

**МЕТАБОЛИЧЕСКАЯ  
ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАЗЛИЧНЫХ  
РЕЖИМОВ НАПРЯЖЕННОЙ  
МЫШЕЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ  
ПЕРЕМЕННОГО ХАРАКТЕРА**

**ТАМБОВЦЕВА Р.В.  
д.б.н., профессор  
РГУФКСМиТ, Москва**

## ВВЕДЕНИЕ

- В настоящее время на соревнованиях успеха достигают те спортсмены, которые способны совершить быстрые изменения темпа по ходу прохождения дистанции и превзойти своих соперников на заключительном финишном спурте.
- В связи с этим необходимо знать, как скажется увеличение темпа, предпринятое на определенном участке дистанции, на эффективности последующих периодов работы, какое именно должно быть ускорение по интенсивности и продолжительности, чтобы не вызвать преждевременного истощения энергетических ресурсов и развития утомления, какова должна быть интенсивность и продолжительность «восстановительных» периодов по ходу выполнения заданного упражнения, чтобы обеспечить полное использование энергетического потенциала и достижения высоких спортивных результатов.

## Цель исследования:

- Изучение особенностей кинетики метаболических процессов у спортсменов при различных вариантах напряженной мышечной работы переменного характера

# Методы исследования:

- В настоящем эксперименте приняли участие пять хорошо тренированных велосипедистов и конькобежцев.
- Эксперимент был проведен в несколько этапов
- Использовали следующие тесты:
  - 1. Тест со ступенчатым повышением нагрузки до отказа
  - 2. Тест на удержание критической мощности
  - 3. Тест максимальной анаэробной мощности
- Результаты проведенных испытаний в тесте на удержание критической мощности и в тесте максимальной анаэробной мощности были использованы в качестве исходных данных при планировании последующих этапов эксперимента

## Методы исследования

- В основу была положена зависимость «мощность – предельное время»
- Указанная зависимость представлена следующим линейным соотношением:
  - $\lg W = \lg W_{max} - p \lg t_{lim}$ ,
- где  $W$  – мощность при любом заданном значении предельного времени
- $W_{max}$  – максимальная мощность
- $p$  – постоянный коэффициент, численно равный тангенсу угла наклона прямой в логарифмическом графике
- $t_{lim}$  – предельное время упражнения

# Методы исследования

- Для дальнейших опытов по изучению переменных режимов мышечной работы были выбраны два значения мощности, на которых испытуемые выполняли ускорения по ходу работы
- Этим значениям мощности соответствовало предельное время упражнения 45 и 180 секунд
- Продолжительность упражнений варьировала на двух уровнях – 20 и 80% от предельного времени 45 и 180 секунд
- Каждым испытуемым было выполнено по четыре опыта с ускорениями разной продолжительности: 10 и 36 секунд при мощности, соответствующей предельному времени 45 секунд,
- 36 и 145 секунд при мощности, соответствующей предельному времени 180 секунд.

# Методы исследования

- Непрерывные измерения кардиореспираторных показателей в периоды исходного покоя, работы и в течение 30 минут восстановления после завершения работы производили с помощью мониторинговой системы «Metalyser 3B-R2»
- Определяли значения среднего стандартного уровня потребления  $O_2$ , размеры кислородного прихода за время работы, величины  $O_2$ -долга и  $O_2$ -дефицита, значения общей и удельной энергетической стоимости работы.
- Непрерывные измерения респираторных показателей в режиме каждого выдоха при исполнении теста МАМ и Вингейт-теста производили с помощью волюметра SV3000.
- Степень насыщения гемоглобина крови кислородом определяли с помощью пульсоксиметра MD 300 W
- Степень оксигенации работающей мышцы устанавливали с помощью тканевого инфракрасного спектрометра «In Spektra TM»
- Определение концентрации молочной кислоты в крови, pH и газов крови выполняли с помощью микроанализатора ABL 800 фирмы «Radiometr»

# Результаты исследования

Обобщенные биоэнергетические показатели, установленные в опытах с начальным ускорением, равным 80% и 20% от предельных 45- и 180-секундных упражнений (45 сек. с упр. и 180 сек с упр.), с последующим возвращением на критическую мощность ( $W_{кр}$ )

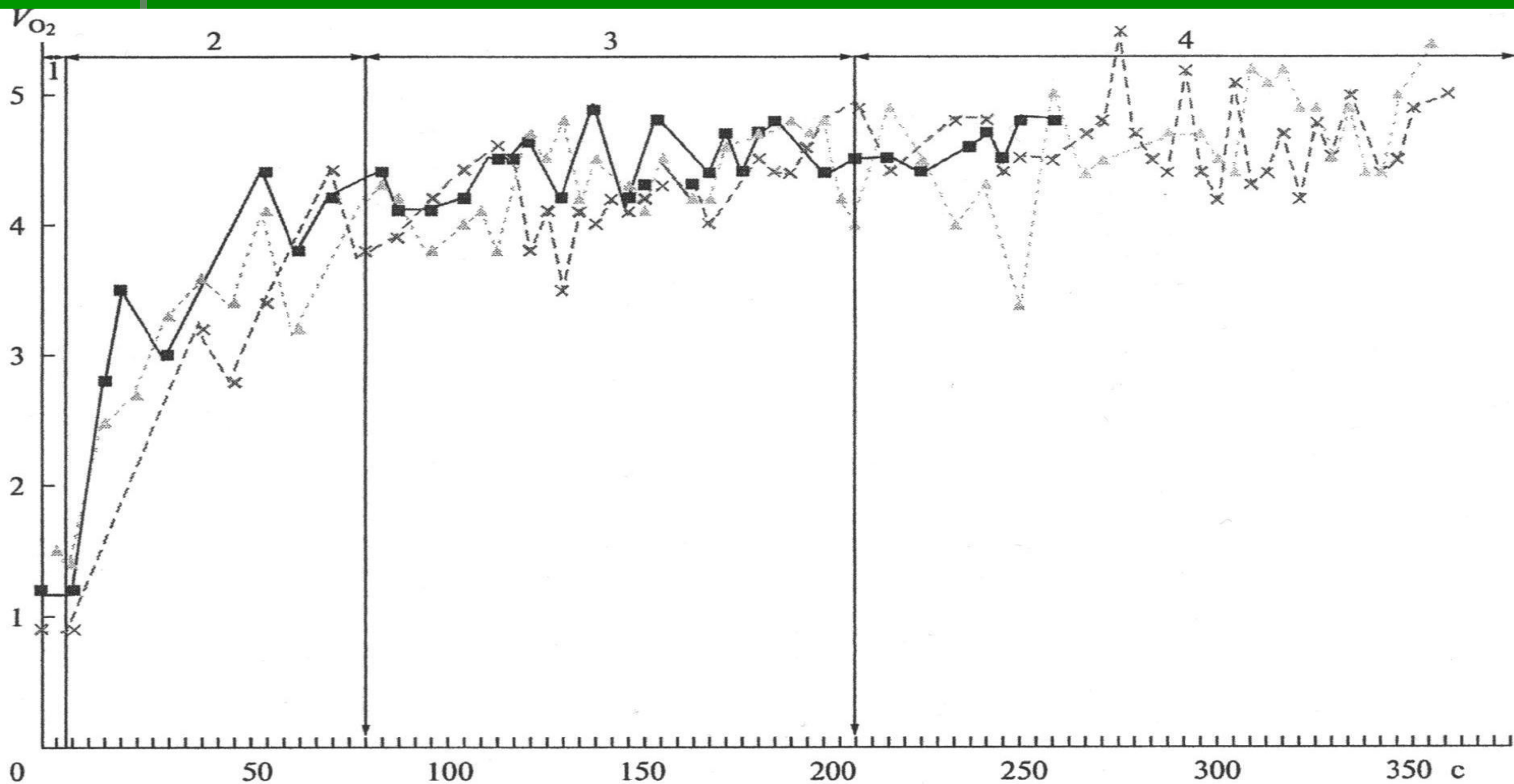
Вид упражнения	Константа скорости вратывания	O <sub>2</sub> -дефицит, л	O <sub>2</sub> -приход, л	<i>t</i> удержания	Общий O <sub>2</sub> D, л	Lact O <sub>2</sub> D, л	Alact O <sub>2</sub> D, л	V <sub>CO<sub>2</sub></sub> (Σ за работу), л	ExcCO <sub>2</sub> (Σ за работу), л	Уровень O <sub>2</sub> -запроса, л/мин	ΣExcCO <sub>2</sub> , л
Удержание критической мощности	1.42 ± ± 0.19	2.79 ± ± 0.8	19.66 ± ± 6.41	5.72 ± ± 1.14	12.21 ± ± 1.5	11.28 ± ± 1.8	2.37 ± ± 0.585	22.71 ± ± 6.84	8.53 ± ± 2.41	33.31 ± ± 8.51	5.72 ± ± 0.4
80% от 45 с упр.	2.00 ± ± 0.187**	1.85 ± ± 0.20**	18.60 ± ± 6.95*	5.57 ± ± 0.78*	11.20 ± ± 0.58**	9.20 ± ± 0.64**	2.00 ± ± 0.17**	21.06 ± ± 2.37*	8.03 ± ± 1.03*	29.81 ± ± 2.65**	5.51 ± ± 0.32*
80% от 180 с упр.	1.58 ± ± 0.26*	2.76 ± ± 0.76*	22.13 ± ± 1.06**	6.42 ± ± 0.2**	12.97 ± ± 2.36*	10.91 ± ± 2.36*	2.06 ± ± 0.1**	25.12 ± ± 1.4**	8.53 ± ± 1.3*	35.10 ± ± 2.99**	5.53 ± ± 0.62*
20% от 180 с упр.	1.58 ± ± 0.07*	2.53 ± ± 0.68*	19.83 ± ± 1.99*	6.00 ± ± 0.29*	11.05 ± ± 0.45**	8.69 ± ± 1.32**	2.35 ± ± 0.27*	23.88 ± ± 3.89**	9.01 ± ± 2.41*	30.88 ± ± 2.42*	5.19 ± ± 0.16*
20% от 45 с упр.	1.84 ± ± 0.19*	1.91 ± ± 0.26**	19.85 ± ± 2.57*	6.25 ± ± 0.27**	11.05 ± ± 3.47**	9.00 ± ± 1.79**	2.06 ± ± 0.05**	25.72 ± ± 2.23**	10.17 ± ± 0.71**	30.90 ± ± 3.9*	4.94 ± ± 0.46**

Примечание. Достоверность различий от  $W_{кр}$ : \* – при  $p \leq 0.05$ , \*\* – при  $p \leq 0.01$ .



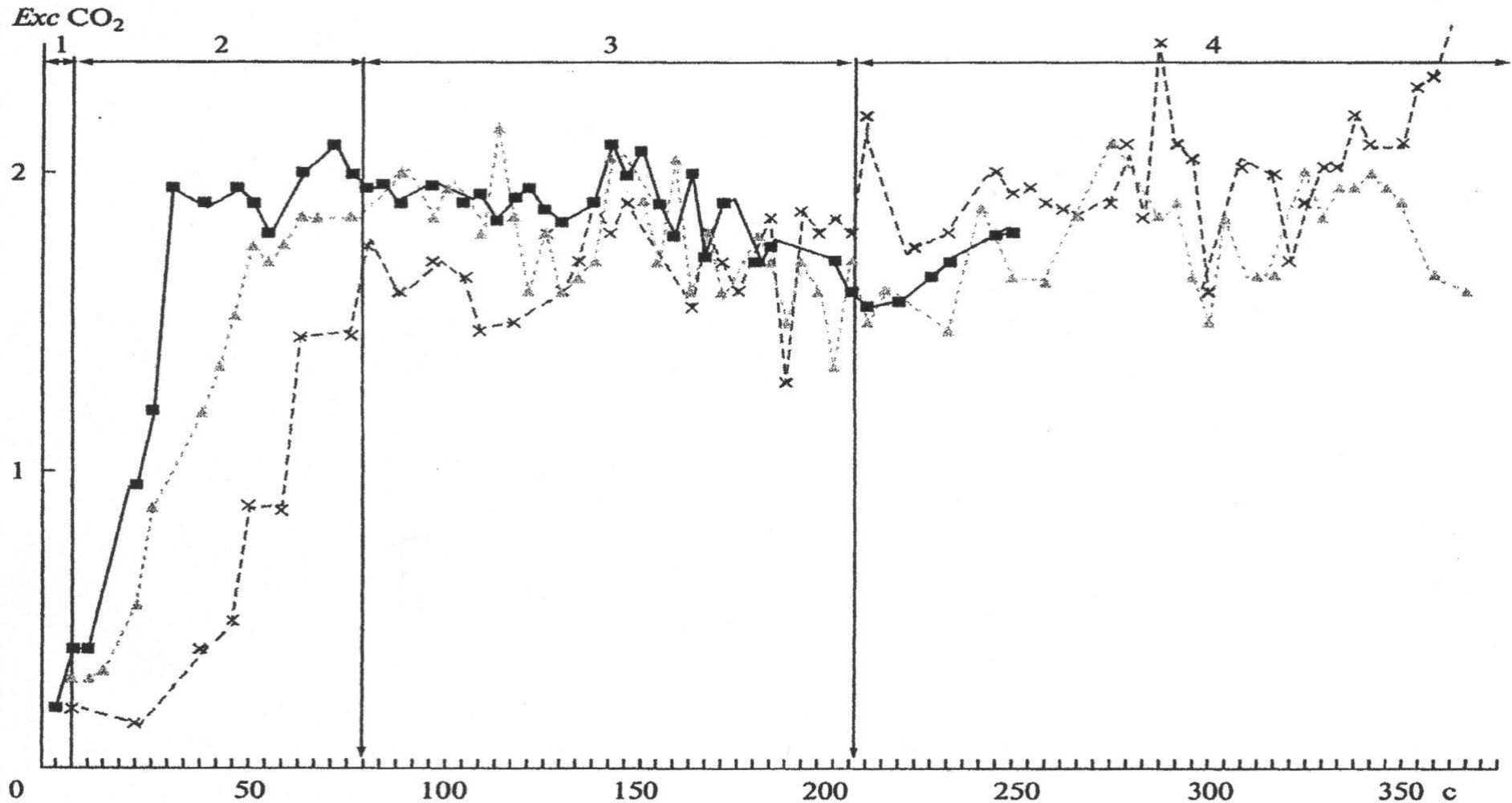
## критической мощности

- Штриховая линия – значения, зарегистрированные в тесте на удержание критической мощности
- Пунктирная линия – значения после 20% ускорения от 45-секундного предельного упражнения
- Сплошная линия – значения после 80% ускорения от 45-секундного предельного упражнения с последующим возвращением на уровень критической мощности
- Цифры 1-4 по горизонтали обозначены различные состояния при работе
- По оси абсцисс – время работы, секунды.



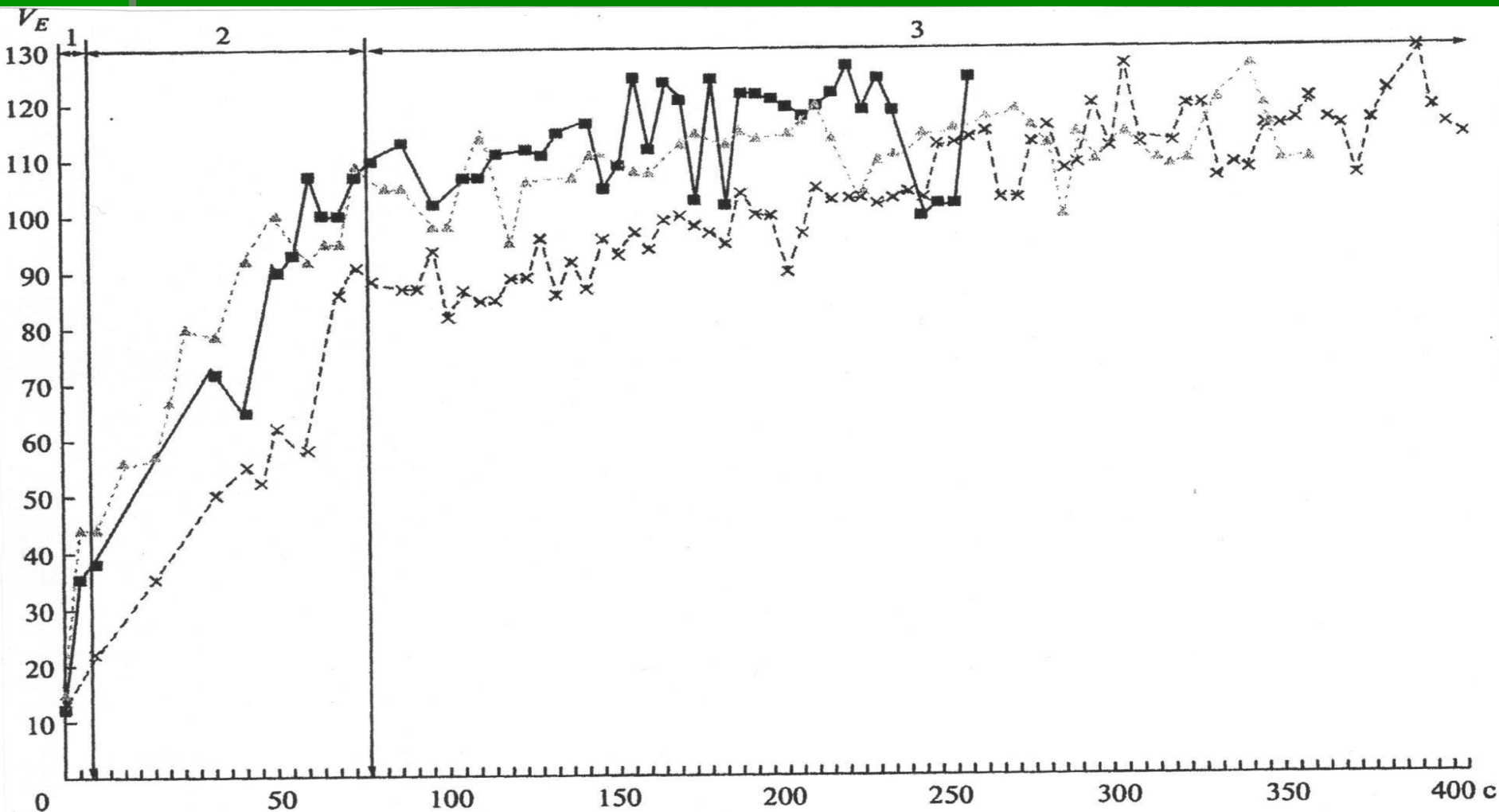
# Динамика «избыточного» выделения $\text{CO}_2$ ( $\text{Exs CO}_2$ , л/мин) при работе на критической мощности

- Штриховая линия – значения уровня  $\text{Exs CO}_2$  при работе на критической мощности
- Пунктирная линия – значения после 20% ускорения от 45-секундного предельного упражнения
- Сплошная линия – значения после 80% ускорения от 45-секундного предельного упражнения с последующим возвращением на уровень критической мощности
- Цифры 1-4 различные состояния при работе
- По оси абсцисс – время работы, секунды



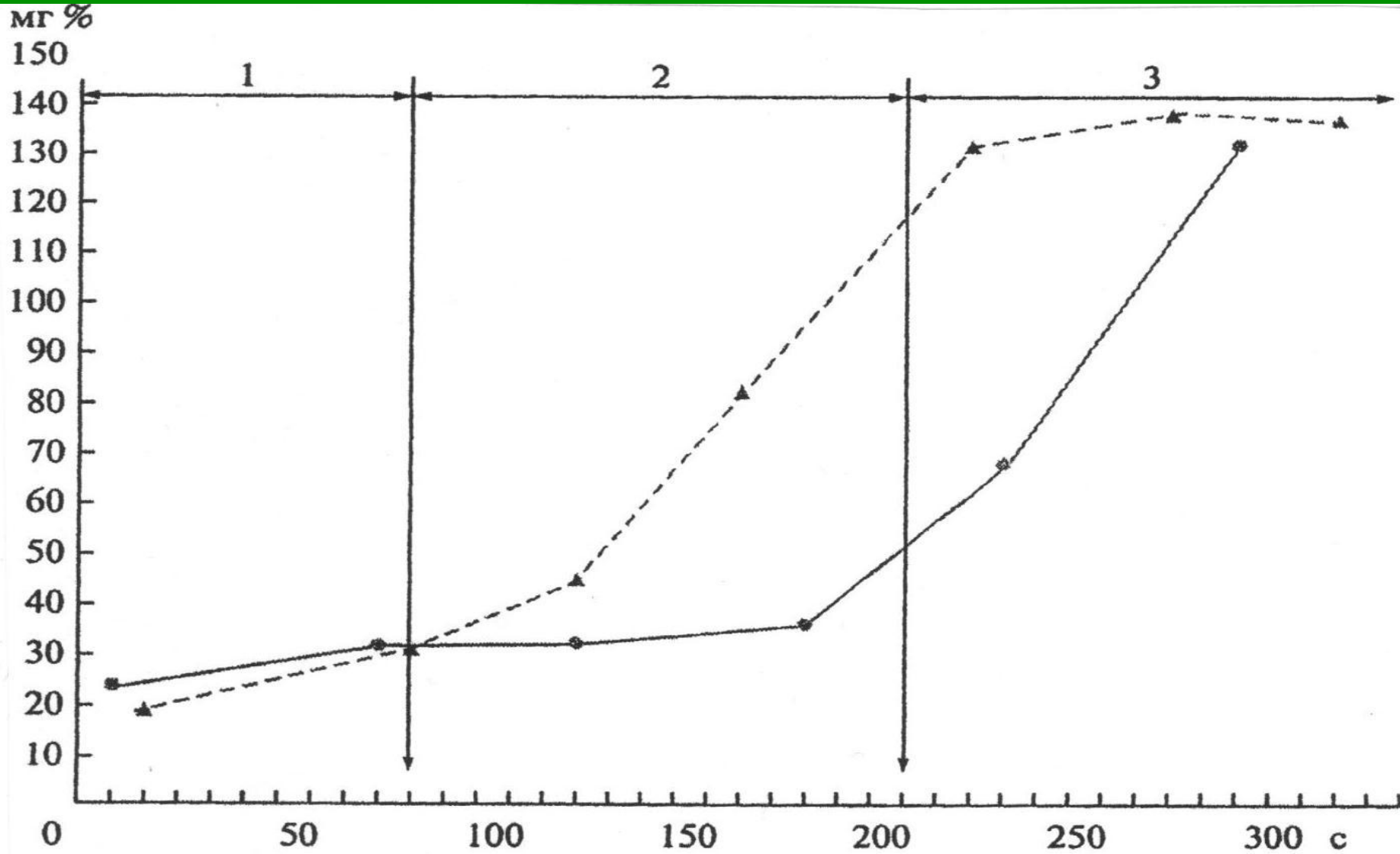
# Динамика уровня легочной вентиляции ( $V_E$ л/мин) при работе на критической мощности

- Штриховая линия – значения уровня  $V_E$  в тесте на удержание критической мощности
- Пунктирная линия – значение после 20% ускорения от 45-секундного предельного упражнения
- Сплошная линия – значения  $V_E$  после 80% ускорения от 45-секундного предельного упражнения с последующим переходом на уровень критической мощности
- Цифры 1-4 по горизонтали обозначены различные состояния при работе
- По оси абсцисс – время работы, секунды



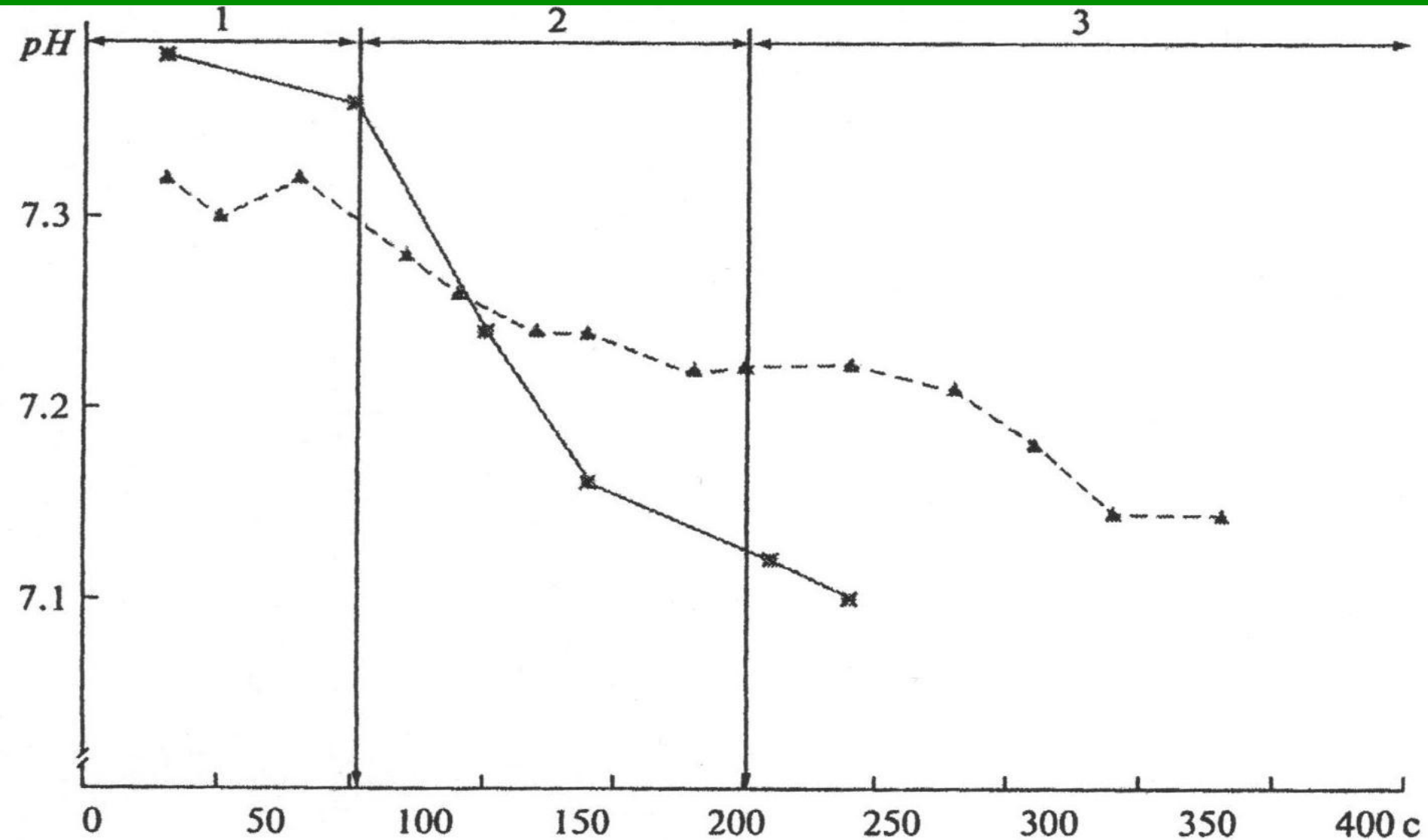
## Динамика содержания молочной кислоты (мг%) в крови при работе на уровне критической мощности

- Штриховая линия – значения при работе на уровне критической мощности
- Сплошная линия – значения после 20% ускорения от 45-секундного предельного упражнения с последующим переходом на уровень критической мощности
- По оси абсцисс – время работы, секунды



## Динамика рН крови при работе на уровне критической мощности

- Штриховая линия – значения рН при работе на критической мощности
- Сплошная линия – значения рН после 80% ускорения от 45-секундного предельного упражнения с последующим переходом на уровень критической мощности
- По оси абсцисс время работы, в секундах



# ВЫВОДЫ

- **1.** В процессе напряженной мышечной деятельности в организме спортсмена происходит последовательная смена нескольких различных метаболических состояний.
- **2.** В состоянии «пусковой настройки» (первые 10-15 секунд настройки) метаболические изменения локализуются в самих работающих мышцах, и они связаны, преимущественно, с изменениями в алактатном анаэробном процессе.
- **3.** В период вработывания, длящийся от 50 до 150 секунд от начала упражнения, первичное состояние обмена, характеризуемое явным преобладанием алактатного анаэробного процесса, сменяется одновременным быстрым увеличением гликолитической и дыхательной активности.

**БЛАГОДАРЮ  
ЗА  
ВНИМАНИЕ**