

Амплитуда и мощность сегментов тела

С помощью системы **BioRow™** возможно определять движения банки и верха туловища с помощью струнных датчиков в одиночках и двойках (лишь движение банки измеряется в крупных лодках). Для измерения туловища, датчик устанавливается на специальную мачту (Рис.1) и его струна соединяется с туловищем на уровне ключично-грудинного сустава (между позвонками С7-Т1) так, что измеряется движение позвоночника, но не плеч. Поэтому, движения рук включают плечи, но мы будем называть их просто «руки» для краткости.

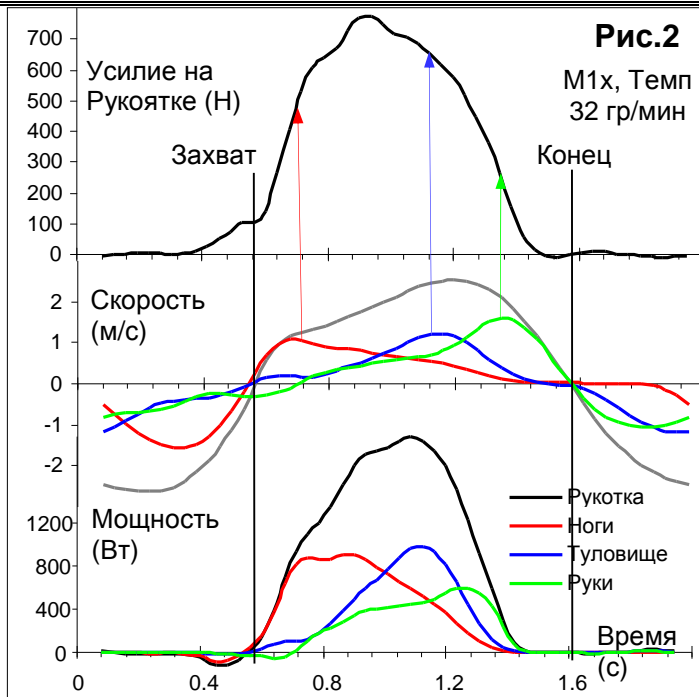


Амплитуда и скорость ног V_{legs} была предположена равной скорости банки. Скорость туловища V_{trunk} рассчитывалась как разница между скоростями верха туловища V_u и банки. Скорость рук V_{arms} была определена, как разница между скоростью верха туловища V_u и рукоятки V_h , которая рассчитывалась из угловой скорости весла и действующего внутреннего рычага L_{inA} :

$$V_h = \omega L_{inA} \quad (1)$$

Действующий внутренний L_{inA} рычаг определялся, как обычно измеряемый рычаг, плюс половина ширины уключины (+2см) и минус половина длины рукоятки (-6см в парной гребле, -15см в распашной), что делает длину гребка похожей в парной и в распашной гребле: напр., угловая амплитуда 110° при рычаге 88см в парной гребле ($L_{inA}=0.84\text{м}$) и 90° при 115см ($L_{inA}=1.02\text{м}$) – в распашной дает аналогичные 1,61м длины дуги. Поэтому, амплитуды и скорости движений рукоятки и сегментов тела сравнимы в парной и распашной гребле.

Все три сегмента тела дают примерно равный вклад в длину гребка, около одной трети каждый (НБГ 2002/02, здесь – новые данные на выборке $n=5437$): ноги 33%, туловище 31% и руки 36%. Однако, большая часть движений ног и туловища приходится на первые две трети проводки, когда усилия высоки, а руки работают, в основном, в конце, при низких усилиях (Рис.2). Поэтому, средние доли в общей мощности выше для ног (43%) и туловища (33%), но ниже для рук (24%). Это зависит от стиля гребли и формы кривой усилий (НБГ 2006/04): последовательное включение сегментов и акцент усилия на первую половину проводки увеличивает долю ног, одновременное включение сегментов и поздний пик силы увеличивает долю рук (с плечами). Первый стиль более продуктивен, поскольку был доказан тот факт, что крупные мышцы ног и туловища более эффективны и работоспособны. Поэтому, **мощности сегментов у лучших гребцов мира имеют более высокую долю туловища и ниже долю рук: ноги 43%, туловище 36%, руки 21%.**



Как эти инструментальные измерения соотносятся с углами в суставах, которые можно анализировать с помощью видео? Используя видео-записи 25 лучших гребцов в мелких лодках на последнем чемпионате мира-2014 в Амстердаме, мы проанализировали углы туловища относительно вертикальной оси в захвате и в конце проводки (Рис.3).



Было найдено, что средний угол туловища в захвате был $22,50 (\pm 4,6, \text{min } 12^\circ, \text{max } 31^\circ)$, а в конце – $250 (\pm 6,2, \text{min } 8^\circ, \text{max } 35^\circ)$, так что общее угловое перемещение туловища было в среднем $47,50 (\pm 6,5, \text{min } 32^\circ, \text{max } 60^\circ)$. Полагая длину туловища от тазобедренного сустава до плеч (С7-Т1) около 0,6м, это дает 0,50м линейного перемещения верха туловища, что соответствует примерно одной трети средней длины гребка 1,52м, измеренной инструментально. Так что, было обнаружено хорошее согласование методов.

Более длинная амплитуда движения туловища позволяет лучшее использование ягодичных мышц и задней поверхности бедра – двух самых больших и мощных групп мышц, что увеличивает производимую мощность. Однако, это создает значительные движения тяжелой массы туловища, увеличивает инерционные потери и вертикальные колебания корпуса лодки (НБГ 2013/10), а с ними – и силу сопротивления. Поэтому, **амплитуда туловища должна быть оптимальной. Средние величины лучших гребцов мира ($\pm 25^\circ$ от вертикали) может быть хорошим ориентиром.**

Благодарим Тихона Замотина из Санкт-Петербургского НГУ им. Лесгафта за помощь с видео-анализом.