

11. Kuznetsov, Aleksandr Lvovich, Aleksandr Viktorovich Kirichenko, and Aleksandr Aleksandrovich Davydenko. "Classification and functional modeling of echeloned container terminals." *Vestnik Gosudarstvennogo universiteta morskogo i rechnogo flota imeni admiral S. O. Makarova* 6(34) (2015): С. 7–16.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Давыденко Александр Александрович —
кандидат экономических наук.
Федеральное агентство морского
и речного транспорта
kaf_pgt@gumrf.ru
Попов Герман Борисович — аспирант.
Научный руководитель:
Кузнецов Александр Львович —
доктор технических наук, профессор.
ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени
адмирала С. О. Макарова»
german_bp@mail.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Davydenko Aleksandr Aleksandrovich — PhD.
Federal Agency of Sea and Inland Water Transport
kaf_pgt@gumrf.ru
Popov German Borisovich — postgraduate.
Supervisor:
Kuznetsov Aleksandr Lvovich —
Dr. of Technical Sciences, professor.
Admiral Makarov State University of Maritime
and Inland Shipping
german_bp@mail.ru

Статья поступила в редакцию 23 мая 2016 г.

DOI: 10.21821/2309-5180-2016-8-4-15-22
УДК 655.62.052.4

А. А. Ершов

СПОСОБЫ ВЫЖИВАНИЯ ЛЮДЕЙ ПРИ МОРСКИХ И РЕЧНЫХ АВАРИЯХ

В статье рассматриваются способы выживания пассажиров и членов экипажа при морских и речных авариях судов. Отмечается, что большое число погибших при таких авариях членов экипажа, как в случае гибели российского теплохода «Булгария», китайского судна «Звезда Востока», итальянского лайнера «Costa Concordia» и южнокорейского парома «Sewol», объясняется в том числе тем, что людям, находящимся на борту и спасателям, не были известны закономерности опрокидывания судна и способы выживания, определяемые условиями, при которых находиться на борту терпящего бедствие судна крайне опасно. Отмечается, что людям на борту не были известны конкретные условия, при которых судно неизбежно опрокидывается, и способы определения этих условий на борту судна, чтобы успеть своевременно покинуть его. В статье предлагаются практические способы выживания, основанные на закономерностях потери остойчивости судна, которые позволят всем находящимся на борту своевременного обнаружить опасность гибели судна и безопасно покинуть его перед опрокидыванием.

Ключевые слова: опрокидывание морских и речных судов, способы выживания людей при морских и речных авариях.

Введение

Анализ гибели судов, приведших к человеческим жертвам, показывает, что значительная часть этих катастроф происходила в узкостях или в непосредственной близости от берега. К последним крупным морским авариям, связанным с гибелью судов в таких условиях, можно отнести опрокидывание лайнера «Costa Concordia» в 2012 г. и южнокорейского парома «Sewol» в 2014 г. Крупнейшей речной аварией, сопровождавшейся гибелью большого количества пассажиров и членов экипажа, явилась катастрофа российского судна «Булгария» в 2011 г. и китайского судна «Звезда Востока», произошедшая в 2015 г. Анализ этих и других аварий также показал, что значительная часть морских и речных катастроф, связанных с гибелью людей, происходит в штормовых условиях [1] – [3].

Задачи, связанные с обеспечением безопасности судов в узкостях и при подходах к портам, решались в работах [4] – [9]. К последним работам, связанным с обеспечением безопасности штормового плавания, можно отнести [10], [11]. Тем не менее, от каких бы причин ни зависела и в каких бы условиях ни происходила гибель судна, причиной является потеря его остойчивости и плавучести. Причем в этом случае наибольшую опасность представляет потеря поперечной остойчивости судна, так как она наиболее быстро приводит к опрокидыванию и гибели судна.

Основная часть

Потеря остойчивости и появление статического крена судна являются наиболее частыми факторами, сопровождающими катастрофы морских судов. Крупнейшие катастрофы морских судов, такие как гибель лайнера «Costa Concordia» и южнокорейского парома «Sewol» сопровождалась длительным по времени нарастанием крена и последующим опрокидыванием судна, приведшим к гибели большого числа пассажиров и членов экипажа [1], [2]. Большое количество жертв в результате этих и других аварий морских и речных судов объясняется тем, что люди на борту (пассажиры и члены экипажа) не имели представления о времени и признаках приближающегося опрокидывания судна при накренивании, они не осознавали приближающейся опасности гибели судна и оставались на местах в своих каютах, коридорах или других судовых помещениях в ожидании дополнительной информации от экипажа судна. Так, при гибели корейского парома «Sewol» 304 подростка оставались в своих каютах или коридорах при опрокидывании судна, что впоследствии привело к трагедии.

В условиях морской или речной аварии оперативная информация о возможности опрокидывания судна и, следовательно, о том, что находящимся на борту людям необходимо немедленно покинуть судно, может стать единственным залогом их успешного спасения. Эти сведения, которые должны быть известны всем находящимся на борту людям, могут предотвратить их гибель в результате подобных морских и речных аварий. Поэтому всем находящимся на борту людям должна быть предоставлена информация *об опасности опрокидывания судна*. При этом они должны иметь возможность *воспользоваться информацией о возможности опрокидывания судна* в условиях темноты, задымления или пожара, которые могут сопровождать опрокидывание судна при аварии. Для решения этой задачи может быть использована следующая схема подготовки любого члена экипажа или пассажиров судна к аварии.

Как известно из теории, каждое судно имеет свои параметры остойчивости в зависимости от геометрии, конструкции и характера загрузки. При медленном нарастании крена судна при аварии эти параметры определяются путем расчета диаграммы статической остойчивости (ДСО), которая имеет вид, приведенный на рис. 1. На ДСО при статическом накренивании судна под действием внешнего кренящего момента существуют *зоны устойчивого и неустойчивого равновесия судна*. Зона устойчивого равновесия является зоной углов крена судна безопасного спрямления и предотвращения опрокидывания судна. Как показывает анализ приведенных ранее и других аварий, подобная информация о нахождении опрокидывающегося судна в зоне устойчивого равновесия может стать единственной возможностью для спасения пассажиров и экипажа судна.

Диаграмма статической остойчивости судна (ДСО) — это графическая зависимость плеча восстанавливающего момента $l(\theta)$ или, согласно международным обозначениям $GZ(\theta)$, зависимость от угла крена судна θ . Этот график, как правило, изображают для крена судна на правый борт, поскольку при крене на левый борт для симметрично загруженного судна ДСО будет аналогична [3].

ДСО строится для конкретного судна и соответствует определенным значениям водоизмещения и положения центра тяжести (ЦТ) по высоте. Если у данного судна изменится водоизмещение P или аппликата ЦТ, то ДСО приобретет другой вид. Каждое судно должно иметь информацию об остойчивости и комплект информации для капитана, позволяющие рассчитать ДСО для любых вариантов нагрузки. Значение ДСО для судна очень велико, поскольку это не только определённая графическая зависимость, но и информация о состоянии судна с точки зрения статической остойчивости при различных углах крена. ДСО является основным документом, дающим разрешение судну выходить в рейс и позволяющим решать многие практические задачи в рейсе.

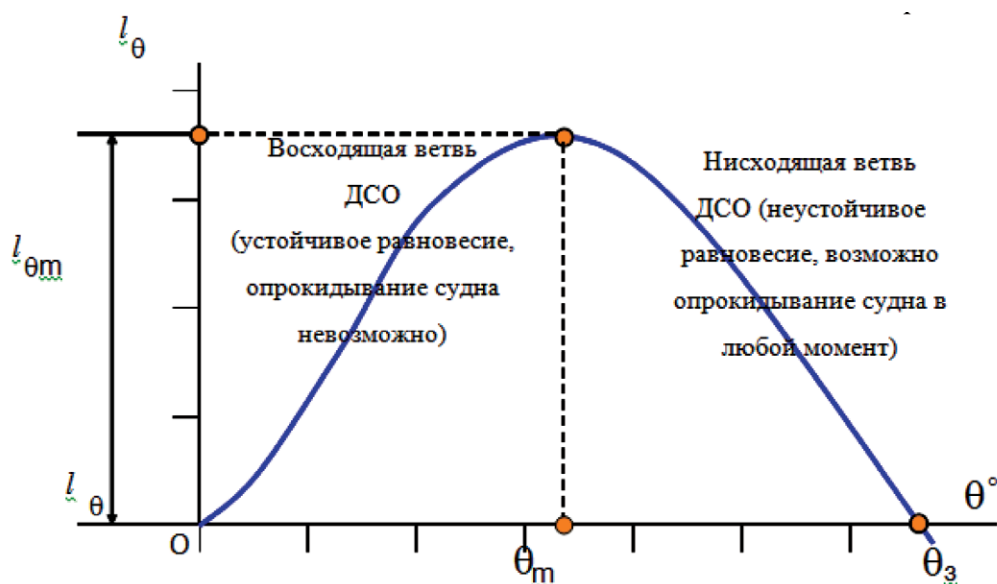


Рис. 1. Возможность опрокидывания на различных ветвях ДСО

ДСО имеет вид кривой с ярко выраженным максимумом, разделяющим восходящую и нисходящую ветвь ДСО (см. рис. 1). На ней можно отметить три точки, характерные для судна, обладающего положительной остойчивостью: точку O (начало координат), определяющую положение устойчивого равновесия; точку θ_m , где плечо статической остойчивости $l(\theta) = l_{\theta_m}$ имеет максимальные значения, и точку θ_3 , определяющую так называемый угол заката ДСО. По существующим требованиям, угол максимума ДСО должен быть не менее 30° ($\theta_m \geq 30^\circ$), а угол заката — не менее 60° ($\theta_3 \geq 60^\circ$). Для практических целей может быть получена зависимость восстанавливающего момента от угла крена судна:

$$M_b(\theta) = P \cdot l(\theta) = P \cdot GZ(\theta) = m_\theta(\theta),$$

где $M_b(\theta)$, $m_\theta(\theta)$ — восстанавливающий момент, характеризующий способность судна возвращаться в первоначальное положение при накрениении, кН·м; P — весовое водоизмещение (вес) судна, кН.

В этом случае ДСО будет построена в моментах $M_b(\theta)$, $m_\theta(\theta)$, что удобно для использования судоводителями при решении практических задач.

Как следует из теории статической остойчивости, судно находится в положении устойчивого равновесия только на восходящей ветви ДСО (рис. 2). На нисходящей ветви ДСО (см. рис. 1) судно находится в положении неустойчивого равновесия. При нарастании кренящего момента судно, находящееся на нисходящей ветви ДСО, неизбежно опрокидывается [3]. Положение судна различных ветвях ДСО при опрокидывании непосредственно связано с входом палубы в воду или оголением скулы судна [1] – [3].

Из указанных закономерностей положения судна при опрокидывании необходимо дать практические рекомендации, которые должны быть известны всем находящимся на борту людям (пассажирам и членам экипажа). Они основаны на анализе возможности перемещения любого человека внутри корпуса судна по палубам и коридорам, параллельным длине судна, и связаны с опасностью опрокидывания судна. При этом в качестве основного ориентира любой человек может использовать собственное положение относительно продольного коридора внутри судна и возможность перемещения его по данному пространству с опорой на имеющиеся палубу и переборки коридора.

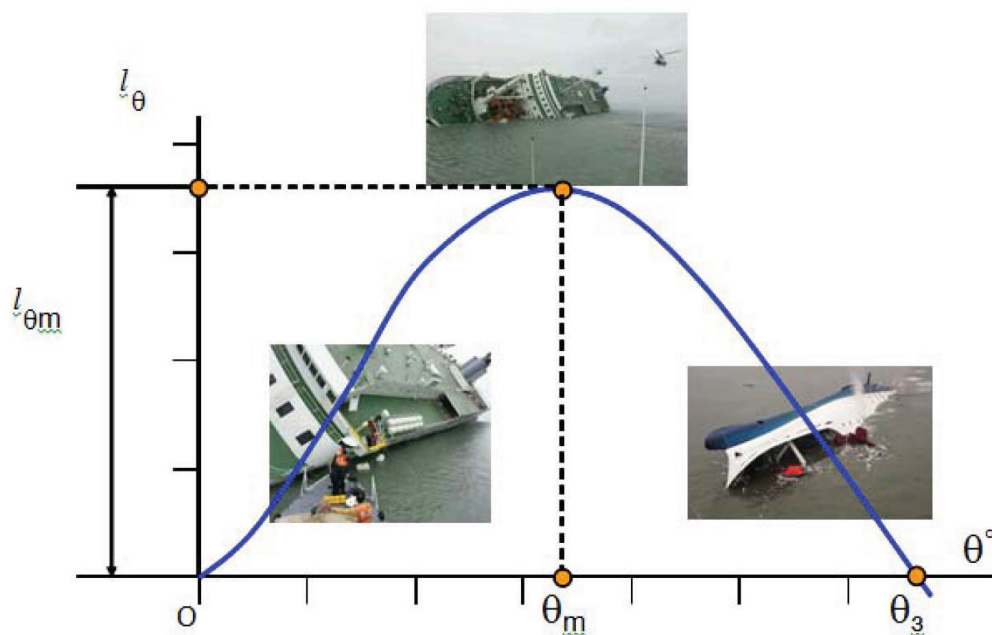


Рис. 2. Положение судна на различных ветвях ДСО при опрокидывании

Преимуществом предлагаемого подхода является то, что человеку не обязательно видеть окружающее пространство коридора, по которому он перемещается, он может ориентироваться только на положение своих рук и ног в условиях различных углов крена судна, при этом для опоры ног используется палуба, для опоры рук — поручень переборки (рис. 3). Этот прием служит для любого человека, находящегося на борту судна, ценной для спасения информацией, которая не зависит от таких факторов, как наличие освещения, задымленности, посторонних предметов, людей и т. п.

В приведенном на рис. 3 обосновании предлагаемых способов выживания людей при авариях морских и речных судов показаны способы, основанные на оценке положения тела и возможностей опоры для человека, который перемещается по продольному коридору накренившегося судна с различными углами крена, и сравнении этих углов крена с соответствующими участками ДСО судна. Соответствующие рекомендации по безопасному спасению (выживанию) людей судна зависят от положения судна в зонах устойчивого (см. рис. 3 а – в) и неустойчивого равновесия судна (см. рис. 3 г, д).

При снижении остойчивости судна в условиях повреждения корпуса, попадании воды внутрь и образовании свободных поверхностей угол, соответствующий максимуму ДСО, снижается, а, следовательно, уменьшается и зона устойчивого равновесия по сравнению с неповрежденным судном [2], [3] и происходит снижение диапазона углов крена устойчивого равновесия судна (восходящей ветви ДСО судна). Таким образом, при любой аварии, связанной с попаданием воды внутрь корпуса судна, следование предлагаемым в настоящей работе рекомендациям по выживанию людей является особенно актуальным для всех людей, находящихся на борту опрокидывающегося судна.

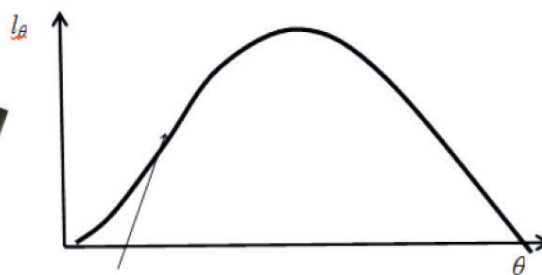
Общий способ выживания людей на борту терпящего бедствие судна, который следует из приведенных на рис. 3 примеров ситуаций, может быть сформулирован следующим образом: *когда по переборкам продольных коридоров накренившегося судна человеку становится удобнее ходить, чем по их палубе, — судно следует покидать НЕМЕДЛЕННО всем находящимся на борту.*

Предлагаемые в настоящей статье способы выживания людей, находящихся на борту опрокидывающегося судна при аварии, могут быть включены в программу подготовку членов экипажа и инструктирование пассажиров на борту судна.

а)

Угол крена судна 20 градусов.

При движении человека по продольному коридору внутри судна
используется для опоры ног - палуба, для опоры руки - поручень переборки



Судно находится в устойчивом положении равновесия.

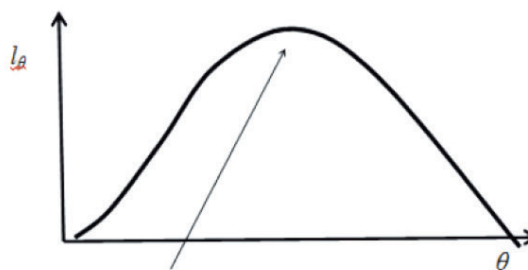
Опрокидывание судна невозможно.

Можно предпринимать меры по выравниванию крена, выводу людей к спасательным средствам, готовиться к оставлению судна

б)

Угол крена судна 30 градусов

При движении человека по продольному коридору внутри судна
используется для опоры ног палуба (угол между переборкой и палубой), для опоры
обоих рук – одна переборка

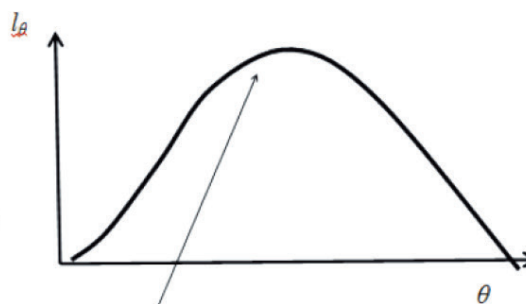


Судно приближается к углу максимума ДСО. Возможно опрокидывание в ближайшее время. Необходимо выводить людей к спасательным средствам, готовиться к оставлению судна

в)

Угол крена судна 45 градусов

При движении человека по продольному коридору внутри судна
используется для опоры рук и ног палуба и обе переборки

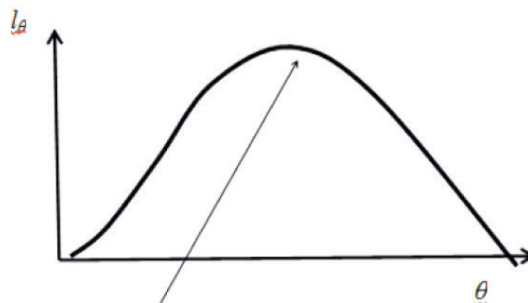


Судно находится у максимума ДСО. Возможно опрокидывание в ближайшее время. Необходимо срочно выводить людей к спасательным средствам, готовиться к оставлению судна

г)

Угол крена судна 60 градусов

При движении человека по продольному коридору внутри судна используется для опоры ног переборка и для опоры рук палуба и переборки

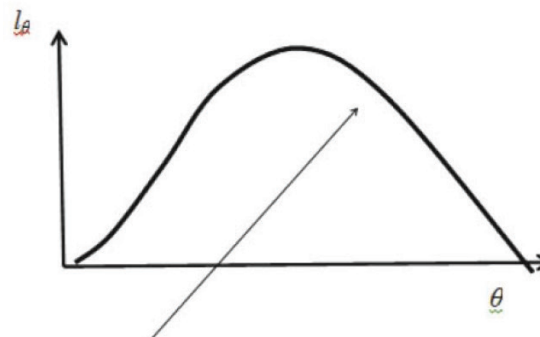


Судно находится у максимума ДСО. Возможно опрокидывание в любой момент. Необходимо срочно вывести людей к спасательным средствам, готовиться к немедленному оставлению судна

д)

Угол крена судна 70 градусов

При движении человека по продольному коридору внутри судна используется для опоры ног переборка и для опоры рук палуба и потолок



Судно находится за максимумом ДСО. Гарантировано опрокидывание судна в любой ближайший момент. Необходимо срочно вывести людей, готовиться к немедленному оставлению судна любым способом

Рис. 3. Способы выживания людей при опрокидывании судна: а — угол крена судна 20 °; б — угол крена судна 30 °; в — угол крена судна 45 °; г — угол крена судна 60 °; д — угол крена судна 70 °

Выводы

1. Большое число погибших при авариях морских и речных судов часто объясняется тем, что люди на борту (пассажиры и члены экипажа) не имели представления о времени и признаках приближающегося опрокидывания судна при накренивании и способах выживания, которые должны быть известны всем находящимся на борту судна.
2. Предлагаемые в настоящей статье способы выживания на борту судна основаны на оценке положения тела и возможностей опоры для человека, который перемещается по продольному коридору накренивающегося судна.

3. Предлагаемой информацией о возможности опрокидывания судна и способах выживания людей на борту можно воспользоваться в условиях темноты, задымления или пожара, которые могут сопровождать опрокидывание судна при аварии.

4. Рассмотренные в настоящей статье способы выживания людей, находящихся на борту опрокидывающегося судна при аварии, могут быть включены в программу подготовку членов экипажа и инструктирование пассажиров на борту судна.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ершов А. А. От «Титаника» до «Costa Concordia» неиспользованные возможности для спасения: монография / А. А. Ершов. — Saarbrücken, Deutschland: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2013. — 146 с.
2. Ершов А. А. Некоторые аварии и катастрофы отечественных и иностранных судов: монография / А. А. Ершов, В. И. Никольский. — СПб.: ГУМРФ им. адм. С. О. Макарова, 2013. — 196 с.
3. Ершов А. А. Теория судна. Статика: учебник / А. А. Ершов, Б. П. Коротков, Г. Т. Милькин, М. С. Овсянников. — СПб.: ГМА им. адм. С. О. Макарова, 2009. — 186 с.
4. Логиновский В. А. Моделирование оценки вероятности посадки судна на грунт с помощью нечетких чисел / В. А. Логиновский, А. А. Струков // Вестник Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова. — 2013. — № 1 (20). — С. 89–96.
5. Астерин В. В. Принципы координации подсистем судна для предупреждения столкновений / В. В. Астерин, Е. В. Хекерт // Вестник Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова. — 2013. — № 2 (21). — С. 13–22.
6. Сазонов А. Е. Прогнозирование траектории движения судна при помощи нейронной сети / А. Е. Сазонов, В. В. Дерябин // Вестник Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова. — 2013. — № 3 (22). — С. 6–13.
7. Бурмака А. И. Стратегия расхождения судов в ситуации чрезмерного сближения / А. И. Бурмака // Вестник Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова. — 2014. — № 1 (23). — С. 20–22.
8. Некрасов С. Н. Навигационные риски буксировки судна в стесненных навигационных условиях / С. Н. Некрасов, К. И. Ефимов, Д. В. Трененков // Вестник Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова. — 2014. — № 6 (28). — С. 13–19.
9. Ершов А. А. Использование зон безопасного расхождения для движения судов на подходах к портам и внутренних водных путях / А. А. Ершов // Сборник научных трудов профессорско-преподавательского состава ГУМРФ имени адмирала С. О. Макарова. — СПб.: Изд-во ГУМРФ им. адм. С. О. Макарова. — 2014. — С. 6–13.
10. Ершов А. А. Совершенствование методов обеспечения безопасности штормового плавания судов / А. А. Ершов, А. В. Теренчук // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Морская техника и технология. — 2015. — № 3. — С. 7–13.
11. Ершов А. А. Практический способ определения параметрического резонанса по бортовой качке судна / А. А. Ершов, А. В. Теренчук // Вестник Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова. — 2015. — № 5 (33). — С. 18–25.

THE WAYS OF SURVIVAL OF PEOPLE IN SEA AND RIVER ACCIDENTS

The article discusses ways of survival of passengers and crew members in sea and river vessel accidents. A large number of victims in such accidents as the Russian vessel "Bulgaria", Chinese ship "Star of the East", the Italian liner "Costa Concordia" and the South Korean ferry "Sewol" can also be explained by the fact that to people aboard and the rescuers were not known to the laws of capsizing the vessel and survival techniques that define the conditions under which it is to stay on board of the vessel is extremely dangerous. The people on board were not aware of specific conditions under which the ship is inevitably overturned and the ways to determine these conditions on board the ship in time to leave. The article offers practical survival techniques based on patterns of loss of stability of the vessel that will allow all aboard to detect timely the risk of loss of the vessel and safely to leave it.

Keywords: rollover of sea and river vessels, the ways of survival of people in sea and river accidents.

REFERENCES

1. Ershov, A. A. *Ot «Titanika» do «Costa Concordia» neispolzovannye vozможности dlja spasenija: monografija*. Saarbrücken, Deutschland: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2013: 146.
2. Ershov A. A., and V. I. Nikolskij. *Nekotorye avarii i katastrofy otechestvennyh i inostrannyh sudov: monografija*. SPb.: Izd-vo GUMRF imeni admirala S. O. Makarova, 2013.
3. Ershov, A. A., B. P. Korotkov, G. T. Milkin, and M. S. Ovsjannikov. *Teorija sudna. Statika: uchebnik*. — SPb.: GMA im. adm. S.O. Makarova, 2009.
4. Loginovskij, V. A., and A. A. Strukov. “Modeling of the probability assessment of grounding the vessel by fuzzy numbers.” *Vestnik Gosudarstvennogo universiteta morskogo i rechnogo flota imeni admirala S. O. Makarova* 1(20) (2013): 89–96.
5. Asterin, V. V., and E. V. Hekert. “Vessel subsystems coordination principles for collision avoidance.” *Vestnik Gosudarstvennogo universiteta morskogo i rechnogo flota imeni admirala S. O. Makarova* 2(21) (2013): 13–22.
6. Sazonov, A. E., and V. V. Derjabin. “Forecasting to paths of the motion ship with the help of neyronnoy network.” *Vestnik Gosudarstvennogo universiteta morskogo i rechnogo flota imeni admirala S. O. Makarova* 3(22) (2013): 6–13.
7. Burmaka, A. I. “The strategy of maneuvering of ships in a situation of excessive proximity.” *Vestnik Gosudarstvennogo universiteta morskogo i rechnogo flota imeni admirala S. O. Makarova* 1(23) (2014): 20–22.
8. Nekrasov, S. N., Efimov K. I., and D. V. Trenenkov. “Navigation risks towing in cramped navigational conditions.” *Vestnik Gosudarstvennogo universiteta morskogo i rechnogo flota imeni admirala S. O. Makarova* 6(28) (2014): 13–19.
9. Ershov, A. A. “Usage zones of safe passage in approaches to ports and inland waterways.” *Sb. nauch. tr. prof.-prep. sost. GUMRF im. adm. S. O. Makarova*. SPb.: Izd-vo GUMRF imeni admirala S. O. Makarova, 2014: 6–13.
10. Ershov, Andrey Aleksandrovich, and Alexander Vladimirovich Terenchuk. “Improvement of the methods of ensuring safety of storm navigation of the ships.” *Vestnik of Astrakhan State Technical University. Series: Marine Engineering and Technologies* 3 (2015): 7–13.
11. Ershov, Andrey Alexandrovich, and Alexander Vladimirovich Terenchuk. “Practical method for determining the parametric resonance of rolling of the vessel.” *Vestnik Gosudarstvennogo universiteta morskogo i rechnogo flota imeni admirala S. O. Makarova* 5(33) (2015): 18–25.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Ершов Андрей Александрович —
доктор технических наук, доцент.
ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени
адмирала С. О. Макарова»
ershov_63@mail.ru, kaf_mus@gumrf.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Ershov Andrey Alexandrovich —
Dr. of Technical Sciences, associate professor.
Admiral Makarov State University
of Maritime and Inland Shipping
ershov_63@mail.ru, kaf_mus@gumrf.ru

Статья поступила в редакцию 24 июня 2016 г.