

УДК 629.12

DOI:10.46960/62045_2021_3_22

А.Э. Корепанов, Е.П. Роннов
ОБОСНОВАНИЕ РАСПОЛОЖЕНИЯ АУТРИГЕРОВ ТРИМАРАНА

Волжский государственный университет водного транспорта

Представлены исторические этапы развития и современные тенденции применения аутригеров. Показано формирование терминологии по судам данного типа; рассмотрено влияние расположения аутригеров на гидродинамическое сопротивление тримарана. На основании анализа полученных данных модельных испытаний были построены графики зависимости гидродинамического сопротивления от числа Фруда, которые показывают влияние расположения аутригеров по длине и ширине относительно центрального корпуса на гидродинамическое сопротивление тримарана. Сделаны выводы о влиянии размеров аутригеров и их расположения относительно центрального корпуса тримарана на его гидродинамическое сопротивление.

Ключевые слова: аутригер, тримаран, интерференция волн, модельные испытания, опытовый бассейн, расположение аутригеров.

Введение

Аутригер в дословном переводе означает выносную опору, выносной элемент. В судостроении аутригеры нашли свое применение на многокорпусных судах [1, 2], где нужно обеспечить необходимый уровень остойчивости судна и других мореходных качеств [3]. Аутригер – дополнительный корпус судна, который соединяется с основным корпусом с помощью балок или моста. Впервые он был применен почти 4000 лет назад на парусных судах народов Полинезии в Тихом океане. Аутригер представлял из себя выносной за борт очень узкий длинный «балансир», на котором установлены уключины для весел для удобства гребли. Вначале на судне применялся один аутригер (такие суда назывались «проа»), но в этом случаи проблемы с остойчивостью были исключены не в полной мере. Для решения этой проблемы впоследствии начали применять конструкцию катамаранного типа, где два основных корпуса были соединены балками, а затем – тримаранного типа, у которых в качестве основного корпуса был центральный, и два аутригера – с левого и правого борта (рис. 1).

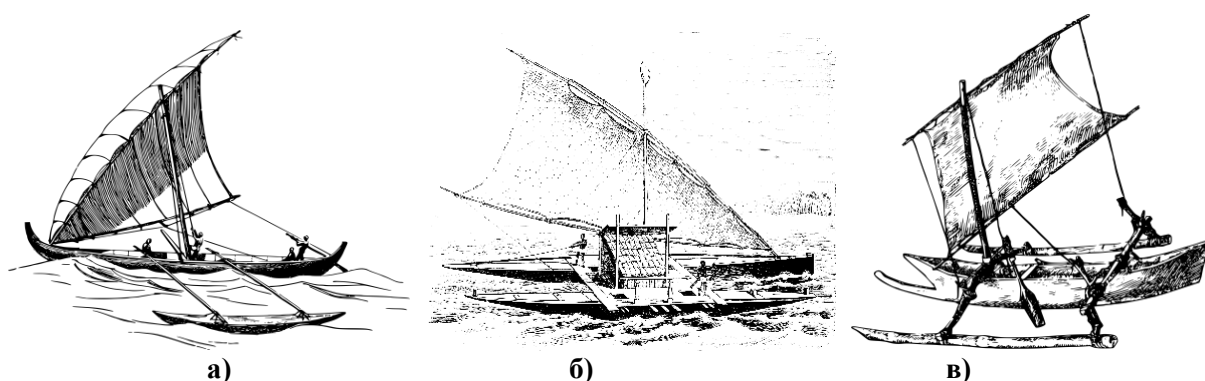


Рис. 1. Тип многокорпусного судна:
а) проа; б) катамаран; в) тримаран

В процессе эволюции в зависимости от назначения и условий эксплуатации тримараны конструктивно совершенствовались, и это, прежде всего, касалось аутригеров, их размеров и расположения [4, 5]. В настоящее время суда-тримараны имеют большое разнообразие

расположений аутригеров по длине и ширине судна относительно центрального корпуса, что приводит к различному архитектурному виду судна (рис. 2).

Применение аутригеров на судах-тримаранах стало следствием их положительного влияния на:

- снижение интенсивности волнообразования;
- повышение мореходных качеств судна;
- увеличение площади палуб;
- интерференцию волн;
- существенное снижение гидродинамического сопротивления судна [6-8].



Рис. 2. Расположение аутригеров по длине относительно центрального корпуса:

а) носовое расположение аутригеров; б) центральное расположение аутригеров;

в) кормовое расположение аутригеров

В настоящее время нет четкого ответа на вопрос, при какой схеме по длине и ширине судна необходимо располагать аутригеры для того, чтобы получать снижение интенсивности волнообразования, положительную интерференцию системы волн аутригеров и центрального корпуса тримарана, существенное снижение гидродинамического сопротивления судна.

Методы и результаты

Для выяснения данного вопроса были проведены модельные испытания в опытовом бассейне [9], где выяснялось влияние расположения аутригеров судна по длине и ширине на его гидродинамические характеристики. Варьировалась скорость хода тримарана в диапазоне $Fr_L=0.3-1.6$ при отношении $L/V_{ц.к.}=11-23$ (где L , $V_{ц.к.}$ – расчетные длина и ширина центрального корпуса) с различным положением аутригеров по длине и ширине относительно центрального корпуса судна (рис. 3). Испытания проводились при трех различных положениях аутригеров по длине – носовое, центральное и кормовое (рис. 4).

При каждом из этих положений варьировалось отстояние аутригеров по ширине от центрального корпуса. Вариации задавались параметром b_i/V_i (где b_i – расстояние между диаметрными плоскостями аутригера и центрального корпуса; V_i – ширина тримарана). Диапазон варьируемого параметра составлял $b/V=0.19-0.48$. При каждом прогоне модели на тихой воде фиксировалась в установившемся режиме хода скорость буксировки, сопротивление движению модели и параметры ее посадки. Результаты после обработки представлялись в виде графиков зависимостей $R=f(Fr_L)$ (рис. 5-7). Как показали модельные испытания, что при различном расположении аутригеров по ширине относительно центрального корпуса гидродинамическое сопротивление тримарана не изменяется в центральной и носовой ее части.

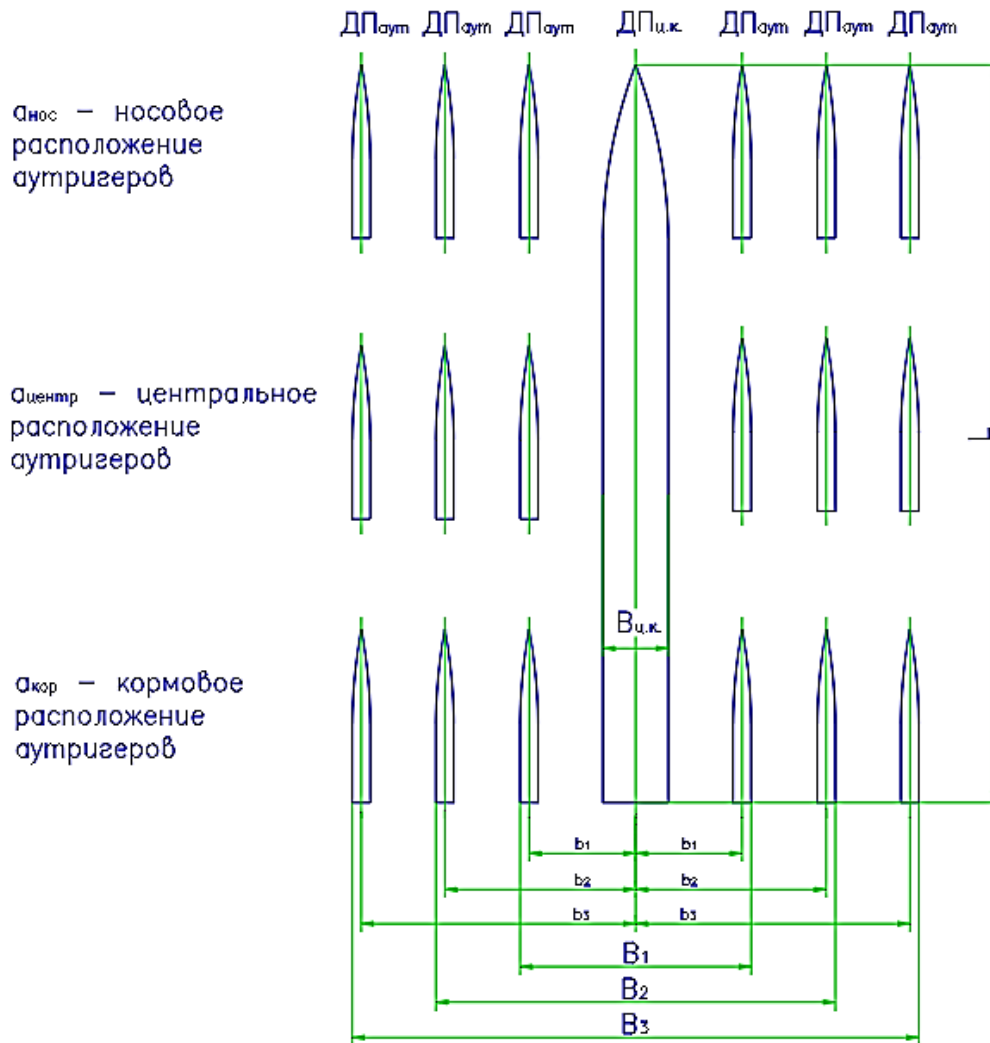


Рис. 3. Схема расположения аутригеров на модельных испытаниях по длине и ширине относительно центрального корпуса судна

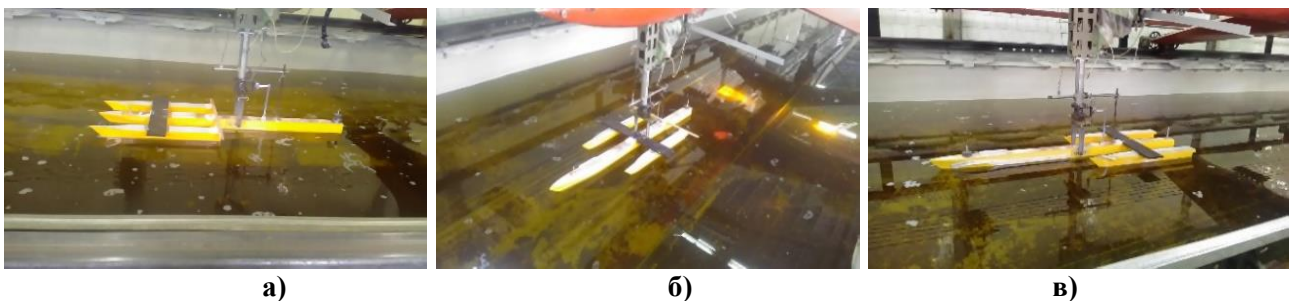


Рис. 4. Положение аутригеров по длине: а) носовое; б) центральное; в) кормовое

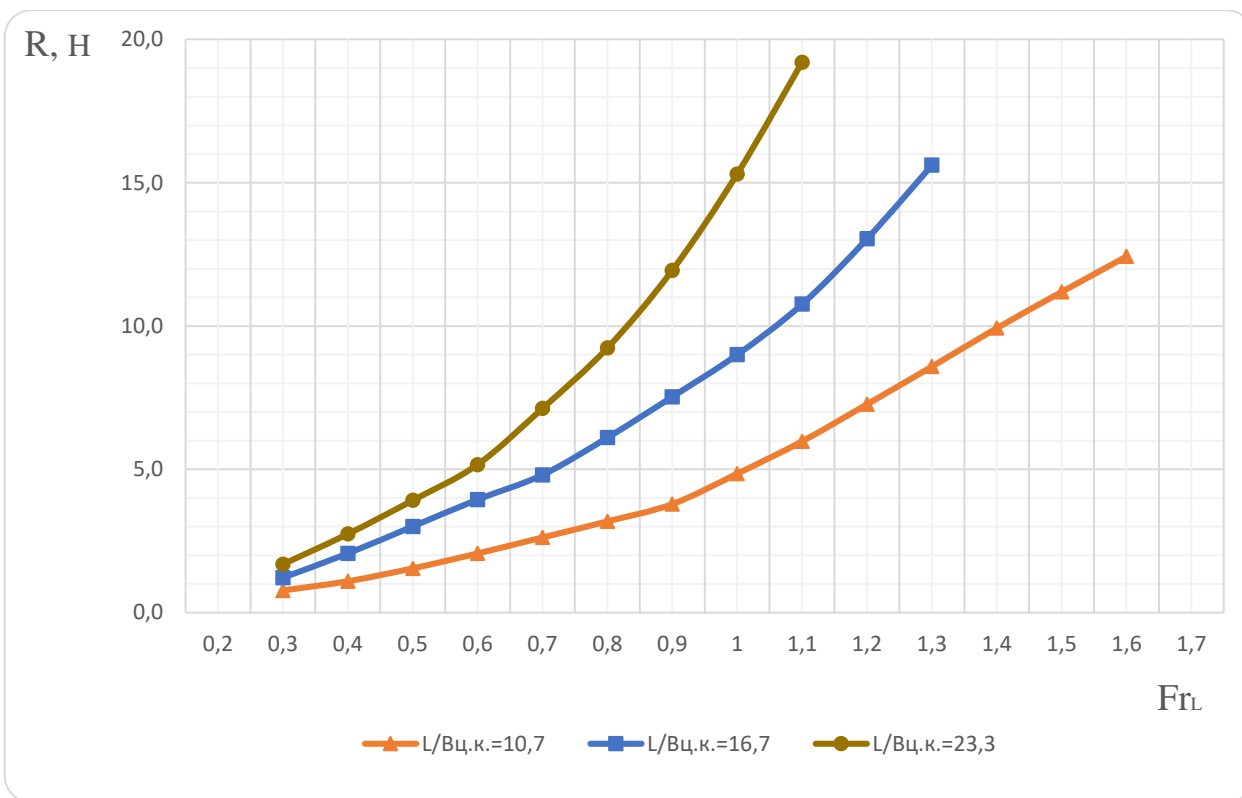


Рис. 5. Сопротивление модели судна-тримарана при носовом расположении аутригеров

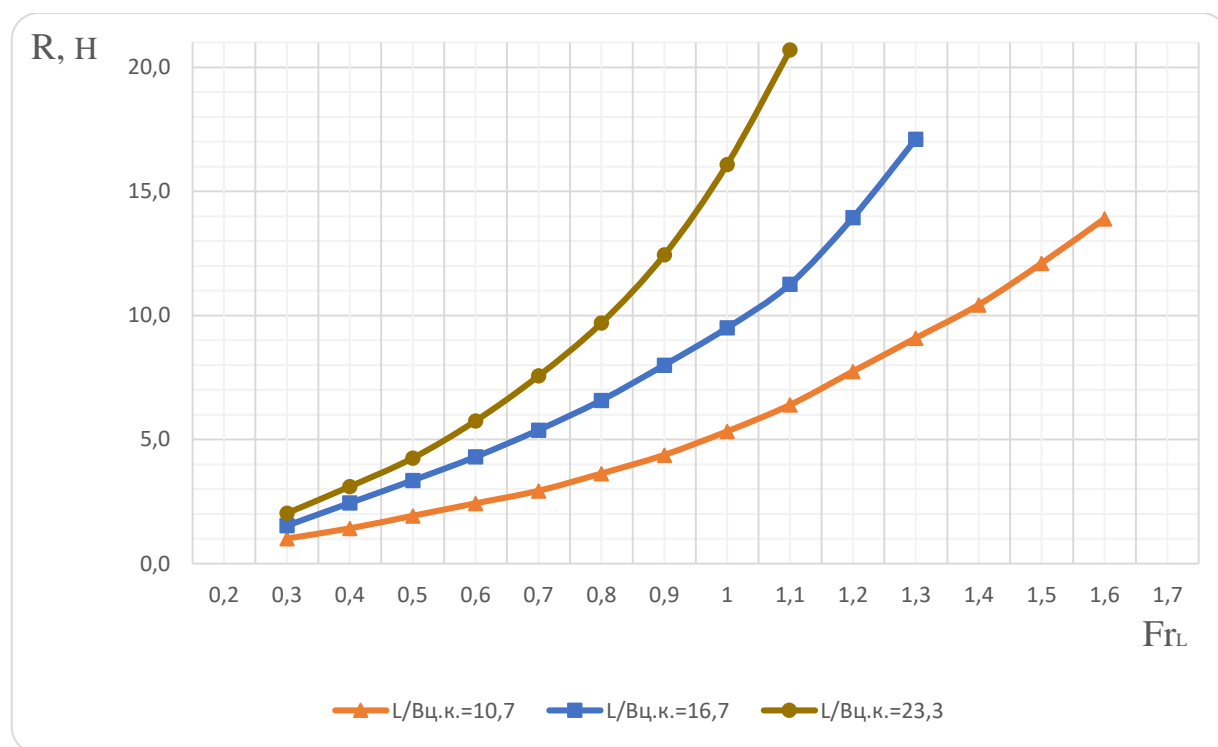


Рис. 6. Сопротивление модели судна-тримарана при центральном расположении аутригеров

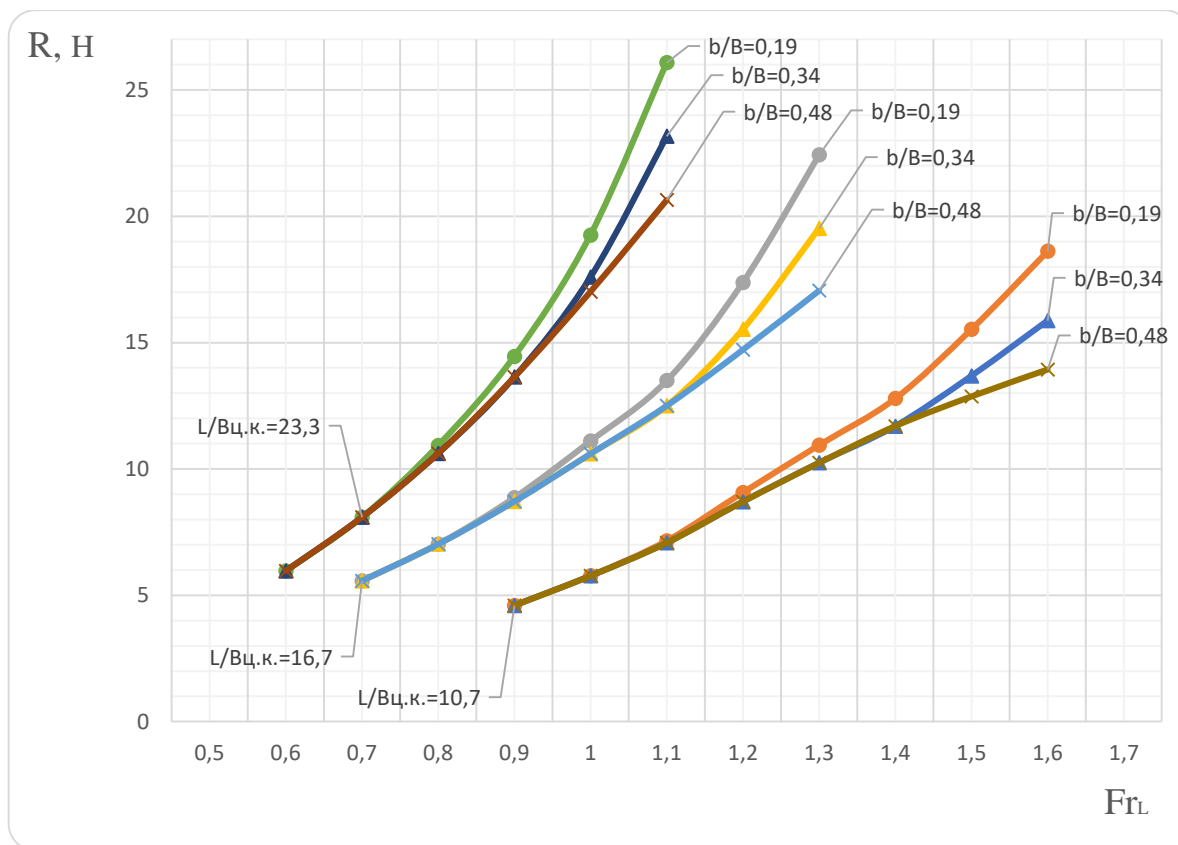


Рис. 7. Влияние кормового расположения аутригеров по ширине судна

При расположении аутригеров ближе к корме происходит увеличение гидродинамического сопротивления как следствие неблагоприятной интерференции волн [10]. В качестве примера на рис. 8 показано влияние расположения аутригеров по длине судна при $L/V_{ц.к.}=23,3$.

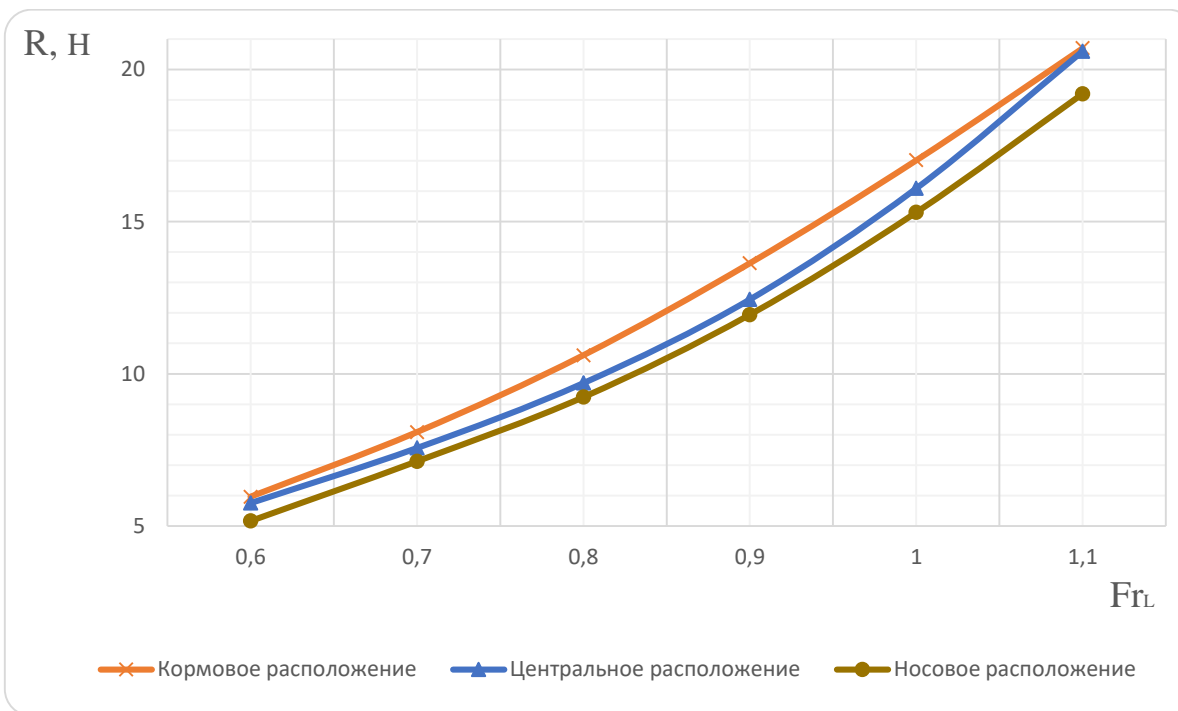


Рис. 8. Влияние расположения аутригеров по длине судна при $L/V_{ц.к.}=23,3$

Заключение

На основе анализа модельных испытаний сделаны следующие выводы.

1. Влияние аутригеров разных размеров (в диапазоне объемного водоизмещения 15-33 % от общего погруженного объема судна) на центральный корпус одного и того же относительного удлинения слишком мало и не проявляется в значительном увеличении или уменьшении сопротивления судна.
2. Влияние расположения аутригеров относительно длины и ширины центрального корпуса судна-тримарана сказывается значительно, а именно:
 - а) при перемещении аутригеров ближе к носовой части центрального корпуса, сопротивление судна-тримарана снижается;
 - б) при различном расположении аутригеров по ширине относительно центрального корпуса в центральной и носовой части судна, сопротивление тримарана никак не изменяется, что нельзя сказать про расположение аутригеров в кормовой части тримарана;
 - в) при расположении аутригеров относительно центрального корпуса в кормовой части при его удалении от центрального корпуса по ширине сопротивление судна уменьшается.

В целом полученные результаты модельных испытаний позволят получить методику расчета гидродинамического сопротивления воды движению тримарана.

Библиографический список

1. **Рахматуллин, Р.Р.** От монокорпуса к тримарану / Р.Р. Рахматуллин, А.В. Месропян // Морской вестник. 2019. № 2. С. 16-17.
2. **Корытов, Н.** Тримараны нового поколения // Катера и яхты. 2005. № 196. С. 66-69.
3. **Демидюк, А.В.** Экспериментальное определение гидродинамических и кинематических характеристик продольной качки тримарана / А.В. Демидюк, В.И. Тонюк // Вісн. Одес. нац. мор. ун-ту. 2007. № 23. С. 81-88.
4. **Роннов, Е.П.** Тримараны: состояние и перспективы развития / Е.П. Роннов, А.Э. Корепанов. – ВГАВТ, Н. Новгород: Изд-во ФГБОУ ВО «Вестник», 2019., Выпуск 60. С. 92-97.
5. **Wang Zh.** Исследования гидродинамических характеристик высокоскоростных тримаранов / Wang Zhong, Lu Xiao-ping, Zhan Jin-lin // Chuanbo lixue = J. Ship Mech. 2011. Т. 15. № 7. С. 813-826.
6. **Войткунский, Я.И.** Сопротивление движению судов. / Я.И. Войткунский. – Ленинград: Издательство «Судостроение», 1988. – 288 с.
7. **Камил, М.С.** Вычисление волнового сопротивления тримарана методом конечного корня // Морской вестник. 2014. № 4. С. 117-119.
8. **Elcin, Z.** Wave making resistance characteristics of trimaran hulls: Master of Science Thesis / Zafer Elcin; Monterey, California, Naval Postgraduate School. – December 2003. – p. 92.
9. **Михайлов, В.И.** Планирование экспериментов в судостроении / В.И. Михайлов, К.М. Федосов. – Ленинград: Издательство «Судостроение», 1978. – 160 с.
10. **Роннов, Е.П.** Вопросы прогнозирования сопротивления движению судов-тримаранов. / Е.П. Роннов, А.Э. Корепанов. – ВГУВТ, Н. Новгород: Труды конгресса «Великие реки», 2020. Вып. 9.