

Стабильность движений гребца

Гребля – циклический вид спорта, поэтому требуется повторение похожего цикла движений много раз. Обычно, 200-250 гребков требуется для преодоления гоночной дистанции 2000м. Визуально, все гребки выглядят одинаково и лишь редкие эксперты могут увидеть небольшие различия. Биомеханическое оборудование позволяет очень точное измерение многих переменных движений гребца, а программное обеспечение дает возможность определить насколько они стабильны или изменчивы.

Простейшей мерой стабильности является вариация темпа гребли: чем выше вариация, тем ниже стабильность, и наоборот. Обычно, тренер ставит перед гребцами цель преодолеть отрезок определенной протяженности в определенном темпе. Если записать все гребки, то возможно вычислить средний темп AV за этот отрезок и его среднеквадратическое отклонение SD . Стандартной мерой стабильности является вариация, равная отношению SD к средней:

$$VAR = SD / AV \quad (1)$$

В наших программах *BioRowTel* эта операция повторяется каждый раз перед вычислением типичских паттернов за отрезок. Затем, данные фильтруются и все гребки с продолжительностью вне определенного диапазона (обычно $\pm 2SD$) отбрасываются для того, чтобы типичские кривые были надежными.

Команды международного уровня обычно поддерживают вариацию темпа в пределах 1%, а новички могут иметь до 4-5%. Чтобы перевести это в абсолютные величины, можно использовать статистический закон, говорящий, что 99,7% данных находится в диапазоне $\pm 3SD$ (при нормальном распределении). При темпе 32 гр/мин вариация 1% означает, что практически все гребки были между 31-33, а 5% вариации дает диапазон 27-37 гр/мин.

Обычно, мы анализируем массивы средних значений каждой переменной (углы, усилия, ускорения и т.п.), которые представляют типичские паттерны (кривые) техники гребли за данный отрезок. Кроме того, программа *BioRowTel* позволяет определить значения SD для каждой переменной в каждый момент цикла гребка, что отражает вариативность движений гребца.

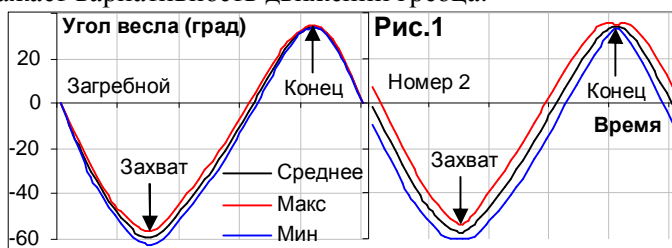
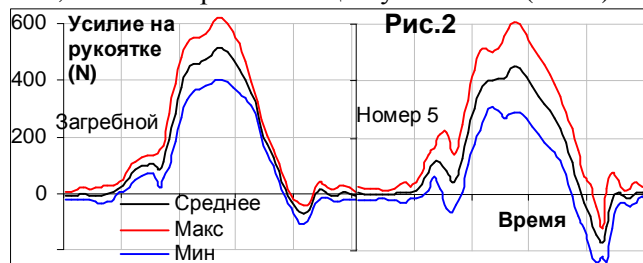


Рис. 1 показывает средние кривые угла весла и их максимальные (+3SD) и минимальными (-3SD) отклонения для двух гребцов из школьной восьмерки при темпе 36 гр/мин. Было определено, что загребной имел наименьшую вариацию в команде (среднее SD за цикл гребка $0,7^\circ = 0,8\%$ VAR отн. амплитуды), а 2-й номер – наибольшую ($SD 2,1^\circ = 2,3\%$ VAR). В захвате все гребцы

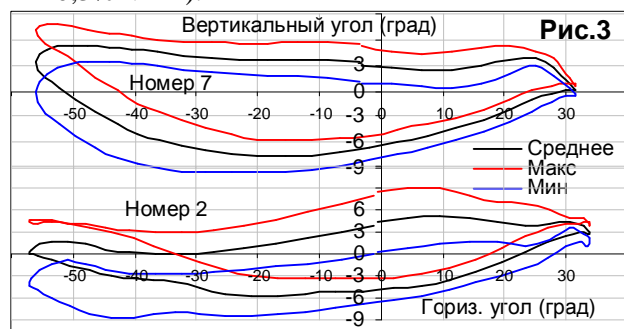
имели более высокую вариацию углов весла (среднее $SD = 1,1^\circ$), чем в конце гребка ($SD = 0,5^\circ$). Этот факт иллюстрирует то положение, что **захват более труден для координации движений гребца, чем конец гребка**, когда положение весла довольно четко определено настройкой лодки и позой гребца.

Вариация усилий на рукоятке была определена на уровне, намного превышающем углы весла (Рис.2):

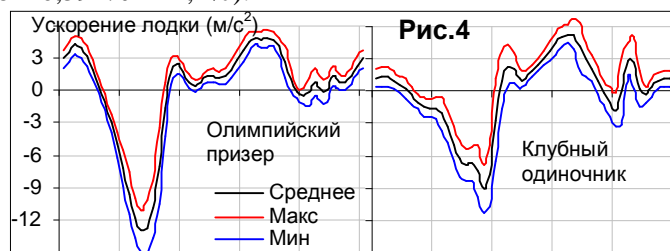


Загребной в этой команде также имел самую низкую вариацию усилий ($SD 16N = 5,7\%$ VAR), а гребец на номере 5 – наивысшую ($SD 29N = 12,6\%$ VAR). Этот факт можно объяснить тем, что **гребцам в команде сложнее управлять своими движениями, поскольку они должны координировать их с загребным, который задает ритм в команде.**

Вариация вертикального угла (Рис.3) была также высокая, но загребной не был в этом лучшим. Она распределялась случайно и номер 7 имел самую низкую вариацию ($SD 0,7^\circ = 5,3\%$ VAR), а номер 2 – наивысшую ($SD 1,0^\circ = 10,3\%$ VAR).



Ускорение лодки, как результирующая переменная (НБГ 2012/11) отражает стабильность техники всей команды, которая была найдена на много более высоком уровне у элитных гребцов. Рис.4 показывает вариацию ускорения лодки при 36 гр/мин у Олимпийского одиночника ($SD 0,31 \text{ м/с}^2 = 1,9\%$ VAR) и у клубного гребца ($SD 0,59 \text{ м/с}^2 = 4,1\%$).



Остаются открытыми многие вопросы в данной области, которые требуют дальнейшей работы. Например: как определить стабильность вблизи нулевых значений средней, где вариация стремится к бесконечности (уравнение 1), нормативные величины и функции.