ЭКСПЛУАТАЦИЯ ВОДНОГО ТРАНСПОРТА, ВОДНЫЕ ПУТИ СООБЩЕНИЯ И ГИДРОГРАФИЯ

DOI: 10.21821/2309-5180-2023-15-1-7-14

STUDYING THE ISSUE OF CALCULATIONS AMBIGUITY AT DETERMINING THE AMOUNT OF LOADED CARGO

A. V. Galin, A. E. Slitsan, E. V. Vinogradova

Admiral Makarov State University of Maritime and Inland Shipping,
St. Petersburg, Russian Federation

A unified algorithm for calculating the amount of loaded cargo is provided in the paper. The algorithm checks the vessel readiness to carry out survey work, on the basis of which further operations or the elimination of inconsistencies that have arisen, are proposed. Attention is paid in detail to the measurements carried out during the draft survey, necessary for calculating the average draft of the vessel. The error value is given as a percentage of the deadweight of the vessel, depending on the measured source. The necessary conditions for the issuance of a permit by a surveyor to carry out loading and unloading operations on a ship after checking the conformity of the results obtained with the declared data are defined in the paper. The "Bow-and-stern Sediment diagram" is investigated as a method intended for approximate, but at the same time fast, non-commercial calculation. It is proved that the calculation of the vessel displacement based on this diagram leads to a significant error resulting from a fundamental misunderstanding of the draft survey process and its purpose. The most common mistakes at using ship's documents, as well as the formulas use, are discussed in the paper. The ways of reducing inaccuracies in calculations are determined. It's substantiated in the paper that the use of the "average draft" and "river" formulas cannot be carried out for all types of vessels due to their possible specific design features, in particular, additional grades of deepening and the presence of hull bending. The specifics of the ship's register documents are given. The values of errors are also analyzed if there are only register documents on the ship. It's proved in the paper that the proposed unified algorithm for calculating the amount of loaded cargo is quite accurate compared to other methods considered.

Keywords: unified algorithm, draft survey, "average precipitation" formula, "hull bending" formula, "river" formula.

For citation:
Galin, Alexander V., Andrey E. Slitsan, and Erika V. Vinogradova. "Studying the issue of calculations ambiguity at determining the amount of loaded cargo." *Vestnik Gosudarstvennogo universiteta morskogo i rechnogo flota imeni admirala S. O. Makarova* 15.1 (2023): 7–14. DOI: 10.21821/2309-5180-2023-15-1-7-14.

УДК 656.6

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОПРОСА МНОГОЗАДАЧНОСТИ РАСЧЕТОВ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ КОЛИЧЕСТВА ПОГРУЖЕННОГО ГРУЗА

А. В. Галин, А. Е. Слицан, Э. В. Виноградова

ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени адмирала С. О. Макарова»,
Санкт-Петербург, Российская Федерация

В статье приведен унифицированный алгоритм расчета количества погруженного груза, который предполагает проверку готовности судна к проведению сюрвейерских работ. Отмечается, что на основании предлагаемой проверки возможно дальнейшее выполнение операций или устранение возникших несоответствий в исходных данных и методах проводимых расчетов. Особое внимание уделено замерам, выполняемым во время проведения драфт-сюрвея, необходимым для расчета усредненной осадки судна. Приведена величина погрешности в процентном соотношении от дедвейта судна в зависимости от измеряемого источника. В работе определены необходимые условия для выдачи разрешения сюрвейером на осуществление

погрузочно-разгрузочных работ на судне после проведения проверки соответствия полученных результатов с заявленными данными. Выполнено исследование «диаграммы осадок носом и кормой» в качестве способа, предназначенного для приблизительного, но в то же время быстрого некоммерческого расчета. Приведены доказательства того, что расчет водоизмещения судна на основании данной диаграммы обусловливает значительную величину погрешности, возникающей в результате фундаментального недопонимания процесса драфт-сюрвея и его цели. Рассмотрены наиболее распространенные ошибки в использовании судовых документов, а также применении формул для определения количества груза. Определены способы уменьшения неточностей в расчетах. Приведено обоснование того, почему применение формул «усредненной осадки» и «речной» не может осуществляться для всех типов судов ввиду их возможных специфических конструктивных особенностей (в частности, дополнительных марок углубления и наличия изгиба корпуса). Рассмотрена специфика регистровых судовых документов. Проанализированы значения погрешностей при наличии на судне только регистровых документов. В статье доказывается, что предложенный унифицированный алгоритм для расчета количества погруженного груза является достаточно точным по сравнению с другими применяемыми на практике методами.

Ключевые слова: унифицированный алгоритм, драфт-сюрвей, формула «усредненной осадки», «изгиб корпуса», «речная» формула.

Для цитирования:
Галин А. В. Исследование вопроса многозадачности расчетов при определении количества погруженного груза / А. В. Галин, А. Е. Слицан, Э. В. Виноградова // Вестник Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова. — 2023. — Т. 15. — № 1. — С. 7–14. DOI: 10.21821/2309-5180-2023-15-1-7-14.

Введение (Introduction)

Квалифицированный подсчет количества груза, погруженного на судно или выгруженного с него, является важнейшей задачей при определении количества навалочного груза, принятого судном к перевозке. Вес груза вычисляется как разница между водоизмещением судна до начала погрузки / выгрузки и водоизмещением судна по окончании погрузки / выгрузки с учетом изменения количества переменных запасов на борту судна.

Расчет водоизмещения является неотъемлемой частью драфт-сюрвея — метода, наиболее часто применяемого для расчета количества погруженного или выгруженного груза на судне, суть которого состоит в определении по осадке судна количества погруженного или выгруженного груза на грузовых судах, соответствующих требованиям Международной конвенции о грузовой марке (International Convention on Load Lines). Точность калькуляции водоизмещения напрямую зависит от измерения осадки судна, а также наличия всех необходимых расчетных данных в судовой документации.

Результаты данного расчета используются государственными и коммерческими организациями: грузоотправителями, грузополучателями, судовладельцами, фрахтователями и другими сторонами, интересы которых связаны с определяемым количеством груза. Первые используют их для определения сумм налогов и сборов, вторые — в части определения стоимости поставленного груза, величины фрахта и других платежей, связанных с выполнением заключенных договоров (договор поставки товара, договор морской перевозки и т. д.). Таким образом, корректность и точность проведения этих расчетов, имеющих принципиальный характер, позволят избежать убытков и коммерческих споров, которые могут возникнуть при расхождении в количестве груза, принятого к перевозке и выгруженного в порту назначения.

Методы и материалы (Methods and Materials)

Многозначность расчетов при проведении драфт-сюрвея. Наиболее распространенным методом определения количества погруженного на судно груза является драфт-сюрвей, в качестве расчетной основы для которого используется множество различных методов и формул. В то же время обоснованные оценки достоверности расчетов, выполненных по той или иной методике для конкретного судна или типа судов, практически отсутствуют [1]. Выбор метода целиком зависит от сюрвейера, что зачастую служит причиной возникновения разногласий по вопросам количества груза между заинтересованными сторонами.

В специальной литературе приведено описание множества разработок, которые, по мнению их создателей, следует использовать для выполнения драфт-сюрвея. В большинстве случаев такие разработки на практике неприменимы, поскольку создаются на основе теоретических положений. Как правило, недостатки рассматриваемых расчетов объясняются фундаментальным недопониманием процесса драфт-сюрвея и его целью [2]. В частности, расчет количества груза, погруженного на борт судна, заменяется одним из многих способов расчета водоизмещения, разработанных для иных целей.

Примером подобных фундаментальных ошибок является использование расчета водоизмещения на основе диаграммы осадок носом и кормой (рис. 1). Рассматриваемый в этом случае способ расчета предназначен для весьма приблизительного оперативного некоммерческого расчета (например, груза, погруженного за смену). Однако точность такого экспресс-расчета весьма невелика, поскольку в нем не учитываются *весомые* и *значимые* исходные данные, такие, например, как значения осадки судна на миделе.

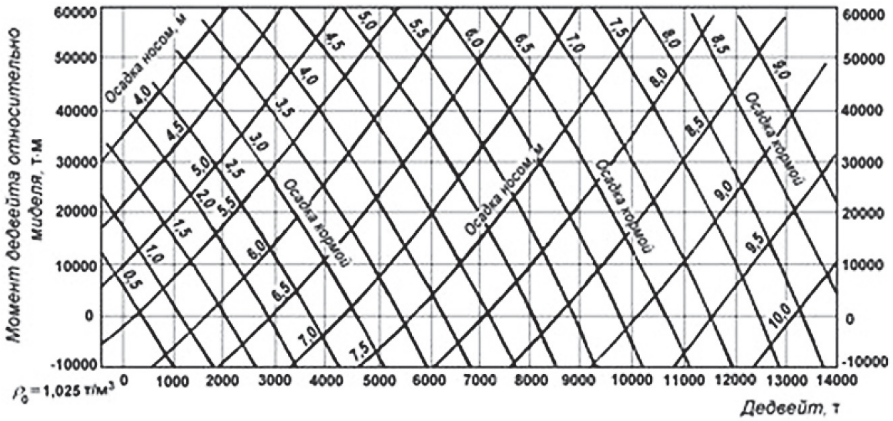

Рис. 1. Диаграмма осадок носом и кормой

До недавнего времени существовала практика использования сюрвейерами так называемой *речной формулы расчета* «*усредненной осадки*», которая в спорных случаях трактуется как не совсем точное определение количества груза с с последующим аннулированием итогов расчетов [3].

Необходимо отметить методику определения веса груза по осадке, при которой допускались к применению приблизительные способы калькуляции, такие как однократный расчет на основе фиксированного порожнего веса судна и расчет по габаритам корпуса с учетом изменения осадки [4], в которых не предусмотрен учет влияния дифферента и отстояния марок осадки от перпендикуляров. Таким образом, задаче обеспечения единообразия методов расчетов при проведении драфт-сюрвея необходимо придавать бóльшее значение, чем повышению точности самих методов, как чрезвычайно актуальной для России, поскольку значительное количество отечественных судов имеют такие особенности, как *дополнительные марки и гибкий корпус*. Это относится практически ко всем отечественным судам типа «река – море» вне зависимости от года постройки: от старых судов пр. 1565 «Волго-Дон» до самых современных судов класса «Волго-Дон макс», в том числе судов двойного назначения проекта RST54.

Единый алгоритм проведения драфт-сюрвея. Заказчиками выполнения драфт-сюрвея могут быть грузоотправители, грузополучатели, судовладельцы, фрахтователи и другие стороны, интересы которых так или иначе связаны с грузом. Предполагается, что специалист, выполняющий драфт-сюрвей (сюрвейер), обязан указать в своем отчете все обстоятельства, которые могли повлиять на точность определения количества груза. Необходимым условием выполнения данной задачи является *максимально тщательное и добросовестное выполнение измерений.* Однако практика проведения драфт-сюрвея показывает, что указанному вопросу не придается достаточного внимания [5]. Оптимальным решением для обеспечения точности и единообразия расчетов, а также исключением имеющихся на текущий момент разногласий, является снабжение судов как регламентами

проведения, включая допустимые к использованию формулы расчета и бортовые программы, так и специальные документы, созданные для драфт-сюрвея.

Среди специалистов и заказчиков драфт-сюрвея распространено мнение о том, что при отсутствии исходных данных, необходимых для расчетов, эти данные можно рассчитать или определить [6]. При этом сюрвейер рассматривается как квалифицированный специалист, который в состоянии самостоятельно получить отсутствующие данные или рассчитать адекватную замену, что является достаточно серьезным заблуждением. Необходимо осознавать, что при отсутствии необходимых данных любая попытка их восполнить, скорее всего, приведет лишь к увеличению погрешности. Использование дополнительных формул допустимо лишь в случае, когда их применимость научно обоснована и подтверждена практикой именно для драфт-сюрвея и для использования на данном типе судна. В таком случае эти формулы обязательно должны быть зарегистрированы в судовом персональном руководстве по драфт-сюрвею.

Является целесообразным внести следующие ограничения в процесс проведения драфт-сюрвея для повышения точности расчетов:

1. Запретить самостоятельное определение любых данных в случае их отсутствии в утвержденной судовой документации.

2. Не допускать применение любых формул или алгоритмов расчетов кроме официально утвержденных в персональных судовых документах именно для целей драфт-сюрвея.

3. Если какие-либо судовые данные из перечня обязательных отсутствуют, то необходимо принять, что итоговая погрешность расчета будет увеличена в процентах на величину, рассчитанную для каждого показателя, приведенного в таблице, которая зависит от влияния данного показателя на результат драфт-сюрвея и дедвейта судна.

Влияние параметров на точность расчетов

Показатель	Величина, % DWT
1. Плотность забортной воды	0,01
2. Плотность балласта	0,01
3. Снятие данных гидростатики с аналоговой таблицы	0,30
4. Судовая гидростатика	0,25
5. Калибровочные таблицы танков	2,00
6. Применение опрессовки танков	2,00
7. Неучтенный незамеряемый балласт	1,00
8. Изгиб корпуса более допустимой величины, расчет «усредненной осадки»	3,00
9. Неучет значений осадки на дополнительных марках углубления	1,00
10. Снятие данных осадки в зависимости от высоты волнения	0,60

Таким образом, в алгоритм проведения драфт-сюрвея вводится дополнительный пункт «Проверка наличия документации» (рис. 2), который включает предложенные ограничения. Такое изменение алгоритма позволит избежать ранее указанных ошибок и увеличить точность в определении количества груза погруженного на борт судна.

Расчеты по замерам осадки судна выполняются сюрвейером совместно с грузовым помощником или капитаном в порядке, установленном в судовой документации [7] в случае, если судно имеет конструктивные особенности, не позволяющие применять предлагаемый регламент. После проведения расчетов сюрвейер сверяет рассчитанные данные с полученными от представителей судна (судовая константа, заявленное количество груза). В случае обнаружения значительных различий представляется целесообразным проведение повторных замеров и расчетов. После получения результатов повторных расчетов сюрвейер дает разрешение на проведение грузовых работ. Результаты расчетов документально оформляются и подписываются сюрвейером и представителем судна.

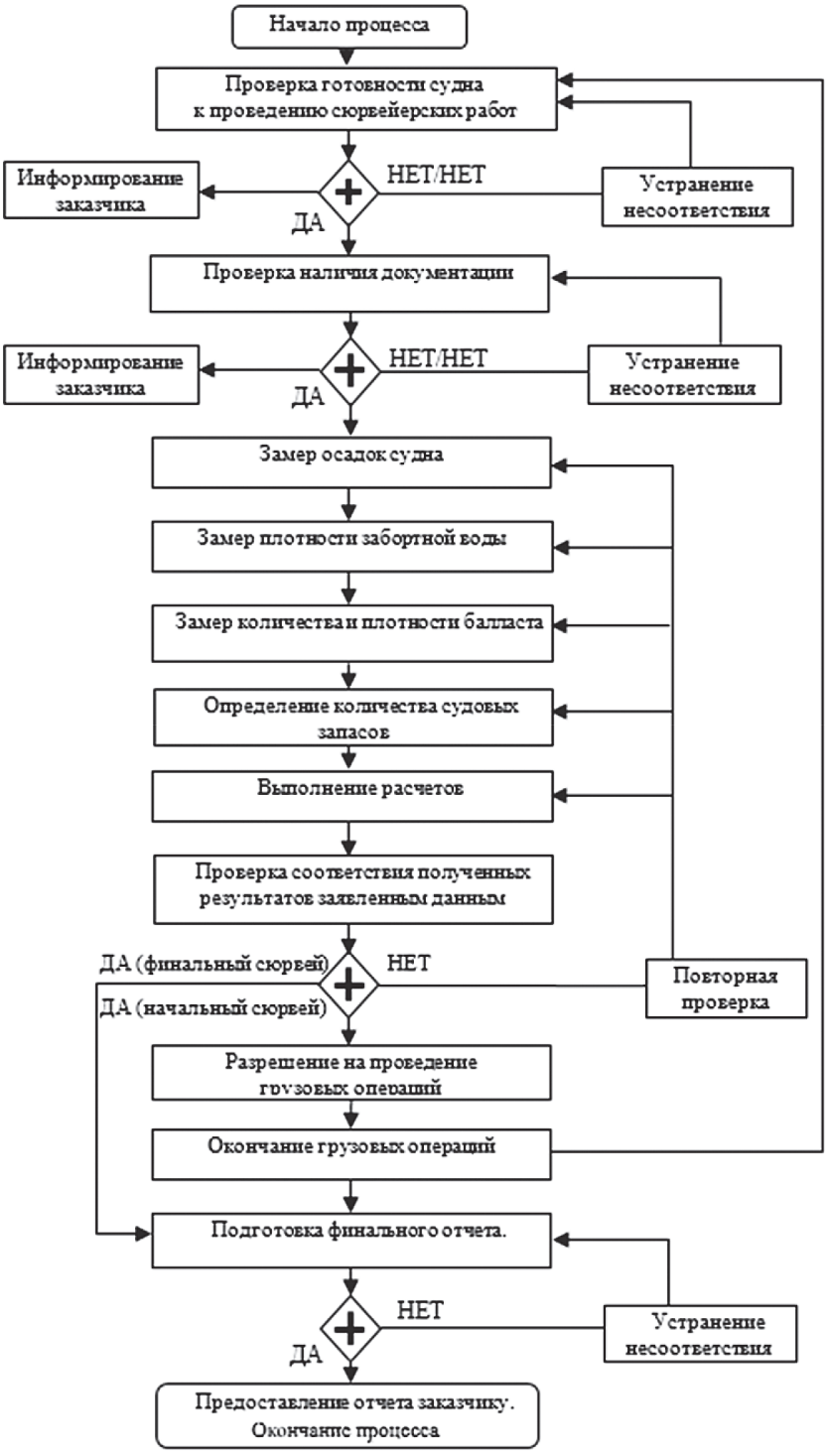

Рис. 2. Алгоритм выполнения драфт-сюрвея

Одним из ключевых этапов при расчете драфт-сюрвея является определение «усредненной осадки» судна:

$$MMM = \frac{T_{AP} + 6T_{MP} + T_{FP}}{8}, \quad (1)$$

где T_{AP} — средняя осадка на кормовом перпендикуляре, м;

T_{MP} — средняя осадка на перпендикуляре на миделе, м;

T_{FP} — средняя осадка на носовом перпендикуляре, м.

В специальной литературе часто можно встретить также другие формулы для расчета усредненной осадки (например, так называемую *речную формулу*, предназначенную для использования на речных судах):

$$MMM = \frac{T_{AP} + 4T_{MP} + T_{FP}}{6}. \quad (2)$$

Следует отметить, что данную формулу следует применять с осторожностью и лишь при соответствующих указаниях в «Судовом руководстве по проведению драфт-сюрвея», так как она, как и другие подобные формулы, не являются официально признанными, поэтому ответственность за негативные последствия, возникшие после ее применения, будут возложены на применившую ее сторону [8]. Сюрвейерский отчет, выполненный с использованием таких формул, может быть поставлен под сомнение или опротестован.

Для расчета с точностью 0,5 % необходимо использование документов, изготовленных и утвержденных для каждого судна исключительно для целей драфт-сюрвея. При использовании регистровых документов («Информации об остойчивости») невозможно обеспечить точность расчета количества груза выше 2 %. Для судов с гибким корпусом погрешность зависит от величины изгиба и в некоторых случаях может превышать даже 15 % [9].

Согласно проведенным практическим экспериментам, при расчете количества погруженного груза с использованием формулы «усредненной осадки» при наличии изгиба корпуса судна погрешность водоизмещения составляет более 0,5 %. Поэтому в данном случае следует отказаться от использования формулы «усредненной осадки» и выполнять расчеты *методом интеграции по шпангоутам*, который является универсальным. Также возможны следующие допущения:

– использование для расчета средней осадки иной, чем формула (1), так называемой *речной формулы* (2));

– применение *полудифферентного метода* для расчета средней осадки.

Практика и проводимое компьютерное моделирование показали, что на некоторых типах судов применение рассмотренного метода весьма корректно, в то же время на других — его применение значительно увеличивает погрешность. Поэтому можно предположить, что использование указанного способа расчета будет возможно лишь при условии, что их применимость к конкретному судну будет обоснованной, и индивидуально утверждена в судовом «Руководстве по проведению драфт-сюрвея» [10].

Сюрвейер не в состоянии выполнить столь сложный анализ возможности применения тех или иных методов расчета на конкретном судне, поэтому их применение по желанию сюрвейера должно быть исключено, необходимо использовать только метод, утвержденный для данного судна Отличительными характеристиками регистровых судовых документов для проведения драфт-сюрвея являются следующие особенности их разработки и применения:

1. Гидростатическая информация для целей расчета остойчивости изготавливается на этапе проектирования судна на основе судовых чертежей без учета реальных особенностей корпуса судов. Гидростатическая информация, пригодная для целей драфт-сюрвея, изготавливается после постройки судна по факту получения реальных данных обмера корпуса.

2. Калибровочные таблицы судовых танков для расчета остойчивости изготавливаются также на этапе проектирования судна на основе судовых чертежей и не учитывают реальных особенностей танков. Калибровочные таблицы, пригодные для целей драфт-сюрвея, изготавливаются после постройки судна по факту получения реальных данных обмера танков изнутри по стандарту ISO 8311.

Заключение (Conclusion)

Предложенный алгоритм проведения драфт-сюрвея является унифицированным и предназначен для определения количества погруженного груза по осадке судна. До последнего времени при осуществлении драфт-сюрвея применялось множество различных методов и формул, результатом которых являлись разногласия по количеству груза, связанные с отсутствием единого ме-

тода. Наиболее распространенной ошибкой при проведении драфт-сюрвея была замена исходных данных, необходимых для применения указанного метода, расчетными данными, в результате чего возникала существенная погрешность.

Применение формул, не относящихся к официально признанным, допустимо лишь в том случае, когда использование этих формул документально подтверждено именно в целях использования драфт-сюрвея на данном конкретном судне.

Использование предложенного алгоритма обеспечивает необходимую точность расчета погруженного груза на борт судна, обеспечивает отсутствие коммерческого брака и в итоге судебных разбирательств при доставке навалочных грузов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Ли С. В.* Инновационная технология по разгрузке массовых навалочных грузов / С. В. Ли, О. Ж. Рабат, Н. Д. Сайдинбаева, А. Н. Салманова // Новости науки Казахстана. — 2020. — № 2 (144). — С. 60–65.

2. *Ситов А. Н.* Морская перевозка железа прямого восстановления навалом / А. Н. Ситов, В. А. Маловечко, А. Е. Слицан // Вестник Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова. — 2018. — Т. 10. — № 6. — С. 1162–1178. DOI: 10.21821/2309-5180-2018-10-6-1162-1178.

3. *Галин А. В.* Экономическое развитие общества и транспортные системы доставки грузов / А. В. Галин, А. А. Дмитриев, Э. В. Виноградова // Вестник Астраханского государственного технического университета. — 2020. — № 1 (69). — С. 7–12. DOI: 10.24143/1812-9498-2020-1-7-12.

4. *Арефьев А. А.* Специфика транспортировки навалочных грузов / А. А. Арефьев // Современные вопросы экономики и управления: сборник научных трудов I Международной научно-практической конференции. — Кинель: Самарская государственная сельскохозяйственная академия, 2018. — С. 228–230.

5. *Ивановский А. Н.* Расчет и программная реализация процедуры драфт сюрвей в рамках практического курса «Автоматизация судовождения» / А. Н. Ивановский, А. С. Сиушкина, Ю. Д. Шпатович // Современные тенденции практической подготовки в морском образовании. Материалы III национальной научно-практической конференции. — Керчь: ФГБОУ ВО «Керченский государственный морской технологический университет», 2022. — С. 291–297.

6. *Тимченко Т. Н.* Актуальные проблемы определения массы насыпных грузов методом «драфт-сюрвей» / Т. Н. Тимченко, М. В. Бухтенко // Научное обозрение. — 2017. — № 19. — С. 104–108.

7. *Kuznetsov A. L.* Simulation for assessment of bulk cargo berths number / A. L. Kuznetsov, A. V. Kirichenko, A. E. Slitsan // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. — IOP Publishing, 2017. — Vol. 87. — Is. 6. — Pp. 062010. DOI: 10.1088/1755–1315/87/6/062010.

8. *Ивановский А. Н.* Экономическое обоснование эффективности внедрения АСУ ТП Драфт сюрвей на судах типа балкер / А. Н. Ивановский, Е. Д. Коломейцева, А. Д. Кузнецов // Вестник Керченского государственного морского технологического университета. — 2022. — № 3. — С. 242–253.

9. *Тарасов В. В.* Драфт-сюрвей как оптимальный способ определения количества навалочных грузов при перевозке водным транспортом / В. В. Тарасов // Сборник научных трудов по материалам международной научно-практической конференции. — 2010. — Т. 1. — № 1. — С. 100–102.

10. *Соколов С. С.* Автоматизация определения осадки судна методами машинного обучения / С. С. Соколов, А. Н. Ивановский // Современные наукоемкие технологии. — 2021. — № 7. — С. 67–72. DOI: 10.17513/snt.38754.

REFERENCES

1. Li, S. V., O. Zh. Rabat, N. D. Saidinbaeva, and A. N. Salmanova. “Innovatsionnaya tekhnologiya po razgruzke massovykh navalochnykh gruzov.” *Novosti nauki Kazakhstana* 2(144) (2020): 60–65.

2. Sitov, Alexandr N., Vladimir A. Malovechko, and Andrey E. Slitsan. “Sea transportation of direct reduced iron in bulk.” *Vestnik Gosudarstvennogo universiteta morskogo i rechnogo flota imeni admirala S. O. Makarova* 10.6 (2018): 1162–1178. DOI: 10.21821/2309-5180-2018-10-6-1162-1178.

3. Galin, Alexander Valentinovich, Alexander Aleksandrovich Dmitriev, and Erika Vladimirovna Vinogradova. “Economic development of society and cargo transportation systems.” *Vestnik of Astrakhan state technical university* 1(69) (2020): 7–12. DOI: 10.24143/1812-9498-2020-1-7-12.

4. Aref'ev, A. A. "Spetsifika transportirovki navalochnykh gruzov." *Sovremennye voprosy ekonomiki i upravleniya. Sbornik nauchnykh trudov I Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii*. Kinel': Samarskaya gosudarstvennaya sel'skokhozyaistvennaya akademiya, 2018. 228–230.

5. Ivanovskii, A. N., A. S. Siushkina, and Yu. D. Shpatovich. "Raschet i programmnaya realizatsiya protsedury draft syurvei v ramkakh prakticheskogo kursa «Avtomatizatsiya sudovozhdeniya»." *Sovremennye tendentsii prakticheskoi podgotovki v morskom obrazovanii. Materialy III natsional'noi nauchno-prakticheskoi konferentsii*. Kerch': FGBOU VO «Kerchenskii gosudarstvennyi morskoi tekhnologicheskii universitet», 2022. 291–297.

6. Timchenko, Tat'yana Nikolaevna, and Mikhail Vladmirovich Bukhtenko. "Relevant problems of determining the mass of bulk cargo by the draft survey method." *Scientific Review* 19 (2017): 104–108.

7. Kuznetsov, A. L., A. V. Kirichenko, and A. E. Slitsan. "Simulation for assessment of bulk cargo berths number." *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. Vol. 87. No. 6. IOP Publishing, 2017. DOI: 10.1088/1755–1315/87/6/062010.

8. Ivanovskii, A. N., E. D. Kolomeitseva, and A. D. Kuznetsov. "Analysis of an automated draught survey system implementation efficiency on bulkers." *Bulletin of the Kerch State Marine Technological University* 3 (2022): 242–253.

9. Tarasov, V. V. "Draft-syurvei kak optimal'nyi sposob opredeleniya kolichestva navalochnykh gruzov pri perevozke vodnym transportom." *Sbornik nauchnykh trudov po materialam mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii* 1.1 (2010): 100–102.

10. Sokolov, S. S., and A. N. Ivanovskiy. "Automatization of draft marks reading on ships with machine learning." *Modern high technologies* 7 (2021): 67–72. DOI: 10.17513/snt.38754.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Галин Александр Валентинович —
доктор технических наук, доцент
ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени адмирала
С. О. Макарова
198035, Российская Федерация, г. Санкт-Петербург,
ул. Двинская, 5/7
e-mail: *galin2403@gmail.com*, *kaf_top@gumrf.ru*
Слицан Андрей Евгеньевич —
кандидат технических наук, доцент
ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени адмирала
С. О. Макарова
198035, Российская Федерация, г. Санкт-Петербург,
ул. Двинская, 5/7
e-mail: *slicanae@gumrf.ru*
Виноградова Эрика Владимировна — аспирант
Научный руководитель:
Кузнецов Александр Львович —
доктор технических наук, профессор
ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени адмирала
С. О. Макарова
198035, Российская Федерация, г. Санкт-Петербург,
ул. Двинская, 5/7
e-mail: *fynn@list.ru*

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Galin, Alexander V. —
Dr. of Technical Sciences, associate professor
Admiral Makarov State University of Maritime
and Inland Shipping
5/7 Dvinskaya Str., St. Petersburg, 198035,
Russian Federation
e-mail: *galin2403@gmail.com*, *kaf_top@gumrf.ru*
Slitsan, Andrey E. —
PhD, associate professor
Admiral Makarov State University of Maritime
and Inland Shipping
5/7 Dvinskaya Str., St. Petersburg, 198035,
Russian Federation
e-mail: *slicanae@gumrf.ru*
Vinogradova, Erika V. — Postgraduate
Supervisor:
Kuznetsov, Aleksandr L. —
Dr. of Technical Sciences, professor
Admiral Makarov State University of Maritime
and Inland Shipping
5/7 Dvinskaya Str., St. Petersburg, 198035,
Russian Federation
e-mail: *fynn@list.ru*

Статья поступила в редакцию 3 ноября 2022 г.
Received: November 3, 2022.