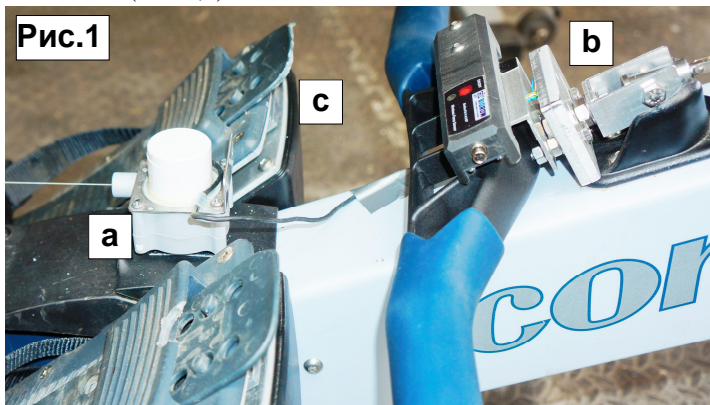


## Новая биомеханическая система для эргометра

Новая система для биомеханических измерений на эргометре была недавно разработана в компании BioRow Ltd. для университета Oxford Brookes. Система измеряет следующие переменные:

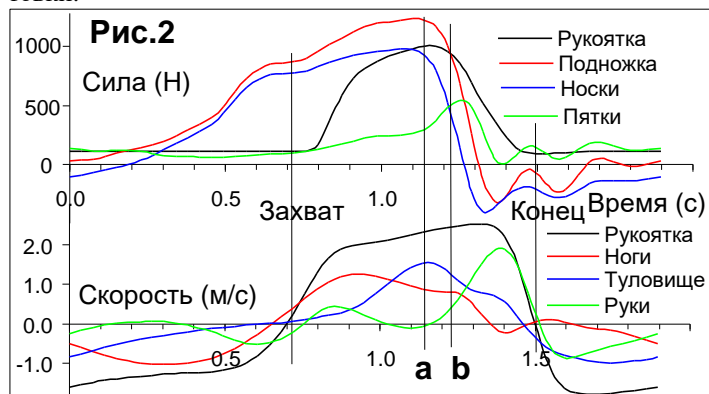
- Перемещения рукоятки, банки и плеч гребца измеряются струнными датчиками положения (TE Connectivity SP1 и SG1, Рис.1,a),
- Усилие на рукоятке измеряется с помощью беспроводного датчика BioRow (Рис.1,b), который измеряет также 3D ускорения и 3D вращения рукоятки,
- С помощью нового датчика BioRow, отдельно измерялись четыре усилия на подножке (Носки-Пятки/Правое-Левое) в направлении, перпендикулярном плоскости подножки (Рис.1,c).



Данные записывались с частотой 25Гц, затем отрезки были обработаны по стандартному алгоритму усреднения BioRow (НБГ 2012/02). 14 юношей-парников 15-17 лет выполнили тест, состоящий из четырех отрезков по 15 гребков каждый в темпе 20, 26, 32 и 40 мин<sup>-1</sup>, все с максимальным приложением. Выделены 3 группы:

- А-Чемпионы и медалисты национальных регат (n=4),
- В - Опытные гребцы уровня финалов В-С (n=5),
- С – Новички со стажем гребли менее года (n=5).

Рис.2 показывает данные одного из лучших гребцов при 32 мин<sup>-1</sup>. Было обнаружено, что усилия на подножке растут намного раньше захвата за счет силы на носках, которая складывается из горизонтальных и вертикальных сил (перенос веса на подножку, НБГ 2013/08). Сила на пятках остается примерно постоянной на уровне 100Н на протяжении всей подготовки.



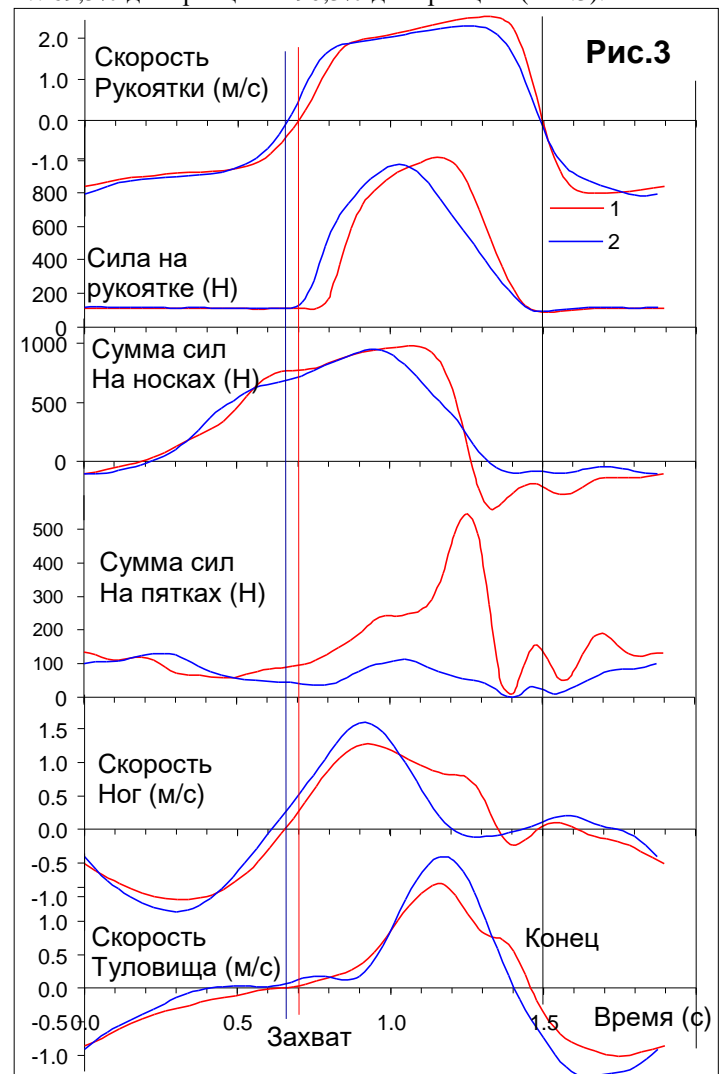
Усилия на пятках начинают медленно расти после захвата, затем рост ускоряется (Рис.2,a), когда скорость туловища достигает максимума, но усилие носков и общее усилие на подножке начинают снижаться в то же время. Интересно, что сила на пятках становится выше силы на носках в то же время, когда общая сила на подножке становится ниже силы на рукоятке (b). Вскоре после этого момента, сила на носках стано-

вится отрицательной – гребец начинает тянуть за ремни, а сила на пятках достигает максимума в это же время.

Усилия на носках, пятках и их сумма были усреднены за время проводки, и было рассчитано отношение  $Rt$  среднего усилия на носках к общему усилию на подножке, что является показателем доли усилия на подножке, прикладываемого через носки. Обнаружено, что  $Rt$  обратно пропорционально уровню гребцов (Табл.1): от группы С до А оно снижается с 83,6% до 73,7%, что означает: **более классные гребцы прикладывают относительно БОЛЬШИЕ усилия через пятки.**

Группа	20	26	32	41	Среднее
A	72.1%	71.7%	72.8%	78.2%	<b>73.7%</b>
B	78.1%	79.4%	78.2%	79.5%	<b>78.8%</b>
C	82.3%	80.6%	84.0%	88.7%	<b>83.9%</b>
Среднее	<b>77.9%</b>	<b>77.6%</b>	<b>78.7%</b>	<b>82.4%</b>	<b>79.2%</b>

Для анализа различий в распределении усилий на подножке, были выбраны два гребца с противоположными значениями  $Rt$ : 69,5% для гребца 1 и 90,3% для гребца 2 (Рис.3).



Гребец 2 прикладывает практически все усилия через носки, что наблюдалось визуально – его пятки не касались подножки во второй половине гребка, когда его кривая усилия была ниже, чем у гребца 1. Эта закономерность подтвердилась статистически:  $Rt$  положительно коррелировало с удержанием усилий в конце ( $r=0.49$ ), и отрицательно - с точкой достижения пика усилий ( $r=-0.50$ ). Это означает: **лучшее приложение усилий через пятки помогает поддерживать усилие на рукоятке во второй половине проводки.**