптимизация системы "спортсмен-автокардиолидер" на основе оценки качества регулирования	Теор. и практ. физ. культ., № 8, 1971г.	0,4	И.Г. Шрамков

4675