

**БИОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ  
СПОРТИВНОЙ РАБОТОСПОСОБНОСТИ:  
РАЗРАБОТКА ИНДИВИДУАЛЬНЫХ  
ПРОГРАММ КОМПЛЕКСНОЙ ОЦЕНКИ  
АЭРОБНОЙ И АНАЭРОБНОЙ  
ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ СПОРТСМЕНОВ  
ВЫСОКОЙ КВАЛИФИКАЦИИ**

**ЛАБОРАТОРИЯ  
СПОРТИВНОЙ  
РАБОТОСПОСОБНОСТИ**

**НИИ СПОРТА**

**(РГУФКСМиТ)**

**Москва – 2016 г.**



# БИОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ СПОРТИВНОЙ РАБОТОСПОСОБНОСТИ

- **Работоспособность человека в спорте во многом зависит от характера и объема энергетических превращений, происходящих в организме при выполнении упражнений.**
- **В зависимости от биохимической природы совершающихся энергетических процессов принято выделять три составляющих компонента физической работоспособности человека:**
  - **- алактатную анаэробную способность, связанную с процессами преобразования энергии в АТФ-азной и КрФ-киназной реакциях при мышечной работе;**
  - **- гликолитическую анаэробную работоспособность, отражающую возможность усиления при работе анаэробного гликолиза, в ходе которого происходит образование молочной кислоты в работающих мышцах;**
  - **- аэробную способность, связанную с возможностью выполнения работы за счет усиления аэробных процессов в тканях при одновременном увеличении доставки и утилизации кислорода.**

# БИОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ СПОРТИВНОЙ РАБОТОСПОСОБНОСТИ

- Каждый из отмеченных компонентов физической работоспособности количественно может быть оценен при помощи биоэнергетических критериев трех видов:
- - критериев мощности, отражающих скорость освобождения энергии в соответствующем метаболическом процессе;
- - критериев емкости, в которых отражаются размеры доступных для использования субстратных фондов или общее количество метаболических изменений в организме во время работы;
- - критериев эффективности, определяющих в какой степени энергия, высвобождаемая в метаболических процессах, используется для выполнения специфической мышечной работы.

# ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

- **Разработать комплексную систему контроля за уровнем развития биоэнергетических факторов спортивной работоспособности на основе проводимых испытаний в стандартизированных лабораторных тестах и установить эффективность применяемых средств и методов тренировки, направленной на повышение аэробной и анаэробной производительности**



# ОБЪЕКТ ИССЛЕДОВАНИЯ

- СОСТОЯНИЕ СПЕЦИАЛЬНОЙ РАБОТОСПОСОБНОСТИ СПОРТСМЕНОВ, СПЕЦИАЛИЗИРУЮЩИХСЯ В ЦИКЛИЧЕСКИХ ВИДАХ СПОРТА СО ЗНАЧИТЕЛЬНЫМ ПРОЯВЛЕНИЕМ ВЫНОСЛИВОСТИ (БЕГ, СПОРТИВНОЕ ПЛАВАНИЕ, ВЕЛОСИПЕДНЫЕ ГОНКИ, ЛЫЖНЫЕ ГОНКИ, СКОРОСТНОЙ БЕГ НА КОНЬКАХ, СПОРТИВНАЯ ХОДЬБА)



# ПРЕДМЕТ ИССЛЕДОВАНИЯ

- **БИОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ  
ФУНКЦИИ,  
ЛИМИТИРУЮЩИЕ  
ПРОЯВЛЕНИЕ  
СПЕЦИАЛЬНОЙ  
РАБОТОСПОСОБНОСТИ  
СПОРТСМЕНОВ**



# ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ

- Разработать и внедрить в практику подготовки спортсменов высокой квалификации комплексную систему контроля за состоянием основных биоэнергетических факторов аэробной и анаэробной работоспособности спортсменов.
- Установить нормативные значения для основных биоэнергетических параметров, используемых при мониторинге состояния специальной работоспособности в избранном виде спорта.
- Определить эффективность применяемых тренировочных средств и методов, направленных на повышение аэробной и анаэробной работоспособности спортсменов.



## МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

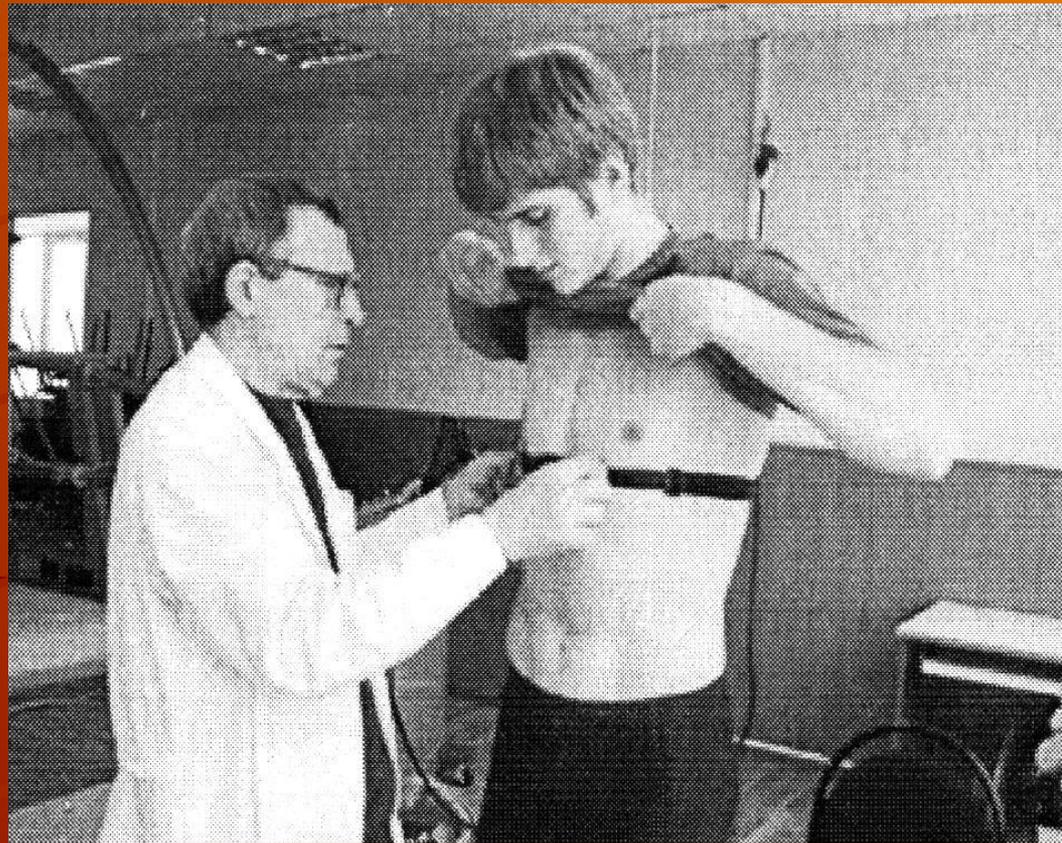
- Стандартизированные лабораторные испытания проводились в лаборатории биоэнергетики спорта (кафедра биохимии и биоэнергетики спорта им. Н.И. Волкова) и в лаборатории спортивной работоспособности (НИИ спорта) на базе Российского университета физической культуры, спорта, молодежи и туризма (РГУФКСМиТ)
- Общее число спортсменов высокой квалификации, принимавших участие в стандартизированных лабораторных и специальных тестах для оценки их аэробной и анаэробной производительности составило 1295 человек.
- В момент проведения обследований все испытуемые были здоровы и находились в состоянии высокой тренированности.

## МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

- Программа стандартизированных лабораторных обследований включала проведение испытаний в тестах:
  - - «ступенчатого повышения нагрузки»
  - - «удержания критической мощности»
  - - «однократной предельной нагрузки»
  - - «повторной предельной нагрузки»
  - - «максимальной анаэробной мощности»
  - - «повторной нагрузки максимальной мощности».
- Тканевая спектроскопия
- Газоанализ
- Пульсометрия
- В качестве тестирующих упражнений в этих лабораторных испытаниях использовали работу на велоэргометре и бег на тредбане.

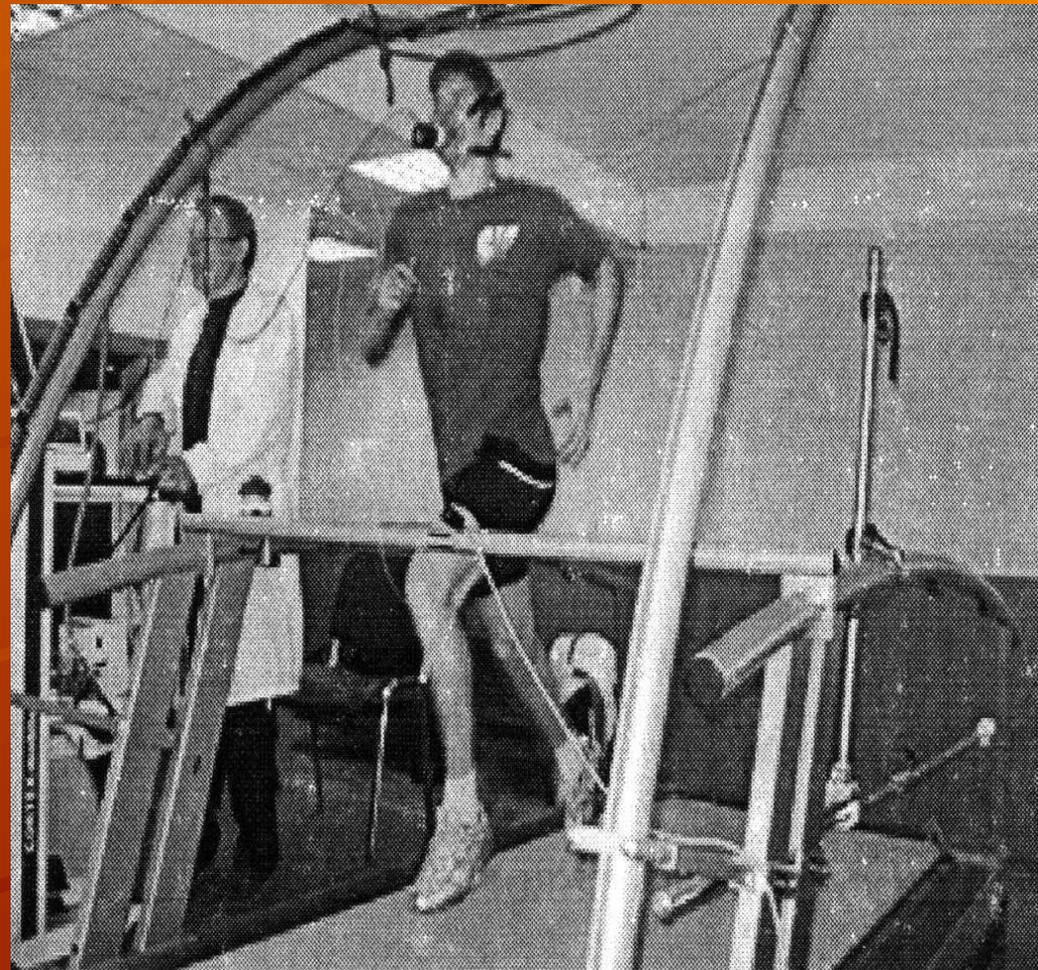
## МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

- На основе анализа динамики ЧСС во время работы и восстановления с помощью мониторов сердечного ритма фирмы «POLAR RS800» (Финляндия) у высококвалифицированных спортсменов при выполнении ими предельных нагрузок на велоэргометре рассчитываются показатели пульсовой стоимости работы, пульс-суммы и пульсового долга



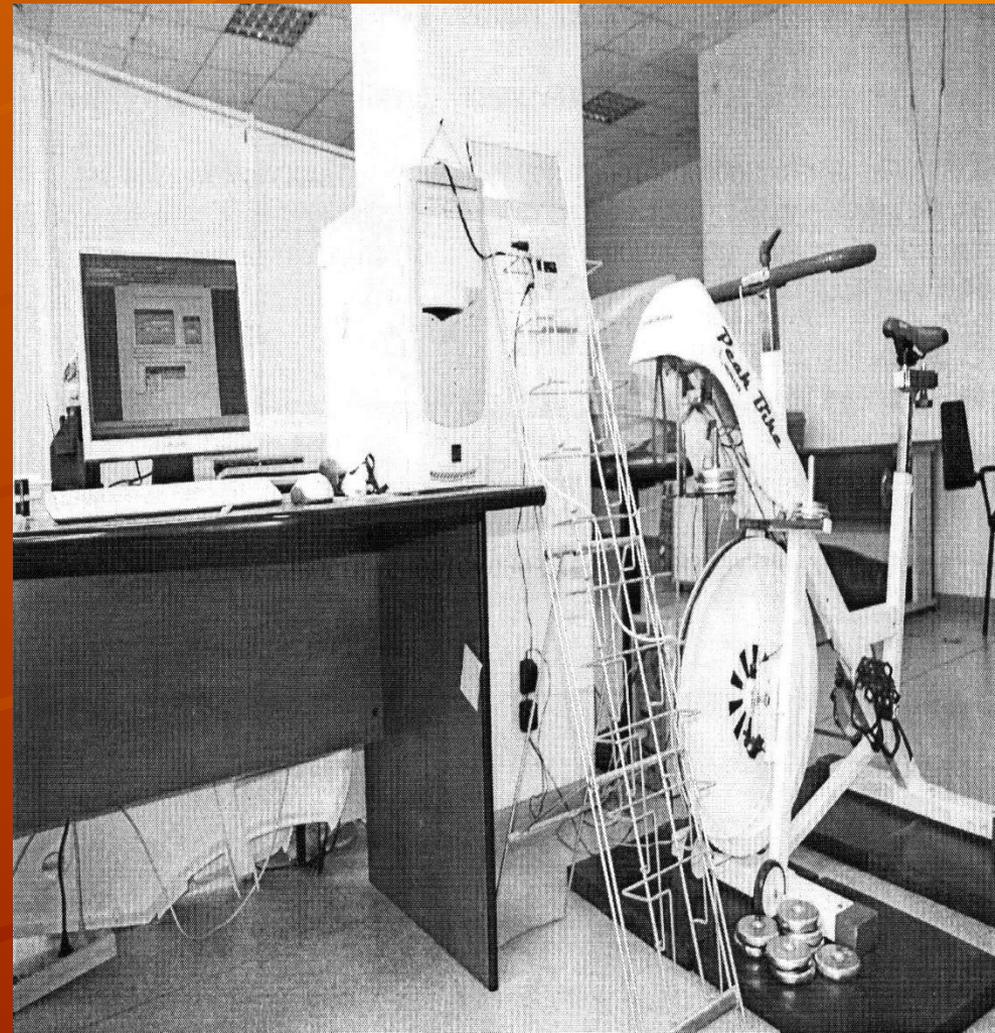
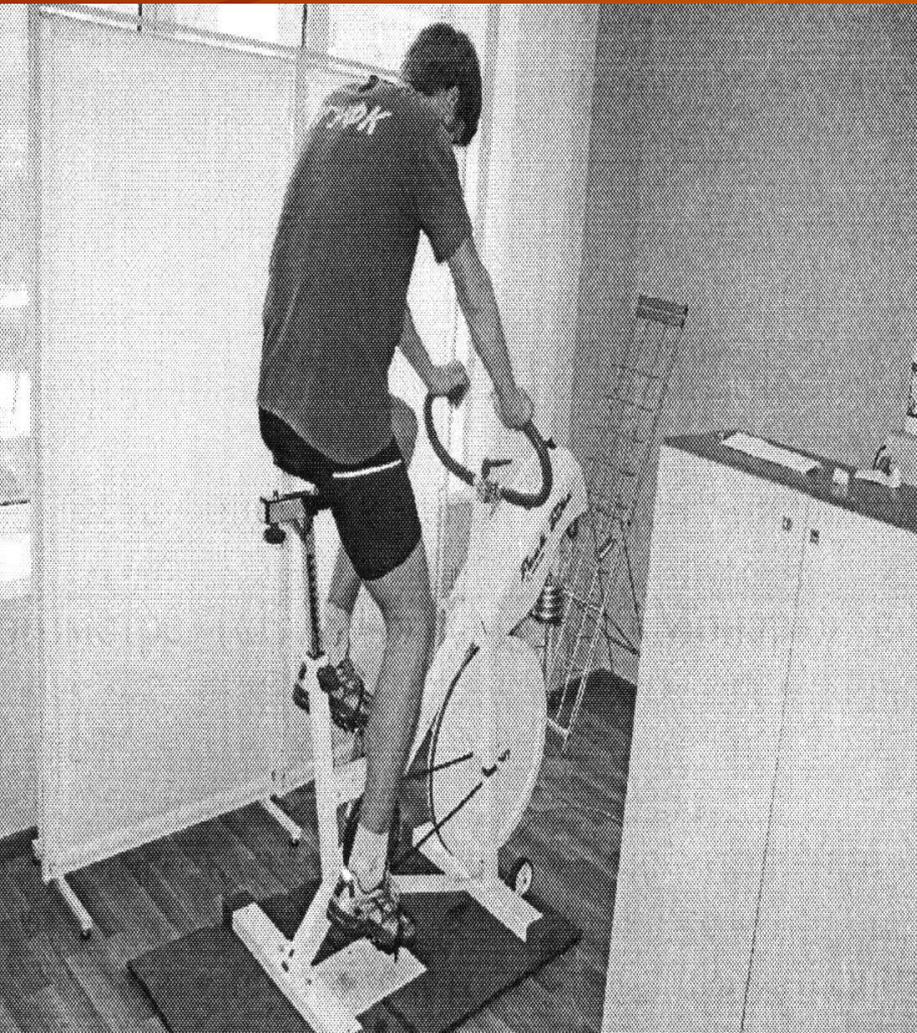
## МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

- Измерение состава вдыхаемого воздуха и вентиляционных показателей выполняли с использованием мониторинжной системы CORTEX фирмы MetaLayer на бегущей дорожке «Hr Cosmos» - Germany. Регистрируемые показатели использованы для расчета скоростей потребления  $O_2$  и выделения  $CO_2$ , дыхательного коэффициента, вентиляционных эквивалентов потребления  $O_2$  и выделения  $CO_2$ .



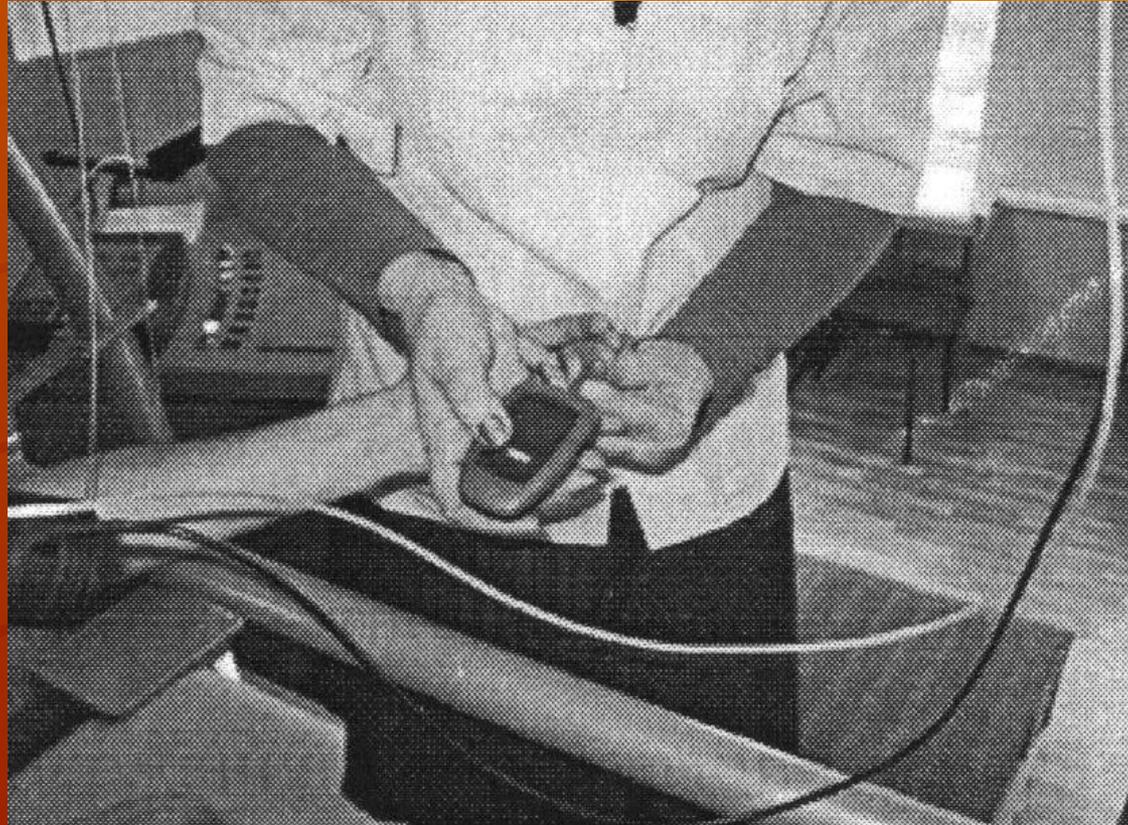
## МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

- **Определение максимальных анаэробных возможностей производили в модифицированном тесте для оценки максимальной анаэробной мощности «МАМ» с помощью аппаратно-программного комплекса «Эргомакс» (мощность, общее количество выполняемой работы, время работы)**



## Методы исследования

- Для определения содержания молочной кислоты в крови использовали энзиматический метод, используя фотометрическую установку «doctor Lange» и стандартные наборы реактивов фирмы «Beringer» (Германия).

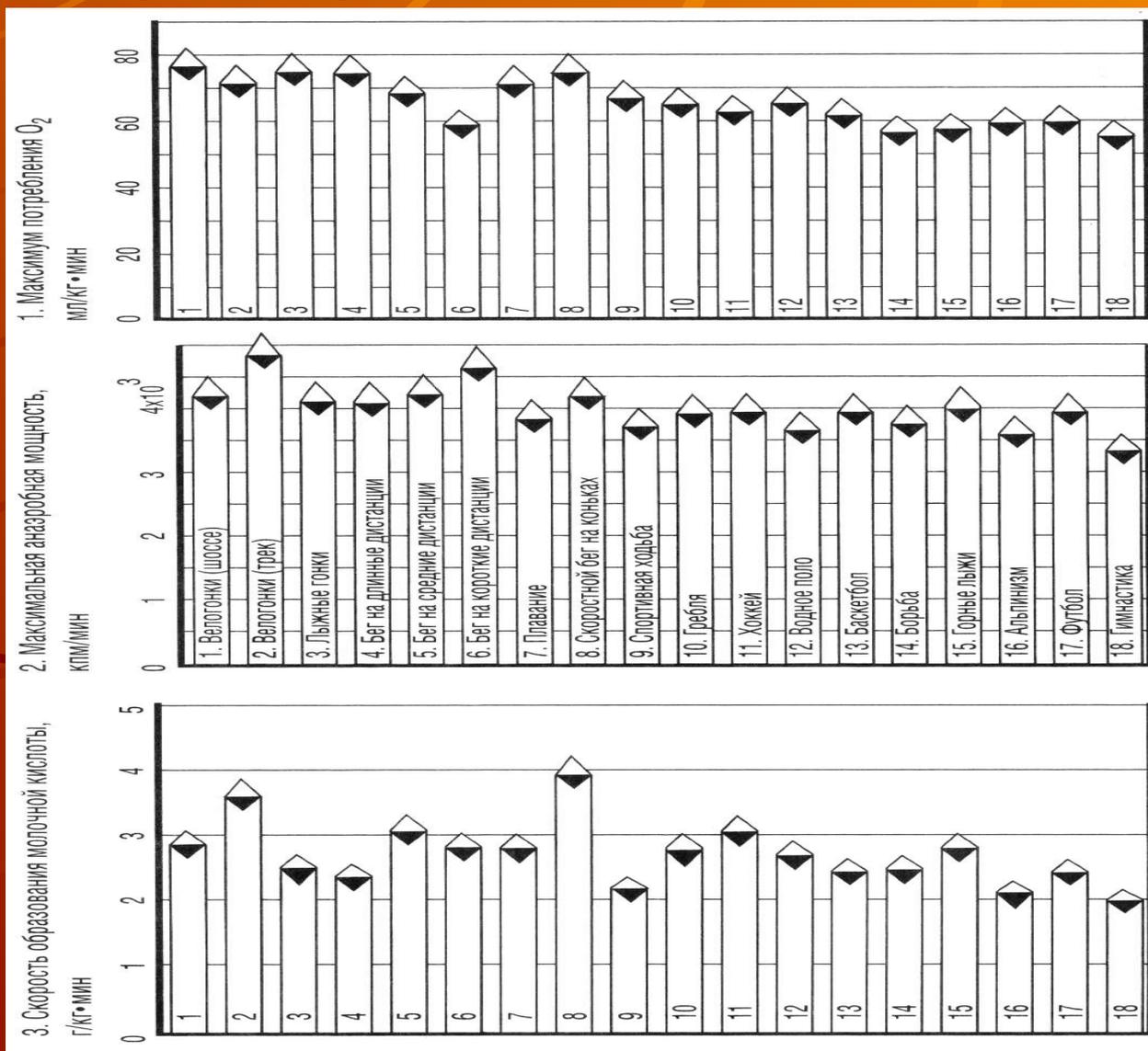


## МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

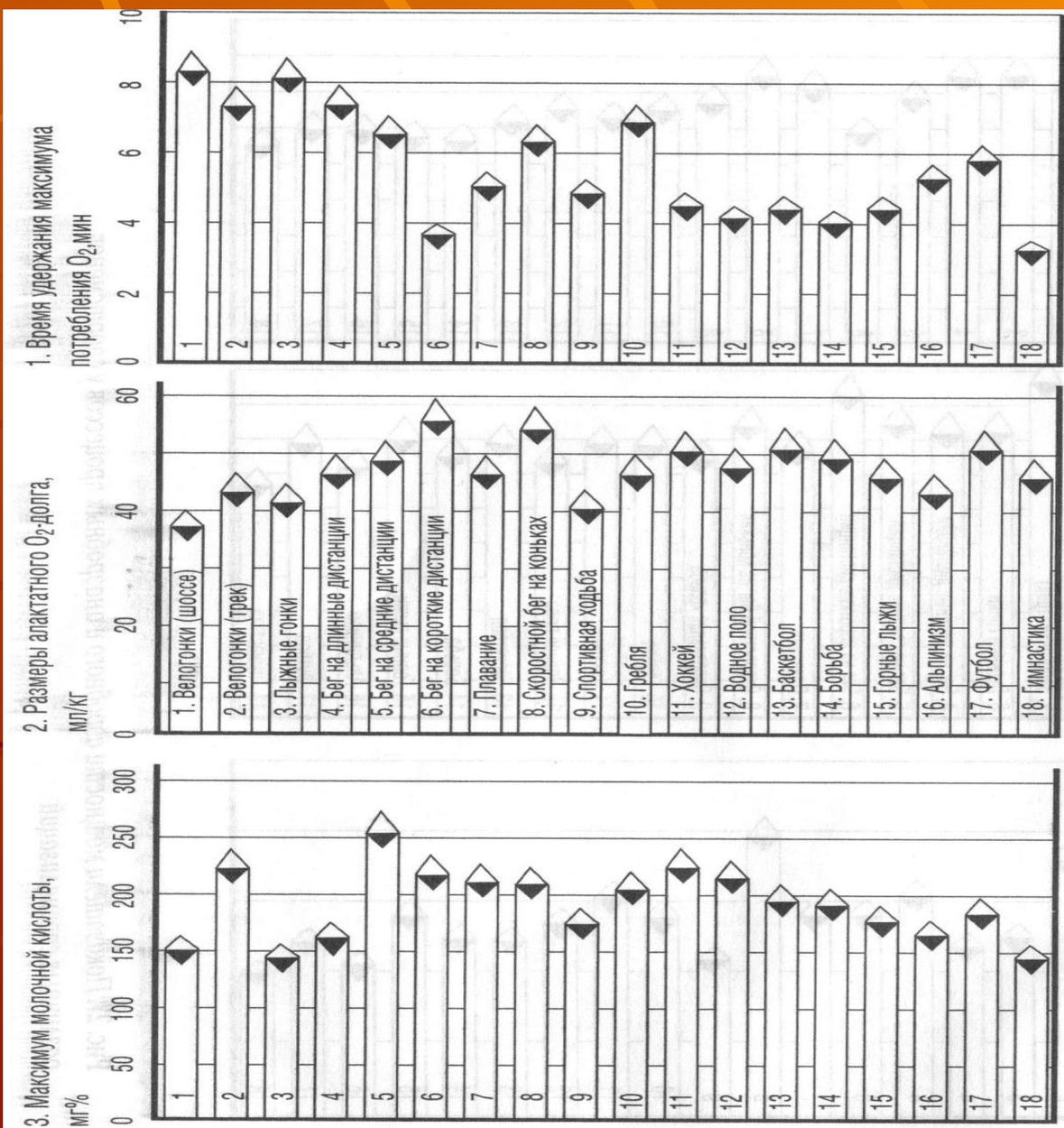
- Математическая обработка результатов исследования проводилась в пакете STATGRAF.
- Использование стандартизированных и специальных тестов позволило получить точные количественные оценки для параметров мощности, емкости и эффективности аэробного и анаэробного компонентов физической работоспособности спортсменов.

# Биоэнергетический профиль спортсменов высокой квалификации и факторная структура спортивной работоспособности

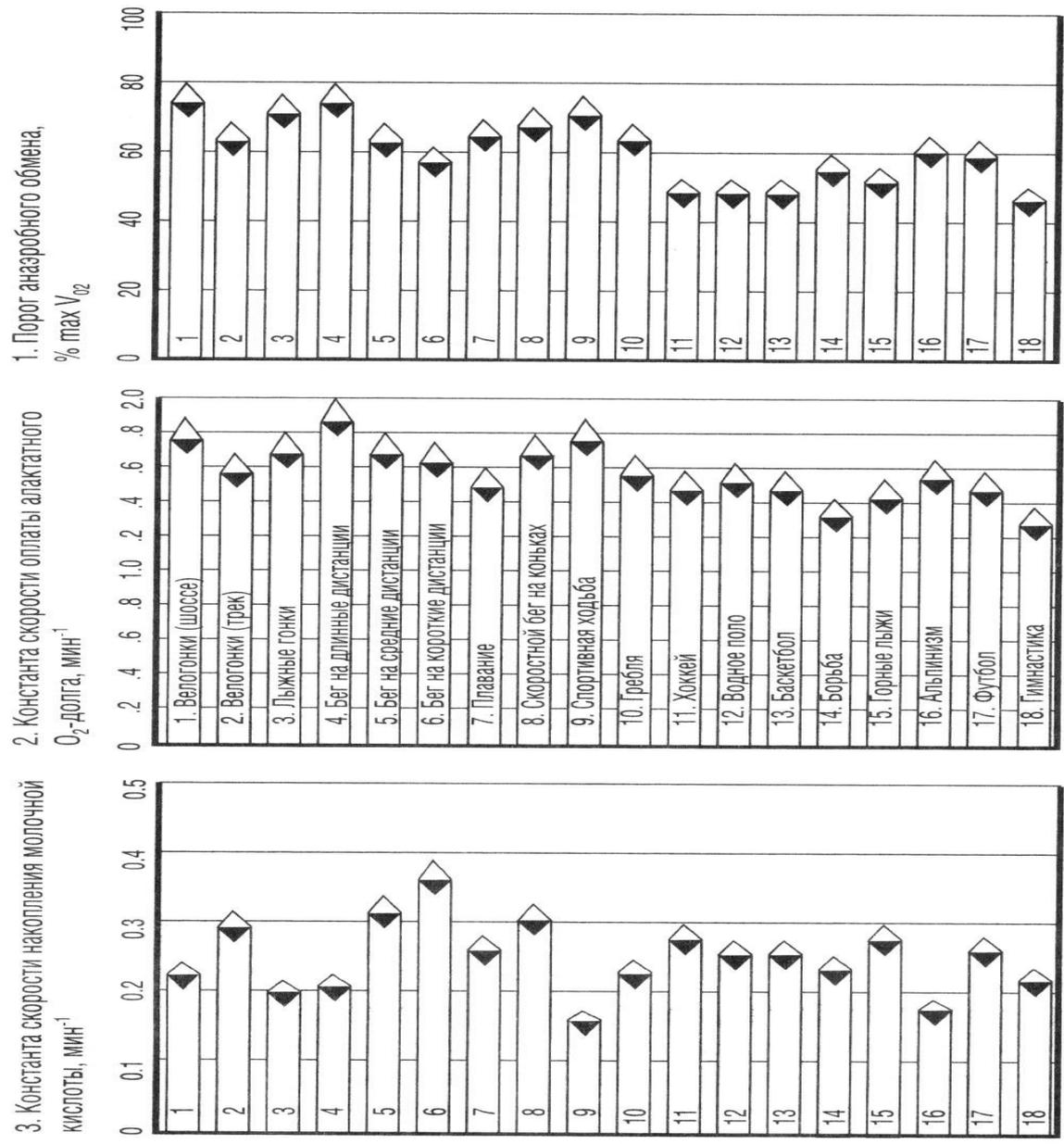
- Рис.1. Показатели мощности аэробного и анаэробных процессов у спортсменов различных специализаций



# Показатели емкости аэробного и анаэробных процессов у спортсменов различных специализаций



# Показатели эффективности аэробного и анаэробных процессов у спортсменов различных специализаций



# Факторный анализ результатов определения биоэнергетических потенциалов у спортсменов, специализирующихся в разных видах упражнений (% общей дисперсии выборки, обусловленной влиянием биоэнергетических факторов)

Критерии	Бег на короткие дистанции, n=84	Бег на длинные дистанции, n=56	Лыжные гонки, n=42	Плавание, n=112	Скоростной бег на коньках, n=66
1. Аэробная мощность	37	41,0	27,5	51,1	7,0
2. Аэробная емкость	?	17,0	39,0	6,06	5,6
3. Аэробная эффективность	?	7,7	12,0	6,8	35,7
4. Гликолитическая анаэробная мощность	9,7	6,2	4,6	5,7	12,5
5. Гликолитическая анаэробная емкость	12,9	14,8	11,7	6,3	21,0
6. Алактатная анаэробная мощность	17,9	3,6	4,4	9,03	9,0
7. Алактатная анаэробная емкость	7,8	?	?	?	5,7



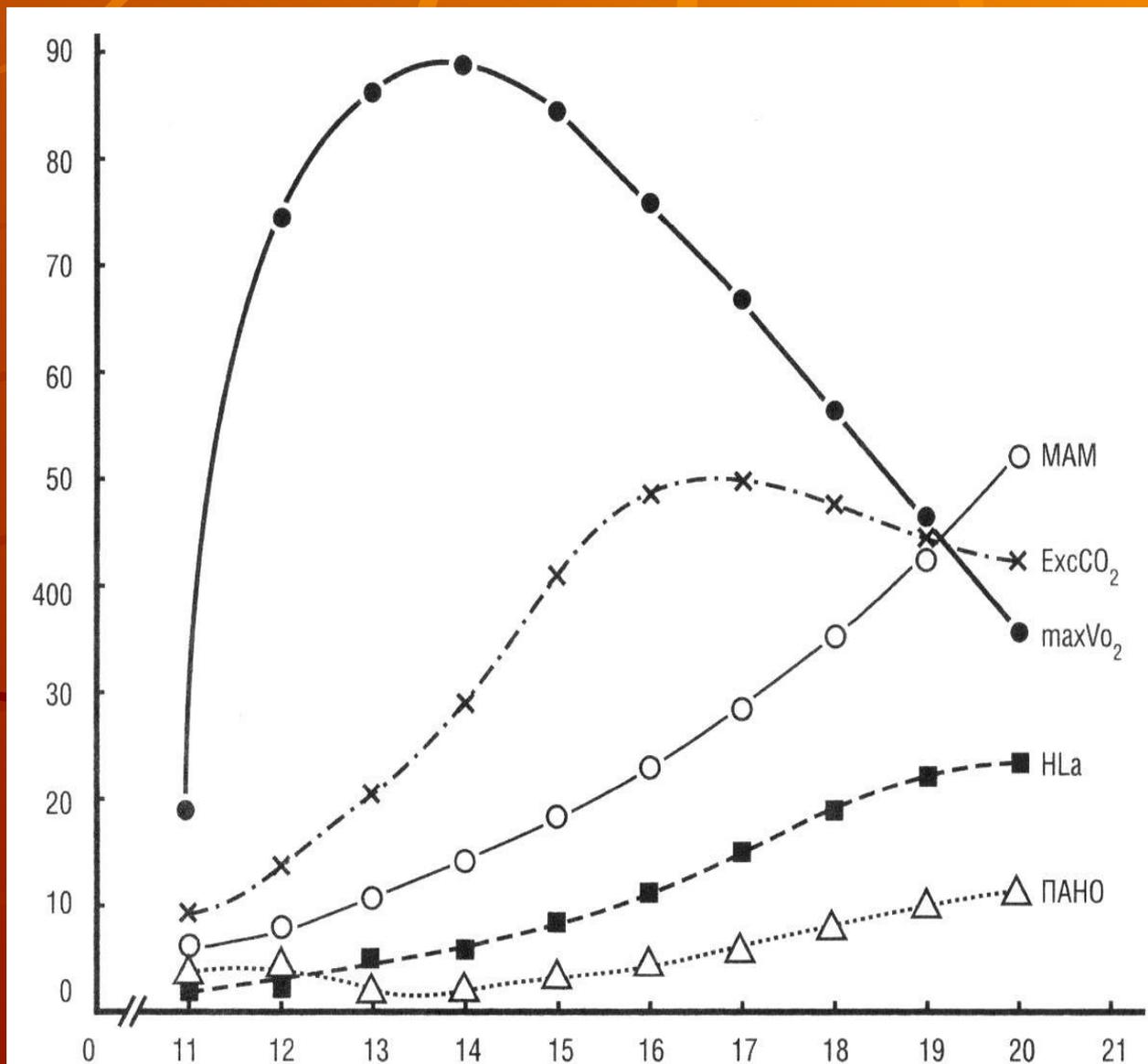
# БИОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ КРИТЕРИИ МОЩНОСТИ, ЕМКОСТИ, ЭФФЕКТИВНОСТИ АЭРОБНОЙ И АНАЭРОБНОЙ РАБОТОСПОСОБНОСТИ У КОНЬКОБЕЖЦЕВ РАЗНОЙ КВАЛИФИКАЦИИ

Квалификация спортсменов	Максимум потребления $O_2$ , мл/кг-мин	$t_{уд.}$ , мин	ПАНО, ед. ММР	Ехс $CO_2$ л/мин	Общий $O_2$ -долг, мл/кг	Алактатный $O_2$ -долг, мл/кг
Спортсмены III и II разряда, n = 10	51±3,7	4,5±1,2	0,46±0,02	1,60±0,12	101±6,3	25±1,3
I разряд и КМС, n =7	69±0,3	5,8±1,6	0,51±0,03	1,79±0,11	127±8,0	31±2,2
Мастера спорта, n = 30	72±0,9	6,4±0,8	0,56±0,01	1,92±0,07	137±3,8	34±1,4
МСМК, N = 19	76±1,2	6,9±1,3	0,60±0,02	1,97±0,04	141±3,7	35±0,9



# Динамика улучшения биоэнергетических функций в процессе многолетней тренировки пловцов

по оси ординат - % улучшения функции  
по оси абсцисс – возраст спортсменов



# ВЫВОДЫ

- Использование стандартизированных лабораторных и специальных тестов позволяет получить точные количественные оценки параметров мощности, емкости и эффективности аэробного и анаэробного компонентов физической работоспособности спортсменов.
- С помощью стандартизированных лабораторных тестов можно формировать биоэнергетические профили спортсменов и создавать протоколы.
- В каждом виде спорта существуют свои «ведущие» биоэнергетические факторы, которые оказывают определяющее влияние на уровень спортивных достижений.
- Наибольшие значения алактатной анаэробной мощности показывают бегуны на короткие дистанции, хоккеисты и велогонщики-трековики. Самыми большими величинами гликолитической анаэробной мощности обладают велогонщики-трековики, бегуны на средние дистанции, хоккеисты и ватерполисты.
- Наибольшую аэробную емкость имеют велосипедисты-шоссейники, лыжники-гонщики, бегуны на средние и длинные дистанции.
- Самые высокие величины алактатной анаэробной емкости показывают бегуны на короткие дистанции. Наибольшие величины гликолитической анаэробной емкости и эффективности отмечены у бегунов на средние дистанции, велогонщиков-трековиков и хоккеистов.
- В ходе длительней тренировки наиболее значительные сдвиги в процессе тренировки обнаруживаются в показателях аэробной мощности. На 2-3 году тренировки они достигают 90% исходного значения.
- Наибольшие темпы приростов в процессе тренировки и наиболее длительные сроки их достижения отмечены для показателей гликолитической анаэробной емкости и аэробной эффективности.
- **Общая закономерность развития адаптации в процессе тренировки: начальные этапы тренировки осуществляются за счет улучшения показателей мощности биоэнергетических процессов, затем - за счет показателей биоэнергетической емкости и на заключительном этапе тренировки – за счет улучшения биоэнергетических параметров эффективности.**