

**МЕТОДЫ ФИЗИОЛОГИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ В
ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЕ И СПОРТЕ**

ПОДХОДЫ К КОНТРОЛЮ И ОЦЕНКЕ ПОДГОТОВЛЕННОСТИ СПОРТСМЕНОВ



«НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ»



ИЗУЧЕНИЕ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

равномерная работа;
тест со ступенчато-повышающейся
мощностью;
максимальные тесты;
тест с удержанием критической
мощности.



ФОРМАЛИЗОВАННАЯ ОЦЕНКА ПОДГОТОВЛЕННОСТИ



«ПРИКЛАДНОЙ»



ОЦЕНКА УРОВНЯ ПОДГОТОВЛЕННОСТИ

тест со ступенчато-
повышающейся мощностью;
тест, моделирующий
преодоление
соревновательной
дистанции.



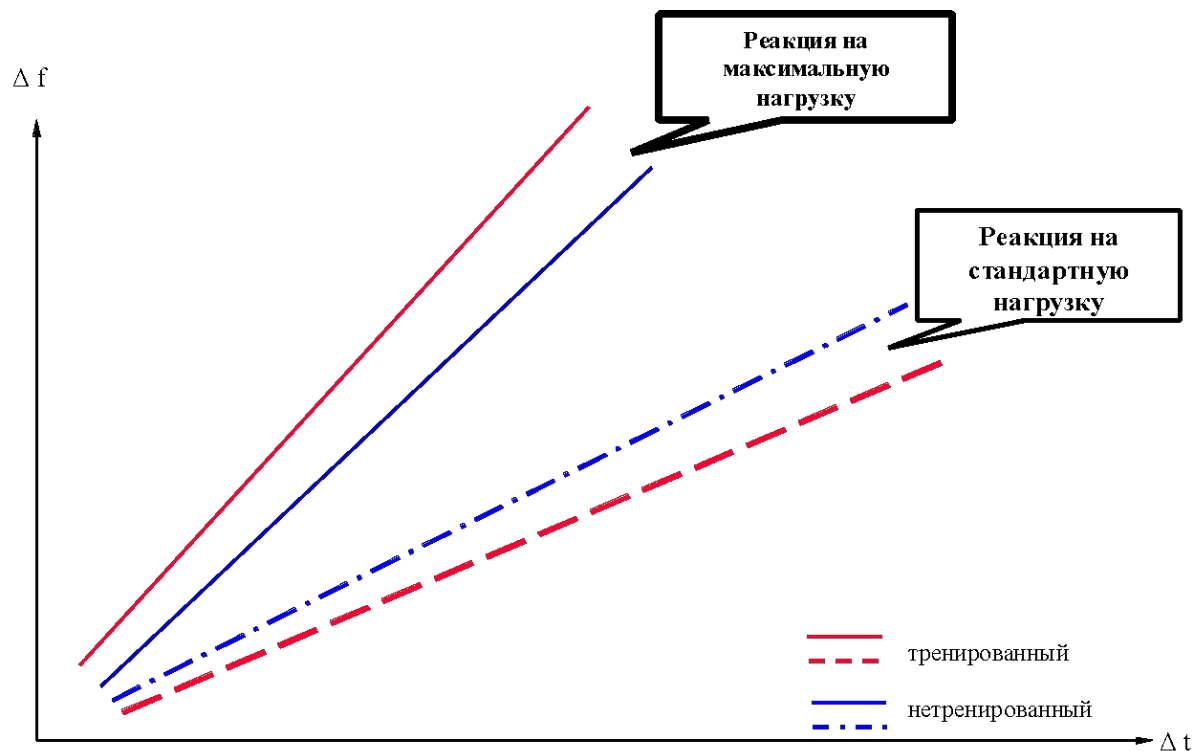
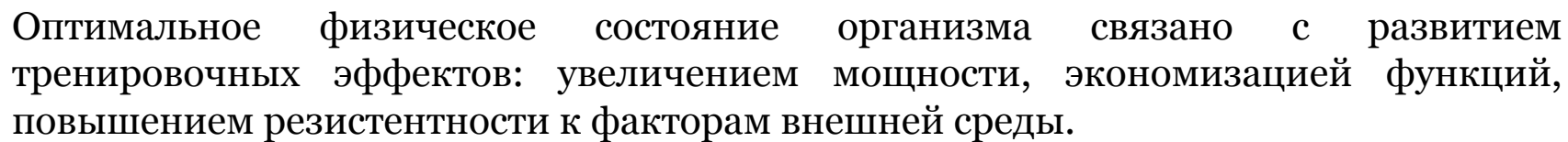
КРИТЕРИИ УПРАВЛЕНИЯ ТРЕНИРОВКОЙ

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ПОДХОД К КОНТРОЛЮ И ОЦЕНКЕ ПОДГОТОВЛЕННОСТИ СПОРТСМЕНОВ



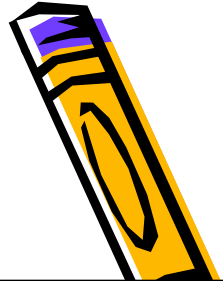
Автор (год)	Методические подходы к оценке	Исследованные параметры подготовленности
Astrand P. (1955); Волков Н.И. (1969) Аулик И.В. (1990)	Оценка систем энергообеспечения и лимитирующих факторов	Мощность, емкость, эффективность энергообеспечения
Wasserman K. (1964)	Оценка «пороговых» состояний (аэробный и анаэробный порог)	ПАНО (anaerobic threshold)
Фомин В.С. и др., (1985)	Комплексная оценка различных функций организма и двигательных качеств	Психическая, нейродинамическая, двигательная, энергетическая компоненты подготовленности
Мищенко В.С. (1990)	Оценка параметров кардиореспираторной системы и физиологической реактивности	Мощность, подвижность, устойчивость, экономичность, реализуемость
Мякинченко Е.Б., Селуянов В.Н. (2004)	Оценка локальной мышечной выносливости	Количество миофибрилл, митохондриальная масса, локальная мышечная выносливость.





- тренированный организм способен выполнять работу такой интенсивности и длительности, которая не под силу нетренированному (*увеличение мощности*);
- тренированный организм отличается более экономным функционированием систем в покое, при неопредельных нагрузках (*экономизация*);
- у тренированного организма повышается устойчивость к неблагоприятным факторам среды (*повышение резистентности*).

Адаптационные изменения в системах организма при регулярных занятиях физическими упражнениями



СИСТЕМА	ОСНОВНЫЕ ТРЕНИРОВОЧНЫЕ ЭФФЕКТЫ
ЦНС	Высокий уровень лабильности; оптимальная координация нервных процессов; снижение пороговых уровней возбудимости для адекватных раздражителей; увеличение скорости обработки информации в условиях стресса
ОДА	Гипертрофия костей и мышц; повышение возбудимости и лабильности нейромоторных единиц; изменение композиции мышц (относительно направленности тренировочных нагрузок)
ДЫХАНИЕ	Рост объемных величин легких, гипертрофия дыхательных мышц, снижение возбудимости дыхательного центра на действие гиперкапнии и гипоксии (снижение частоты дыхания)
ССС	Гипертрофия миокарда, рост количества периферических капилляров (васкуляризация), брадикардия и спортивная гипотония
КРОВЬ	Лейкоцитоз и эритропоэз миогенной природы
ОБМЕН	Резистентность к ацидемии и гипертермии. Увеличение количества энергии, образованной аэробным путем (рост МПК).

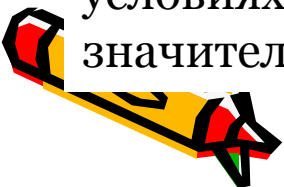


Процедура оценки физического состояния может включать двигательные задания (тесты), выполняемые равномерным или переменным методом.

Стандартными называются тесты, в которых величина работы и ее изменение в процессе теста одинаковы для всех испытуемых. Величина работы может быть задана скоростью движения полотна эргометра и углом наклона полотна, а также мощностью выполняемой работы, с учетом массы спортсмена.

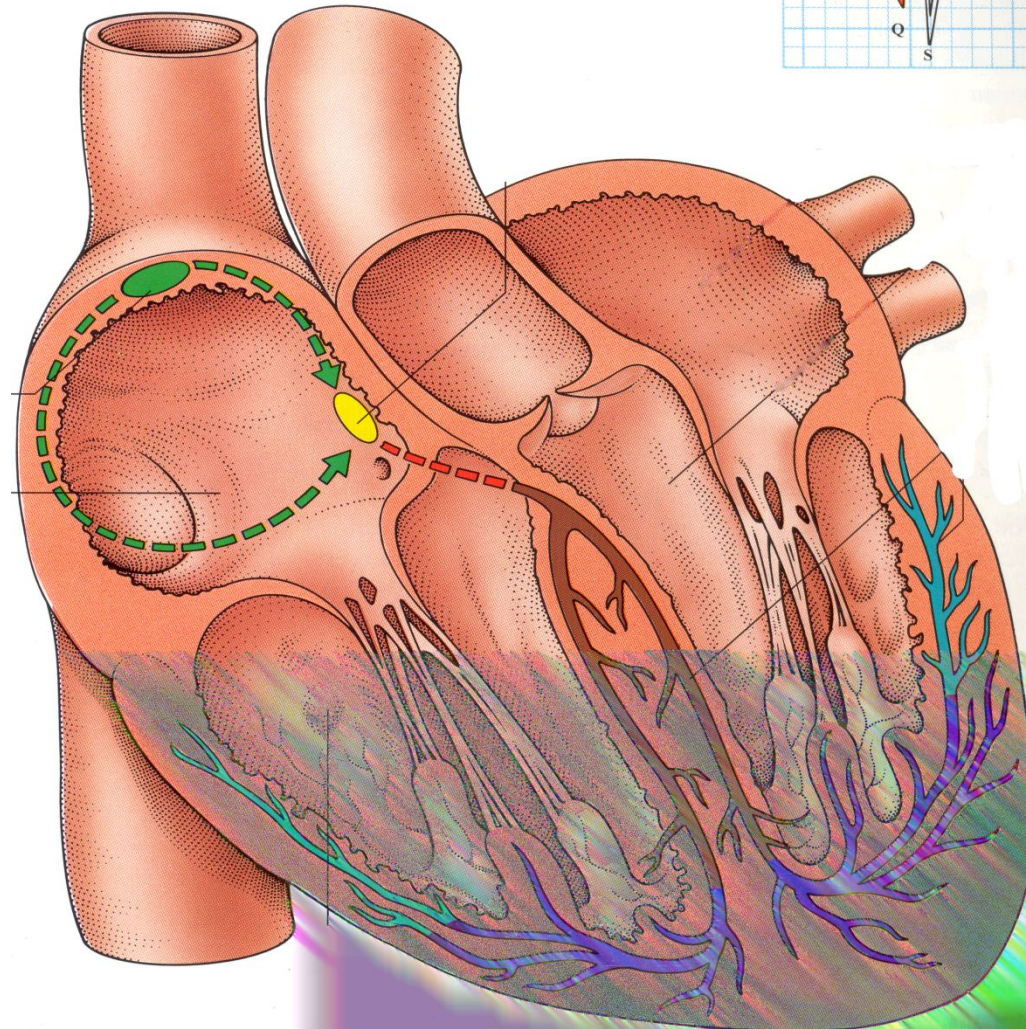
К стандартным тестам можно отнести и функциональные пробы с нагрузками, такие как ортостатическая проба, тест PWC-170, Гарвардский степ-тест, проба Руфье, пробы Штанге и Генчи и пр, использующиеся в международных системах мониторинга здоровья и функционального состояния лиц различного пола, возраста и рода занятий.

Максимальными называются нагрузочные тесты, программа которых требует от спортсмена проявления индивидуально максимальных возможностей в условиях, моделирующих соревновательную деятельность за счет значительного волевого напряжения.

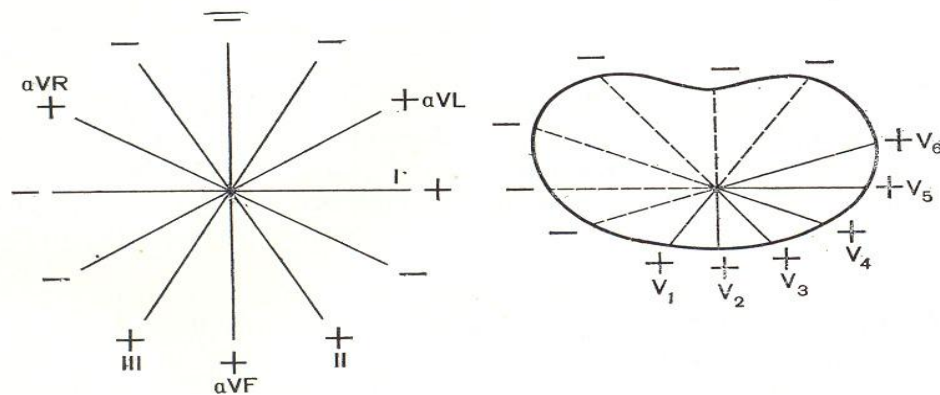
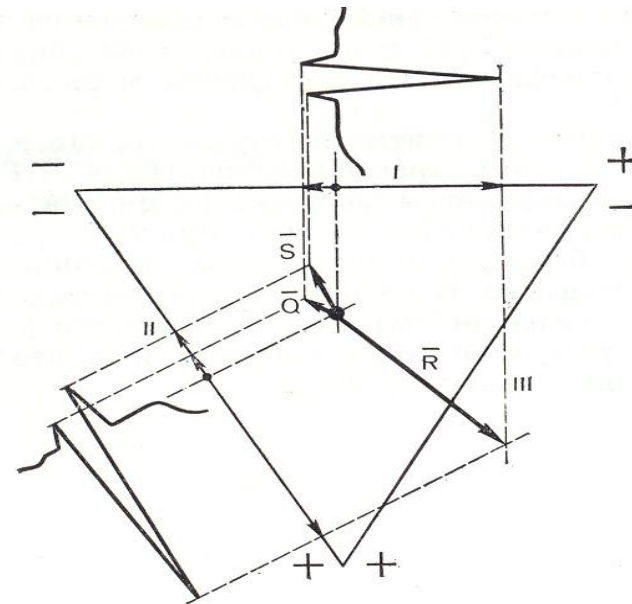


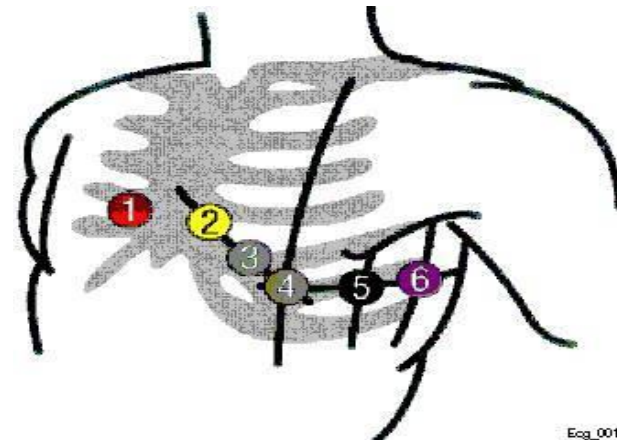
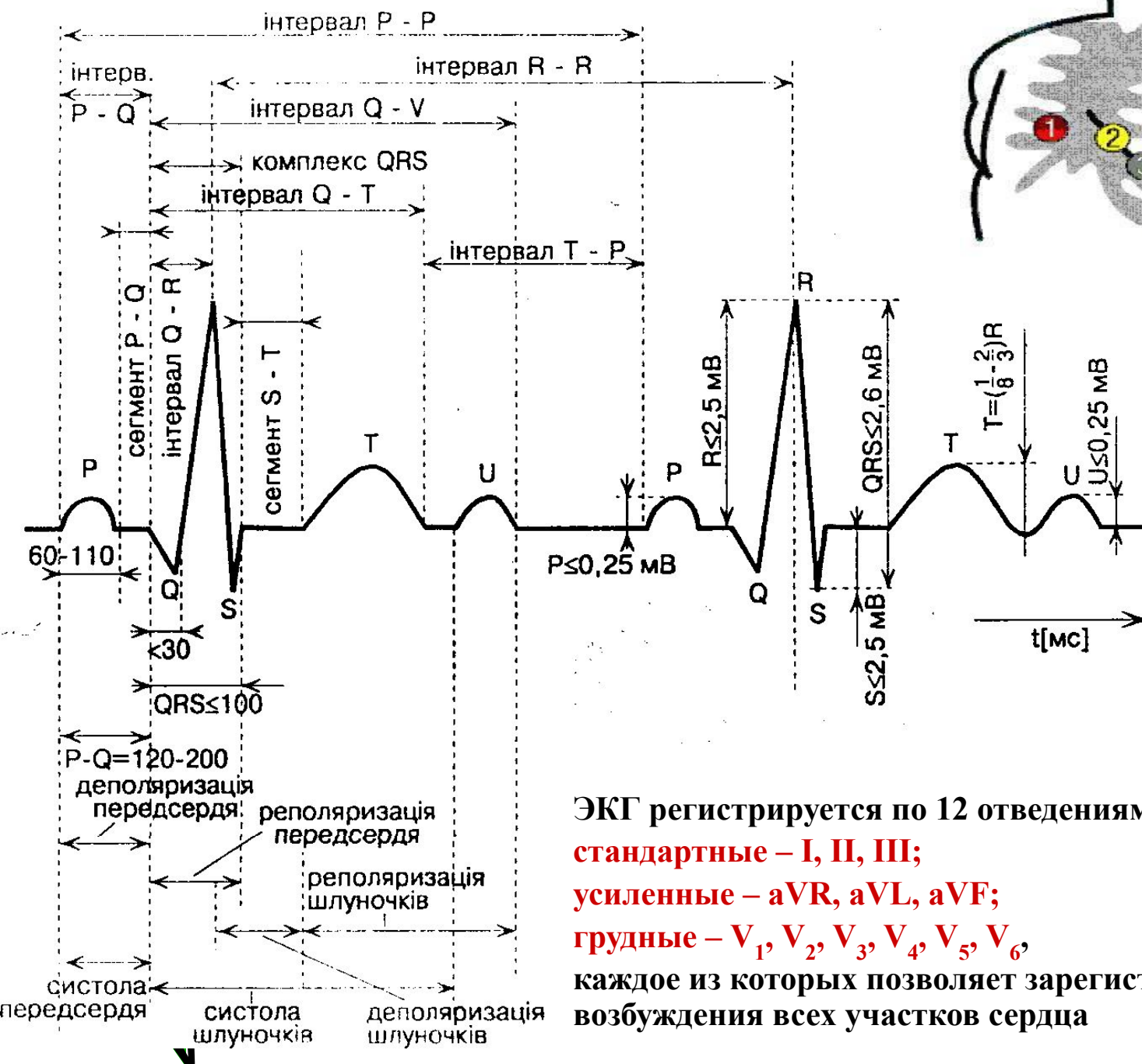
СВОЙСТВА МИОКАРДА:

1. **Возбудимость** — способность генерировать потенциал действие в ответ на раздражение.
2. **Сократимость** — способность кардиомиоцитов изменять свою длину в ответ на возбуждение.
3. **Проводимость** — способность распространять возбуждение.
4. **Автоматия** — способность самостоятельно, без влияния нервной системы создавать и распространять потенциал действия, т. е. **способность автономно возбуждаться.**



Электрокардиография – метод регистрации электрической активности миокарда





Ecg_001

ЭКГ регистрируется по 12 отведениям:

стандартные – I, II, III;

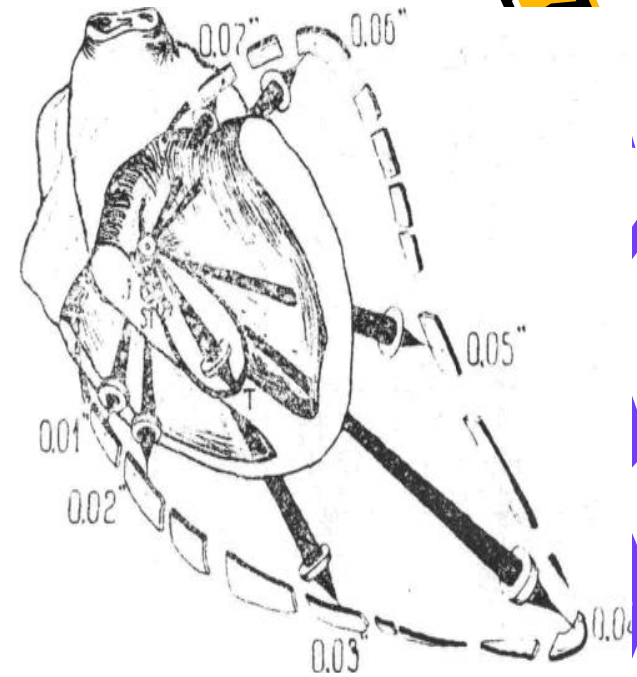
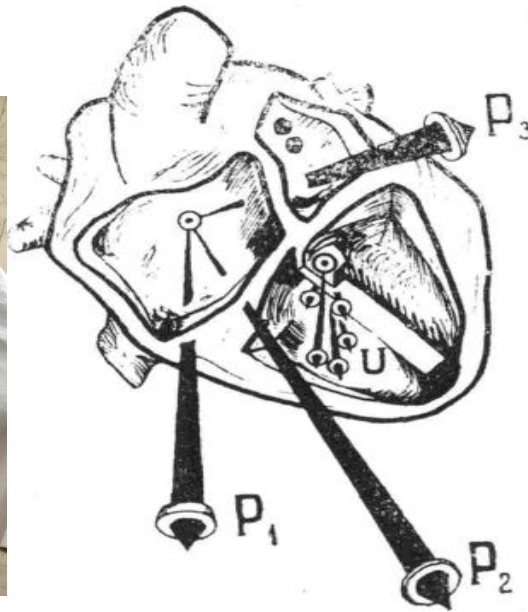
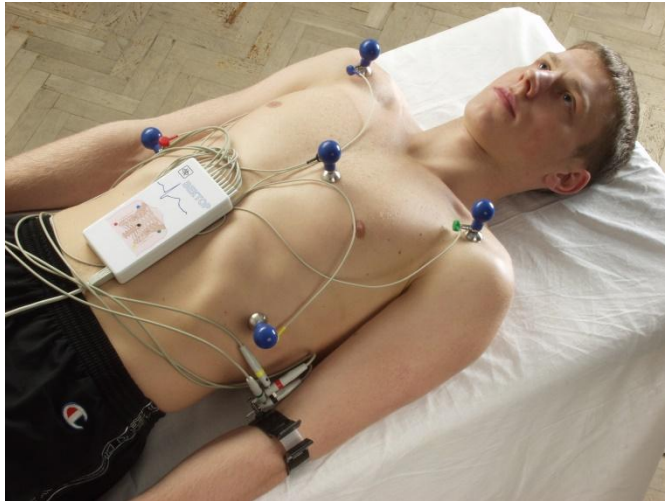
усиленные – aVR, aVL, aVF;

грудные – V₁, V₂, V₃, V₄, V₅, V₆,

каждое из которых позволяет зарегистрировать процесс возбуждения всех участков сердца



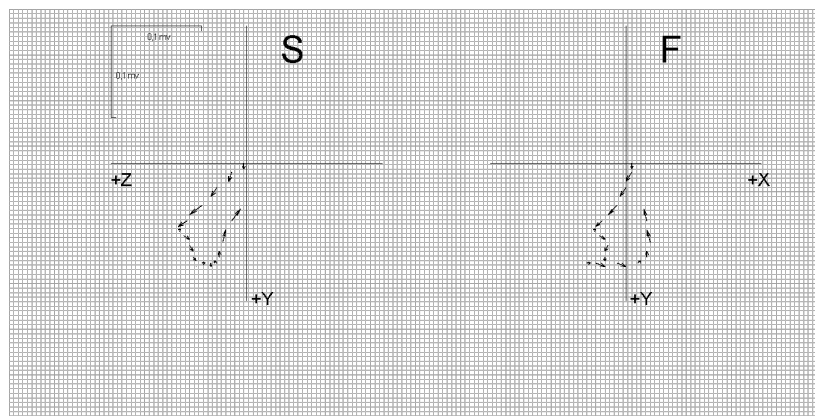
Векторкардиография – метод регистрации электрической активности миокарда по характеру распространения возбуждения в разных отделах сердца



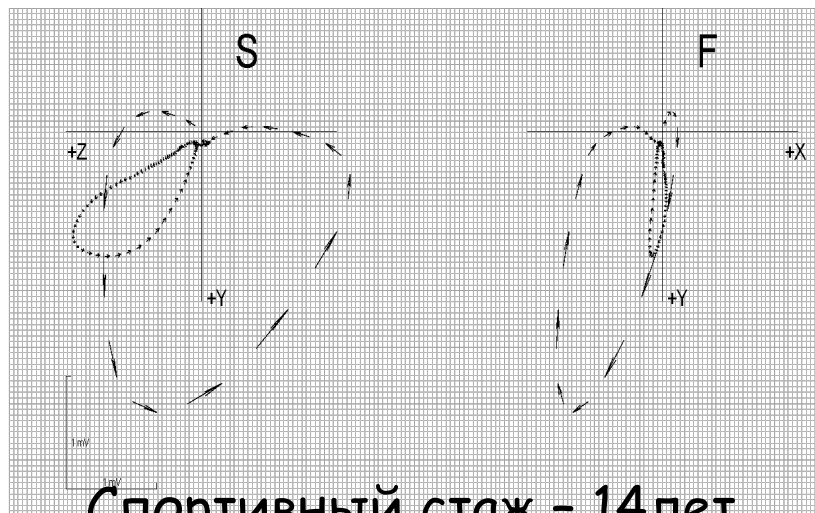
Векторкардиография позволяет зарегистрировать моменты деполяризации отделов миокарда, получить представление о желудочковой деполяризации, желудочковой реполяризации.



200 mm/mV

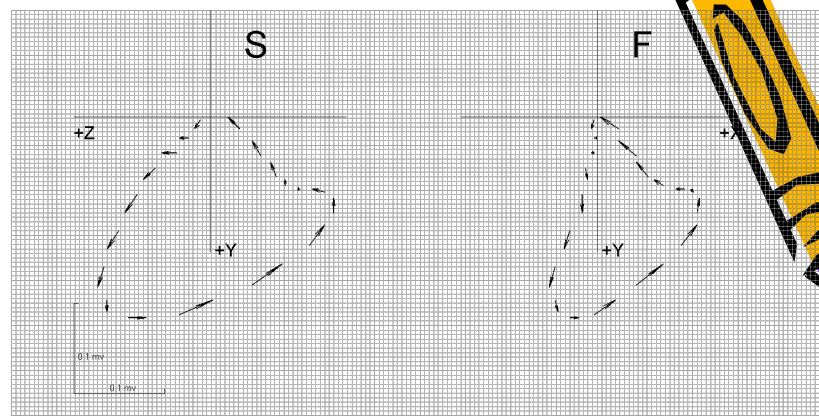


20 mm/mV

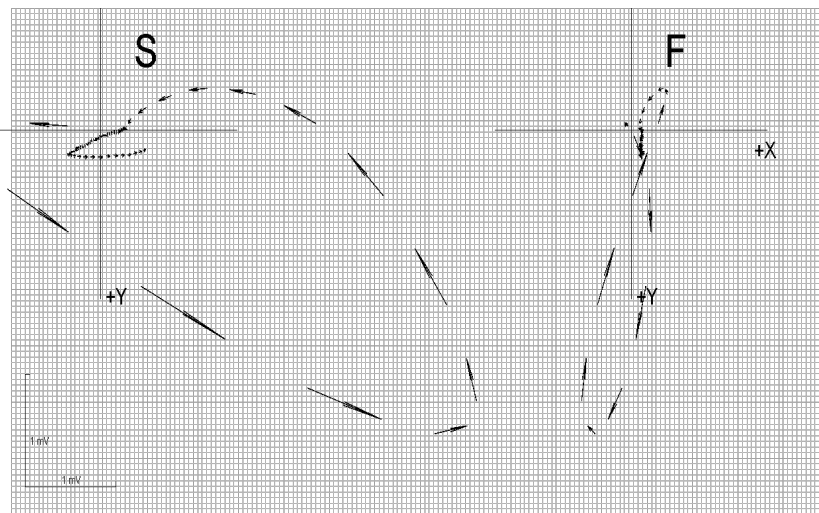


Спортивный стаж - 14 лет,
МСМК, 1984 года рожд.

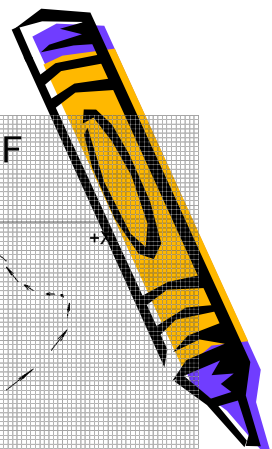
200 mm/mV



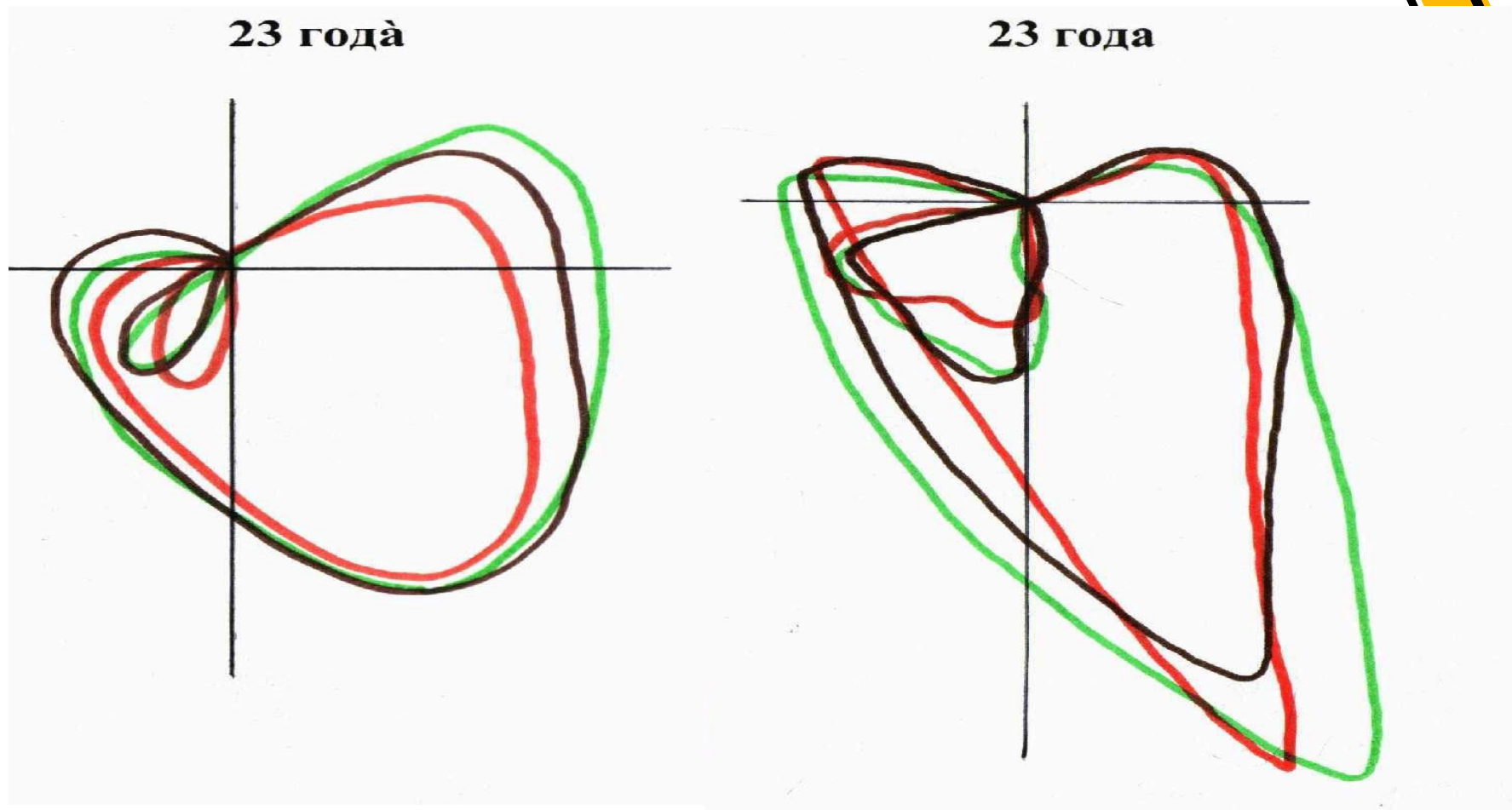
20 mm/mV



Спортивный стаж - 6 лет,
МСМК, 1991 года рожд.



Векторкардиографическое обследование позволяет получить представление об индивидуальных особенностях адаптации сердца, связанными со спортивной специализацией.



Особенности электрической активности сердца высококвалифицированных спортсменов, специализирующихся на соревновательной дистанции различной длительности (на примере велоспорта): в гонке на время на 1000 м (слева) и в командной гонке на 100 км (справа).

Векторкардиографическое обследование наиболее эффективно используется при текущем контроле, так как хорошо отражает особенности адаптации сердца, связанными с характером и направленностью нагрузок в годичном цикле.

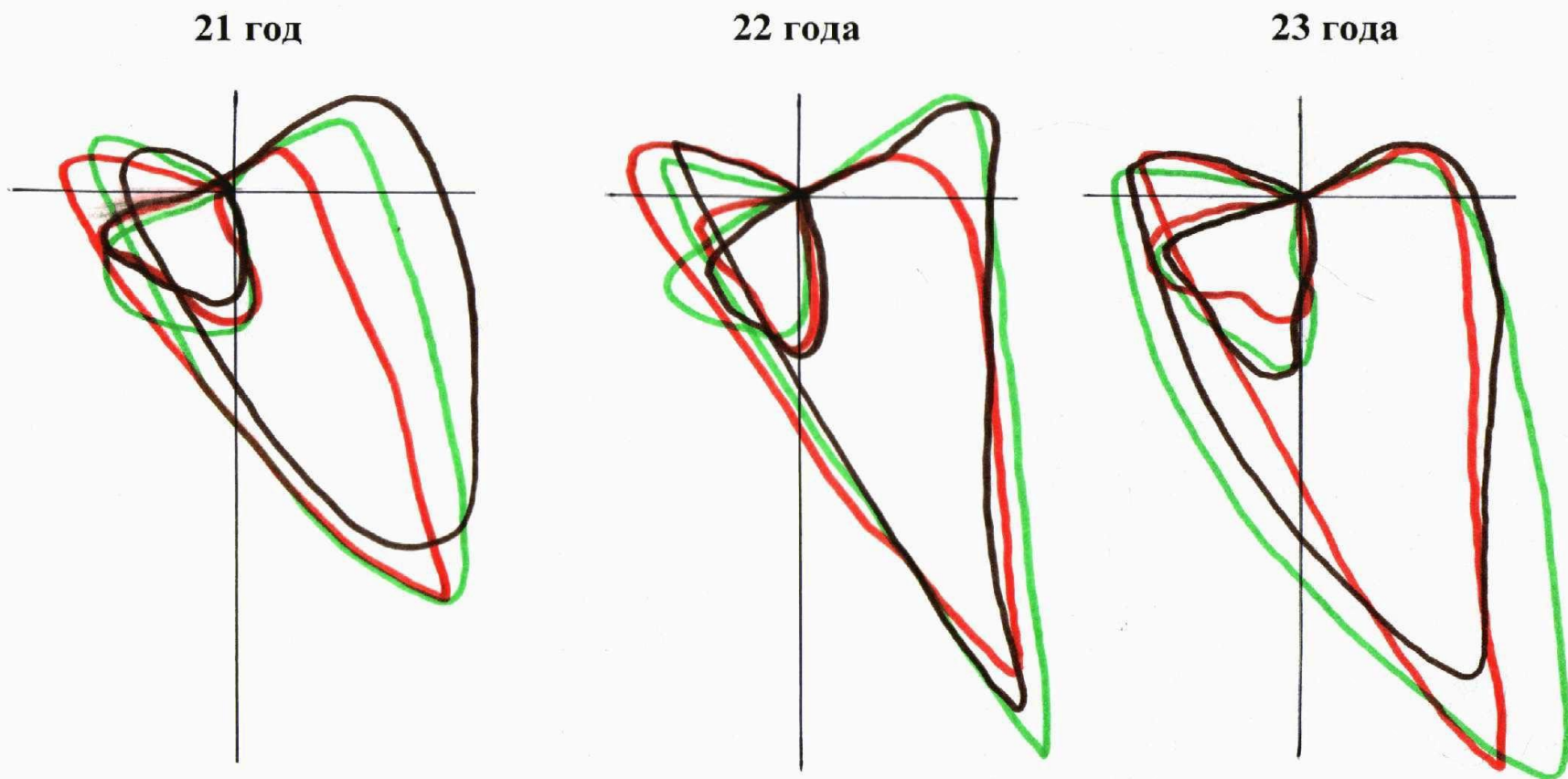


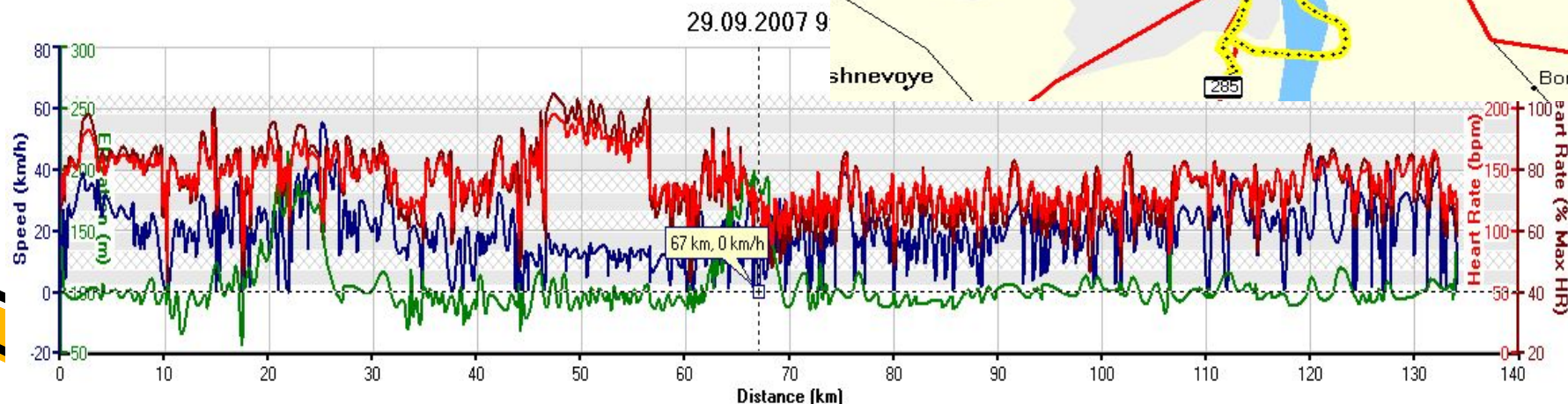
Рис.1 МНОГОЛЕТНЯЯ ДИНАМИКА ВЕКТОРКАРДИОГРАММЫ ЖЕЛУДОЧКОВ ОЛИМПИЙСКОГО ЧЕМПИОНА В КОМАНДНОЙ ГОНКЕ НА 100 км К-го В РАЗЛИЧНЫЕ ПЕРИОДЫ ГОДИЧНОГО ЦИКЛА ПОДГОТОВКИ (■ -подготовительный период, ■ - соревновательный период, ■ - переходный период)



Пульсометрия – метод оценки функциональных возможностей сердца спортсмена.



Name	Total Distance	Total Time	Avg Pace	Avg Speed	Max Speed	Total Calories	Avg Heart Rate	Max Heart Rate	Avg Cadence	Total Ascent	Total Descent
 29.09...	133.24 km	10:20:13	04:39 /km	12.9 km/h	53.1 km/h	3594 cal	133 bpm	192 bpm	255 rpm	2361 m	2380 m
 11 km 1	44.50 km	2:08:47	04:14 /km	14.2 km/h	53.1 km/h	1236 cal	138 bpm	184 bpm	255 rpm	919 m	965 m
		0:49	06:35 /km	9.1 km/h	14.7 km/h	37 cal	150 bpm	184 bpm	255 rpm	53 m	49 m
		8:32	04:16 /km	14.1 km/h	17.3 km/h	46 cal	183 bpm	188 bpm	255 rpm	56 m	33 m
		0:21	05:06 /km	11.7 km/h	14.5 km/h	44 cal	182 bpm	192 bpm	255 rpm	33 m	53 m
		9:07	04:37 /km	13.0 km/h	16.0 km/h	45 cal	179 bpm	191 bpm	255 rpm	44 m	34 m
		1:17	05:30 /km	10.9 km/h	14.8 km/h	47 cal	172 bpm	184 bpm	255 rpm	40 m	48 m
		9:37	04:47 /km	12.5 km/h	13.9 km/h	42 cal	174 bpm	187 bpm	255 rpm	40 m	30 m
		3:55	06:49 /km	8.8 km/h	12.9 km/h	74 cal	130 bpm	167 bpm	255 rpm	58 m	64 m
		7:43	04:44 /km	12.7 km/h	44.1 km/h	2023 cal	123 bpm	175 bpm	255 rpm	1118 m	1105 m



ЧСС – показатель деятельности сердца, отражающий количество сокращений (сердечных циклов) за единицу времени ($\text{уд} \cdot \text{мин}^{-1}$)

ЧСС в современной литературе обозначают символом HR

Диапазон ЧСС у представителей различных видов спорта и нетренированных лиц ($\text{уд} \cdot \text{мин}^{-1}$)		
Группы видов спорта	Покой	Максимальные значения
Циклические	30-40	200-220
Скоростно-силовые	50-60	190-220
Единоборства	50-60	200-220
Сложнокоординационные	50-60	130-150
Не спортсмены	60-80	150-170



В спорте подсчет ЧСС (пульсометрия) – основной метод оценки интенсивности нагрузки, физической работоспособности и функционального состояния организма спортсменов.

В практике спорта пульсометрия широко используется для:

- оценки функционального состояния организма спортсмена и уточнения готовности к тренировочным нагрузкам – измерение ЧСС в покое и оценка реакции на ортостатическую пробу;
- оценки физиологической кривой тренировки, для чего ЧСС определяют до занятия, после выполнения отдельных упражнений в разминке и в процессе тренировки, а затем в восстановительном периоде; также осуществляют целостную запись пульсовой кривой (радиотелеметрическая пульсометрия);
- дозирования нагрузки в тренировочном занятии, для чего используют специальные тесты (тест Конкони, тест PWC-170 и пр.) и определяют пульсовые границы зон интенсивности.



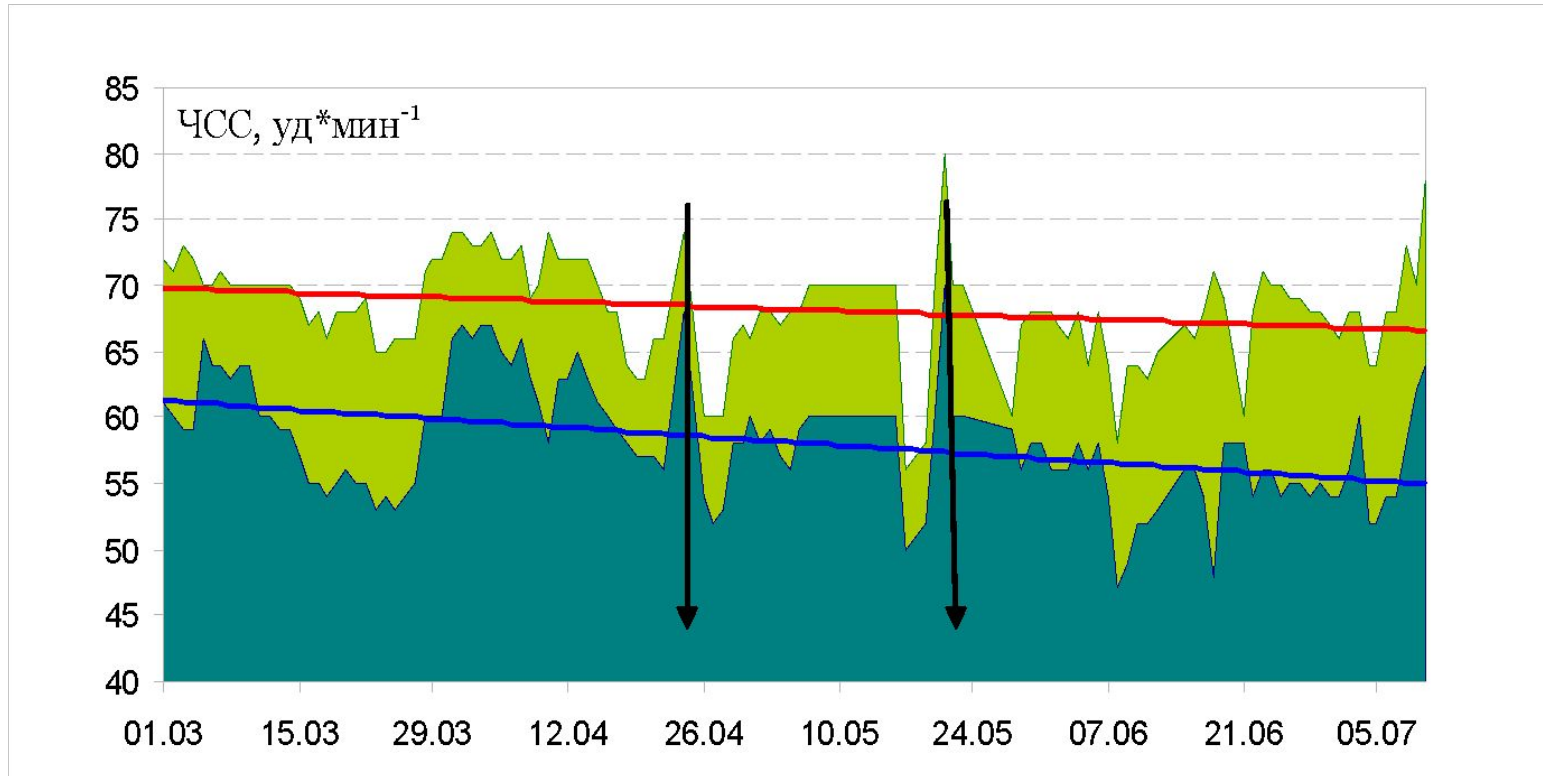
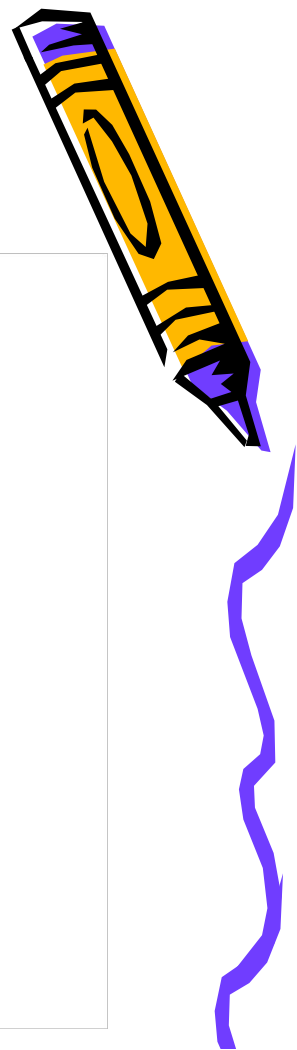
Измерение ЧСС в покое и оценка реакции на ортостатическую пробу

Применение ортостатической пробы позволяет оценить состояние вегетативной нервной системы. Суть ее заключается в анализе изменения ЧСС в ответ на переход тела из горизонтального в вертикальное положение.

Принципы оценки результатов одноминутной ортостатической пробы (Г.А. Макарова, С.А. Локтев, 2006)

Оценка	Динамика ЧСС уд·мин ⁻¹
Отлично	0 – +10
Хорошо	+11 – +16
Удовлетворительно	+17 – +22
Неудовлетворительно	Более +22
	-2 – -5

Измерение ЧСС в покое и оценка реакции на ортостатическую пробу



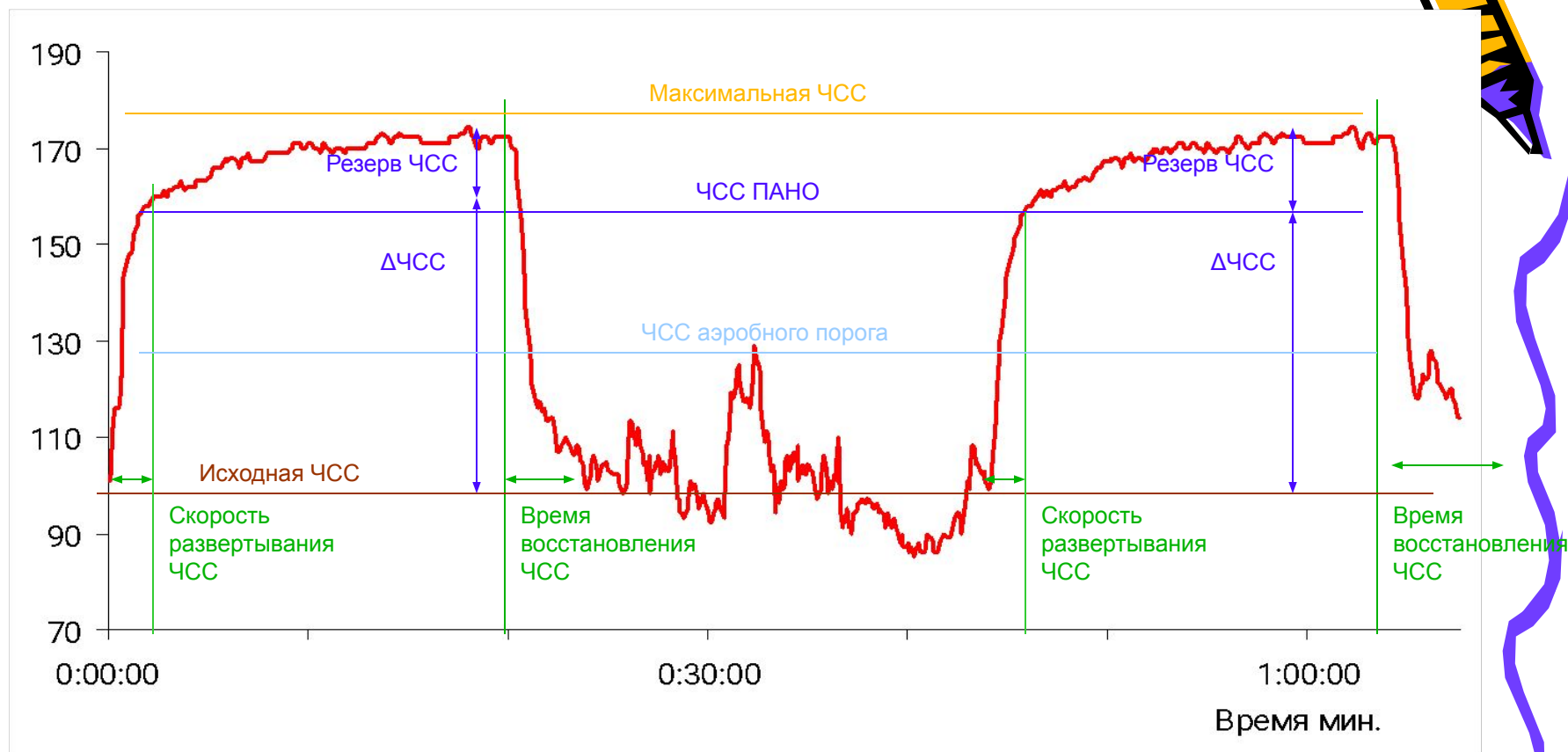
ЧСС в покое обычно подсчитывают утром перед подъемом с постели, чтобы гарантировать точность ежедневных измерений.

Утренний пульс повышается в случае перетренированности или инфекционного заболевания и заметно снижается по мере улучшения физического состояния спортсмена.

Каждый спортсмен, серьезно занимающийся спортом, должен заносить данные своей утренней ЧСС в виде кривой в личный дневник тренировок (P. Janssen, 2001).

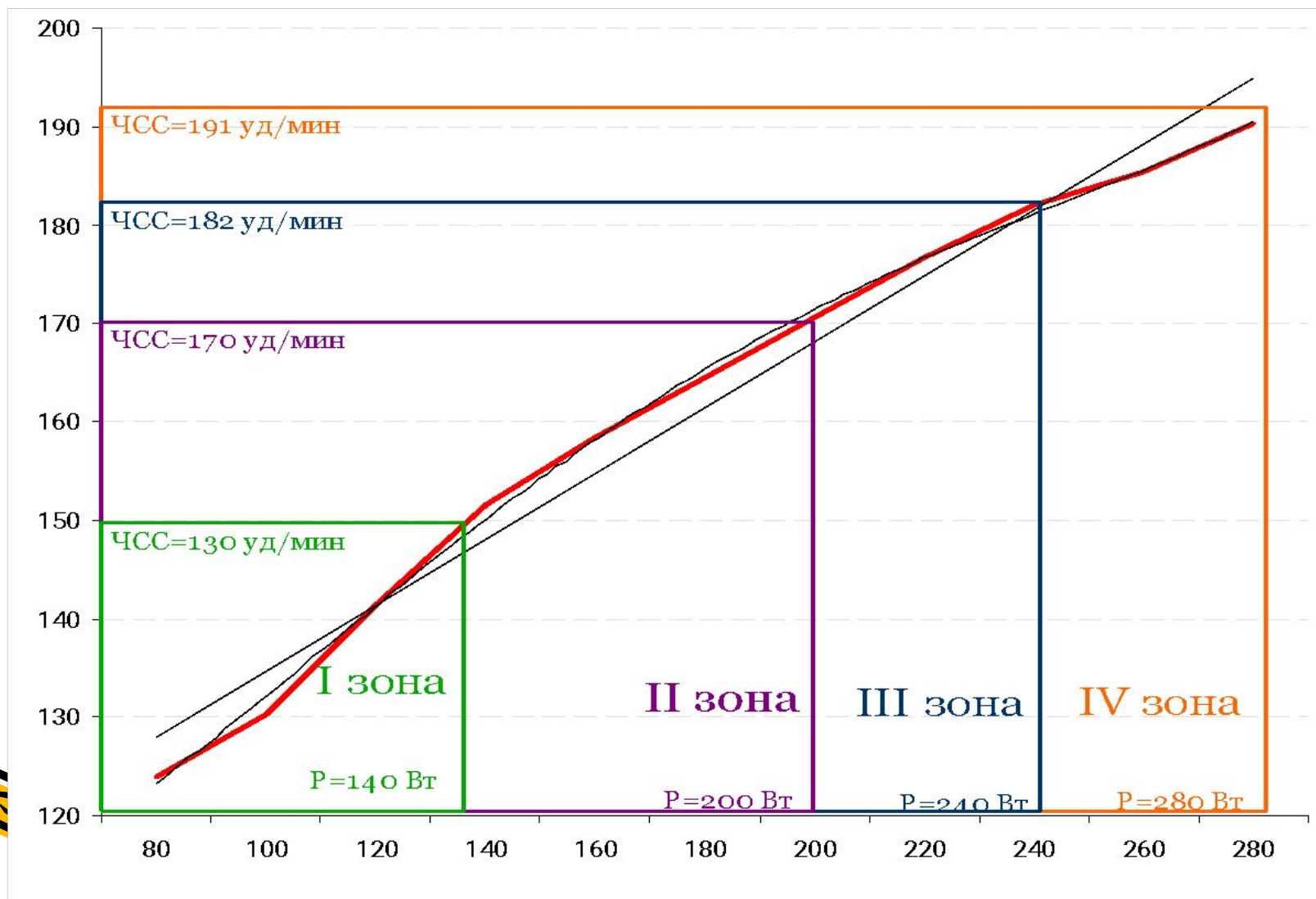


Оценка физиологической кривой ЧСС на тренировке



При помощи непрерывной регистрации ЧСС можно объективно проанализировать тренировку спортсмена и определить насколько правильно спортсмен выполнил тренировочное задание. На основе этого анализа можно исправить ошибки в тренировочном процессе, если они есть.

Дозирование нагрузки в тренировочном занятии на основе данных специальных тестов (тест Конкони, тест PWC-170 и пр.)





ПРОБА РУФЬЕ

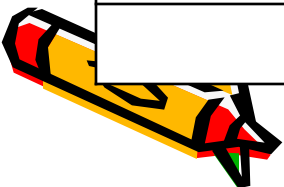
заключается в измерении реакции сердечно-сосудистой системы на стандартную мышечную работу

Проба заключается в выполнении небольшой мышечной работы – 30 приседаний за 45 с и измерении ЧСС до выполнения теста (P_1), за первые (P_2) и последние (P_3) 15 с первой минуты восстановления с последующим расчетом индекса Руфье:

$$IP = \frac{4(P_1 + P_2 + P_3)}{10}$$

Принципы оценки результатов пробы Руфье

Индекс Руфье (IP)	Оценка функционального резерва сердца
Меньше 0	Атлетическое сердце
0,1-5,0	Выше среднего
5,1-10,0	Средний резерв
10,1-15,0	Сердечная недостаточность средней степени
15,1-20,0	Сердечная недостаточность высокой степени





ПРОБЫ ГЕНЧИ И ШТАНГЕ

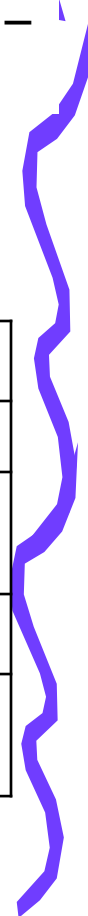
**заключается в измерении времени задержки дыхания на
вдохе (проба Штанге) и выдохе (проба Генчи)**



Применение проб с задержкой дыхания является простым способом оценки устойчивости организма к основным стимулам дыхательного центра – гипоксии и гиперкапнии

Принципы оценки результатов проб с задержкой дыхания

Оценка	Проба Штанге	Проба Генчи
Спортсмены-мужчины	60-120 с	50-60 с
Нетренированные мужчины	40-60 с	25-40 с
Спортсмены-женщины	40-95 с	30-50 с
Нетренированные женщины	30-40 с	15-30 с





ПРОБА PWC-170

заключается работоспособности при нагрузке аэробного характера

Проба базируется на двух известных фактах: 1) учащение сердцебиения при циклической нагрузке прямо пропорционально ее мощности; 2) степень учащения сердцебиений при мышечной работе неопределенной мощности определяется функциональным состоянием вегетативных систем организма, физической работоспособностью – чем слабее реакция организма на нагрузку, тем выше уровень адаптации к работе, тем выше физическая работоспособность.

Принципы индивидуализации пробы относительно возраста

Возрастной диапазон, годы	Величина пульса, уд·мин⁻¹	
	Максимальная ЧСС, рассчитанная по формуле: 220-возраст	Индикаторная ЧСС, используемая в тесте, рассчитанная по формуле: 0,87 ×(220-возраст)
20-29	195	170
30-39	185	161
40-49	175	152
50-59	165	143



ПРОБА PWC-170

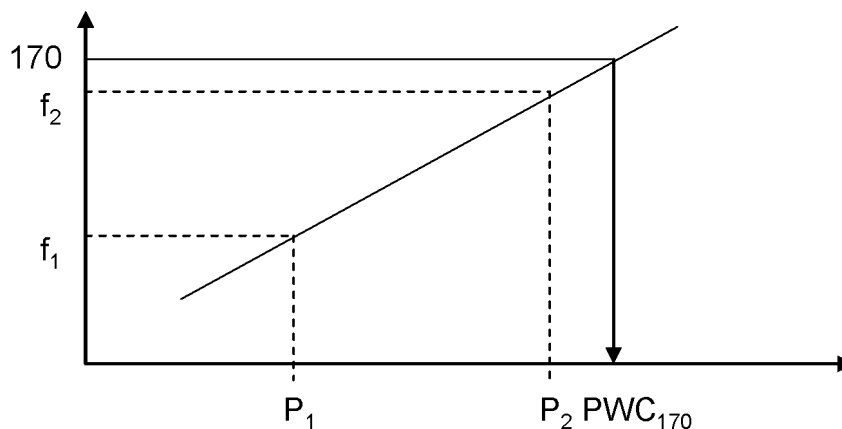
заключается работоспособности при нагрузке аэробного характера



Проба заключается в выполнении двух нагрузок циклического характера (P_1 и P_2) и измерении ЧСС во время первой (f_1) и второй (f_2) нагрузки с последующим расчетом уровня физической работоспособности по формуле:

$$PWC_{170} = P_1 + (P_2 - P_1) \frac{170 - f_1}{f_2 - f_1}$$

или с помощью графика, отражающего основной принцип взаимосвязи между уровнем аэробной нагрузки и ЧСС во время ее выполнения:





ПРОБА PWC-170

заключается работоспособности при нагрузке аэробного характера

Принципы оценки результатов пробы PWC-170



Возраст, годы	Физическая работоспособность, кгм·мин ⁻¹				
	низкая	ниже средней	средняя	выше средней	высокая
Женщины					
20-29	< 449	450-549	550-649	650-849	> 850
30-39	< 399	400-499	500-699	700-799	> 800
40-49	< 299	300-399	400-599	600-699	> 700
50-59	< 199	200-299	300-499	500-599	> 600
Мужчины					
20-29	< 699	700-849	850-1149	1150-1299	> 1300
30-39	< 599	600-749	750-1049	1050-1199	> 1200
40-49	< 499	500-649	650-949	950-1099	> 1100
50-59	< 399	400-549	550-849	850-999	> 1200

1 кгм·мин⁻¹ = 0,167 Вт

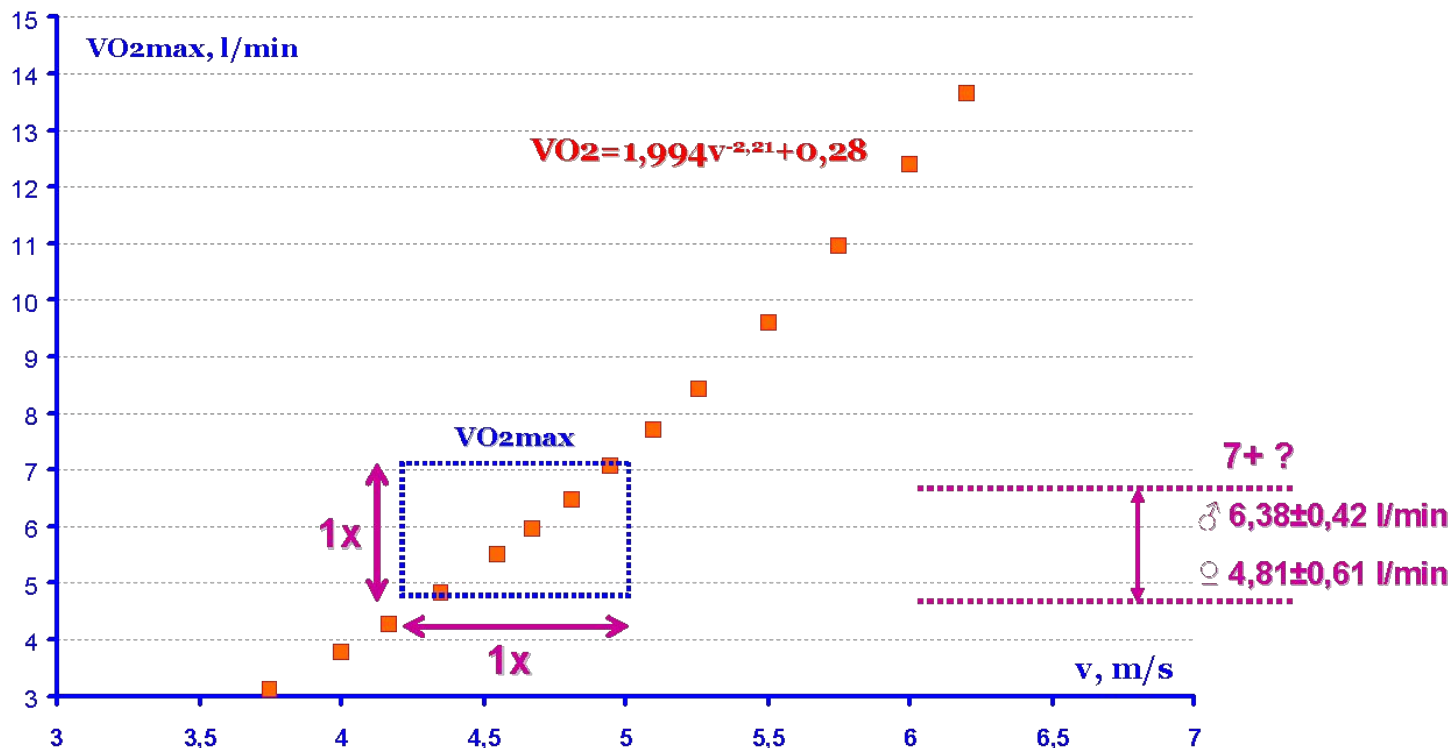


ТЕСТИРОВАНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВЛЕННОСТИ В ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ



- эргометры Concept-II(США), Monark (Швеция), Wide Folding Track (POMA, Германия; ST Innovation GmbH, Швейцария);
- газоаналитический комплекс MetaMax 3B (Cortex, Германия),
- телеметрический регистратор ЧСС Polar-810G (Polar, Финляндия) с датчиком GPS-навигации,
- биохимические анализаторы TP-420 (Dr.Lange, Германия) и Lactate SCOUT (SensLab, Германия).

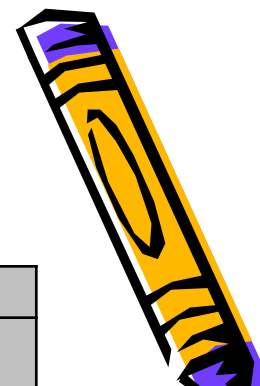
Пиковое МПО₂



Пиковое МПО₂ = скорость лодки ???



ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ФАКТИЧЕСКИЕ ЗНАЧЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЯ MPO_2 У ГРЕБЦОВ



	M (kg)	65	70	75	80	85	90	95	100	105
T2000, min:sec,0	P2000, W	VO2max, ml/min/kg								
5:40:00	570						80	75,79	72	68,57
5:45:00	545						78,61	74,47	70,75	67,38
5:50:00	522						77,22	73,16	69,5	66,19
5:55:00	501					80,29	75,83	71,84	68,25	65
6:00:00	480		87,14			78,82	74,44	70,53	67	63,81
6:05:00	461		85,36			77,35	73,06	69,21	65,75	62,62
6:10:00	442			78	80,63	75,88	71,67	67,89	64,5	61,43
6:15:00	425			76,33	79,06	74,41	70,28	66,58	63,25	60,24
6:20:00	408		80	74,67	77,5	72,94	68,89	65,26	62	59,05
6:25:00	393		78,21	73	75,94	71,47	67,5	63,95	60,75	57,86
6:30:00	378		76,43	71,33	74,38	70	66,11	62,63	59,5	56,67
6:35:00	363	80,38	74,67	69,67	72,81	68,53	64,72	61,32	58,25	55,48
6:40:00	350	78,46	72,86	68	71,25	67,06	63,33	60	57	54,29
6:45:00	337	76,54	71,07	66,33	69,69	65,59	61,94	58,68	55,75	53,1
6:50:00	325	74,62	69,29	64,67	68,13	64,12	60,56	57,37	54,5	
6:55:00	313	72,69	67,5	63	66,56	62,65	59,17	56,05	53,25	
7:00:00	302	70,77	65,71	61,33	65	61,18	57,78	54,74		
7:05:00	292	68,85	63,93	59,67	63,44	59,71	56,39	53,42		
7:10:00	282	66,92	62,14	58	61,88	58,24	55			

1X

2X

4X

2-

4-

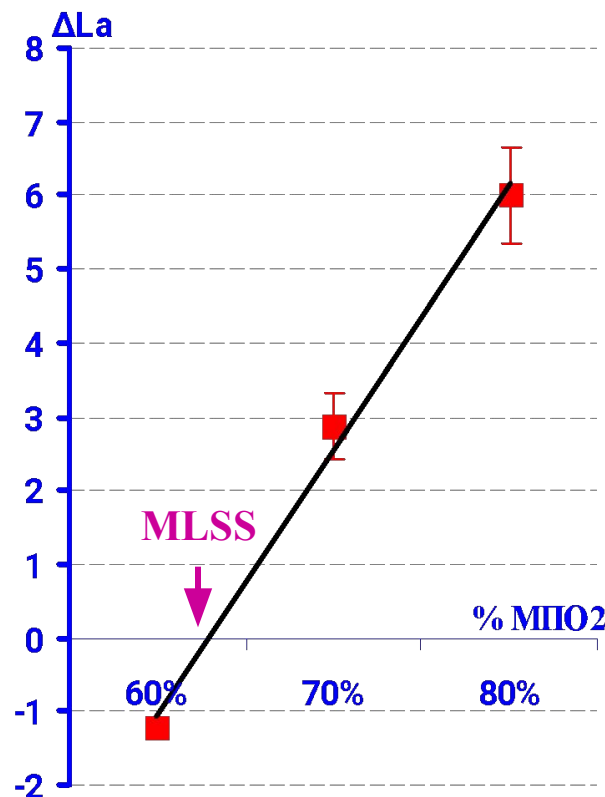
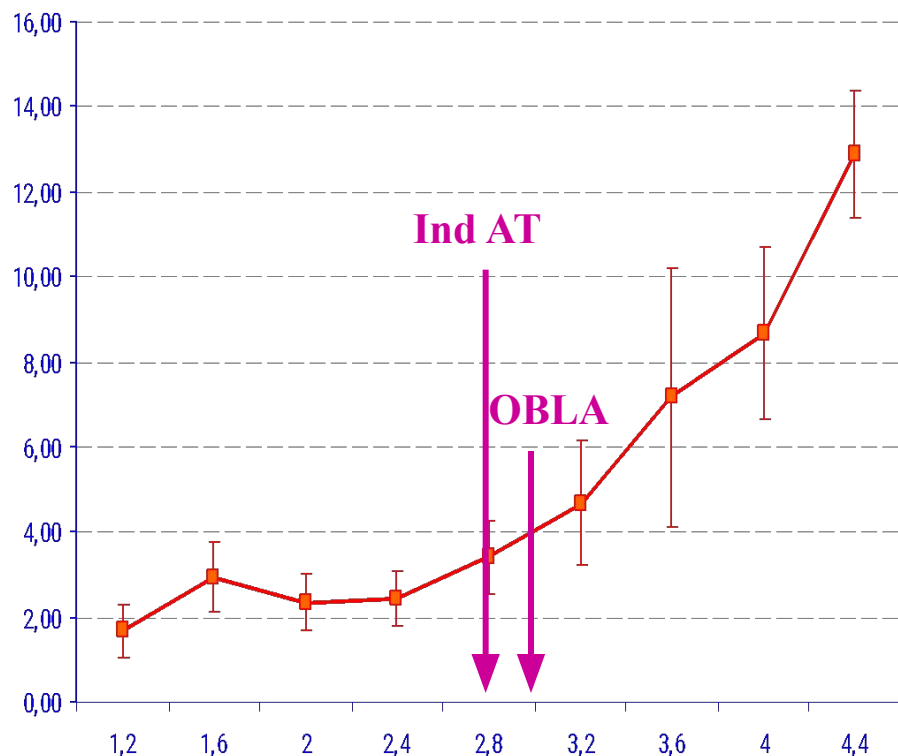
8+

LM2x

LM4-



ЛАКТАТ КРОВИ



OBLA - onset of blood lactate accumulation – мощность, при которой величина лактата крови достигает значения 4 ммоль·л⁻¹ крови

MLSS - maximal lactate steady state – мощность, при которой прирост лактата составляет не более 0,2 ммоль·л⁻¹ крови

