

МЕТОДИКА МОНИТОРИНГА СПОРТИВНЫХ ПОДВИЖНЫХ ОБЪЕКТОВ В СИСТЕМЕ ПОДГОТОВКИ ГРЕБЦОВ ВЫСШЕЙ КВАЛИФИКАЦИИ



ТКАЧУК

Анатолий Петрович

Федерация Гребного Sports России (ФГСР), научный консультант, кандидат педагогических наук, доцент, заслуженный мастер спорта (академическая гребля), тел.: 8-903-500-6721, e-mail: kap37@ya.ru

TKACHUK Anatoliy

Rowing Russia.ru scientific consultant Ph.D, associate professor Honored Master of Sports (rowing)

ЖЕМАЛЬДИНОВ

Максим Фатехович

Училище олимпийского резерва № 2
Специалист по контролю спортивной подготовленности, мастер спорта (академическая гребля)

ZHEMALDINOV Maxim

Internal Control Specialist sports readiness uor2.ru, master of Sport (rowing)

КУРИС

Эдуард Давыдович

Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет) (МАИ), кандидат технических наук, старший научный сотрудник

KURIS Eduard

Moscow Aviation Institute (National Research University) (MAI), Ph.D., senior science member

ПЛЕХАНОВ

Вячеслав Евгеньевич

Московский Авиационный Институт (национальный исследовательский университет) (МАИ), кандидат технических наук, доцент

PLEHANOV Vyacheslav

Moscow Aviation Institute (National Research University) (MAI), Ph.D., associate professor

Ключевые слова: микросистема ориентации и навигации (МСОН), гребной спорт, методика подготовки, инновации.

Аннотация. В статье представлена инновационная разработка сотрудников МАИ (Москва) для применения в практике подготовки спортсменов в гребном спорте и с возможностью мониторинга других спортивных объектов. Становится реальной регистрация траектории свободного падения и последующего спуска парашютиста «на точность приземления», сравнение реальных траекторий спуска и отклонений от центральной осевой линии жёлоба в бобслее, скелетоне и санном спорте, оценка точности лавировок парусных судов, использование системы практически во всех экстремальных видах спорта [8,2].

В отличие от используемых ранее приборов и устройств МСОН СПО позволяет регистрировать все нюансы перемещения объекта по трём взаимно перпендикулярным осям с высокой точностью, запоминать их, обрабатывать и передавать основные характеристики движения (средняя скорость, темп, пройденное расстояние) на дисплеи спортсмена и тренера в on-line режиме. Благодаря малому весу располагаемых на лодке блоков системы она практически не создаёт помех движению лодки (или другого подвижного объекта), а получаемая информация в графической и цифровой форме позволяет тренеру или педагогу-исследователю своевременно корректировать действия гребцов в процессе тренировки, а гребцам точнее выполнять задание.

Анализ получаемых данных в апостериорном режиме позволил предложить новые методические подходы к управлению подготовкой элитных гребцов.

MICROSYSTEM OF ORIENTATION AND NAVIGATION FOR MONITORING OF SPORTING MOBILE VENUES AND AN EXAMPLE OF ITS APPLICATION IN SYSTEM OF TRAINING OF ELITE OARSMEN

Keywords: *microsystem of orientation and navigation (MSON), rowing, technique of preparation, innovation.*

Abstract. In work innovative development of employees of MAI (Moscow) for application in practice of training of athletes in rowing and with possibility of monitoring of other sporting venues is presented. Unlike the devices and MSON SPO devices used earlier allows to register all nuances of movement of object on three mutually perpendicular axes with high precision, to remember them, to process and transfer the main characteristics of the movement (average speed, rate, the passable distance) to displays of the athlete and trainer online. Thanks to the small weight of the blocks of system located by the boat it practically doesn't create hindrances to the movement of the boat, and the received information in a graphic and digital form allows the trainer or the teacher-researcher to correct in due time actions of oarsmen in the course of training, and to oarsmen to perform a task more precisely.

The analysis of the obtained data in the aposteriorny mode allowed to offer new methodical approaches to management of training of elite oarsmen and system of an assessment of quality of fungi by the integrated criterion considering deviation degree from model characteristics.

Актуальность. Отсутствие на рынке измерительных систем, подобных разработанному в МАИ «бортовому навигатору», негативно сказывается на конкурентоспособности российских гребцов на международном уровне. Испытания МСОН СПО показали её высокую точность, надёжность и эксплуатационные характеристики, не требующие обслуживающего персонала – тренер сам в состоянии освоить применение системы как любой водитель пользуется автомобильным навигатором.

В случае выделения гранта Минспорта РФ на доработку опытных образцов до уровня требований для серийного производства, отрасль получит современный прибор для применения в ряде циклических, сложнокоординационных и экстремальных видах спорта, что позволит высвободить из состава комплексных научных групп (КНГ) излишний инженерно-технический персонал.

Цель исследования – разработать методику применения «бортового навигатора» (МСОН СПО) и систему оценки эффективности гребков, регистрируемых с его помощью.

Решаемые задачи: 1. Испытания системы в реальных условиях тренировочной и соревновательной деятельности.

2. Совершенствование алгоритма обработки данных и специализированного программного обеспечения (СПО).

Стремительный прогресс коммуникационных и информационных технологий в XXI веке позволил создавать для исследований в спорте [1, 3, 4] приборные комплексы «ежедневного пользования», не требующие привлечения

обслуживающего персонала – тренер сам в состоянии освоить их применение, как любой водитель использует современные «навигаторы». Такой программно-аппаратный комплекс «Микросистема ориентации и навигации для мониторинга спортивных подвижных объектов (МСОН СПО)» или «бортовой навигатор» разработан в 2013 году Московским авиационным институтом (кафедра 305). Этот комплекс позволяет регистрировать скорость, ускорение и изменения положения в пространстве спортивного инвентаря (академической лодки, байдарки, каноэ, велосипеда и т.д.) в ходе тренировочной или соревновательной деятельности, а в случае крепления МСОН СПО на сегментах тела спортсмена – биомеханические характеристики его двигательных действий [4, 5, 6].

Среди последних публикаций зарубежных исследователей по обсуждаемой теме выделяется статья профессора гамбургского университета, доктора К. Маттиса, а также «Техническое описание измерительной системы», разработанной группой австралийских учёных [9, 10].

Возможности немецкой системы получения и анализа информации о биомеханике гребли во многом сходны с возможностями разработанного в МАИ программно-аппаратного комплекса.

Австралийский прибор отличается более компактным исполнением, но предлагаемая методика применения напоминает дневниковую запись процесса тренировки без попытки анализа и оценки техники гребли.

Состав системы «МСОН СПО» [5] приведён на рис. 1.

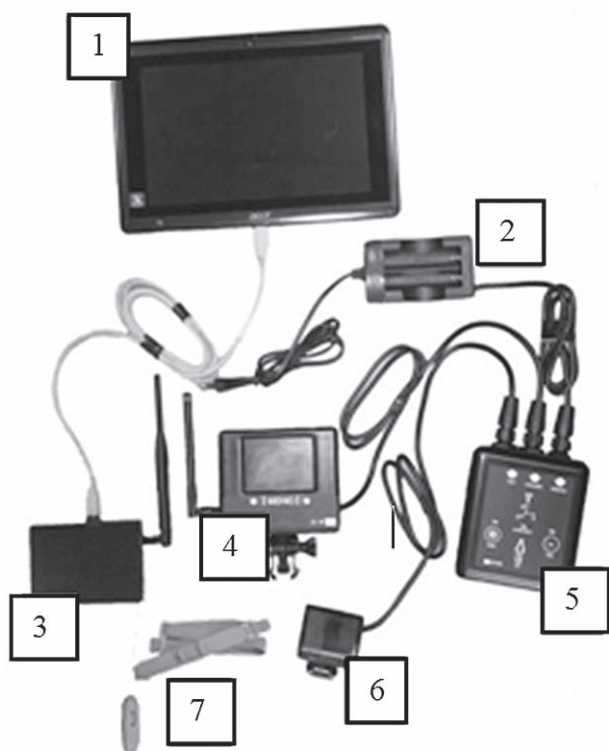


Рис. 1. Состав системы «МСОН СПО»,
 [1] – дисплей тренера (ноутбук), [2] – зарядное устройство, [3] – приёмо-передатчик базовый, [4] – дисплей спортсмена, [5] – измерительный блок, [6] – GPS приемник, [7] – кардиодатчик с нагрудным поясом для крепления на спортсмене

Комплекс работает следующим образом. На лодку устанавливаются блоки 4–6, блок 7 одевается на спортсмена. Блоки 3 и 4 могут находиться в сопровождающем лодку катере. В процессе движения лодки в блоке 5 измеряются следующие кинематические параметры – ускорения, угловые скорости и параметры магнитного поля по трём взаимно перпендикулярным осям измерительного блока, которые вместе с данными с блоков 6 и 7 поступают на запоминающее устройство и в обрабатывающий процессор, находящиеся в блоке 5. Получаемые в процессе обработки основные характеристики движения, такие как средняя скорость, темп, пройденное расстояние, передаются в on-line режиме на блок 4 спортсмену и через блок 3 на блок 1 тренеру. После тренировки данные с запоминающего устройства могут быть записаны в блок 1 и проанализированы с помощью специализированного программного обеспечения (СПО). Примеры такого анализа приведены ниже.

Следует отметить, что совместная обработка поступающих с частотой 100 гц сигналов с инерциальных датчиков (акселерометров и гироскопов) и магнетометра с сигналами от GPS, поступающих с частотой 5 гц, позволяет получить непрерывные зависимости ускорения и скорости лодки, а также углов её разворота по каждой из трёх осей.

В течение 2013 и 2014 годов были проведены многочисленные испытания МСОН СПО. Программа для анализа получаемых данных была разработана с учётом решаемых задач одним из авторов статьи М. Жемальдиновым в рамках создания всего аппаратно-программного комплекса. Её интерфейс позволяет выводить на экран графики указанных выше величин (как по отдельности, так и совместно), а также формировать в программе MS Excel необходимые отчёты и диаграммы.

Далее производится анализ полученных с помощью программы графиков ускорения и скорости движения лодки с целью сопоставления этих графиков с кадрами синхронной видеосъёмки действий гребцов.

Помимо перечисленных выше применений «бортовых навигаторов», система позволяет регистрировать и отображать траекторию движения лодки в ходе тренировки (в рассматриваемом нами занятии пройдено 17 км 100 м за 1 ч 30 мин) и показывать путь лодки или другого объекта на карте Google.

Экспериментальная часть. Традиционно границы и длительность фаз гребкового цикла определяются с помощью «измерительных уключин» с тензорезисторами и потенциометрами на горизонтальной и вертикальной осях перемещения вёсел.

При работе с одним «бортовым навигатором» и при отсутствии измерительных уключин задача определения границ и длительности фаз цикла решается лишь при синхронной регистрации кривых продольного ускорения и мгновенной скорости лодки, как это показано на рис. 2.

Эта точка принимается нами за конец предшествующего и начало нового цикла. Конец гребка (опорного периода цикла) совпадает с проекцией на линию мгновенной скорости лодки точки пересечения красной линии ускорения с нулевой линией ускорения (зелёная горизонталь).

Ещё одной знаковой точкой на рис. 2 является точка пересечения восходящего участка кривой мгновенной скорости лодки с линией

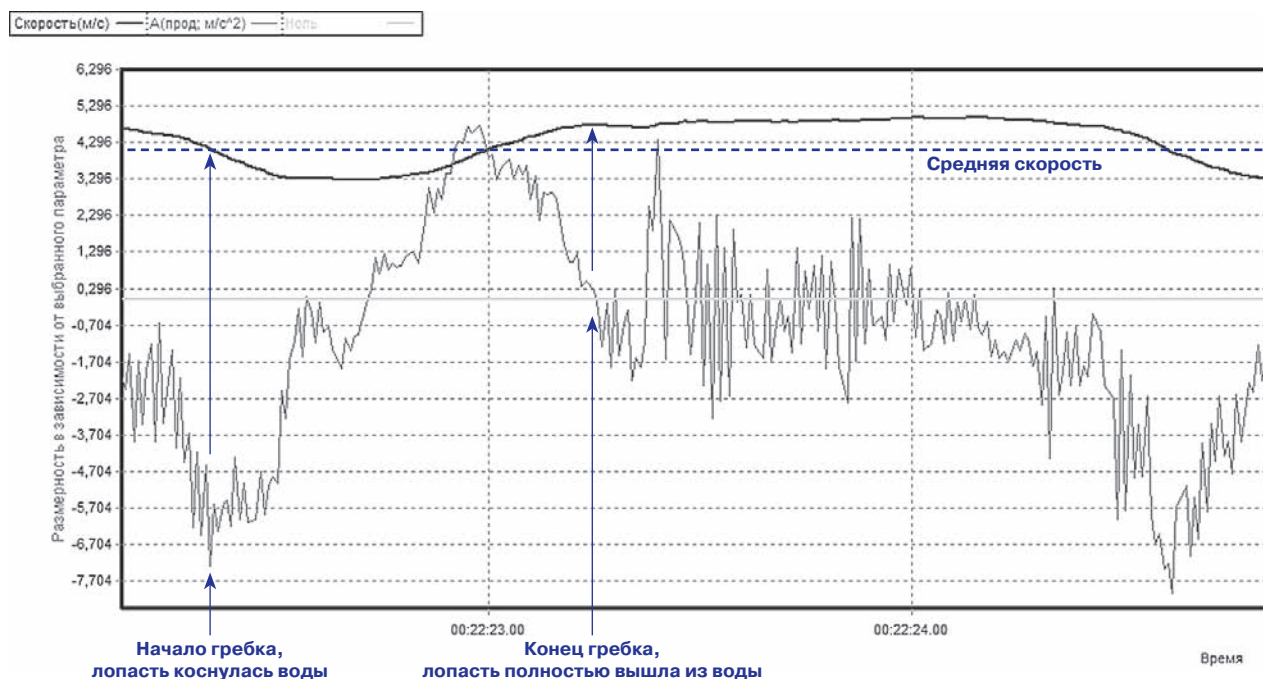


Рис. 2. Пример практического совпадения точек пересечения графиков мгновенной скорости и продольного ускорения с линией среднечикловой скорости и проекцией на неё точки минимума продольного ускорения

среднечикловой скорости. Эта точка характеризует момент перехода из зоны потерь пути лодки в цикл в зону компенсации потерь пути.

В этот момент на лопасти вновь (как и в начале гребка) возникает «гидродинамическая подъёмная сила» за счёт обтекания потоком воды «от шейки лопасти к её торцевой части» [5].

Вклад в продвижение лодки работы этой «внешней силы» хоть и мал, но реально присутствует. В этом можно убедиться на примере анализа двух гребковых циклов в исполнении квалифицированного гребца (см. рис. 3).

Длительность периода потерь пути в 1-ом цикле:

- $0,86 \text{ с} - 0,11 \text{ с} = 0,75 \text{ с}$, где: $0,86 \text{ с}$ – длительность «проводки», определяемая МСОН СПО, $0,11 \text{ с}$ – время извлечения лопасти;

- путь лодки за это время = 44 см = длине лопасти парных вёсел;

- «прибавка пути» за счёт «гидролифта на лопасти, как крыле» в конце гребка всего $0,02 \text{ м}$, что составит выигрыш около 5 м на гоночной дистанции.

Длительность периода «потерь пути» во 2-ом цикле, более быстром, равна, соответственно:

- $0,80 \text{ с} - 0,13 \text{ с} = 0,67 \text{ с}$, где:

- путь лодки за время извлечения лопасти $0,13 \text{ с}$ составляет 51 см ;

- «прибавка пути» за счёт «гидролифта на лопасти, как крыле» составит те же $0,02 \text{ м}$, т.к. ниже средняя скорость в период подготовки второго цикла.

Методические следствия:

- нельзя обрывать гребок до момента касания рукояткой туловища (см. кинограммы наших ОЧ Вяч. Иванова, Ю. С. Тюкалова, А. Н. Беркутова, А. Ф. Сасса);

- лопасть выйдет из «воронки» за время $0,1 \text{ с}$ и раскрытие её будет происходить над гладкой водой;

- необходимо исключить «стягивание» рукояток в конце гребка, т.к. это уменьшает площадь обтекания лопасти и эффект «гидролифта».

Приведенный выше биомеханический анализ не исследуемых ранее элементов движения лодки в ходе двух гребковых циклов в исполнении квалифицированного гребца стал возможен только с применением МСОН СПО. Показано, как может меняться эффективность следующих друг за другом гребков, отличающихся по темпу в пределах 1 гр/мин .

Обсуждение результатов. В целях создания возможностей для управления тренировкой в срочном режиме по обработанным сигналам «бортового навигатора», практически не

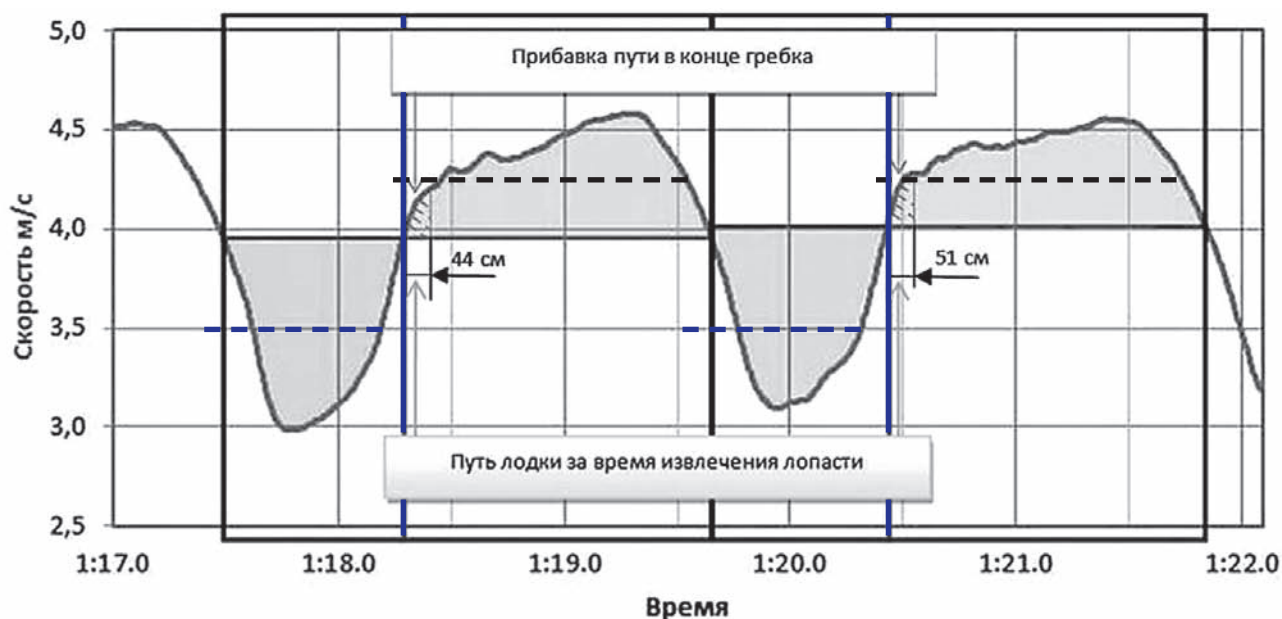


Рис. 3. Скорость лодки с идентификацией площадей потерь пути и компенсации потерь пути за опорный и безопорный периоды цикла

- граница одного цикла гребка;
- граница периода «потерь пути»; – внутрицикловая скорость;
- , – уровень средней скорости на безопорном и опорном периодах цикла;
- площади потери и компенсации потерь пути лодки.

Примечание: Следует помнить, что анализируемые гребки выполнены на скорости одиночки около 4,0 м/с. При средней скорости лодки 5 м/с и выше прибавка пути увеличивается и может составить 0,04 м и более, что даст выигрыш на дистанции 2 км от 10 м до 12 м.

создающего помех движению лодки, нами предлагается алгоритм экспресс анализа при работе в «on line» режиме. Но для его реализации необходимо принять следующие допущения:

а) делить гребковый цикл на периоды и фазы по точкам пересечения кривой мгновенной скорости лодки с линией среднецикловой скорости этого цикла, практически совпадающими с проекциями на линию $V_{ср.ц.}$ точек минимума продольного ускорения, принимая эти точки за границу предшествующего цикла и начало следующего;

б) разделить гребковый цикл на два периода – период «потерь пути лодки» (площадь, очерченная кривой мгновенной скорости лодки, находящаяся ниже линии среднецикловой скорости) и период «компенсации потерь пути лодки» (площадь, очерченная кривой мгновенной скорости лодки, находящаяся выше линии среднецикловой скорости);

в) отдельно учитывать площадь «компенсации потерь пути» за время извлечения лопасти из «воронки» в конце гребка;

г) поскольку прокат лодки за цикл определяется площадью прямоугольника, ограниченного линиями нулевой и среднецикловой скорости в пределах длительности цикла, то площади потерь и компенсации потерь пути лодки всегда равны (делятся линией среднецикловой скорости пополам).

Правомерность предложенных допущений подтверждается ходом рассматриваемых кривых и точками их пересечения на приведенных выше рисунках.

Переход на предлагаемую «систему отсчёта» позволяет совершенствовать систему управления подготовкой гребцов.

Выводы

1. По заказу Федерации гребного спорта России специалистами Московского авиационного института разработана Микросистема ориентации и навигации, которая позволяет осуществлять навигационный мониторинг спортивных подвижных объектов (МСОН СПО) и не уступает по техническим характеристикам и точности

измерений лучшим зарубежным разработкам в этой области.

2. Созданный программно-аппаратный комплекс рассчитан на работу в условиях тренировочной и соревновательной деятельности гребцов с регистрацией в «on line» режиме информации обо всех перемещениях спортивной лодки по трём осям на каждом гребке от старта до финиша гонки или в ходе тренировки с точностью, достаточной для оценки качества гребков и сравнения с эталоном – модельными характеристиками успешных действий спортсменов.

3. Такой мониторинг тренировочного процесса обеспечивает тренеру возможность:

- непрерывного качественного управления подготовкой гребцов;
- своевременной корректировки планов;
- снижения риска функциональных перегрузок спортсменов.

4. Система позволяет вычислять вклад в продвижение лодки гидродинамической подъёмной силы за время извлечения лопасти из воронки на участке смены периода «потерь пути лодки» на начало периода «компенсации потерь пути лодки».

Литература

1. Ратов, И. П. Биомеханические технологии подготовки спортсменов: Монография / И. П. Ратов, Г. И. Попов, А. А. Логинов, Б. В. Шмонин. – М. : Физкультура и Спорт, 2007 – 120 с.
2. Байковский, Ю. В. Методика оценки уровня экстремальности и степени надежности деятельности человека в горах / Ю. В. Байковский. – М. : Теория и практика прикладных и экстремальных видов спорта. – 2011. – № 1(20). – С. 59-64.
3. Попов, Г. И. Искусственная управляющая среда для формирования и совершенствования двигательных

действий в спорте // Наука о спорте: Энциклопедия систем жизнедеятельности / Г. И. Попов. – М. : Издательство ЮНЕСКО; Изд. дом «Магистр-Пресс»; Е.О.Л.С.С., 2011. – С. 304-319.

4. Донской, Д. Д. Строение действия (биомеханическое обоснование строения спортивного действия и его совершенствования) / Д. Д. Донской. – М. : Физкультурное образование и наука. – 1995. – 70 с.

5. Ткачук, А. П. Компьютерные технологии совершенствования технического мастерства и синхронности действий гребцов на базе многоместных тренажёрных обучающе-диагностических комплексов с функциями «адаптивных роботов» / А. П. Ткачук, Г. Ю. Иванников // VII Международный научный конгресс «Современный олимпийский спорт и спорт для всех»: мат-лы конф. – Том. 3. – М. : СпортАкадемПресс, 2003. – С. 334-335.

6. Плеханов, В. Е. Идентификация величин усилий гребца на основе применения микромеханических инерциальных модулей для измерения кинематических параметров движения лодки / В. Е. Плеханов, А. И. Черноморский, Э. Д. Курис, В. Н. Максимов, С. А. Анчутин, М. Ф. Жемальдинов, В. А. Петрухин, Т. С. Хорев // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. – 2012. – № 3. – С. 65-71.

7. Курис, Э. Д. Оценка силовых взаимодействий в системе гребец - весло - лодка на основе математической модели её поступательного движения / Э. Д. Курис, А. И. Черноморский // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. – 2013. – Т. 1. – № 6. – С. 39-45.

8. Исламов, В. А. Особенности организации физической подготовки военнослужащих воздушно десантных войск в условиях низких температур / В. А. Исламов, Д. В. Ильин, М. А. Кувшинков. – М. : Экстремальная деятельность человека. – 2015. – №2(35). – С. 60-63.

9. Mattes K. Diagnostic of rowing performance and technique to optimise the rowing technique / K. Mattes // klaus.mattes@uni-hamburg.de.

10. The future of boat analytics // Boat and athlete performance can be measured with OptimEye B5. The information is in your hands. catapultsports.com.

