

**Карпов Андрей Андреевич
Погребной Анатолий Иванович
Макарова Галина Александровна
Бушуева Татьяна Владимировна
Чернуха Светлана Михайловна**

ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет физической культуры, спорта и туризма», Россия, г. Краснодар
and180688@yandex.ru, pogrebnoy46@mail.ru, makarovaGA@yandex.ru,
t_bushueva@mail.ru, schernuha56@gmail.com
350015, г. Краснодар, ул. Буденного, 161

УДК 797.122.3

МОДЕЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СОРЕВНОВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ВЫСОКОКВАЛИФИЦИРОВАННЫХ ГРЕБЦОВ НА КАНОЭ

Аннотация. В данной работе представлены результаты анализа динамики соревновательной деятельности высококвалифицированных гребцов на каноэ на трех последовательных этапах соревновательного сезона, а также определения модельных характеристик, наиболее надежных в плане прогнозирования успешности выступлений спортсменов.

Ключевые слова: высококвалифицированные гребцы на каноэ, моделирование соревновательной деятельности, ROC-анализ.

Введение. В условиях стремительного роста спортивных достижений остро обозначается необходимость дальнейшего совершенствования научных основ теории и методики подготовки спортсменов высшей квалификации, в частности, управления подготовкой спортсменов, моделирования спортивной деятельности, прогнозирования спортивных результатов [5, 10, 13, 14]. В спортивной науке особо обозначилась важность изучения соревновательной деятельности и ее модели (эталона), достижение которой в виде спортивного результата является системообразующим фактором, определяющим процесс подготовки на конкретном этапе [2, 7, 8, 10, 16].

Учитывая это, нами были проведены специальные исследования, основной целью которых являлся анализ динамики соревновательной деятельности высококвалифицированных гребцов-каноистов (на примере дистанции 1000 м) в зависимости от этапов соревновательного сезона, ранга соревнований и успешности выступлений.

В качестве основных задач исследований были избраны следующие:

– провести у гребцов на каноэ высшей квалификации анализ динамики соревновательной деятельности на трех последовательных этапах соревновательного сезона;

– определить различия в модельных характеристиках прохождения соревновательной дистанции на контрольно-подготовительных и основных соревнованиях;

– установить отличия в характере прохождения соревновательной дистанции у «успешной» и «неуспешной» групп спортсменов.

Методы и организация исследований. Для решения поставленных задач использовались следующие методы: видеосъемка, хронометрирование, расчетные методы, моделирование, математическая обработка данных.

Метод видеосъемки использовался с целью анализа технико-тактической подготовленности и соревновательной деятельности высококвалифицированных гребцов на каноэ. Видеосъемка осуществлялась с помощью видеокамеры Canon EOS 5D Mark II, установленной на лодке, которая двигалась параллельно заезду на дистанции 1000 м [9]. Определялось количество гребных циклов на отрезках дистанции 0-250 м, 250-500 м, 500-750 м, 750-1000 м и количество гребков на отрезке. Рассчитывалась величина проката лодки как частное от деления длины отрезка на количество гребков.

Метод хронометрирования использовался с целью определения времени прохождения соревновательной дистанции 1000 м и на ее отрезках t (с), темпа гребли в единицу времени на отрезках дистанции T (гр/мин.) и скорости прохождения соревновательной дистанции на отрезках V (км/ч).

Расчетные методы. Рассчитывались индивидуальный интегральный показатель (ИИП) соревновательной деятельности гребца на основе перевода абсолютных значений показателей (время, скорость, темп, количество гребков, длина проката) в баллы по отрезкам прохождения дистанции 0-250 м, 250 м – 500 м, 500 м – 750 м, 750 м – 1000 м;) и дистанционный показатель (ДП) соревновательной деятельности, суммирующий значения индивидуального интегрального показателя (ИИП) на всех отрезках дистанции.

Метод моделирования применялся для построения модели соревновательной деятельности гребцов на каноэ [12].

Полученные результаты обрабатывались общепринятыми *методами математической статистики* [1, 6, 11]. Использовался пакет статистических программ STATISTIKA-6.0 и IBM Statistics Base 21. Определение информативности и прогностической значимости изучаемых показателей соревновательной деятельности проводилось с использованием корреляционного анализа. Достоверность различий между сравниваемыми показателями (p) устанавливали по U -критерию Манна-Уитни и t -критерию Стьюдента.

Для определения информативной ценности анализируемых показателей использовали ROC-анализ (построение характеристических графиков). Площадь под ROC-кривой (AUC) – интегральный критерий, оценивающий прогностические свойства диагностической шкалы, которая может изменяться в диапазоне от 0,5 (полное отсутствие информативности диагностического показателя) до 1,0 (максимальная информативность). При этом, согласно незначительно модифицированной классификации [15], условно выделились 5 уровней информативности показателя в зависимости от величины AUC: отличная (0,901-1,0), хорошая (0,801-0,9), удовлетворительная (0,701-0,8), слабая (0,601-0,7), отсутствие информативности (0,5-0,6). Для подтверждения информативности площади ROC-кривой использовался показатель стандартной ошибки диагностической шкалы. Если на основании ROC-анализа показатель оценивался как информативный, определялась пороговая величина параметров (точка отсечения), разделяющая обследованных спортсменов на две группы и обеспечивающая искомую чувствительность и специфичность показателей [3].

Организация исследования. Исследования проводились с 2014 г. по 2016 г. в естественных условиях на тренировочных мероприятиях и соревнованиях сборной команды России по гребле на байдарках и каноэ. Всего проведено 10 серий исследований.

На первом этапе исследования (январь – август 2014 г.) был проведен анализ теоретических аспектов планирования, моделирования и прогнозирования подготовки высококвалифицированных спортсменов, индивидуальных особенностей соревновательной деятельности.

На втором этапе (февраль – июнь 2015 г.) в ходе констатирующего эксперимента изучалась динамика показателей соревновательной деятельности гребцов в макроцикле подготовки, определялась информативность, стабильность и прогностическая значимость этих показателей. Всего было проведено пять обследований: первое обследование в феврале (контрольное прохождение дистанции 1000 м); второе обследование в марте (контрольное прохождение дистанции 1000 м); третье обследование в апреле (прохождение дистанции 1000 м на всероссийских соревнованиях); четвертое обследование в мае (прохождение дистанции 1000 м на Кубке России); пятое обследование в июне (прохождение дистанции 1000 м на чемпионате России).

На третьем этапе (июль 2015 г. – сентябрь 2015 г.) анализировались групповые и индивидуальные характеристики соревновательной деятельности высококвалифицированных гребцов-каноистов.

На четвертом этапе (октябрь 2015 г. – июнь 2016 г.) осуществлялось моделирование соревновательной деятельности спортсменов.

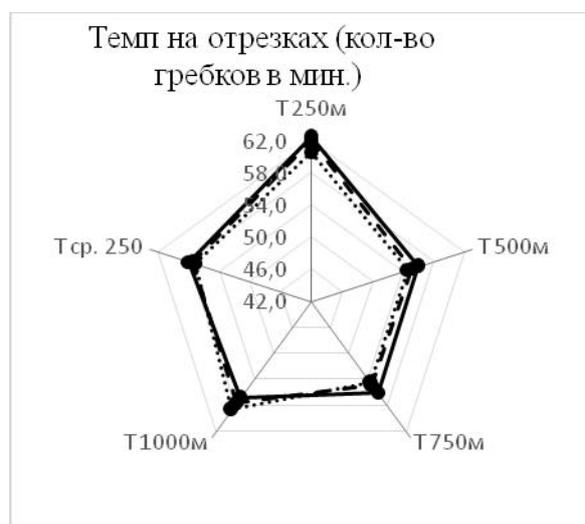
Результаты исследования. Первый раздел работы был посвящен анализу динамики регистрируемых модельных характеристик прохожде-

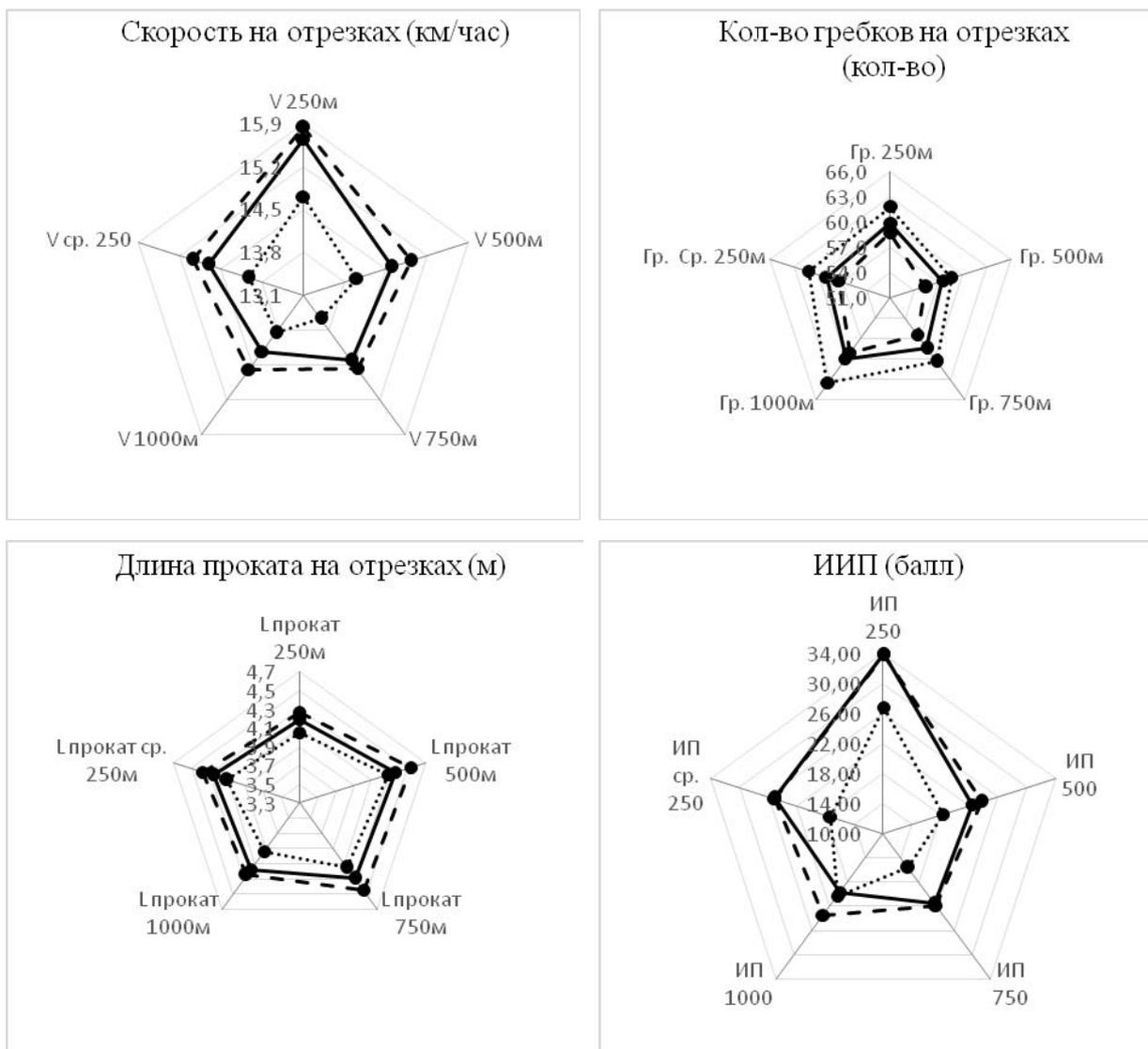
ния соревновательной дистанции у избранного контингента спортсменов на протяжении трех последующих этапов соревновательного сезона – всероссийские соревнования (апрель), Кубок России (май), чемпионат России (июнь).

Как видно из рисунка 1, наблюдается общегрупповая тенденция улучшения этих характеристик от всероссийских соревнований до чемпионата России. Исключение составляет темп гребков, который существенно не меняется от соревнования к соревнованию. Видимо, данный показатель достиг оптимального уровня в процессе тренировок и сохраняет стабильность на протяжении всех основных соревнований.

Наибольшие различия от апрельских до июньских соревнований наблюдались по показателям времени на первом ($t = 12,57$; $p < 0,01$) и третьем отрезках ($t = 3,55$; $p < 0,05$), скорости на первом ($t = 12,64$; $p < 0,01$), втором ($t = 3,23$; $p < 0,05$) и третьем отрезках ($t = 3,59$; $p < 0,05$), а также по индивидуальному интегральному показателю ($p < 0,05$).

Таким образом, групповые модели прохождения дистанции на всех основных соревнованиях имеют характерную конфигурацию и демонстрируют улучшение показателей по мере приближения к главным соревнованиям макроцикла.





..... Всероссийские соревнования; ---●--- Кубок России;
 —●— чемпионат России

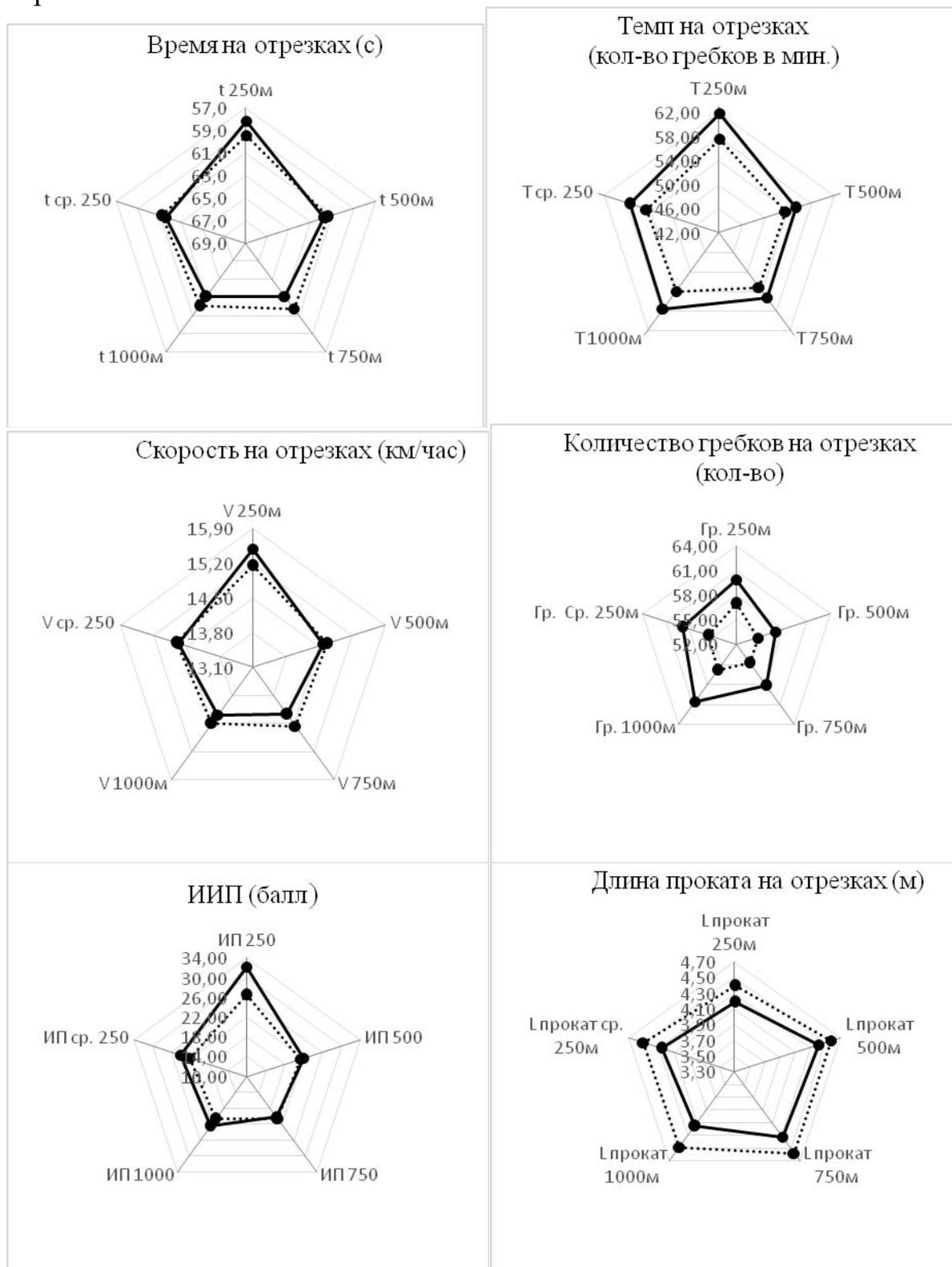
Рисунок 1 – Групповые модели соревновательной деятельности высококвалифицированных гребцов на основных соревнованиях

Следующий раздел работы был посвящен установлению различий в модельных характеристиках прохождения соревновательной дистанции на контрольно-подготовительных и основных соревнованиях (рисунок 2).

Согласно полученным данным, на основных соревнованиях достоверно выше: время и скорость прохождения первого отрезка, темп гребков на протяжении всей дистанции, количество гребков на всех отрезках дистанции, кроме второго, а также индивидуальный интегральный показатель на первом отрезке.

В то же время абсолютные показатели длины проката лодки на основных соревнованиях меньше. Это согласуется с литературными данными, говорящими об обратном отношении темпа и проката: чем выше темп, тем меньше прокат [4].

Таким образом, полученные модельные характеристики соревновательной деятельности имеют изменения в зависимости от ранга соревнований.



..... Контрольно-подготовительные соревнования;
 —●— основные соревнования

Рисунок 2 – Групповые модели соревновательной деятельности высококвалифицированных гребцов на каноэ на дистанции 1000 м

Третий раздел работы был посвящен установлению достоверных различий регистрируемых параметров между двумя группами спортсменов, показавшими разный рейтинг по уровню и стабильности спортивных результатов в избранном сезоне. В качестве первого этапа решения данной задачи был использован непараметрический U-критерий Манна-Уитни.

Согласно полученным данным (таблица 1), статистически значимые различия обнаружили следующие показатели: время на дистанции, время на четвертом отрезке, скорость на четвертом отрезке, темп гребли на третьем и четвертом отрезках.

Таблица 1 – Значения регистрируемых параметров соревновательной деятельности у двух отличающихся по рейтингу групп гребцов на каноэ ($x \pm m$)

Показатели	Первая половина рейтинговой таблицы «успешные» 19 измерений	Вторая половина рейтинговой таблицы «неуспешные» 18 измерений	Значимость U-критерия
Время прохождения дистанции 1000 м, (с)	243,58±1,46	247,69±1,33	0,02
Время на отрезке 0-250 м, (с)	58,63±0,42	58,75±0,42	0,52
Время на отрезке 250-500 м, (с)	61,15±0,40	62,13±0,36	0,06
Время на отрезке 500-750 м, (с)	62,00±0,47	63,18±0,51	0,09
Время на отрезке 750-1000 м, (с)	61,75±0,42	63,63±0,47	0,01
Скорость на отрезке 0-250 м, (км/ч)	15,36±0,11	15,33±0,11	0,52
Скорость на отрезке 250-500 м, (км/ч)	14,73±0,94	14,49±0,82	0,06
Скорость на отрезке 500-750 м, (км/ч)	14,53±0,11	14,26±0,11	0,09
Скорость на отрезке 750-1000 м, (км/ч)	14,59±0,10	14,16±0,10	0,01
Темп на отрезке 0-250 м, (гр/мин.)	60,42±0,68	59,61±1,22	0,31
Темп на отрезке 250-500 м, (гр/мин.)	55,24±0,67	53,81±1,00	0,27
Темп на отрезке 500-750 м, (гр/мин.)	55,58±0,72	53,12±0,89	0,02
Темп на отрезке 750-1000 м, (гр/мин.)	57,84±0,78	54,26±1,10	0,01
Кол-во гребков 0-250 м, (количество)	59,00±0,59	58,28±0,97	0,33
Кол-во гребков 250-500 м, (количество)	56,26±0,60	55,72±1,08	0,46
Кол-во гребков 500-750 м, (количество)	57,37±0,71	55,94±1,09	0,08
Кол-во гребков 750-1000 м, (количество)	59,47±0,04	57,50±1,12	0,08
Длина проката 0-250 м, (м)	4,24±0,05	4,31±0,07	0,33
Длина проката 250-500 м, (м)	4,45±0,04	4,51±0,09	0,46

Длина проката 500-750 м, (м)	4,37±0,04	4,50±0,08	0,08
Длина проката 750-1000 м, (м)	4,21±0,05	4,37±0,08	0,08

Примечание: выделенные значения имеют уровень значимости <0,05.

Для того чтобы установить чувствительность и специфичность этих параметров, а именно их количественные значения (точки отсечения), позволяющие с наиболее высокой надежностью прогнозировать попадание в «успешную» и «неуспешную» группы, нами был проведен ROC-анализ.

Полученные данные представлены в таблице 2 и на рисунках 3-7.

Согласно полученным результатам, наиболее надежными в плане прогнозирования успешности выступлений являются следующие: время на дистанции (точка отсечения - 237,28 с, Se = 100%, Sp = 90%), время на четвертом отрезке (точка отсечения - 58,86 с, Se = 100%, Sp = 95%), скорость на четвертом отрезке (точка отсечения - 15,29 км/час, Se = 100%, Sp = 95%), темп гребли на третьем отрезке (точка отсечения - 60,43 в мин., Se = 94%, Sp = 95%), темп гребли на четвертом отрезке (точка отсечения - 63,57 в мин., Se = 94%, Sp = 95%).

Таблица 2 – Результаты ROC-анализа регистрируемых параметров (по рейтингу групп гребцов) ($\bar{x} \pm m$)

Показатели	Первая половина рейтинговой таблицы «успешные»	Вторая половина рейтинговой таблицы «неуспешные»	AUC ROC-кривой	Точка отсечения	Se, %	Sp, %
Время прохождения дистанции 1000 м, (с)	243,58±1,46	247,69±1,33	0,72±0,09	237,28	100	90
Время на отрезке 750-1000 м, (с)	61,75±0,42	63,63±0,47	0,74±0,08	58,86	100	95
Скорость на отрезке 750-1000 м, (км/ч)	14,59±0,10	14,16±0,10	0,74±0,08	15,29	100	95
Темп на отрезке 500-750 м, (гр/мин.)	55,58±0,72	53,12±0,89	0,72±0,09	60,43	94	95
Темп на отрезке 750-1000 м, (гр/мин.)	57,84±0,78	54,26±1,10	0,75±0,08	63,57	94	95

Примечание: Se – чувствительность; Sp – специфичность.

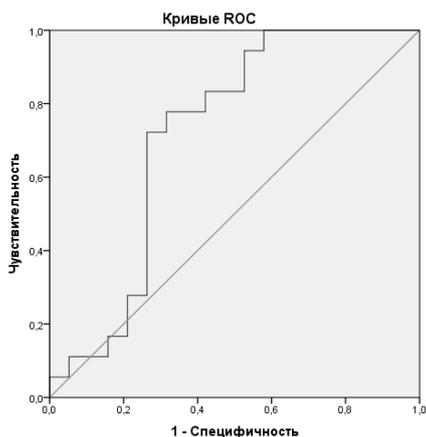


Рисунок 3 – ROC-кривая тестовой переменной – Время (финиш) $AUC=0,72\pm0,09$ относительно рейтинга спортсменов

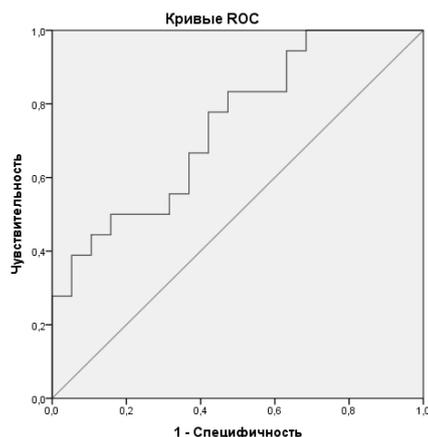


Рисунок 4 – ROC-кривая тестовой переменной – Время (четвертый отрезок) $AUC=0,74\pm0,08$ относительно рейтинга спортсменов

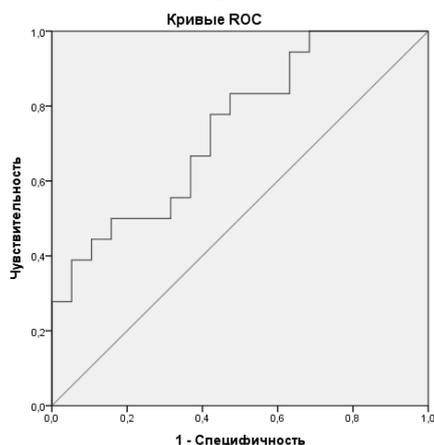


Рисунок 5 – ROC-кривая тестовой переменной – Скорость (четвертый отрезок) $AUC=0,74\pm0,08$ относительно рейтинга спортсменов

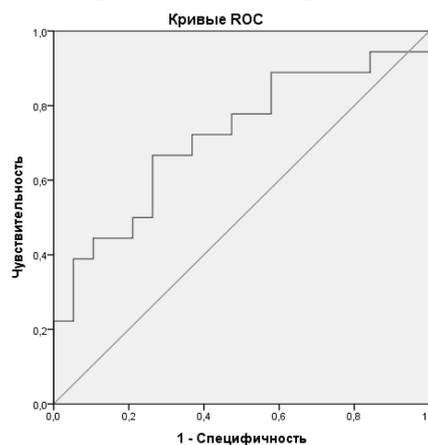


Рисунок 6 – ROC-кривая тестовой переменной – Темп (третий отрезок) $AUC=0,72\pm0,09$ относительно рейтинга спортсменов

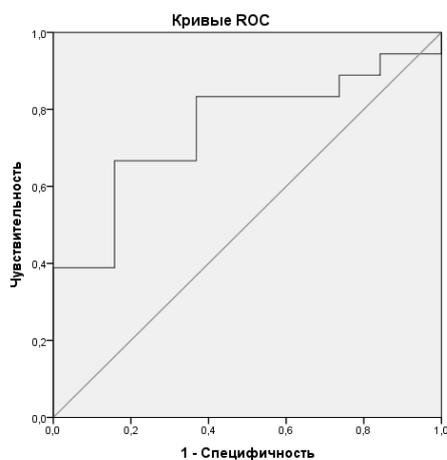


Рисунок 7 – ROC-кривая тестовой переменной – Темп (четвертый отрезок) $AUC=0,75\pm0,08$ относительно рейтинга спортсменов

При этом нами на основании результатов корреляционного анализа Пирсона было установлено, что у спортсменов «успешной» группы имеет место достоверная положительная взаимосвязь темпа и скорости на последнем отрезке дистанции ($r = 0,50$; $p < 0,05$). У спортсменов же «неуспешной» группы коэффициент корреляции этих показателей составляет $r = 0,29$; $p > 0,05$, что свидетельствует о возможном снижении у некоторых из них скорости при увеличении темпа.

Количественное значение показателя темпа на 4-м отрезке, позволяющее с высокой степенью вероятности попасть в «успешную» группу спортсменов, согласно данным, представленным в таблице 3, составляет 63,57 гребка в минуту.

Таблица 3 – Тестовая переменная «Темп на четвертом отрезке»

Количественное значение, гребков в мин	Чувствительность, %	Специфичность, %
63,57	94	95
63,20	94	90
62,65	94	84
61,69	89	84
60,67	89	79
59,61	89	74
58,71	83	74
58,54	83	68
58,41	83	63
58,14	83	58
57,88	83	53
57,76	83	47
57,69	83	42
57,66	83	37
57,32	78	37
56,96	72	37
56,71	67	37
56,14	67	32
55,67	67	26
55,39	67	21
55,22	67	16
54,62	61	16
53,93	56	16
53,48	50	16
53,02	44	16
52,83	39	16
52,74	39	11
52,61	39	5
52,03	39	0

Заключение. В целом полученные данные позволяют сделать следующие выводы.

1. Групповые модели прохождения дистанции на всех основных соревнованиях имеют характерную конфигурацию и демонстрируют улучшение показателей по мере приближения к главным соревнованиям макроцикла.

2. Модельные характеристики соревновательной деятельности имеют изменения в зависимости от ранга соревнований.

3. Наиболее надежными в плане прогнозирования успешности выступлений являются следующие модельные характеристики соревновательной деятельности: время на дистанции, время на четвертом отрезке), скорость на четвертом отрезке, а также темп гребли на третьем и четвертом отрезках

Список литературы:

1. Ашмарин Б. А. Теория и методика педагогических исследований в физическом воспитании: пособие для студентов, аспирантов и преподавателей институтов физической культуры. – М.: Физкультура и спорт, 1978. – 223 с.

2. Бондарчук А. П. Управление тренировочным процессом спортсменов высокого класса. – М.: Олимпия Пресс, 2007. – 272 с.

3. Булыгин В. П. Определение показателей чувствительности и специфичности интерпретирующих правил в задаче испытаний медицинских приборов // Медицинская техника. – 2003. – № 6. – С. 10-15.

4. Верлин С. В. Построение годового цикла тренировки высококвалифицированных гребцов на байдарках, специализирующихся в спринте: автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.04. – М., 2015. – 23 с.

5. Верхошанский Ю. В. Теория и методология спортивной подготовки: блоковая система тренировки спортсменов высокого класса // Теория и практика физической культуры. – 2005. – № 4. – С. 2-14.

6. Губа В. П. и др. Измерения и вычисления в спортивной практике: учеб. пособие для вузов физической культуры. – 2-е изд. – М.: Физкультура и спорт, 2006. – 220 с.

7. Дубровинский С. С., Баталов А. Г. Моделирование технико-тактических действий в спринтерской соревновательной деятельности высококвалифицированных лыжников-гонщиков (по данным олимпийских игр 2010 и 2014 гг.) // Теория и практика физической культуры. – 2015. – № 9. – С. 66-69.

8. Катенков А. Н. Моделирование повышения технической подготовленности бегунов на короткие дистанции // Педагогико-психологические и медико-биологические проблемы физической культуры и спорта. – 2015. – № 1 (34). – С. 55-63.

9. Крячко А. В. Методика формирования техники движений юных гребцов на байдарках 13-17 лет в тренировочных группах: автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.04. – Киев, 1990. – 22 с.
10. Платонов В. Н. Система подготовки спортсменов в олимпийском спорте. Общая теория и ее практическое применение. – М.: Советский спорт, 2005. – 820 с.
11. Чистяков В. А. Анализ методов ранжирования в психолого-педагогических исследованиях // Ученые записки университета имени П. Ф. Лесгафта. – 2016. – № 2 (132). – С. 197-201.
12. Шустин Б. Н. Модельные характеристики соревновательной деятельности // Современная система спортивной подготовки. – М.: СААМ, 1995. – С. 50-73.
13. Kolumbet A. N., Kolumbet A. N., Dudorova L. Y., Babina N. A., Bazulyuk T. A., Chernovsky S. M. Modeling of kayak athletes competition activity // Физическое воспитание студентов. – 2017. – № 4. – С. 165-170.
14. McGinnis P. M. Biomechanics of Sport and Exercise. – Amsterdam: Human Kinetics, 2005. – 411 p.
15. Physical Diagnosis Course. – URL: <http://gimunmc.edu>.
16. Wilmore J. H., Costill D. L., Kenney L. Physiology of Sport and Exercise. – Champaign: Human Kinetics, 2008. – 574 p.

**Karpov A.A., Pogrebnoy A.I., Makarova G.A.,
Bushueva T.V., Chernukha S.M.**

*Kuban State University of Physical Education, Sport and Tourism,
Krasnodar, Russia*

MODEL CHARACTERISTICS OF COMPETITIVE ACTIVITY OF HIGHLY QUALIFIED CANOEISTS

Abstract

This paper presents results of an analysis of highly qualified canoeists' competitive activity dynamics during three consecutive stages of their competition season, as well as definitions of model characteristics which are most reliable for athletic performance prediction.

Keywords: Highly qualified canoeists, modeling competitive activity, ROC curve analysis.