

## Проектирование и конструкция судов

Научная статья  
УДК 797.12  
<https://doi.org/10.24866/2227-6858/2021-4/11-20>

А.П. Аносов, Е.И. Булков, Н.И. Восковщук

АНОСОВ АНАТОЛИЙ ПЕТРОВИЧ – д.т.н., профессор (автор, ответственный за переписку),  
anosov49@mail.ru

ВОСКОВЩУК НИКОЛАЙ ИВАНОВИЧ – к.т.н., профессор, nvoskov@mail.ru

Политехнический институт  
Дальневосточный федеральный университет  
Владивосток, Россия

БУЛКОВ ЕВГЕНИЙ ИГОРЕВИЧ – руководитель отдела диагностики, evbulkov@mail.ru  
Охотский СРЗ  
Хабаровск, Россия

## Ходовые качества каноэ-одиночки

**Аннотация:** Исследованы ходовые качества спортивного судна – каноэ-одиночки. Проведены буксировочные испытания трех различных по геометрическим параметрам корпусов каноэ с определением гидродинамического сопротивления. Получены математические выражения вида «формулы адмиралтейских коэффициентов» для определения сопротивления воды движению каноэ в зависимости от водоизмещения и скорости.

**Ключевые слова:** ходовые качества спортивных судов, буксировочное сопротивление каноэ-одиночки, формулы адмиралтейских коэффициентов

**Для цитирования:** Аносов А.П., Булков Е.И., Восковщук Н.И. Ходовые качества каноэ-одиночки // Вестник Инженерной школы Дальневосточного федерального университета. 2021. № 4(49). С. 11–20. <https://doi.org/10.24866/2227-6858/2021-4/11-20>

### Введение

Спортивное каноэ – открытая гребная спортивная лодка, на которой один или два человека гребут однолопастными веслами, стоя на одном колене лицом вперед по направлению движения (рис. 1).



**Рис. 1. Гребля на спортивных каноэ:  
слева – каноэ-одиночка; справа – каноэ-двойка [7]**

В правилах проведения соревнований по гребле на каноэ прописаны ограничения на размеры и форму корпусов спортивных каноэ. Сечения и продольные линии корпуса этих каноэ должны быть выпуклыми и непрерывными. Максимальная длина каноэ-одиночки – 520 см, минимальная ширина – 35 см, минимальная масса – 14 кг. Эти ограничения не затрагивают большую часть характеристик корпуса судна, которые существенно влияют на его ходовые качества.

© Аносов А.П., Булков Е.И., Восковщук Н.И., 2021

Статья: поступила: 17.08.2021; рецензия: 25.08.2021; финансирование: Дальневосточный федеральный университет.

Минимум установленных ограничений открывает широкие возможности варьирования формы корпуса спортивных каноэ в целях поиска оптимального с точки зрения ходовых качеств сочетания его параметров. Таким образом, исследования в области совершенствования формы и соотношения размеров корпусов спортивных каноэ в рамках оговоренных правилами требований для улучшения ходовых качеств, следовательно повышения спортивных результатов, сегодня весьма актуальны.

### Обзор литературы и постановка задачи

Гребле вообще и спортивной гребле в частности посвящено большое количество работ в спортивной и технической литературе. Здесь исследуется и рассматривается следующее: общие сведения и история развития гребных судов [5], конструкция и особенности гребных судов и весел [1, 2], совершенствование тренировочного процесса [3, 6–8, 10], биомеханика процесса гребли [3, 6, 7, 9], а также гидродинамические характеристики гребных судов и весел [1, 2, 4, 7]. Кроме того, имеется большое количество патентов на изобретения в области конструкции гребных судов.

Как мы убедились, большая часть работ посвящена первым четырем аспектам гребли, лишь сравнительно небольшая их часть – интересующему нас в рамках данного исследования вопросу гидродинамики гребных судов.

В работе [7], которая в основном посвящена совершенствованию тренировочного процесса, уделено внимание волнообразованию при движении спортивных судов. Очевидно, что процесс волнообразования, а значит, величина сопротивления зависят от геометрических параметров корпуса (соотношения размеров, коэффициентов полнот и т.п.).

Кроме того, в работе [7] предложена простая, установленная опытным путем зависимость сопротивления от водоизмещения:

$$N = K \cdot v^3, \text{ кг} \cdot \text{ м/с},$$

где  $K$  – коэффициент гидродинамического сопротивления;

$v$  – скорость лодки, м/с.

Величины коэффициента  $K$  в зависимости от массы гребца приведены в табл. 1. Водоизмещение лодки равно сумме весов лодки (постоянная величина) и гребца с веслом.

Таблица 1

**Зависимость гидродинамического коэффициента  $K$  от массы гребца**

Масса гребца, кг	60	65	70	75	80	85	90	95
Коэффициент сопротивления	0,410	0,415	0,420	0,425	0,430	0,435	0,440	0,445

В работе [1] исследованы гидродинамические характеристики некоторых спортивных судов (*примечание авторов*: этот источник, несмотря на возраст публикации, содержит уникальные экспериментальные данные, не утратившие актуальность). Здесь отмечены характерные особенности обводов корпусов гребных судов, которые существенно отличаются по основным соотношениям теоретического чертежа от самоходных надводных судов. Например, отношение длины лодки к ширине у гребных судов типа каноэ или байдарок  $L/B = 10,5–12,5$ , в то время как у обычных судов –  $6–7$ . Напомним, что максимальная длина и минимальная ширина лодок типа байдарок и каноэ ограничены правилами. Показано, что движение спортивных лодок происходит в режиме плавания (не глиссирования). Для спортивных лодок типов каноэ и байдарок число Фруда  $Fr = 0,90–0,95$ . Таким образом, каноэ и байдарки по значениям числа Фруда близко подходят к классу судов, движение которых происходит при переходном режиме.

Как показано в работе [1], буксировочным испытаниям спортивных лодок в опытовом бассейне подверглись 4 корпуса: каноэ, байдарки и академических лодок – одиночки и двойки. Испытания проводились в одинаковых условиях на спокойной воде: с нагрузкой, соответствующей суммарной массе лодки и гребцов с веслами, со скоростью от 1 до 7 м/с.

Было измерено полное гидродинамическое сопротивление при различных скоростях движения и водоизмещениях (табл. 2).

Таблица 2

**Полное гидродинамическое сопротивление корпуса и сопротивление, приходящееся на одного гребца или одно весло [1]**

Лодка	Результат, мин, с / прохождения дистанции, м	Средняя скорость, м/с	Полное гидродинамическое сопротивление, кг	Величина сопротивления на одно весло, кг
Каное- одиночка	4 мин 33,3 с / 1000 м	3,66	5,20	5,20
Байдарка- одиночка	3 мин 51,5 с / 1000 м	4,32	6,80	3,40
Байдарка- двойка	3 мин 36,3 с / 1000 м	4,62	13,20	3,30
Академические суда				
Одиночка	7 мин 7,10 с / 2000 м	4,70	7,20	3,60
Двойка распашная	6 мин 54,60 с / 2000 м	4,84	13,50	6,55
Четверка*	6 мин 19,20 с / 2000 м	5,30	23,0	5,75
Восьмерка*	5 мин 50,80 с / 2000 м	5,70	41,10	5,14
* Для четверки и восьмерки сопротивление получено по пересчету данных испытаний одиночки и двойки, использованных в данном случае в качестве моделей более крупных лодок.				

Ввиду того что выделить экспериментально сопротивление формы и волновое сопротивление не представляется возможным, а их расчет – довольно сложная задача, полное гидродинамическое сопротивление  $R$  разделено на сопротивление трения  $R_T$  и остаточное сопротивление  $R_O$ , т.е.

$$R = R_T + R_O$$

Сопротивление трения  $R_T$  спортивных лодок при движении на средних скоростях колеблется в пределах 68–80%, для каное-одиночки эта величина составляет 70%.

Можно констатировать, что детального изучения влияния основных, определяющих геометрию корпуса каное параметров на сопротивление воды, в рассмотренных работах [1, 7] нет.

Трудно предположить, что фирмы, специализирующиеся на проектировании и производстве спортивных лодок, не проводят исследований, направленных на совершенствование формы их корпусов. Однако, видимо, из конкурентных соображений информация о результатах этих исследований держится в секрете, то есть не появляется в открытой печати.

Цель данной работы – оценить влияние геометрических характеристик корпуса каное и скорости его движения на сопротивление воды и получить формулы для расчета сопротивления воды в зависимости от указанных параметров.

**Определение характеристик корпусов исследуемых каное**

Для анализа ходовых качеств каное в зависимости от геометрических параметров корпуса были использованы корпуса трех каное-одиночек с различными соотношениями основных размерений и разными формами подводной части корпусов. Неизменна только длина лодок – 5,2 м, которая регламентируется правилами (рис. 2).

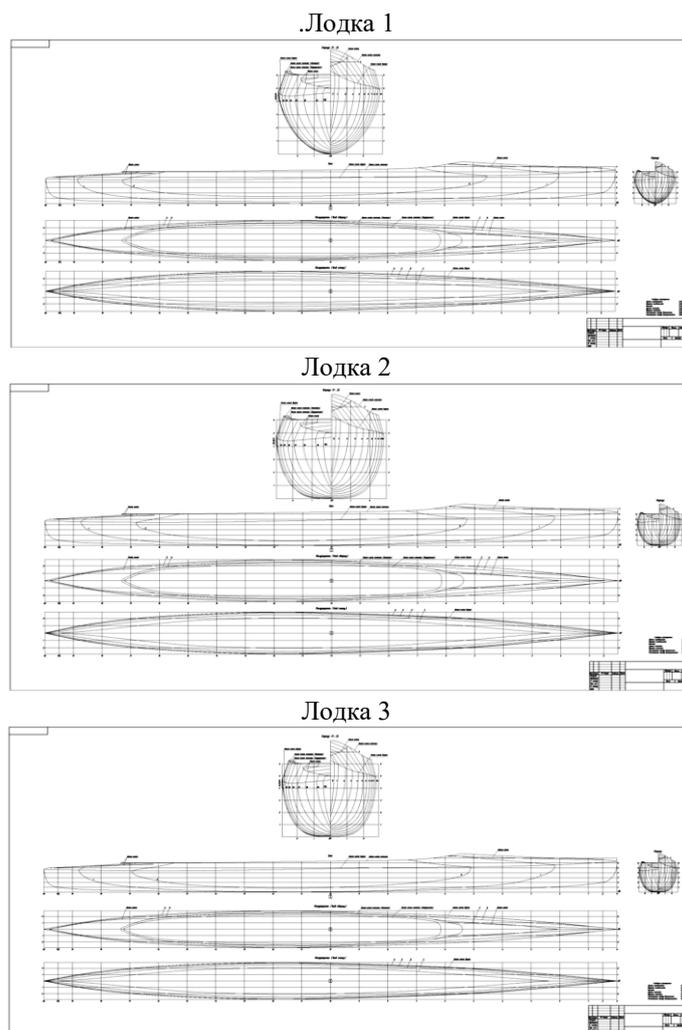


Рис. 2. Теоретические чертежи корпусов исследуемых каное-одиночек (прилагаются к техническим паспортам лодок)

С использованием лицензированной компьютерной программы «Диалог-статик» нами были выполнены расчеты основных элементов теоретических чертежей корпусов лодок. Графическая интерпретация тех параметров, которые влияют на ходовые качества судов, приведены на рис. 3. К ним относятся величина смоченной поверхности  $\Omega$ , коэффициент общей полноты  $\delta$ , коэффициенты полнот ватерлинии  $\alpha$  и мидель-шпангоута  $\beta$  и коэффициент продольной остроты  $\varphi$ .

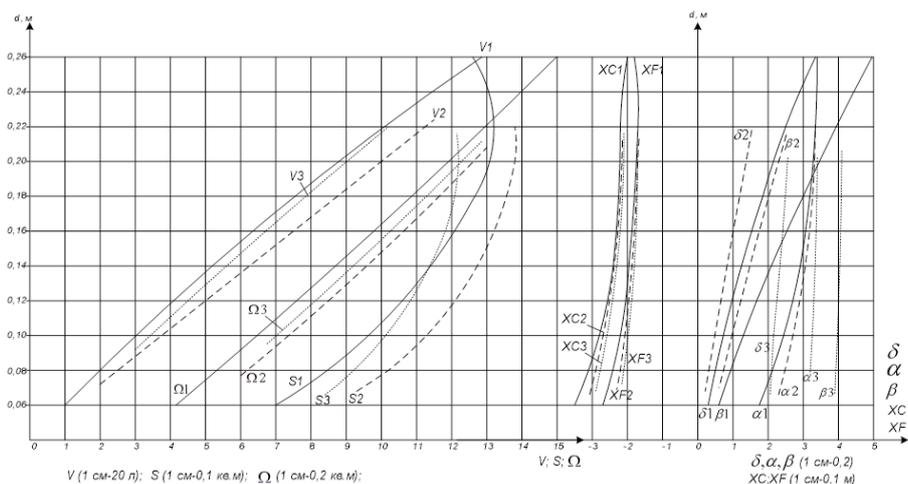


Рис. 3. Кривые элементов теоретических чертежей исследуемых лодок

## Проведение буксировочных испытаний

Буксировочные испытания по определению сопротивления воды движению каноэ-одиночки в зависимости от водоизмещения и скорости буксировки проводились нами в мае 2018 г. на гребной базе оз. Чан (г. Владивосток). Серьезное влияние на продолжительность испытаний оказали погодные условия. Чтобы исключить влияние ветра и волн, испытания проводились при полном штиле.

Для буксировки использовался специальный тренерский катер (рис. 4), оборудованный системой удержания заданной постоянной скорости относительно воды. Каноэ буксировалось с помощью тонкого линя, присоединенного к установленному на катере электронному динамометру с ценой деления 0,1 кг (рис. 5).

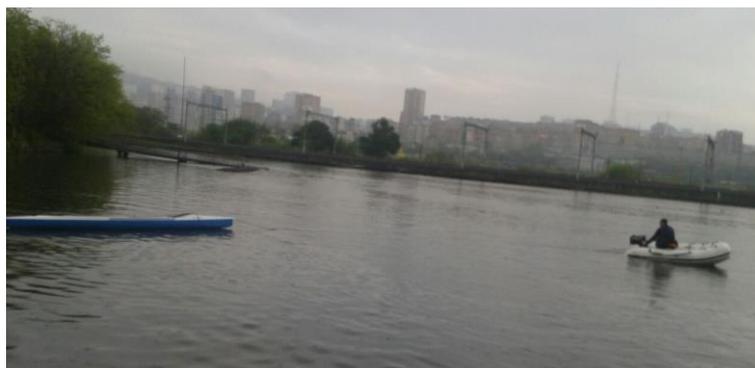


Рис. 4. Буксировка каноэ-одиночки катером (фото авторов)

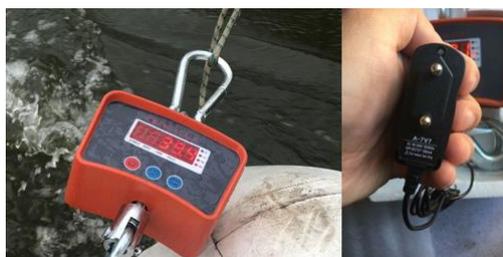
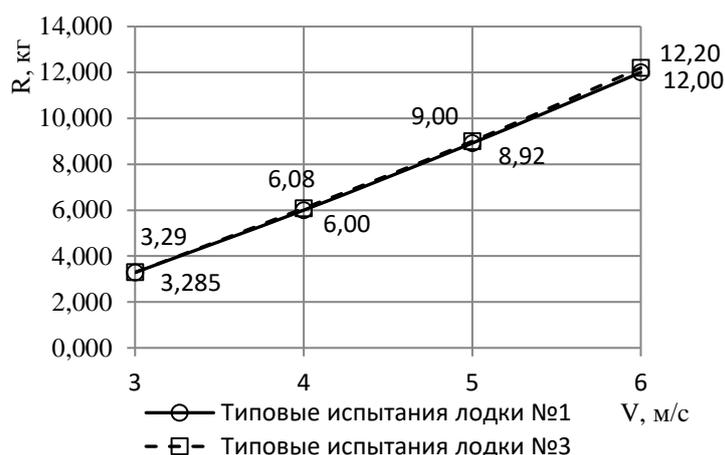


Рис. 5. Электронный динамометр и его пульт управления (фото авторов)

Все три лодки испытывались при пяти одинаковых водоизмещениях (порожнем – 14 кг, далее 44, 64, 84 и 104 кг) и четырех вариантах скоростей (3, 4, 5, 6 м/с). Водоизмещение варьировали загрузкой мешками с песком. Выбранные диапазоны варьирования водоизмещений и скоростей несколько шире, чем величины этих параметров, реально имеющие место при проведении соревнований. Так как гребля – силовой вид спорта, гребцы физически достаточно развиты и имеют массу 70–90 кг, что соответствует суммарному водоизмещению лодки 84–104 кг при регламентируемой массе каноэ-одиночки 14 кг. При этом скорость каноэ-одиночки в большинстве случаев в зависимости от уровня подготовки спортсмена находится в диапазоне 4–5 м/с. Рекордная скорость на стайерской дистанции 1000 м составляет 4,65–4,69 м/с, а при спринте на дистанции 200 м – 5,26 м/с.

Условия испытаний на открытой воде по понятным причинам отличаются от испытаний в опытовом бассейне. Однако сопоставление данных заводских буксировочных испытаний, которые были в техническом паспорте лодки 1, с результатами ее буксировочных испытаний на открытой воде свидетельствует о незначительных расхождениях (рис. 6).

Результаты измерения сопротивления воды при буксировочных испытаниях представлены в табл. 3. Здесь же приведены рассчитанные ранее значения геометрических параметров корпусов испытанных лодок, которые оказывают влияние на буксировочное сопротивление. Это величина смоченной поверхности  $\Omega$ , коэффициент общей полноты  $\delta$ , коэффициенты полнот ватерлинии  $\alpha$  и мидель-шпангоута  $\beta$  и коэффициент продольной остроты  $\varphi$ .



**Рис. 6. Сопоставление результатов (заимствованы из технического паспорта каноэ) заводских испытаний лодки в состоянии порожнем в опытовом бассейне (сплошная линия) с результатами буксировочных испытаний на открытой воде (штриховая линия)**

Таблица 3

**Результаты измерений сопротивления воды при буксировочных испытаниях и геометрические параметры корпусов**

Каноэ-одиночка	$\Delta$ , кг	Сопротивление R, кг при скоростях v, м/с				$\Omega$ , м <sup>2</sup>	$\delta$	$\alpha$	$\beta$	$\varphi$
		3	4	5	6					
Лодка 1	14	3,4	6,2	9,4	12,6	-	-	-	-	-
	44	13,0	16,3	20,8	26,0	1,114	0,152	0,438	0,267	0,569
	64	19,3	22,9	27,6	33,3	1,343	0,218	0,489	0,388	0,562
	84	25,5	29,2	33,7	39,5	1,567	0,293	0,544	0,503	0,582
	104	31,6	35,4	39,4	44,8	1,785	0,374	0,584	0,625	0,598
Лодка 2	14	3,4	6,2	9,5	12,7	-	-	-	-	-
	44	13,5	16,8	21,6	26,6	1,182	0,185	0,473	0,389	0,476
	64	20,3	23,8	28,7	34,1	1,408	0,260	0,527	0,526	0,494
	84	26,1	29,7	34,3	39,9	1,519	0,313	0,549	0,599	0,523
	104	32,7	36,4	40,5	45,5	1,735	0,408	0,586	0,748	0,546
Лодка 3	14	3,4	6,2	9,5	12,7	-	-	-	-	-
	44	13,5	16,8	21,6	26,6	1,115	0,186	0,492	0,367	0,507
	64	20,3	23,8	28,7	34,1	1,338	0,259	0,546	0,497	0,521
	84	27,0	30,6	35,4	40,6	1,552	0,346	0,587	0,635	0,545
	104	33,7	37,3	41,5	46,2	1,763	0,439	0,618	0,777	0,565

**Обработка результатов буксировочных испытаний**

Испытания проводились при четырех различных скоростях: 3, 4, 5 и 6 м/с. Поскольку все три лодки имеют одинаковую длину  $L=5,2$  м, соответствующие им числа Фруда одинаковы для них при равных скоростях (табл. 4).

Таблица 4

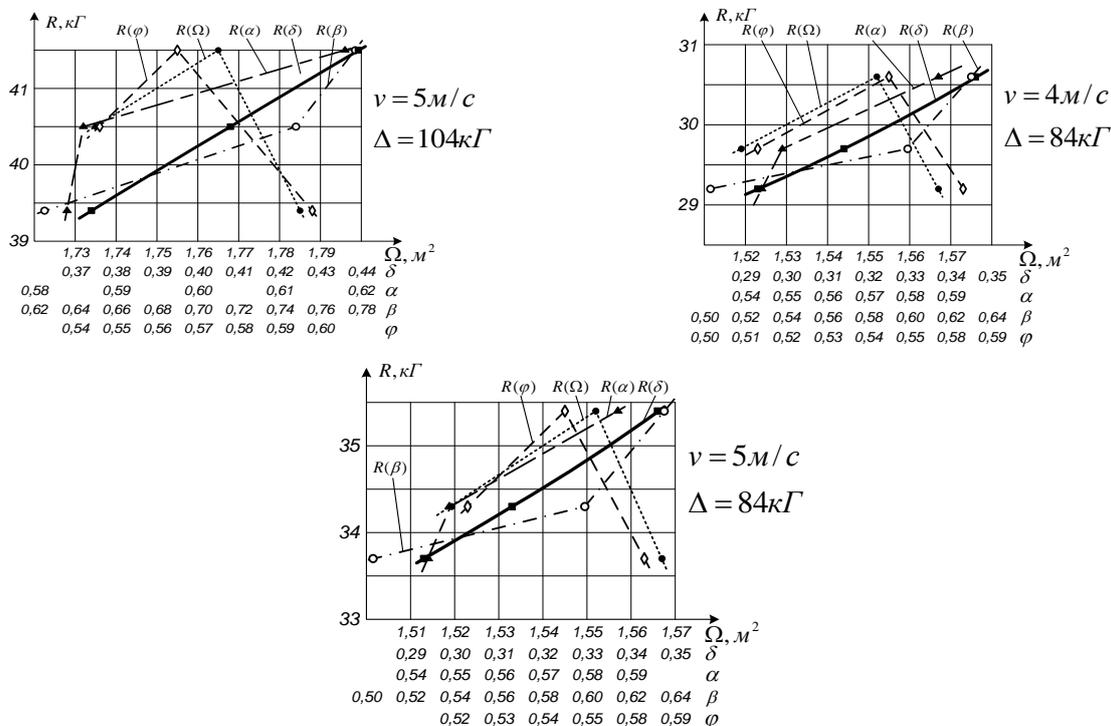
**Зависимость чисел Фруда от скорости испытываемых лодок**

Скорость v, м/с	3	4	5	6
Число Фруда Fr	0,420	0,560	0,700	0,840

По теории проектирования корабля при оценке связи числа Фруда и коэффициента общей полноты для среднескоростных и быстроходных кораблей по Эйру максимальное рассматриваемое число Фруда равно 0,6. Эти обстоятельства ставят под сомнение правомерность

использования общепринятых положений теории проектирования судов применительно к спортивным судам вообще и каноэ в частности.

По полученным в процессе буксировочных испытаний экспериментальным данным были построены графики зависимостей сопротивления от величин смоченной поверхности  $\Omega$ , коэффициента общей полноты  $\delta$  и коэффициентов полнот ватерлинии  $\alpha$  и мидель-шпангоута  $\beta$ , а также от коэффициента продольной остроты  $\varphi$  для нескольких типичных сочетаний водоизмещений и скоростей (рис. 7).



**Рис. 7. Зависимость сопротивления воды движению каноэ от геометрических параметров корпуса при нескольких вариантах водоизмещения и скорости**

Из рис. 7 следует, что при одинаковом характере графиков для всех трех лодок отсутствует определенная зависимость сопротивления от коэффициентов  $\beta$ ,  $\alpha$  и  $\varphi$ . Примечательно, что однозначной связи полного сопротивления с величиной смоченной поверхности также нет. Это можно объяснить тем, что с учетом идеально полированной поверхности корпуса лодки доля сопротивления трения мала по сравнению с другими составляющими, что противоречит известным данным, в соответствии с которыми на долю сопротивления трения в общем балансе приходится для каноэ около 70%. Устойчивая, однозначная и одинаковая по характеру для трех лодок связь существует между сопротивлением и коэффициентом общей полноты  $\delta$ : сопротивление растет с ростом полноты.

В основу выбора формулы для определения сопротивления воды положена известная формула адмиралтейских коэффициентов применительно к буксировочной мощности:

$$EHP = \frac{\Delta^{2/3} \cdot v^3}{c}. \tag{1}$$

Переходя к силе сопротивления  $R$  с учетом  $EHP = R \cdot v$ , запишем

$$R = \frac{\Delta^{2/3} \cdot v^2}{c}, \tag{2}$$

или в общем виде

$$R = \frac{\Delta^a \cdot v^b}{c}, \tag{3}$$

где  $a$ ,  $b$ ,  $C$  – искомые параметры.

Параметры формул (2) и (3) для всех трех лодок определены по экспериментальным данным с помощью метода наименьших квадратов.

Пример графической интерпретации полученных результатов для лодки 1 представлен на рисунках 8 и 9.

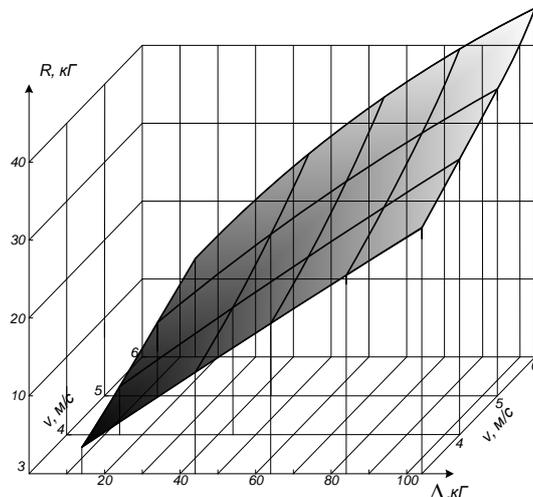


Рис. 8. Зависимость буксировочного сопротивления от водоизмещения и скорости

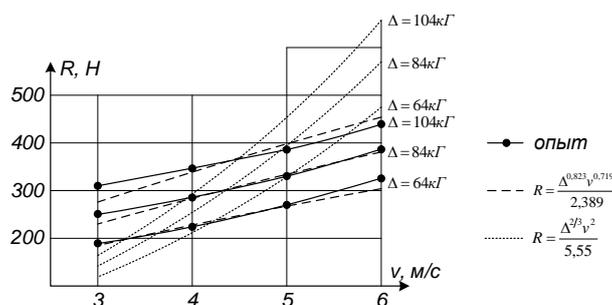


Рис. 9. Зависимость буксировочного сопротивления от скорости при постоянных водоизмещениях

Таким образом, для трех испытанных лодок получены зависимости буксировочного сопротивления от водоизмещения и скорости по типу формулы адмиралтейских коэффициентов применительно к сопротивлению воды движению судна. Все полученные формулы представлены в табл. 5. Приведены формулы трех видов. В формулах вида (3) – столбец 1 определены все три параметра:  $a$ ,  $b$ ,  $C$ . В формулах вида (2) – столбец 2 по экспериментальным данным рассчитан только параметр  $C$ . Выражение в столбце 3 соответствует формуле (3), но входящие в нее величины имеют размерности технической системы единиц (в формулах в столбцах 1 и 2 данные испытаний переведены в систему СИ).

Таблица 5

**Формулы для расчета сопротивления воды для каноэ-одиночки**

Расчетные формулы и размерности параметров	Рассчитано по формуле		
	(3)	(2)	(3)
№ столбца	1	2	3
Лодка 1	$R = \frac{\Delta^{0,823} \cdot v^{0,719}}{2,389}$	$R = \frac{\Delta^{2/3} \cdot v^2}{5,55}$	$R = \frac{75 \cdot \Delta^{0,838} \cdot v^{0,728}}{1,411}$
Лодка 2	$R = \frac{\Delta^{0,810} \cdot v^{0,695}}{2,012}$	$R = \frac{\Delta^{2/3} \cdot v^2}{5,40}$	–
Лодка 3	$R = \frac{\Delta^{0,851} \cdot v^{0,686}}{2,577}$	$R = \frac{\Delta^{2/3} \cdot v^2}{5,33}$	–

Результаты, полученные по формуле (3), столбец 1, для всех трех лодок достаточно точно соответствуют опытным данным. Максимальная погрешность составляет 12%. Результаты, полученные по формуле (2), столбец 2, дают погрешности до 102%, что говорит о ее непригодности для практических расчетов. Расчет (техническая система единиц) по формуле (3), столбец 3, дает приемлемые по точности результаты: максимальная погрешность для лодки 1 составила 11,2%. Однако используемые в ней размерности, традиционные для обычных судов, неудобны для малых спортивных лодок.

Из сказанного следует, что для определения сопротивления воды при движении каноэ-одиночки следует использовать формулу (3) в системе единиц СИ.

### Заключение

По результатам проведенных буксировочных испытаний получены формулы вида «формулы адмиралтейских коэффициентов» для определения буксировочного сопротивления каноэ-одиночек в зависимости от их водоизмещения и скорости, а также дана оценка допустимости их применения.

Полученные результаты могут быть использованы при проектировании корпусов спортивных судов, в частности каноэ. Дальнейшие исследования в данной области направлены на расширение спектра типов и размеров изучаемых спортивных судов в целях обобщения полученных результатов и совершенствования теории их проектирования.

Вклад авторов: А.П. Аносов – анализ результатов испытаний, обоснование расчетных зависимостей, общая редакция работы; Н.И. Восковщук – подготовка и проведение испытаний, обработка результатов, расчет основных геометрических характеристик корпусов; Е.И. Булков – подготовка и проведение испытаний, обработка результатов.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Балыков Г.Н. Гидродинамические характеристики спортивных гребных лодок // Катера и яхты. 1964. № 3. С. 187–195. URL: [http://www.barque.ru/shipbuilding/1964/hydrodynamic\\_characteristics\\_of\\_sport\\_of\\_rowing\\_boats](http://www.barque.ru/shipbuilding/1964/hydrodynamic_characteristics_of_sport_of_rowing_boats) (дата обращения: 10.08.2021).
2. Весло для гребли на каноэ. Пат. № 2652601 / Н.И. Восковщук, Е.И. Булков, А.П. Аносов. БИ № 12, опублик. 27.04.2018.
3. Гребля на байдарках и каноэ: справочник / сост. Г.М. Краснопецев, Ю.А. Плеханов. М.: Физкультура и спорт, 1985. 192 с.
4. Грошев Г., Ежова Н., Померанцев А. Новый подход к определению гидродинамических характеристик лодок // Мир гребли. 2004. № 12. С. 12–13.
5. Давыдов С.И., Павлюченко Ю.Н. Гребные гоночные суда // Исследования по вопросам повышения эффективности судостроения и судоремонта: сб. / ДВГТУ; НТОС. Владивосток: ДВГТУ, 2002. Вып. 43. С. 44–56.
6. Иссурин В.Б. Биомеханика гребли на байдарках и каноэ. М.: Физкультура и спорт, 1986. 112 с.
7. Каверин В.Ф. Методические рекомендации в подготовке гребцов на байдарках и каноэ. Барнаул: Красный угол, 2017. 127 с.
8. Квашук П.В., Верлин С.В., Маслова И.Н. К вопросу о биомеханической эффективности техники гребли на байдарках и каноэ // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. 2014. № 10(116). С. 79–85.
9. Мартин В.Д., Ризнык В.В. Устройство для измерения динамики силовых движений // Электроника и спорт-VII: тез. докл. Всесоюз. науч.-техн. конф. Тула, 1983. С. 48.
10. Очерки по теории и методике гребли на байдарках и каноэ / авт.-сост. С.В. Верлин; Всероссийский науч.-исслед. ин-т физической культуры и спорта. Воронеж: Центрально-Черноземное кн. изд.-во, 2007. 173 с.

Original article

<https://doi.org/10.24866/2227-6858/2021-4/11-20>

Anosov A., Bulkov E., Voskovshchuk N.

ANATOLIY P. ANOSOV, Doctor of Engineering Sciences, Associate Professor  
(corresponding author), anosov49@mail.ruNIKOLAY I. VOSKOVSHCHUK, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor  
nvoskov@mail.ru

Polytechnic Institute

*Far Eastern Federal University*

Vladivostok, Russia

EVGENY I. BULKOV, Head of Diagnostics Department, evbulkov@mail.ru

*Okhotsk Ship Repair Plant LLC*

Khavarovsk, Russia

### Speed characteristics canoe-single

**Abstract:** The speed characteristics of the sport ship – single canoe were studied. The towing tests of the three canoe hulls with different geometric pa-rameters were carried out on determination of the hydrodynamic resistance. The mathematical expressions of the form of "admiralty coefficient formulas" for determination water resistance to canoe motion depending on water displacement and speed.

**Keywords:** canoe-single, speed, towing test, water re-sistance, calculation

**For citation:** Anosov A., Bulkov E., Voskovshchuk N. Speed characteristics canoe-single. FEFU: School of Engineering Bulletin. 2021;(49):11-20. (In Russ.). <https://doi.org/10.24866/2227-6858/2021-4/11-20>

Contribution of the authors: A. Anosov – analysis of the test results, sub-stantiation of calculation dependencies, editor, N. Voskovshchuk – testing, processing of the results, calculation of the characteristics; E. Bulkov – testing, processing of the results.

The authors declare no conflicts of interests.

### REFERENCES

1. Balykov G.N. Boats and Yachts. Hydrodynamic characteristics of sports rowing boats. Power & Sail Boats. 1964;(3):187–195. URL: [http://www.barque.ru/shipbuilding/1964/hydrodynamic\\_characteristics\\_of\\_sport\\_of\\_rowing\\_boats](http://www.barque.ru/shipbuilding/1964/hydrodynamic_characteristics_of_sport_of_rowing_boats) – 10.08.2021.
2. Canoe paddle. Pat. 2652601 Russian Federation. NI. Voskovshchuk, E.I. Bulkov, A.P. Anosov. BI № 12, 27.04.2018.
3. Krasnopevtsev G.M., Plekhanov Y.A. Rowing and canoeing: a guide. Moscow, Physical Culture and Sports, 1985. 192 p.
4. Groshev G., Ezhova N., Pomerantsev A. A new approach to determining the hydrodynamic characteristics of boats. World of Rowing. 2004;(12):12–13.
5. Davydov S.I., Pavlyuchenko Y.N. Rowing racing vessels: research on improving the efficiency of shipbuilding and ship repair. Vladivostok, FESTU, 2002. Vol. 43. 44–56 p.
6. Issurin V.B. Biomechanics of kayaking and canoeing. Moscow, Physical Education and Sports, 1986. 112 p.
7. Kaverin V.F. Methodical recommendations in the training of rowers in kayaks and canoes. Barnaul, Russia, 2017. 127 p.
8. Kvashuk P.V., Verlin S.V., Maslova I.N. On the biomechanical efficiency of rowing and canoeing technique. Scientific Notes of the University. P.F. Lesgaft. 2014;(10):79–85.
9. Martin V.D., Riznik V.V. A device for measuring the dynamics of power movements. Abstracts of the All-Union. sci. tech. conf. Tula, 1983. P. 48.
10. Verlin S.V. Essays on the theory and methodology of kayaking and canoeing. Voronezh, 2007. 173 p.