

Евгений Николаевич БОГОЯВЛЕНСКИЙ

**РИТМ СЕРДЦА КАК ПРОГНОСТИЧЕСКАЯ
ИНФОРМАЦИЯ В СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ
ТРЕНИРОВОЧНЫМ ПРОЦЕССОМ**

(№ 03.00.13 — физиология человека и животных)

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

Работа выполнена в Московском высшем техническом училище им. Н. Э. Баумана на кафедре физического воспитания.

Научные руководители:
доктор медицинских наук Баевский Р. М.,
кандидат технических наук,
заслуженный мастер спорта Попенченко В. В.,

Официальные оппоненты:
доктор медицинских наук Розенблат В. В.,
кандидат медицинских наук Изаков В. Я.

Внешний отзыв получен из Ленинградского научно-исследовательского института физической культуры.

Автореферат разослан « 10. » . 1972 г.

Защита состоится « 13. » . 1972 г.
на заседании Ученого Совета Свердловского госуниверситета

Вопросы управления функциональными возможностями человека являются актуальными не только в медицине и спорте, но и во многих областях, связанных с обучением, приобретением тех или иных навыков, адаптацией к различного рода условиям и т.д.

Экспериментальное изучение особенностей управления функциональными возможностями человека имеет большое практическое значение. В настоящей работе этот вопрос исследован на примере управления спортивной тренировкой. В данном случае тренировочный процесс мы рассматриваем как процесс управления функциональным состоянием спортсмена, основанный на обмене информацией между тренером и спортсменом, и исследуем возможность управления физической нагрузкой путем установления обратной связи между тренировочным воздействием и реакцией организма на это воздействие. Исследования проводились на студентах, занимающихся в секции бокса, однако результаты и методы предложенные в работе могут быть обобщены (с поправкой на специфику спортивной деятельности) и на другие виды спорта.

Физическое развитие занимающихся боксом базируется на избирательном воздействии средствами этого вида спорта на различные физические качества спортсменов, т.е. каждое занятие должно быть направлено на решение конкретных задач физической подготовки на основе оценки физиологических сдвигов, вызываемых заданной нагрузкой.

Анализ литературы показал возможность использования для определения физиологических сдвигов при физической нагрузке такого показателя, как частота сердечных сокращений (В.В.Розенблат, 1962; Ф.Н.Бакирова, В.В.Розенблат, А.П.Барсенева, 1964; Н.И.Волков, В.М.Защирский, В.Д.Чепик, В.И.Черемесин, 1968 г. и др.). Однако, несмотря на довольно большое количество исследований (А.А.Аруцев, 1959; В.В.Васильева и В.П.Правосудов, 1963; И.В.Зыбкин и С.А.Разумов 1965; В.Д.Карпман 1965, 1966, 1969; С.П.Летунов и Р.Е.Мотылянская 1968 и др.) вопрос о закономерностях изменений сердечного ритма продолжает оставаться недостаточно изученным. Прежде всего это относится к динамике частоты сердечных сокращений в ациклических видах спорта и, в частности, в боксе. Одной из причин этого является то, что мы пока не располагаем соответствующей методикой, с помощью которой можно было бы вести необходимый для спортивной практики объективный количественный анализ информации, касающийся дина-

мики частоты сердечных сокращений при специфической деятельности боксера.

Недостаточно исследований посвящено изучению переходных процессов динамики частоты сердечных сокращений (А.Н.Лебедев, 1968; В.В.Михайлов, 1969) при выполнении специальных упражнений. Переходные процессы позволяют оценить регуляторные возможности организма, что создает предпосылки для более правильной оценки воздействия того или иного упражнения на организм спортсменов.

Знание определенных закономерностей ответной реакции частоты сердечных сокращений на упражнения различной интенсивности может использоваться для построения машинных и математических моделей отражающих количественные соотношения между физиологическим сдвигом частоты сердечных сокращений и предлагаемым упражнением, что позволит оптимизировать систему "тренер-спортсмен" использованием прогностической информации о возможностях спортсмена на данном этапе тренировочного процесса.

В связи с изложенным в настоящей работе были поставлены следующие задачи;

1. Разработать принцип построения системы "тренер-спортсмен" с обратной связью по частоте сердечных сокращений.

2. Разработать методы и средства получения срочной информации о динамике частоты сердечных сокращений у спортсменов в процессе тренировочного занятия.

3. Исследовать динамику ответной реакции частоты сердечных сокращений у боксеров при выполнении специальных упражнений и в естественных условиях занятия.

4. Провести моделирование системы "мышечная работа - частота сердечных сокращений" для исследования возможности получения прогностической информации о изменениях пульса на определенные упражнения и использования ее для управления тренировочным процессом.

5. Провести экспериментальную проверку разработанной системы "тренер-спортсмен" замкнутой обратной связью по частоте сердечных сокращений с использованием прогностической информации, полученной на модели "мышечная работа - частота сердечных сокращений".

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Для осуществления передачи информации о частоте сердечных сокращений в процессе тренировочного занятия, т.е. реализации обратной связи по этому параметру в системе "тренер-спортсмен", необходимо было разработать соответствующий комплекс аппаратуры с дистанционной оперативной регистрацией сердечного ритма, поэтому наибольшее внимание при разработке технических средств нами было обращено на приборы измерения и регистрации информации о динамике пульса, позволяющей проводить быстрый анализ ответной реакции сердечного ритма на предлагаемые воздействия.

Нами был разработан комплекс аппаратуры для измерения частоты сердечных сокращений с последующей регистрацией полученной информации на бумажной ленте в виде графика. Входное сопротивление усилителя биопотенциалов сердца, выполненного по дифференциальной схеме, составляло 2×150 ком. Ряд схемных решений позволил производить съем информации о сердечном ритме непосредственно в процессе тренировочного занятия боксеров. Передача информации о частоте сердечных сокращений спортсмена производилась с помощью телеметрической системы, дальность действия которой была 150-200 м.

Исследования проводились на базе кафедры физвоспитания МВТУ им. Баумана. В качестве испытуемых были привлечены боксеры-студенты училища: 23 спортсмена III разряда, 20 спортсменов II разряда и 13 спортсменов I разряда. В эксперименте принимали участие также члены сборной команды Советского Союза по боксу - 19 спортсменов. Общее число испытуемых - 75.

При исследовании динамики частоты сердечных сокращений необходимо было проанализировать переходные процессы сердечного ритма при выполнении физических упражнений и во время восстановления. Для экспериментального определения переходных процессов в биологических системах обычно используются дозированные воздействия, при этом исследуемая система должна находиться в исходном равновесном состоянии. Исходя из этих теоретических предпосылок и была построена модель лабораторного эксперимента.

Для установления определенных закономерностей ответной реакции частоты сердечных сокращений у разных спортсменов необходимо правильно выбрать адекватные нагрузки. В связи с целями наших задач, нами было выбрано специфическое для боксера упражнение - равномерная работа на боксерском мешке в определенном темпе и с определенными силовыми характеристиками удара. Выбор этих упражнений производился также с учетом возможности непосредственного применения их в педагогической практике, как для улучшения координационных связей и двигательного навыка боксера, а также для приведения в соответствие специфической деятельности боксера и физиологических сдвигов частоты сердечных сокращений.

Модель экспериментальных исследований была следующая. После предварительной разминки испытуемым было предложено выполнить определенное задание, которое включало в себя специфическую работу на боксерском мешке с дозировкой время-силовых характеристик ударных действий спортсменов. Всего спортсмены работали 3 раунда с повышающейся интенсивностью упражнения, задаваемой ритмодиром. В процессе выполнения упражнений и при восстановлении измерялась и регистрировалась частота пульса.

Для моделирования системы "мышечная работа - частота сердечных сокращений" использовалась методика построения модели на аналоговой вычислительной машине.

Данный метод применялся нами с целью исследования возможности получения прогностической информации о предполагаемых сдвигах частоты сердечных сокращений на определенную мышечную нагрузку. На основании знания закономерностей ответной реакции частоты сердечного ритма на упражнения различной интенсивности и знания некоторых параметров ответной реакции у испытуемого были получены соотношения между входом и выходом рассматриваемой системы, т.е. организма спортсмена. Входом является в данном случае предлагаемая мышечная работа, а выходом - ответная реакция частоты сердечных сокращений. Моделирование производилось на аналоговой вычислительной машине МН-7.

АНАЛИЗ ДИНАМИКИ ЧАСТОТЫ СЕРДЕЧНЫХ СОКРАЩЕНИЙ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ СПЕЦИАЛЬНЫХ УПРАЖНЕНИЙ

В результате проведения экспериментов нами были получены пульсограммы различных режимов работы, т.е. кривые характеризую-

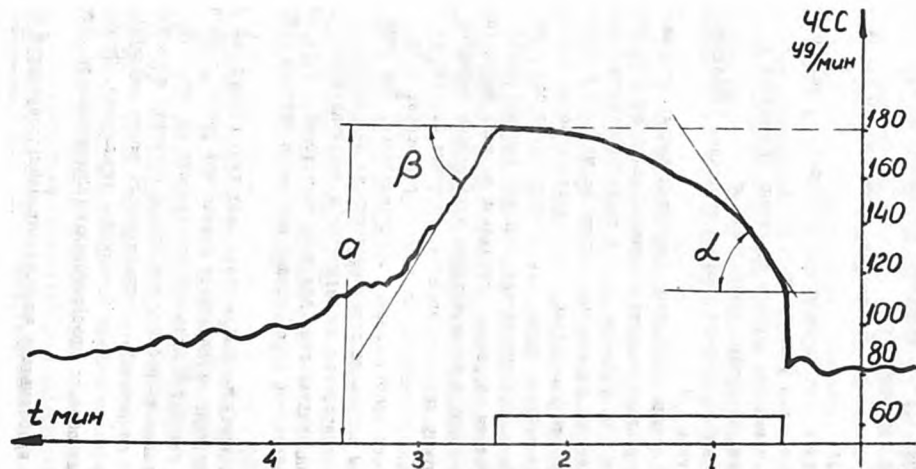


Рис. 1. Основные параметры ответной реакции частоты сердечных сокращений (ЧСС)

a - значение ЧСС,

α - угол, характеризующий скорость вратывания,

β - угол, характеризующий скорость восстановления.

щие ответную реакцию частоты сердечных сокращений на мышечную нагрузку различной интенсивности.

Для анализа полученных пульсограмм были выбраны следующие параметры (рис. 1):

1. Максимальная частота сердечных сокращений в установившемся периоде или в конце упражнения - σ .

2. Скорость изменения частоты сердечных сокращений в период вработывания, характеризуемая углом α .

3. Скорость восстановления частоты сердечных сокращений, характеризуемая углом β .

Проведенный анализ полученных пульсограмм выявил количественные различия в реакции частоты сердечных сокращений на одно и то же упражнение у спортсменов разной подготовленности. Данные параметров ответной реакции нескольких испытуемых в зависимости от интенсивности упражнения и их тренированности приведены в таблице 1. Из таблицы видно, что у спортсменов более высокой квалификации предложенное упражнение вызывает меньший сдвиг ответной реакции частоты сердечных сокращений по всем параметрам.

Анализ полученных в экспериментах пульсограмм позволил выявить общую картину динамики частоты сердечных сокращений на упражнения различной интенсивности и некоторые особенности переходных процессов вработывания и восстановления. При этом нами были отмечены следующие закономерности их поведения:

1. Переходные процессы вработывания и восстановления являются весьма индивидуальными для всех испытуемых, т.е. каждому спортсмену свойственно определенное поведение частоты сердечных сокращений.

2. Скорость вработывания частоты сердечных сокращений на уровень соответствующий предложенной физической работе зависит от этой работы и находится в прямой зависимости от нее, т.е. чем больше интенсивность работы, тем больше скорость изменения частоты сердечных сокращений. Максимальная скорость достигается при максимально возможном темпе выполнения упражнения. Отсюда время вработывания обратно пропорционально интенсивности нагрузки.

3. Функция вработывания частоты сердечных сокращений нелинейна. При увеличении интенсивности работы имеется тенденция приближения функции к экспоненте.

4. У спортсменов высокой квалификации угол β , характеризующий процесс восстановления частоты сердечных сокращений, меняется в меньших пределах при нарастании интенсивности нагрузки в трех пробах, в то время как у спортсменов низких разрядов этот угол изменяется в гораздо широких пределах. Так, если у первых $\beta = 50 - 65^\circ$, то у вторых $25 - 65^\circ$.

При исследовании закономерностей характера поведения частоты сердечных сокращений нас интересовал вопрос о воспроизводимости ответной реакции частоты сердечных сокращений одним и тем же спортсменом в разное время на одно и то же дозированное упражнение.

Проявление индивидуальных особенностей у различных испытуемых было подтверждено исследованиями многих авторов (R. Maggaria 1956; Н.В.Зимкин, 1962; Д.Н.Махмудова, 1967; А.А.Аруцев, 1969). Однако в этих исследованиях отмечается воспроизводимость какого-либо одного показателя: либо максимальной частоты сердечных сокращений при определенном мышечном воздействии (А.А.Аруцев, 1969), либо постоянной времени восстановления (R. Maggaria, 1956; Д.Н.Махмудова, 1967). Данных о воспроизводимости всей ответной реакции при выполнении определенного упражнения нам в литературе не встречалось. В результате проведенных экспериментов и анализа ответных реакций частоты сердечных сокращений записанных у одних и тех же спортсменов в разное время на протяжении выбранного микроцикла (мы брали недельный микроцикл) мы убедились в индивидуальном постоянстве пульсовых реакций исследованных нами спортсменов. Отличия пульсовых реакций в разные дни недели составляли только различный характер периодических колебаний синусовой и дыхательной аритмий, которые мы можем считать случайной составляющей ответной реакции. На основании воспроизводимости характера ответной реакции можно сделать вывод, что каждому спортсмену свойственны определенные соотношения регуляционной деятельности сердечно-сосудистой системы и всех физиологических систем, связанных с ритмом сердца и их согласованность в процессе выполнения физических упражнений. Именно это на наш взгляд и определяет постоянство характеристик ответной реакции частоты сердечных сокращений. Индивидуальное постоянство пульсовых реакций является весьма важным свойством. Оно позволяет оценить

Таблица I. Параметры ответной реакции частоты сердечных сокращений (ЧСС) на упражнения различной интенсивности у спортсменов разной квалификации

№ пп	Ф.И.О.	Год рожд.	Раз- ряд	Началь- ное значе- ние ЧСС	Скорость вработывания: α (угол в градусах)			Максимальное значение: ЧСС - Q (уд/мин.)			Скорость восстано- вления β (угол в град.)		
					I	II	III	I	II	III	I	II	III
1.	З-в Б.Ж.	1950	м.с.	80	0	25	45	112	125	140	60	61	55
2.	У-в И.С.	1947	м.с.	71	0	30	39	110	125	154	58	60	62
3.	Ч-в В.И.	1949	м.с.	75	0	29	43	109	120	138	49	50	50
4.	Б-ч Н.И.	1950	к.м.с.	83	0	18	45	108	121	143	65	62	61
5.	С-в В.П.	1952	I р.	78	17	35	50	136	145	158	41	42	51
6.	Г-в В.Н.	1947	I р.	80	0	10	45	121	137	158	42	44	50
7.	Д-в Е.Н.	1947	I р.	76	0	10	46	120	154	163	42	51	55
8.	Ч-в Н.А.	1951	II р.	85	15	49	56	126	151	168	38	45	52
9.	Г-н О.А.	1950	II р.	84	30	42	61	129	141	168	32	46	54
10.	Г-в А.А.	1951	II р.	79	10	45	62	129	153	168	25	35	40
11.	Т-в Р.А.	1949	III р.	80	15	40	56	129	159	174	42	61	62
12.	Ч-н В.В.	1951	III р.	82	9	55	70	121	151	184	51	70	72
13.	Л-в В.А.	1951	III р.	83	10	21	62	120	153	188	35	50	52
14.	П-в С.М.	1950	III р.	83	30	43	70	160	183	192	55	62	65
15.	К-ч М.И.	1949	III р.	81	28	51	69	150	176	195	48	62	71

I - работа на боксерском мешке с интенсивностью - 90 ударов в мин.

II - " - " - " - " - 135 " - "

III - " - " - " - " - 180 " - "

сдвиги функционального состояния организма по тем или иным изменениям типичного для данного спортсмена пульсограммы, а введение предложенных параметров ответной реакции частоты сердечных сокращений дает возможность количественно оценивать динамику адаптационных сдвигов в организме занимающегося после каждого этапа тренировочных нагрузок.

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ОТВЕТНОЙ РЕАКЦИИ ЧАСТОТЫ СЕРДЕЧНЫХ СОКРАЩЕНИЙ НА ФИЗИЧЕСКИЕ УПРАЖНЕНИЯ

На основании сделанного нами вывода о воспроизводимости пульсовых реакций, можно предположить, что система "мышечная работа - частота сердечных сокращений" представляет собой на протяжении определенного микроцикла детерминированную систему. Это дает возможность построения модели отражающей реакцию частоты сердечных сокращений на интересующую нас мышечную нагрузку.

Моделированию в спортивной практике способствует внедрение кибернетических методов. В частности применение находит метод "черного ящика" при исследовании объектов с неизвестной внутренней структурой (Н.Винер, 1958; У.Э.Эшби, 1958; Я.З.Цыпкин, 1968 и др.). В этом случае внутренняя структура задается совокупностью входных и выходных сигналов. Поскольку механизмы реакций биологических объектов в условиях интенсивной мышечной работы изучены недостаточно, то построение моделей на основе зависимостей типа "вход - выход" представляется крайне целесообразным. В данном случае "входом" является предполагаемая мышечная работа, а "выходом" - физиологические параметры организма спортсмена. нас в данном случае интересует частота сердечных сокращений.

Для построения модели были использованы закономерности характера изменения во времени выходной переменной - частоты сердечных сокращений, при определенном изменении входной переменной - мышечной работы, полученные в эксперименте.

Следующий шаг при формулировке гипотетических соотношений, описывающих систему, заключается в построении блок-схемы элементов связывающих параметры аналоговых величин входе и выхода.

При построении блок-схемы мы исходили из того, что период вращивания и период восстановления были аппроксимированы экспоненциальными кривыми. Так для описания этапа вращивания была принята формула

$$F_{\delta p} = e^{-\frac{t_{\delta p1}}{T_{\delta p1}}} + e^{-\frac{t_{\delta p2}}{T_{\delta p2}}}$$

где $F_{\delta p}$ - функция вращивания частоты сердечных сокращений во времени;

$t_{\delta p1}, t_{\delta p2}$ - время участков аппроксимации этапов вращивания;

$T_{\delta p1}, T_{\delta p2}$ - постоянные времени экспоненциальных кривых на I и 2 участках аппроксимации.

Процесс восстановления был аппроксимирован тремя экспонентами:

$$F_{\delta ocr} = 1 - e^{-\frac{t_{\delta ocr1}}{T_{\delta ocr1}}} - e^{-\frac{t_{\delta ocr2}}{T_{\delta ocr2}}} - e^{-\frac{t_{\delta ocr3}}{T_{\delta ocr3}}}$$

где $F_{\delta ocr}$ - функция восстановления частоты сердечных сокращений во времени;

$t_{\delta ocr1, 2, 3}$ - время участков аппроксимации этапа восстановления;

$T_{\delta ocr1}, T_{\delta ocr2}, T_{\delta ocr3}$ - постоянные времени этих участков.

Модель набиралась на аналоговой вычислительной машине МН-7. Изменяя коэффициент делителя входного напряжения, можно моделировать различный уровень мышечной работы, получая при этом функцию выходного напряжения, являющуюся аналогом изменения частоты сердечных сокращений во времени. Модель дает возможность просмотреть предполагаемую реакцию частоты сердечных сокращений на различные режимы мышечной работы и позволяет количественно оценить ответную реакцию частоты пульса переменными коэффициентами модели.

РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ПРОВЕРКИ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТРЕНИРОВОЧНЫМ ПРОЦЕССОМ ПО ЧАСТОТЕ ПУЛЬСА.

Развитие определенных физических качеств происходит при вполне определенных режимах внутренней ореды, характеризующейся величиной и направленностью физиологических сдвигов в организме. Проведенные исследования подтвердили возможность использования для оценки этих сдвигов такого показателя, как частота сердечных сокращений. Поэтому включение в систему "тренер-спортсмен" обратной связи по частоте сердечных сокращений позволяет более целенаправленно и избирательно воздействовать

средствами физической культуры и, в частности, бокса на организм занимающегося, исходя из необходимых в данной тренировке физиологических сдвигов этого параметра.

Однако, чтобы получить нужный эффект от тренировочного занятия надо знать при каких сочетаниях основных характеристик физической нагрузки наблюдаются те или иные физиологические сдвиги в организме, что дает огромное число вариантов. Поэтому мы пока не располагаем обоснованной теорией спортивной тренировки, используя которую можно предсказывать направленность физиологических изменений в организме в зависимости от выбранных значений основных характеристик физической нагрузки. Тем не менее весьма заманчивым и интересным представляется получение на модели прогностической информации о направлении физиологических сдвигов в организме в процессе тренировочного процесса. Это наиболее идеальное решение, реализация которого требует еще очень больших исследований и изучения многих интимных адаптационных механизмов спортсмена и не может быть реализована в настоящее время.

В то же время экспериментальные исследования ответной реакции частоты сердечных сокращений позволили выявить некоторые закономерности ее поведения при выполнении специальных упражнений различной интенсивности, что создало предпосылки для создания более простой модели и получения на ней прогностической информации о динамике пульса еще до выполнения их спортсменом. Это позволяет ввести в схему управления тренировочным процессом контур с моделью, набранной на аналоговой вычислительной машине, на которой предварительно просматриваются предполагаемые реакции частоты пульса на эти упражнения какого-либо спортсмена и исходя уже из этой предварительной информации выбираются необходимые тренировочные воздействия. Модель в данном случае служит вспомогательным элементом при планировании и программировании физиологической нагрузки. Основная же роль в управлении отводится информации о реальной частоте сердечных сокращений, на основании которой и производится выбор и корректировка применяемых упражнений. Такая система управления была проверена нами в эксперименте.

Как известно специфическая деятельность боксера обеспечивается аэробными и анаэробными энергетическими преобразованиями. Безусловно, разграничивать эти два вида энергетических превращений мы не в состоянии, т.к. они не отделимы друг от друга в системе реакций целостного организма, поэтому рабочая гипотеза эксперимента была основана на том, что, исходя из определенных направлений энергетических преобразований обменных реакций, определяемых частотой сердечных сокращений, можно выделить такие режимы тренировочной нагрузки, которые будут воздействовать наилучшим образом на аэробный компонент выносливости. Поскольку специфика бокса характеризуется повторным режимом работы в раундах, то определяющим будет правильное соотношение интервалов активной специфической работы с интервалом отдыха.

На основании этого мы предположили, что наиболее действенным методом развития аэробного компонента общей и специальной выносливости боксеров-студентов и без угрозы перенапряжения сердца будет работа в раундах с частотой пульса не выше 160+180 уд/мин. и увеличении времени между раундами, определяемое восстановлением частоты сердечных сокращений до 120 уд/мин.

Анализируя полученные в экспериментах данные мы пришли к заключению, что несмотря на индивидуальные различия в сдвигах сердечных сокращений можно составить группы занимающихся с примерно одинаковыми параметрами ответной реакции частоты пульса. Тогда на основании этого мы можем сделать предложение о том, что тренировочное воздействие вызывает примерно одинаковую реакцию частоты сердечных сокращений у каждого занимающегося этой группы. В этом случае контроль за интенсивностью тренировочного занятия можно было бы осуществлять по показателю частоты пульса одного спортсмена из этой группы. Исходя из этого предположения был проведен эксперимент.

Экспериментальные исследования проводились в течение 8 мес. на базе кафедры физвоспитания МВТУ им. Баумана. Экспериментальная группа была составлена из 10 студентов, занимающихся в секции бокса, на основании близости параметров ответной реакции частоты сердечных сокращений при выполнении специфического упражнения.

Контрольная группа была составлена также из 10 студентов, занимающихся в общей группе, и состояла из спортсменов такой же квалификации как и спортсмены экспериментальной группы. Рабочие планы и конспекты занятий на весь экспериментальный период были составлены исходя из общепринятой схемы проведения уроков с боксерами на отделении бокса вуза. Занятия проводились согласно факультативному расписанию студентов 3 раза в неделю по 2 академических часа.

Сущность эксперимента заключалась в программировании физиологической нагрузки спортсменам экспериментальной группы и управления ею в процессе тренировки, что выражалось в осуществлении контроля за интенсивностью предлагаемой нагрузки и управления ею по частоте сердечных сокращений одного из спортсменов.

Программирование физиологической нагрузки производилось исходя из задач занятия на основании экспериментальной оценки физиологической стоимости применяемых упражнений. Для выбора наиболее оптимального и нужного направления сдвигов частоты пульса на предлагаемые упражнения на модели просматривались различные варианты дозировок. Прогностическая информация использовалась затем для дозировки этих упражнений спортсменам.

Среди упражнений на снарядах большую часть занимала равномерная работа на боксерском мешке или на стенной подушке с дозировкой время-силовых характеристик ударных действий. Дозированная равномерная работа на снарядах (на боксерском мешке) применялась прежде всего для улучшения двигательного навыка и повышения степени экономизации специфической деятельности боксера. Кроме того равномерная работа на снарядах была оценена нами пульсовой стоимостью, что давало возможность применения дозированных упражнений в процессе тренировки с заведомо известной реакцией организма на определенном тренировочном этапе.

В таблице 2 показано среднее значение пульса в упражнении в зависимости от параметров ударных действий спортсмена. Интенсивность работы задавалась ритмолидером подачей звукового сигнала.

Аналогичным образом были оценены упражнения "прыжки на скакалке", от которого тоже можно получить различный физиологический эффект в зависимости от интенсивности выполнения. В таблице 3 приведены примерные значения частоты сердечных сокращений,

имеющие место при работе со скакалкой с различной интенсивностью прыжков.

Таблица 2.

Зависимость частоты сердечных сокращений от параметров ударных действий боксера

Интенсивность двигательных действий (ударов/мин.)	Сила ударов (кг)	Частота сердечных сокращений (ударов/мин.)
90	50	112
	80	128
135	50	145
	80	158
180	50	165
	80	180
200	50	172
	80	203

Таблица 3

Зависимость частоты сердечных сокращений от интенсивности выполнения упражнения на скакалке

Интенсивность (прыжки/мин)	Частота сердечных сокращений (средняя)
180	140
200	158
220	177

Исследование одвигов частоты сердечных сокращений непосредственно во время тренировок в секции бокса МВТУ им.Баумана, где занимались спортсмены контрольной группы, показали, что организм боксеров получает большую физиологическую нагрузку - частота пульса достигает 200 - 205 ударов в минуту. Это объясняется большой эмоциональностью бокса и трудность точной дози-

ровки нагрузки. Поэтому четко дозируемая умеренная нагрузка и управление тренировочным процессом по частоте сердечных сокращений позволяет более целенаправленно воздействовать на организм занимающегося средствами бокса, исключая возможность перенапряжения и достигая тех же результатов при меньшем напряжении организма.

С целью объективного определения результатов педагогического эксперимента были проведены контрольные испытания участников по определению специальной тренированности и по определению максимального потребления кислорода, которые проводились до и после эксперимента.

Контрольный тест по определению специальной тренированности выявил положительные сдвиги как в правильности выполнения технических приемов, так и в параметрах ответной реакции частоты сердечных сокращений на специфическую дозированную работу в экспериментальной группе. Так максимальное значение частоты сердечных сокращений при выполнении предлагаемого упражнения, снизилось в среднем на 9 уд/мин, в то время как в контрольной на 3 уд/мин.

Повышение функциональных возможностей нашло свое выражение также в уменьшении времени восстановления между раундами в экспериментальной группе в конце экспериментального периода, а угол β , характеризующий восстановление частоты пульса, при выполнении тестируемого упражнения увеличился на 6° , в то время, как в контрольной на 2° .

Как показали результаты контрольных испытаний по определению максимального потребления кислорода, характеризующего аэробную производительность организма у всех участников экспериментальной и контрольной группы произошли заметные сдвиги в сторону увеличения изучаемого параметра. При этом среднее значение максимального потребления кислорода в экспериментальной группе несколько выше, чем в контрольной.

Таким образом, проведенный педагогический эксперимент дал положительные результаты и подтвердил целесообразность применения методики программирования физиологической нагрузки и управления ею по частоте сердечных сокращений с применением технических средств в учебно-тренировочном процессе в секции бокса. Дальнейшая оптимизация системы управления спортивной тренировкой

будет зависеть от решения многих задач как в области изучения интимных механизмов адаптации различных физиологических систем, так и в области применения новейших технических средств в этом сложном процессе.

ВЫВОДЫ

1. Для целенаправленного воздействия на физические качества спортсменов в процессе их обучения и тренировки целесообразно введение обратной связи по частоте пульса в систему "тренер-спортсмен".

2. При использовании ритма сердечных сокращений в качестве прогностической информации целесообразно использовать следующие параметры переходного процесса, характеризующие стадии вработывания и восстановления.

- α - максимальное значение частоты сердечных сокращений в установившемся режиме или в конце упражнения;
- α - угол, характеризующий скорость вработывания частоты сердечных сокращений, образованный касательной к кривой изменения частоты пульса в начале упражнения и осью абсцисс;
- β - угол, характеризующий скорость восстановления частоты сердечных сокращений, образованный касательной к кривой изменения частоты пульса в период восстановления и осью абсцисс.

3. Существует прямая зависимость между интенсивностью специальной физической нагрузки (бокс) и скоростью изменения частоты сердечных сокращений в период вработывания (угол α). Максимальная скорость достигается при максимально возможном темпе выполнения упражнения.

4. Индивидуальный характер реакции сердечного ритма на физическую нагрузку в зависимости от разряда и подготовки спортсмена может быть определен по скорости изменения частоты сердечных сокращений в периоде восстановления (угол β). У спортсменов высокой квалификации наблюдаются меньшие пределы изменений угла β при нарастании нагрузки.

5. Разработана модель "мышечная работа - частота пульса", которая позволяет получать прогностическую информацию об индивидуально ожидаемых изменениях ритма сердца в ответ на заданную нагрузку, что открывает возможности оптимального выбора и управления средствами тренировочного процесса.

6. Предлагаемая система управления тренировочным процессом (на примере бокса) показала, что использование технических средств срочной информации о частоте пульса (биотелеметрия) и прогностической информации о предполагаемых изменениях ритма сердца (модель "мышечная работа - частота пульса") позволяет осуществить строгую дозировку режимов работы и отдыха с программированием физиологической нагрузки и избежать перегрузок и физического перенапряжения организма.

7. На основе разработанных подходов к оценке и прогнозированию изменений сердечного ритма на дозированные нагрузки целесообразно осуществлять комплектование учебных групп спортсменов с примерно одинаковыми параметрами ответной реакции частоты сердечных сокращений, что поможет осуществить дифференциацию их по физической подготовленности.

8. Система "тренер-спортсмен" замкнутая обратной связью по ритму сердечных сокращений, и предложенные методы анализа информации могут быть использованы при создании аналогичных систем в области лечебной физкультуры, авиационной и космической медицины, инженерной психологии и др.

По основному содержанию диссертации опубликованы следующие работы:

1. Прибор для контроля сердечных сокращений во время тренировочного процесса. Материалы Всероссийской научно-методической конференции. Ленинград, 1969 г.
2. Некоторые теоретические предпосылки для управления тренировочным процессом. Материалы научно-методической конференции по физической культуре и спорту. Красноярск, 1970 г.
(В соавторстве с Обысовым А.С.).
3. Прибор для изучения переходных процессов в сердечно-сосудистой системе. Материалы П Всесоюзной конференции "Электрон и спорт". Киев, 1970 г.
(В соавторстве с Кизайтисом В.С.).

4. Оптимальное управление в спортивных процессах. В сб. "Научные труды ВНИИФК за 1969 г.". т.П, Москва, 1970 г.
(В соавторстве с Обысовым А.С., Юзайтисом В.С.).
5. Исследование динамики частоты сердечных сокращений у боксеров. Теория и практика физической культуры № 12, 1971 г.
(В соавторстве с Попенченко В.В. и др.).
6. О возможности моделирования ответной реакции частоты сердечных сокращений. Материалы Всероссийской научно-методической конференции. Ленинград, 1971 г.
(В соавторстве с Попенченко В.В., Юзайтисом В.С.).
7. Оптимизация системы "тренер-спортсмен" прогностической информацией о динамике частоты сердечных сокращений. Материалы Всесоюзной конференции "Биологическая и медицинская электроника". Свердловск, 1972 г.
8. Некоторые подходы к прогнозированию состояния системы кровообращения у спортсменов. Материалы Белорусской республиканской научной конференции "Автоматизация медико-биологических исследований в области диагностики, прогнозирования и биоуправления". Минск, 1972 г.
(В соавторстве с Базевским Р.М., Белецким Ю.В.).