

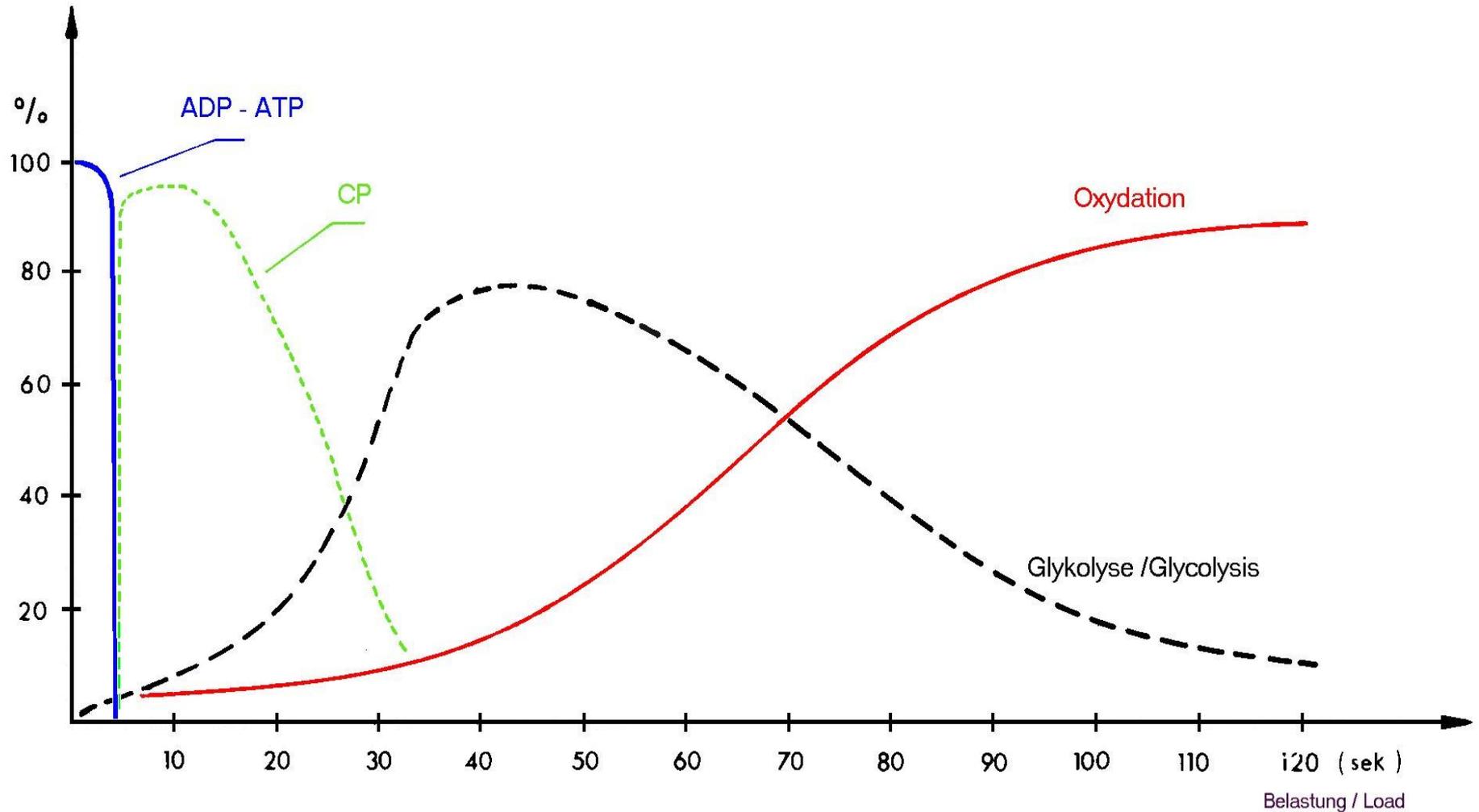
**Лаборатория Теории и методики спортивной подготовки и резервных возможностей спортсменов НИИ НУФВСУ**

# **Применение биохимических методов в практике спортивной подготовки**

**Национальный университет  
физического воспитания и  
спорта Украины**



# Последовательность мобилизации и количественное соотношение (%) активности разных механизмов энергообеспечения мышечной деятельности



**Последовательность мобилизации и количественное соотношение (%) активности разных механизмов энергообеспечения мышечной деятельности при выполнении нагрузок различной максимальной длительности**

Соревновательная дистанция, м	Предельное время	Механизмы энергообеспечения		
		анаэробный		аэробный
		креатин-фосфатный	Гликолитический	
100 м	10 – 15 с	50	50	-
200 м	0.35	25	65	10
400 м	0.75	12.5	62.5	25
800 м	1.75	4	51	44
1500 м	4.0	*	25	75
5000 м	14.0	*	12.5	87.5
10000 м	29.0	*	3	97

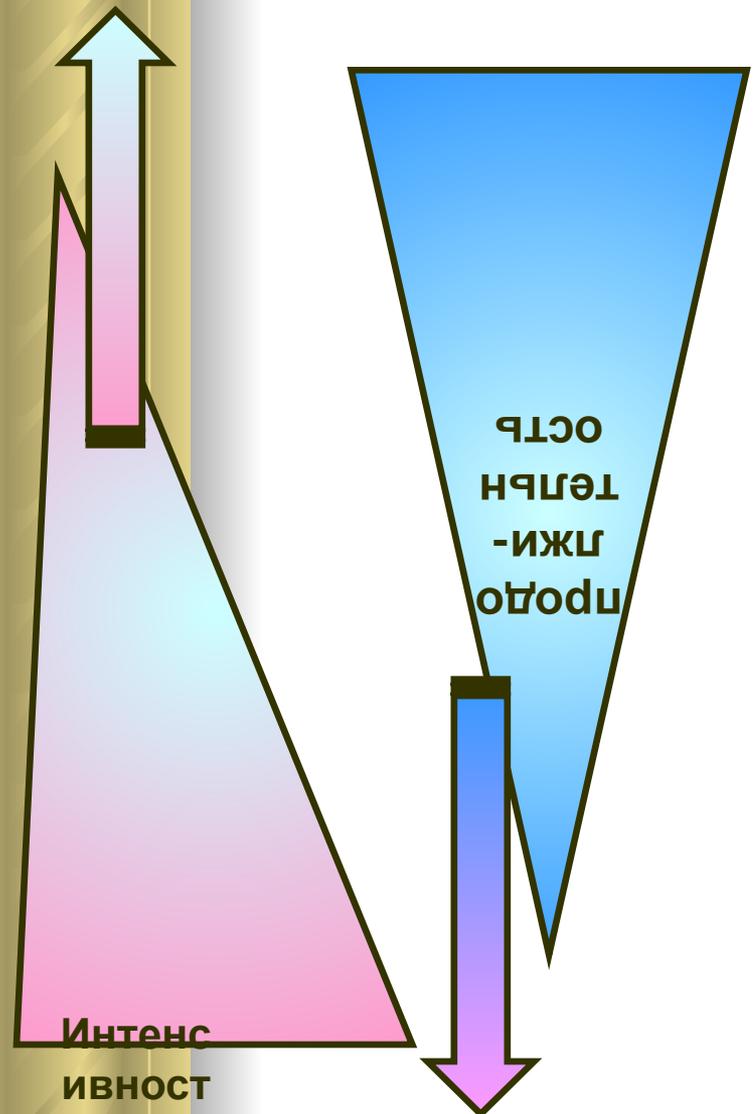
**\* анаэробный креатинфосфатный механизм энергообеспечения используется только в первые секунды стартового отрезка дистанции**

● **НАГРУЗКА:**

● **продолжительность**



● **ИНТЕНСИВНОСТЬ**



● **ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЕ**

● **аэробное**



● **анаэробное**

10 км

5 км

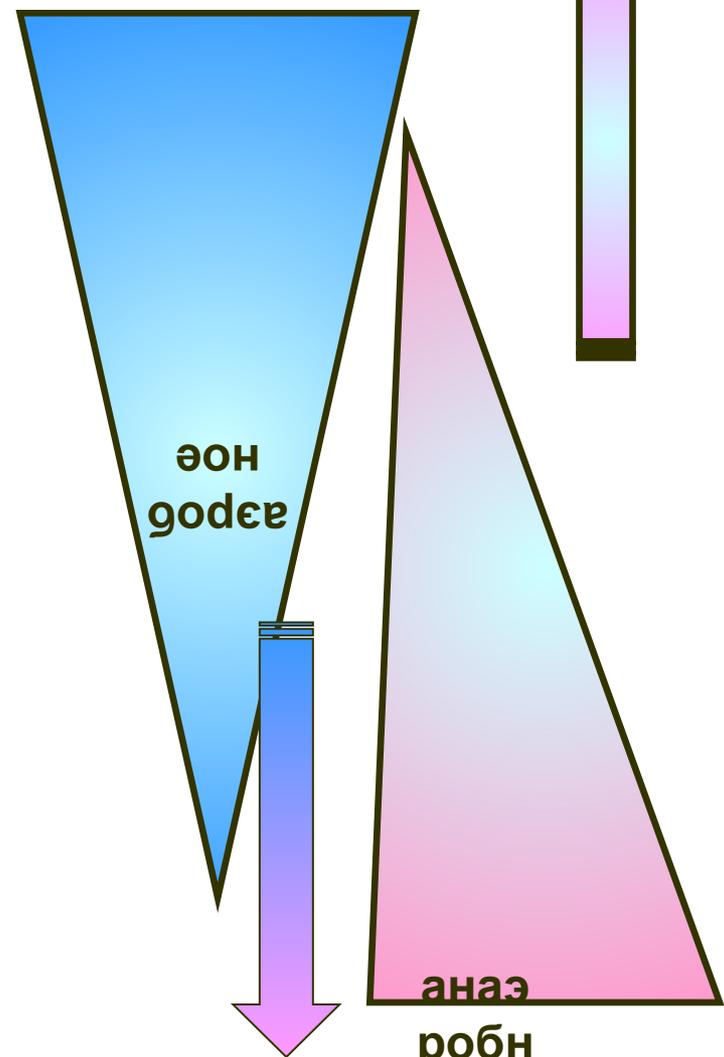
1500 м

М

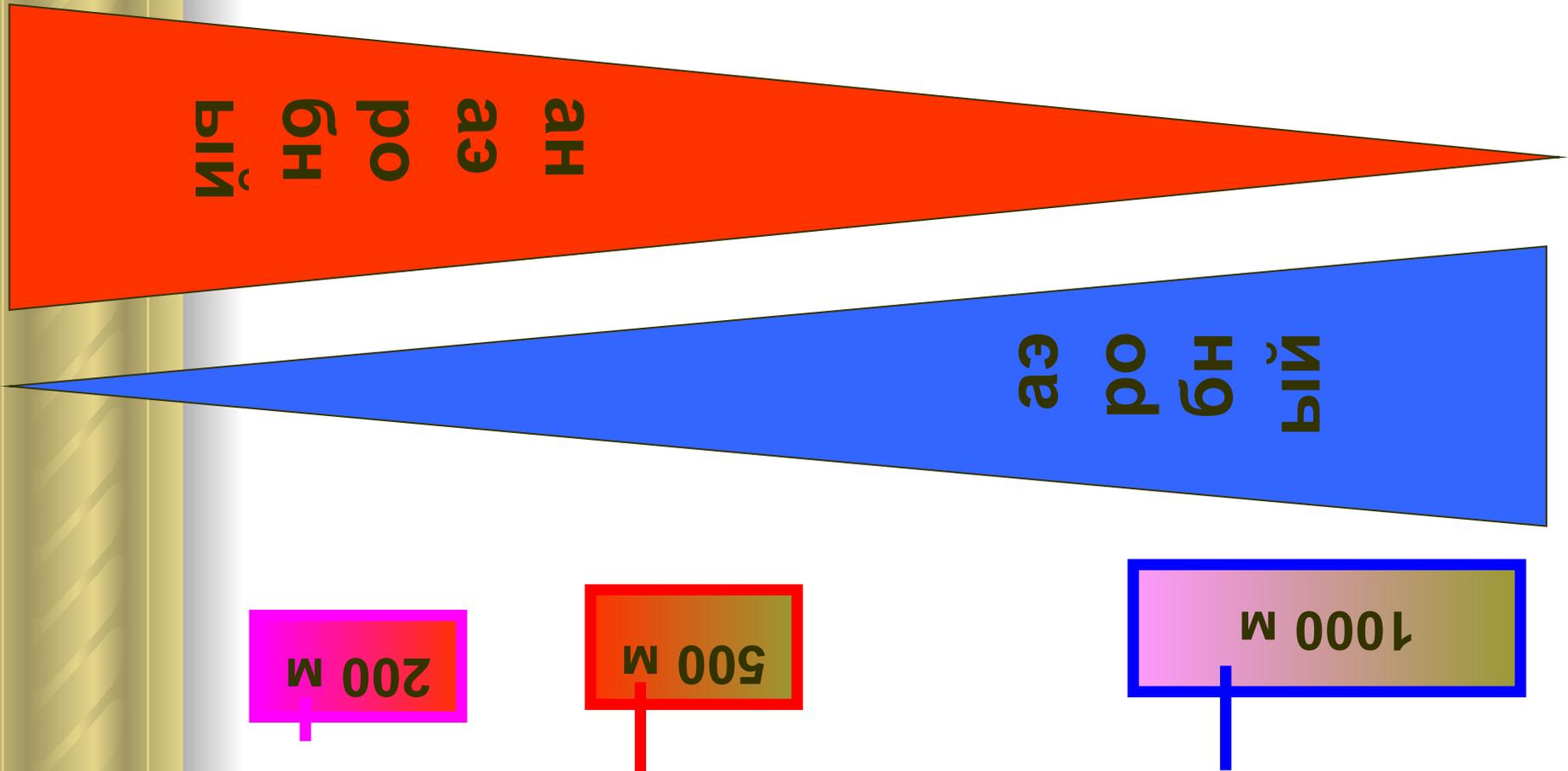
800 м

400 м

100 м



*!!! С увеличением длительности соревновательной дистанции в ее энергообеспечении снижается вклад анаэробных процессов и увеличивается аэробных*



**биохимический  
анализатор LP-420 (Dr.  
Lange, Германия)**





# • ЛАКТАТ КРОВИ

- ... лактат - продукт анаэробного гликолиза (гликогенолиза), т.е. анаэробного распада глюкозы (гликогена). Если **в состоянии покоя** его содержание в крови составляет **1.0 – 2.5 ммоль · л<sup>-1</sup>**, то при воздействии **физических нагрузках** анаэробного характера его содержание может достигать **26 – 28 ммоль · л<sup>-1</sup>**.
- При интерпретации полученных данных относительно содержания лактата в крови следует учитывать ряд факторов:
  - характер воздействующей нагрузки
  - её интенсивность и объём
  - этап подготовки
  - степень тренированности и др.

- **W/HLa** - соотношение мощности нагрузки и концентрации лактата в крови, Вт/ммоль/л – характеризует эффективность метаболических процессов - количество мощности нагрузки (выполненной работы), которое приходится на 1 ммоль/л увеличение концентрации лактата в крови во время работы – *чем выше, тем выше эффективность метаболических процессов, тем лучше*
- **HLa 3 min** - концентрация лактата в крови на 3-й мин восстановительного периода
- **HLa 7 min** - концентрация лактата в крови на 7-й мин восстановительного периода
- **ΔHLa** - разница концентрации лактата в крови на 3 мин и 7 мин восстановительного периода – *скорость утилизации лактата*

## **Возможные изменения содержания лактата в крови на тестирующие физические нагрузки и оценка состояния тренированности спортсмена.**

<b>Направленность изменений</b>	<b>Оценка состояния тренированности</b>
<b>Снижение содержания лактата в крови при стандартной физической нагрузке</b>	<b>Повышение уровня тренированности</b>
<b>Повышение содержания лактата в крови при повышении мощности тестирующей нагрузки</b>	<b>Усовершенствование анаэробных механизмов энергообеспечения работы</b>
<b>Отсутствие изменений или снижение содержания лактата в крови при повышении мощности тестирующей нагрузки</b>	<b>Показатель роста экономизации функций (рост уровня тренированности)</b>
<b>Отсутствие изменений содержания лактата в крови при снижении мощности тестирующей нагрузки</b>	<b>Снижение уровня тренированности</b>
<b>Резкое увеличение содержания лактата в крови при сохранении мощности работы</b>	<b>Низкий уровень тренированности</b>

# Кислотно-основное равновесие артериальной крови (рН).

- Концентрация ионов водорода в крови (рН) в наибольшей степени зависит от содержания в ней лактата, а также от парциального напряжения  $\text{CO}_2$  и буферных возможностей крови.
- В состоянии покоя рН артериальной крови у спортсменов и у лиц, не занимающихся спортом, практически одинаково и **в норме составляет около 7,35-7,45.**
- У спортсменов, тренирующих выносливость, снижение рН при стандартных нагрузках меньше по сравнению с нетренированными.
- При максимальных анаэробных нагрузках снижение рН у спортсменов больше, чем у не спортсменов. В отдельных случаях рН артериальной крови у **спортсменов высокой квалификации может снизиться до 6,7–6,5.**

# Гемоглобин крови

**120 – 140 г · л<sup>-1</sup> (женщины)**

**130 – 160 г · л<sup>-1</sup> (мужчины)**

- **В процессе тренировочной деятельности спортсменов на определенных этапах подготовки возможно снижение массы тела, дегидратация организма в результате потери жидкости в условиях повышенной температуры и низкой влажности, в условиях горной местности, при использовании различных мочегонных средств.**
- **... это, безусловно, приводит к уменьшению объема циркулирующей крови за счет потери межклеточной жидкости и цитоплазмы, что вызывает увеличение содержания гемоглобина в крови, повышение её вязкости.**
- **... последнее оказывает большую нагрузку на миокард и всю сердечно-сосудистую систему в целом, а также может способствовать образованию тромбов с возможным даже летальным исходом.**

# Гематокрит

Мужчины 40 – 54%

Женщины 36 – 42%

- показатель, характеризующий вязкость крови ----  
**объемное соотношение форменных элементов крови и плазмы в %**
- Гематокрит тесно связан как с количеством эритроцитов в крови, так и степенью гидратации организма.
- Повышение гематокрита свыше 50% свидетельствует о сгущении крови в результате дегидратации организма или использовании запрещенных манипуляций с кровью.

# Эритроциты – клетки крови, содержащие гемоглобин.

- Норма:
- **4,0–5,1  $10^{12} \cdot \text{л}^{-1}$  (мужчины)**
- **3,7–4,7  $10^{12} \cdot \text{л}^{-1}$  (женщины).**
- Количество эритроцитов в крови может снижаться в результате накопления большого количества кислых продуктов обмена, а также при выполнении длительных физических нагрузок аэробного характера, сопровождающихся гемолизом эритроцитов. Поэтому определение этого показателя необходимо для тех спортсменов, деятельность которых связана с проявлением выносливости, поскольку в процессе такой деятельности усиливается гемолиз эритроцитов, что сопровождается снижением содержания гемоглобина в крови.

# Мочевина крови

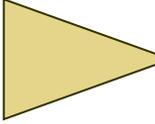
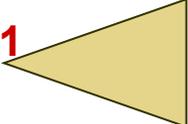
- **Мочевина крови** – биохимический тест на **восстановление** организма, на переносимость физических нагрузок, поскольку этот показатель отражает соотношение интенсивности распада белков и их синтеза.
- С этой целью мочевину в крови определяют в **состоянии стандартного покоя** (утро, покой, натощак).



- **Норма мочевины: 3,5 – 6,5 ммоль · л<sup>-1</sup>**

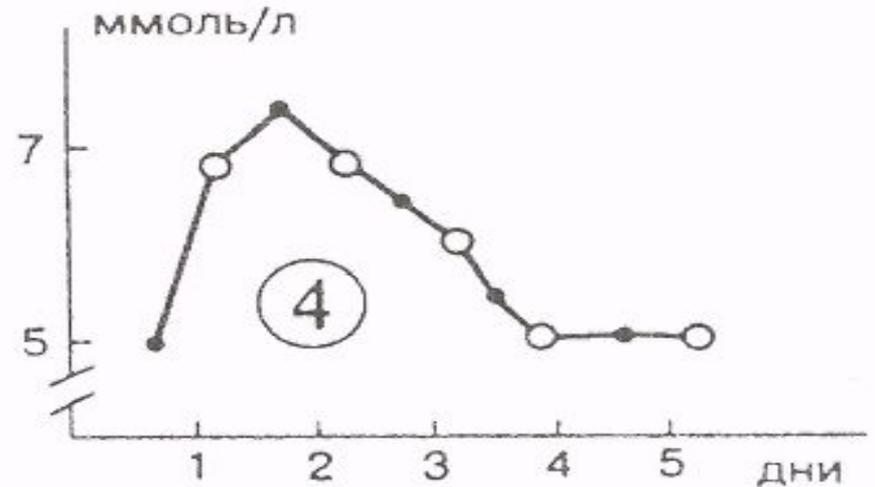
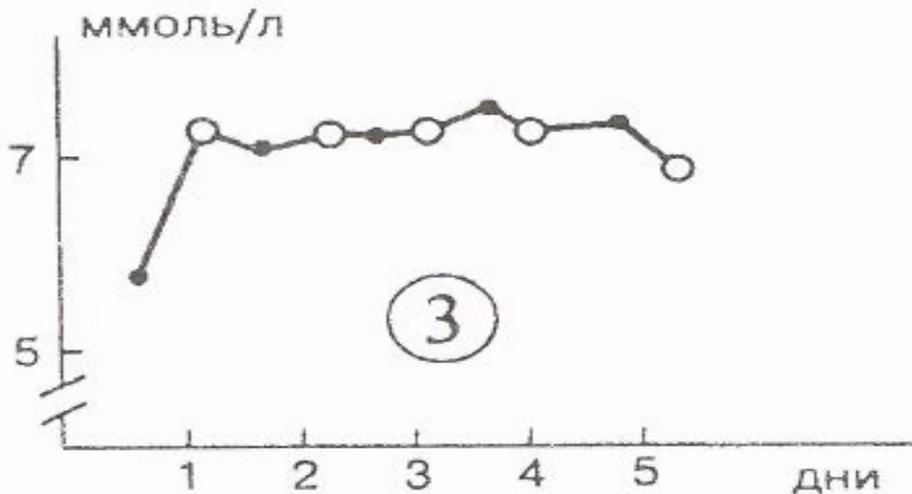
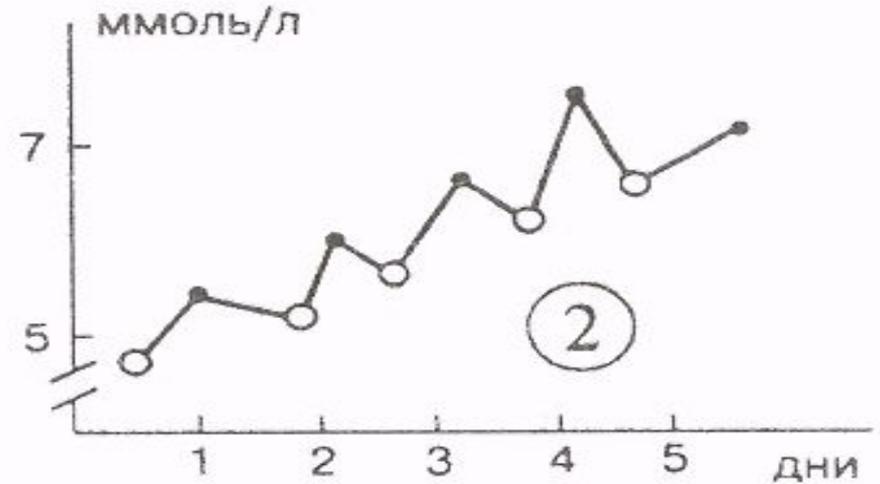
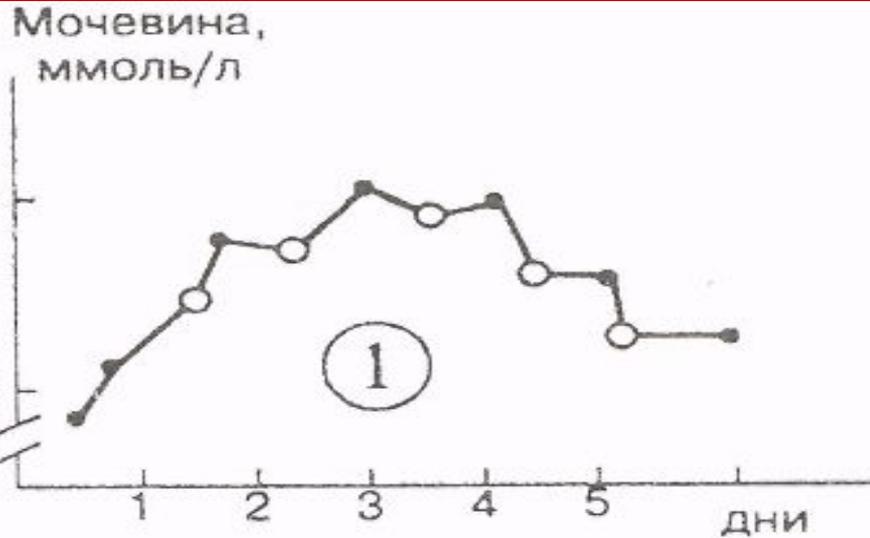
## Норма мочевины: 3,5 – 6,5 ммоль · л<sup>-1</sup>

- **Недовосстановление:**

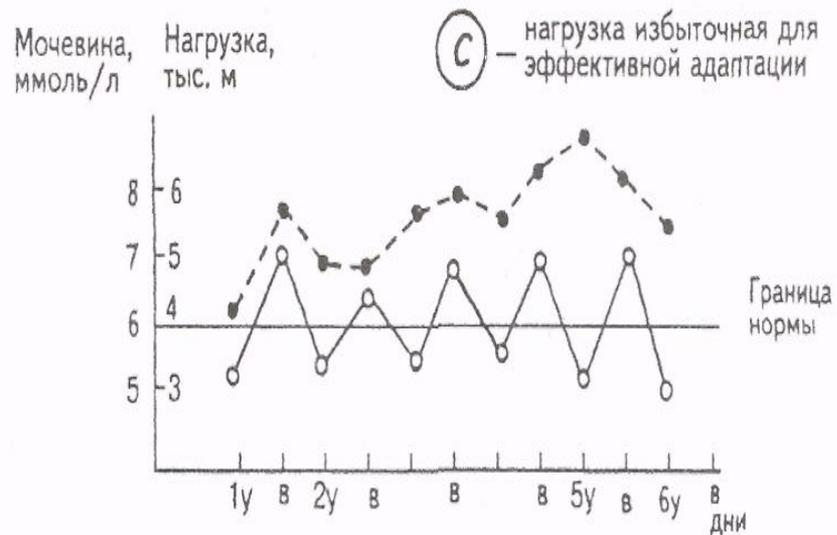
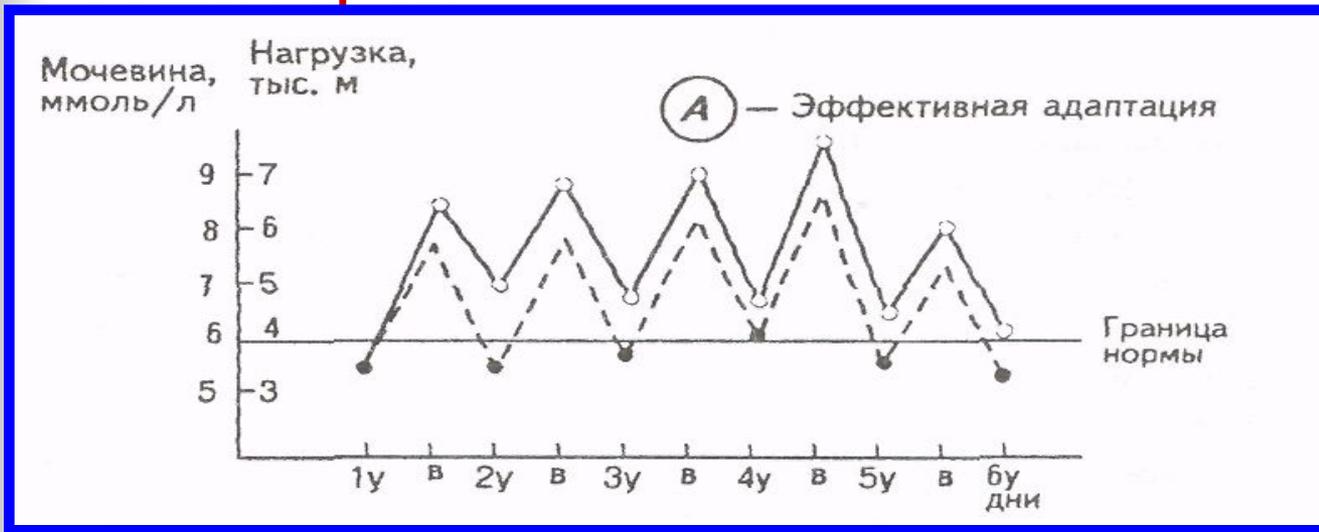
больше  3,5–6,5 ммоль · л<sup>-1</sup>  меньше

- ... нарушается синтез мочевины в результате использования аминокислот для синтеза белков скелетных мышц (3 типа реакции на нагрузку).
- Определение уровня мочевины в крови после тренировочных занятий свидетельствует о **«нагруженности»** спортсмена, о вкладе белков в энергообеспечение работы.

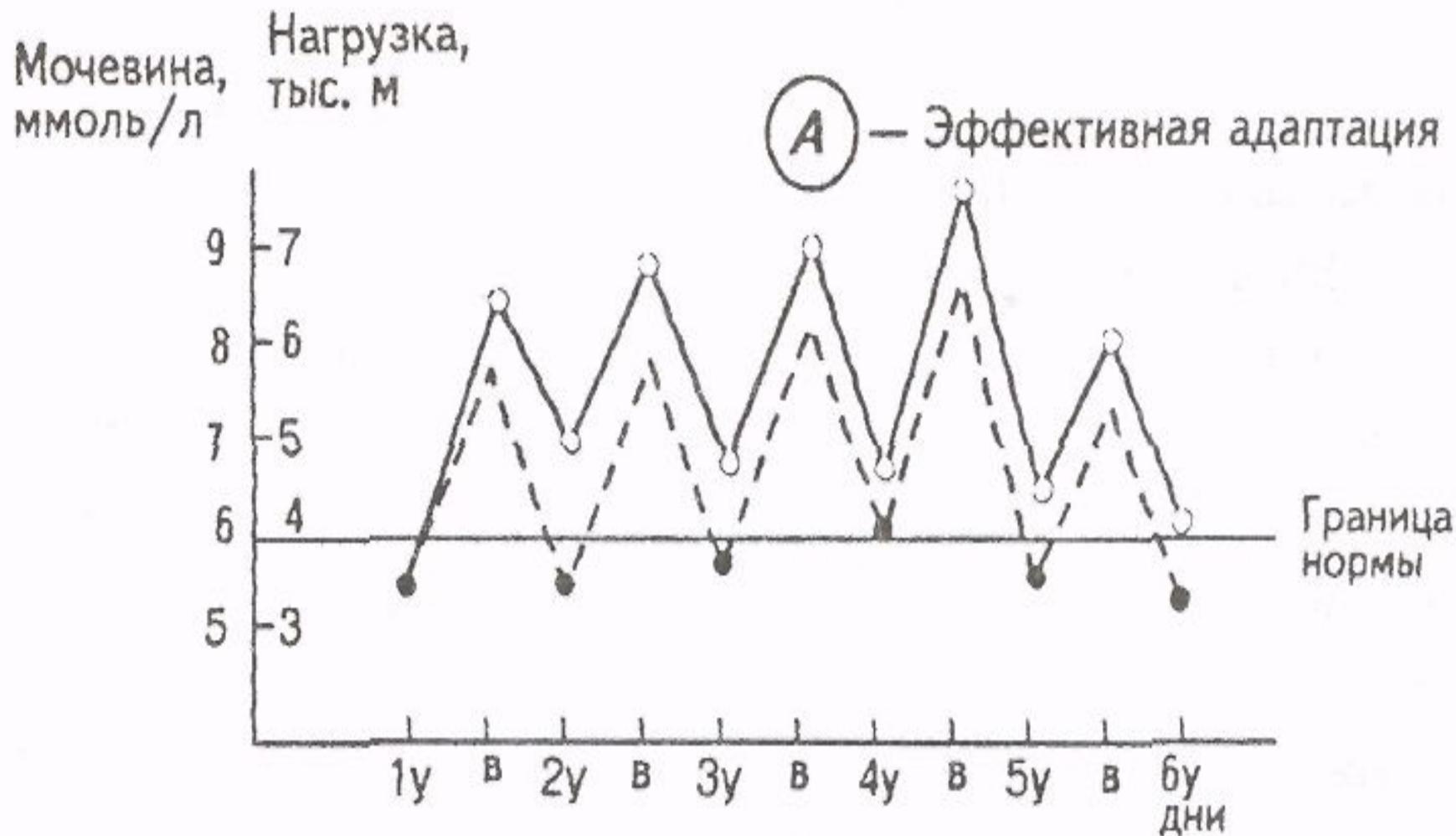
**Различные варианты изменения концентрации мочевины в зависимости от переносимости нагрузок: 1 — адаптация (привыкание) к нагрузкам; 2 — неполное восстановление (нет уменьшения в утренних измерениях); 3 — накопление утомления; 4 — динамика после прекращения тренировки.**



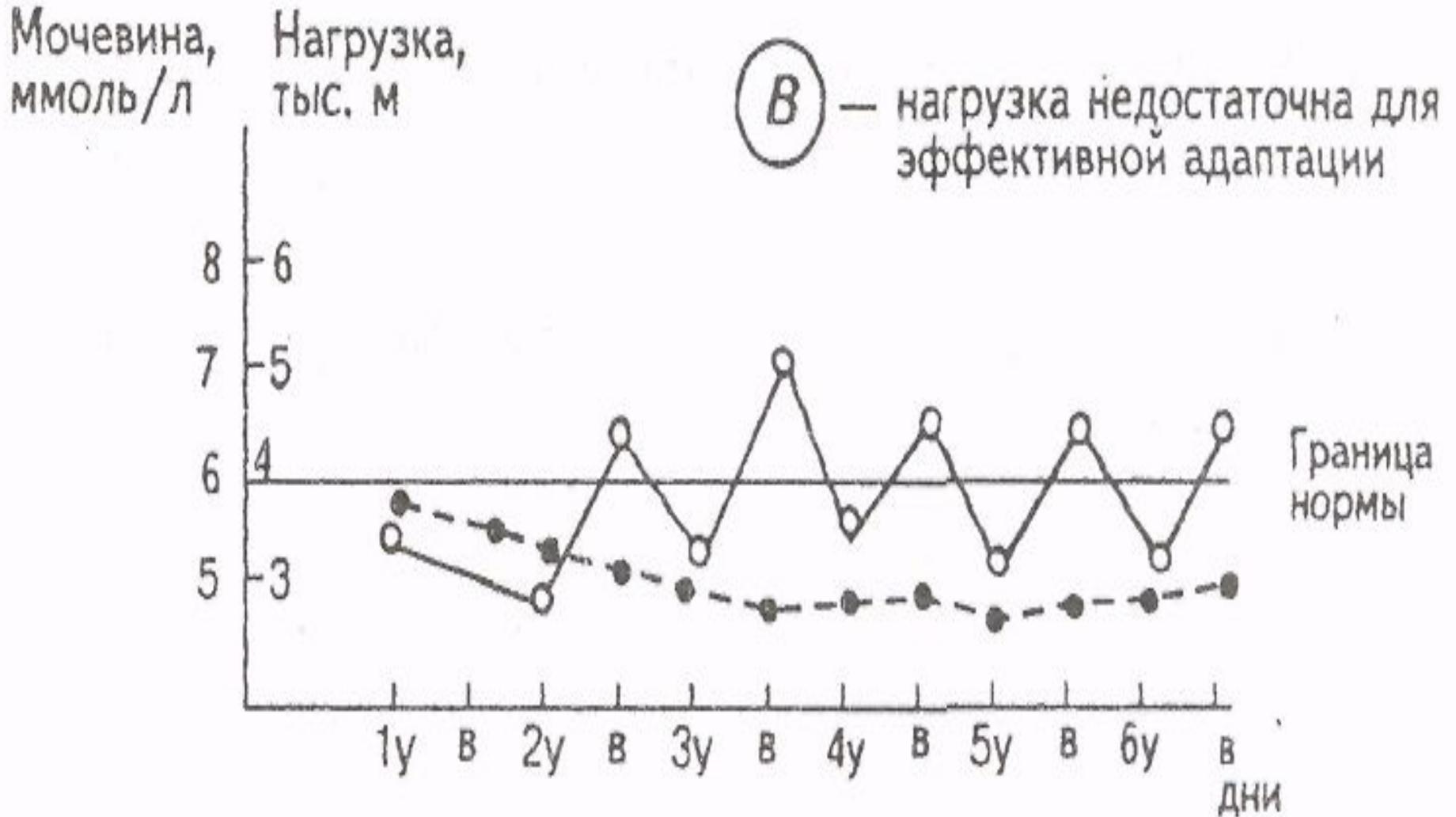
# Характеристика адекватной (А) и неадекватной адаптации возможным нагрузкам организма (В, С) динамики катаболических и анаболическим процессов и микроцикле тренировки квалифицированных спортсменов по показателям концентрации мочевины в крови.



**Характеристика адекватной (А) динамики катаболических и анаболическим процессов и микроцикле тренировки квалифицированных спортсменов по показателям концентрации мочевины в крови.**



**Характеристика неадекватной адаптационным возможностям организма (В, С) динамики катаболических и анаболическим процессов и микроцикле тренировки квалифицированных спортсменов по показателям концентрации мочевины в крови.**



**Характеристика неадекватной адаптационным возможностям организма (В, С) динамики катаболических и анаболическим процессов и микроцикле тренировки квалифицированных спортсменов по показателям концентрации мочевины в крови.**



# Глюкоза крови

- **Глюкоза крови** – очень «изменчивый» показатель, зависящий от многих факторов: питания, типа ВНД, характера воздействующей нагрузки, степени тренированности и др.
- ... этот показатель в спортивной практике используется только в комплексе с другими биохимическими показателями.
- Как правило **после кратковременных физических нагрузок** стрессового характера содержание глюкозы в крови повышается (выброс адреналина, усиленная мобилизация гликогена), а после **длительных с аэробным энергообеспечением** – снижается (истощение гликогена мышц).
- **Норма : 3,3 – 5,5 ммоль · л<sup>-1</sup>**

# Фермент КФК (креатинфосфокиназа)

- **Фермент КФК** (креатинфосфокиназа) – митохондриальный фермент, показатель повреждения мышечной ткани, поскольку значительное повышение активности этого фермента происходит при увеличении проницаемости мембран миоцитов для этого фермента или при их разрушении.
- Показатель активности КФК может быть использован как биохимический тест на процесс **восстановления** организма, если активность фермента определять в условиях стандартного покоя.

# Показатели антиоксидантного (АО) статуса организма

- Показатели АО статуса организма спортсменов, связанного с его способностью снижать значительную интенсификацию образования свободных радикалов и перекисного окисления липидов (ПОЛ):
- Содержание малонового диальдегида (**МДА**) в крови
- Активность фермента каталазы
- 
- Активность супероксиддисмутазы (**СОД**)
- **Перекисный гемолиз эритроцитов**