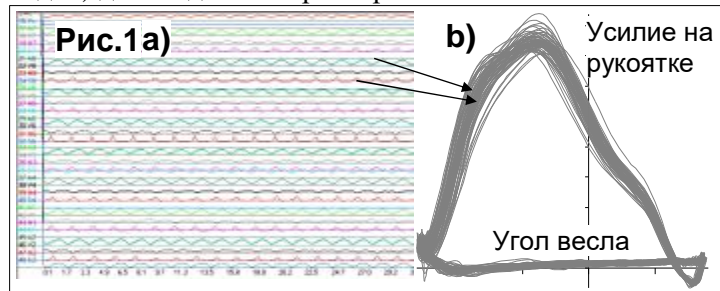


Анализ данных от BioRow

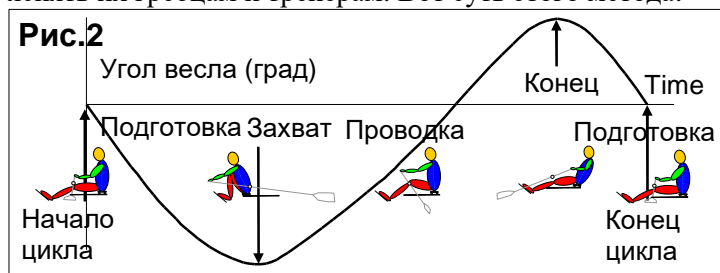
Эта публикация предназначена в основном для научных сотрудников, работающих с анализом данных в гребле, и может быть сложна для гребцов и тренеров.

Когда гребля измеряется с помощью любой телеметрической системы, первичные данные выглядят, как длинный ряд волн, где каждый пик представляет один гребок (Рис.1,а). Количество гребков (обычно 200-250 за 2км тест) умноженное на количество каналов (напр., в восьмерке обычно измеряется 48 каналов: горизонтальные и вертикальные углы весла, усилие на рукоятке и положение банки для 8 гребцов + 16 каналов от корпуса лодки) делает данные чрезмерными и непонятными.



Обычный способ представления таких первичных данных – график X-Y, где координата X представлена углом весла, или положением рукоятки на гребном тренажере. Например, Рис.1,б показывает кривую усилия в таком виде. Хотя такой вид данных более понятен и дает некоторое представление о технике гребли, его нельзя использовать для точной цифровой оценки, сравнения и моделирования биомеханики гребли.

Ключевой элемент анализа в системе BioRow – алгоритм усреднения данных, позволяющий конвертировать информацию от неограниченного количества гребков – в один типичный цикл гребка. Он был разработан в 1991-93 гг. (1) и используется уже более 25 лет для анализа данных как в лодке, так и на гребном тренажере, а также в других циклических видах спорта (байдарка и каноэ, плавание). Метод позволяет эффективно анализировать, хранить и сравнивать данные, а также показывать и объяснять их гребцам и тренерам. Вот суть этого метода:

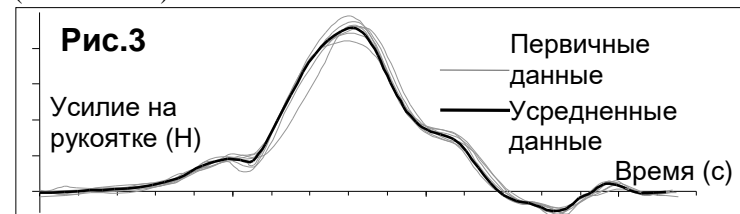


Сначала, определяется цикл гребка (Рис.2). Для этого, используется угол весла (или положение рукоятки на тренажере), а начало цикла определяется в момент, когда угол пересекает нуль на подготовке (весло перпендикулярно оси лодки, или рукоятка на тренажере проходит над коленями). Эта точка была выбрана, как наиболее пассивные период цикла, без резких изменений движений гребца, где возможна естественная пауза. Другие системы используют захват в качестве начала цикла, что разбивает на части эту быструю и важную часть гребка, и затрудняет ее анализ. Также, пауза в захвате – неестественна. В командных лодках, цикл гребка определяется

лишь по одному веслу для всей лодки (обычно, по заднему, по правому веслу в парной гребле), что позволяет точно синхронизировать данные всех гребцов.

Процесс усреднения данных начинается с определения количества циклов в выбранном отрезке гребли, и расчета среднего темпа гребли SR_{av} и его среднеквадратического отклонения SR_{sd} . Затем, гребки фильтруются и лишь циклы с пределах $SR_{av} \pm k * SR_{sd}$ используются для усреднения, где $k=1$ обычно выбирается для сильного фильтрования, 2 – для среднего и 3 – для легкого. Фильтрация необходима, поскольку вариация темпа делает типичные паттерны ненадежным: не имеет смысла сравнивать греблю при темпе 20 и 40 гр/мин.

Циклы при различном темпе имеют различное количество точек данных: напр., при частоте опроса 25Гц, цикл при 20 гр/мин имеет 75 точек, а при 44 гр/мин – лишь 34 точки, что затрудняет работу с такими данными. Поэтому, для усреднения данных используются массивы с фиксированным количеством точек n (было выбрано $n=50$). После фильтрации, эти массивы создаются для каждого канала данных и метки времени T_i присваиваются каждой их точке, где $T_i = (60/SR_{av})/n$. Для первичных данных, время от начала цикла до каждой точки данных различается для различных гребков (время цикла несколько различно), что значит – они могут принадлежать к различным фазам цикла и не должны усредняться. Поэтому, первичные данные интерполируются и вычисляются значения в момент времени T_i для каждой точки усредненного массива, и уже эти значения для всех циклов отрезка. Другими словами, продолжительность первичных циклов подстраивается по оси X под время усредненного цикла. Рис. 3 графически представляет первичные и усредненные данные усилия на рукоятке. Также, среднеквадратические отклонения рассчитываются для каждой точки, что позволяет оценить вариативность техники гребли (НБГ2012/12).



Для проверки валидности метода, были рассчитаны различные критерии гребли для каждого гребка первичных данных (V_{raw}) затем их величины были усреднены ($V_{raw,av}$) и сравнены с такими же критериями V_{av} , рассчитанными по усредненным массивам (см. Табл.1 в Приложении ниже). Было найдено, что величины V_{av} несколько ниже, чем $V_{raw,av}$, и для большинства критериев разница была в пределах 0,5%. Важно то, что для средних усилий эта разница была намного меньше (0,19%), чем для максимальных (1,11%), что можно объяснить девиацией времени пиков в каждом гребке, что делает усредненную кривую более гладкой и ее пик ниже, но незначительно влияет на площадь под кривой.

В заключение, алгоритм усреднения системы BioRow работает корректно и надежно, и обеспечивает эффективный анализ данных и полезную информацию в гребле и других циклических видах спорта.

Литература

1. Kleshnev V, 1996 Computer Technologies for Training in Cyclical Sports. In: Current Research in Sport Sciences, by V.Rogozkin & R.Maughan, Plenum Press, p.137-146

Таблица 1. Критерии гребли для JM8+ при 37 гр/мин усредненные за 8 гребков

	Критерии	$V_{raw.av}$	$V_{raw.SD}$	$V_{av.}$	$Diff = V_{raw.av} - V_{av.}$	$Diff.(%)$
1	Темп гребли (гр/мин)	37.1	1.17	37.0	0.11	0.30%
2	Угол в захвате (град)	-51.6	0.55	-51.4	-0.21	0.42%
3	Угол в конце (град)	32.0	0.33	31.8	0.19	0.58%
4	Общий угол (град)	83.6	0.81	83.2	0.40	0.48%
5	Вертикальная промашка (град)	13.5	0.86	13.0	0.51	3.78%
6	Вертикальное сплывание (град)	16.6	1.15	15.9	0.63	3.78%
7	Макс.усилия (Н)	488.5	10.95	483.1	5.42	1.11%
8	Средние усилия (Н)	195.2	5.03	194.8	0.36	0.19%
9	Отношение Ср./Макс. усилия (%)	40.9%	0.7%	41.3%	-0.4%	-0.87%
10	Точка пика усилий (% от длины)	33.5%	1.8%	32.3%	1.2%	3.59%
11	Нарастание усилий до 70% (град)	14.1	0.29	14.0	0.13	0.92%
12	Снижение усилий с 70% (град)	40.7	2.16	38.7	2.00	4.90%
13	«Промашка» по усилию (град)	8.7	0.35	8.6	0.08	0.95%
14	«Сплывание» по усилию (град)	30.1	0.84	29.8	0.38	1.26%
15	Работа за гребок (Дж)	348.2	11.50	345.9	2.31	0.66%
16	Мощность гребли (Вт)	215.3	11.10	213.2	2.11	0.98%
17	Работа ног (м)	0.56	0.00	0.55	0.003	0.49%
18	Макс.скорость ног (м/с)	1.37	0.02	1.36	0.002	0.18%
19	Фактор Захвата (мс)	-37.7	2.46	-36.6	-1.13	3.01%
20	Фактор Стиля Гребли (%)	89.3%	1.9%	89.5%	-0.2%	-0.25%