

УДК 656.624.3.

DOI: <https://doi.org/10.37890/jwt.vi65.139>

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИ ВНЕДРЕНИИ ПРИБОРОВ ДЛЯ ТОЧНОГО ИЗМЕРЕНИЯ ОСАДКИ СУДОВ

А.И. Телегин

*Волжский государственный университет водного транспорта,
г. Нижний Новгород, Россия*

А.О. Ничипорук

*Волжский государственный университет водного транспорта,
г. Нижний Новгород, Россия*

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7763-2829>

А.Г. Мальшкин

*Волжский государственный университет водного транспорта,
г. Нижний Новгород, Россия*

Аннотация. В статье обосновывается актуальность повышения точности определения массы груза по осадке судна с целью повышения экономической эффективности эксплуатации судов, для чего предлагается установка на суда дистанционных осадкомеров, а также предложены расчеты эффективности по внедрению приборов для измерения осадки судов и их применению на практике. Проведенный анализ показал, что при использовании традиционных способов определения осадки существует весьма значительная погрешность измерений, негативно влияющая на качество перевозок и достоверность определения массы груза. Авторами представлена методика определения экономической эффективности оборудования судов дистанционными осадкомерами. На контрольных примерах, выполненных для условий перевозки различных грузов на конкретных линиях, показана ожидаемая эффективность использования дистанционных осадкомеров по сравнению с традиционными способами определения осадки судна. Согласно полученных результатов, окупаемость установки осадкомеров на судах наступает для низкотарифицированных грузов в течение пяти рейсов, для более дорогостоящих и высокотарифицированных грузов – уже за первый рейс.

Ключевые слова: речной транспорт, дистанционные осадкомеры, определение массы груза

Введение

При транспортировании грузов на водном транспорте широко используется определение массы груза по осадке судна. Существуют различные рекомендации и требования к организации и осуществлению основных этапов, расчету параметров, учитываемых в данном способе. Причем на речном транспорте определение массы груза по осадке судна осуществляется в соответствии с Кодексом внутреннего водного транспорта и правилами перевозки грузов [1, 2]. На морском транспорте работы по определению массы груза в судне и соответствующие расчеты (драфт-сюрвей) производятся в соответствии с международными рекомендациями [3-5]. На обоих видах транспорта, указанных выше, в расчетах в качестве основных показателей используются: величина осадки судна до начала и после окончания грузовых работ, масса балласта, топлива, судовых запасов.

В соответствии с нормативными положениями точность измерений и погрешности их проведения должны составлять не более 0,5% от общей массы груза. Выполненные на морском и речном транспорте исследования указывают на то, что суще-

ствующая система, используемая для проведения измерений (документально и технически), не обеспечивает требуемой точности [6, 7]. При этом значения погрешности при определении массы груза зависят от целого спектра различных факторов и могут находиться в интервале от -4,0 до +4,0% [7-10].

В пунктах погрузки-выгрузки грузов по указанной причине, как правило, обнаруживаются излишки или недостача груза. В практической деятельности портов наиболее часто (до 70-80%) наблюдаются случаи завышения массы грузов по сравнению с их реальной величиной, что отрицательно сказывается на выполнении договорных обязательств судоходных компаний, снижении качества перевозок и экономических показателях. Таким образом, существует актуальная необходимость в совершенствовании данного способа определения массы груза.

Рассмотрим проблему обеспечения более высокой достоверности замеров осадки судна. При существующем (глазомерном) способе фиксирования величины осадки судна получить точное и соответствующее действительности значение в ряде случаев не представляется возможным из-за влияния целого ряда факторов. Согласно работы [6], суммарная ошибка при визуальном определении величины осадки судна составляет 1-2 см, а в зависимости от размерений и грузоподъемности судна достигает 20-80 т и более. В отдельных работах отмечается, что опытный специалист, производящий измерения при благоприятных гидрометеорологических условиях, на основании судовой документации, полностью отражающей все технические и конструктивные особенности судна, может выполнить работу с высокой точностью измерений [11, 12]. Однако необходимо отметить, что в реальной практике перевозок грузов водным транспортом обеспечить идеальные указанные условия для измерения судовых осадок и проведения последующих расчетов трудно достижимо.

В ряде зарубежных работ предлагается для повышения качества результатов визуального определения осадок использовать вспомогательные средства, программные комплексы и технические решения (например, оптические сенсоры, видеоаппаратуру и др.) [13-17]. Однако большинство из этих предложений не прошли должной апробации либо могут использоваться при ряде допущений (отсутствие волнения, установка лицензионного программного обеспечения). Также отсутствуют достоверные данные о повышении точности проводимых измерений и результаты сравнения с традиционными способами определения осадки.

Относительно высокая точность определения массы груза на борту судна достигается на морском флоте с помощью специальных технических средств – дистанционных осадкомеров [18]. Достоинством использования дистанционных осадкомеров является: оперативное и быстрое получение информации о посадке судна во время его эксплуатации; принятие мер по обеспечению необходимой остойчивости судна; предотвращение чрезвычайных ситуаций вследствие потери остойчивости, появления дифферента или нежелательного крена судна [19, 20]. На речном транспорте подобными средствами не оснащены даже грузовые самоходные суда современной постройки, соответственно такое положение приводит к снижению точности измерений и, как следствие, к увеличению погрешности в расчетах. При этом суда, как правило, загружаются со значительным превышением или занижением массы отправляемых грузов.

Методика определения эффективности оборудования судов осадкомерами

Целесообразность оборудования дистанционными осадкомерами грузовых судов на речном транспорте по сравнению с использованием традиционного визуального способа определения осадок, с учетом относительно невысокой грузоподъемности судов (по сравнению с морским флотом) и низкой стоимости перевозимых грузов, требует дополнительного обоснования. Для этой цели предлагаются следующие методические положения.

Экономическая эффективность оборудования речных судов дистанционными осадкомерами (D_{pc}) на одно судно с учетом затрат на их приобретение и установку составит:

$$D_{pc} = \sum_i^m \Delta\Pi_{di} - C_d, \quad (1)$$

где $\Delta\Pi_{di}$ – экономический эффект от оснащения судна дистанционными осадкомерами за i -ый рейс, руб;

C_d – стоимость дооборудования судна дистанционными осадкомерами, включая приобретение и установку, руб;

m – количество рейсов за навигацию, ед.

Экономический эффект от оснащения судна дистанционными осадкомерами по сравнению с традиционным способом определения осадки будет определяться:

$$\Delta\Pi_d = \Xi_0 - \Xi_d, \quad (2)$$

где Ξ_0 , Ξ_d – потери судоходной компании соответственно без и при использовании осадкомеров, возникающие из-за потерь фрахта за недогруз судна и штрафа за недостачу груза, руб.

Затраты на оборудование судна дистанционными осадкомерами составят:

$$C_d = (C_{np} + C_y) \times n_{np}, \quad (3)$$

где C_{np} – цена одного дистанционного осадкомера, руб;

C_y – стоимость работ по установке одного дистанционного осадкомера на судно, руб;

n_{np} – количество осадкомеров, необходимых на судне, ед.

Потери судоходной компании соответственно без использования осадкомеров, возникающие из-за потерь фрахта за недогруз судна и штрафа за недостачу груза, предлагается определять по выражению:

$$\Xi_0 = (G_0 - G_{ey})(C_r + T_r), \quad (4)$$

где G_0 – недостача груза, образующаяся при использовании в расчетах данных традиционного (визуального) способа, т;

G_{ey} – величина недостачи груза в соответствии с нормами естественной убыли (перевозчик освобождается от ответственности), т;

C_r – цена груза, руб/т;

T_r – провозная плата, руб/т.

$$G_{ey} = \frac{G_r \times N_{ney}}{100}, \quad (5)$$

где G_r – количество груза, принятое к перевозке и указанное в соответствующих транспортных документах, т;

N_{ney} – норма убыли, устанавливающая размер допустимых естественных потерь груза, в пределах которого перевозчик не несет ответственности за недостачу груза, %.

Суммарные потери судоходной компании при оборудовании судов осадкомерами предлагается определять по выражению:

$$\Xi_d = (G_d - G_{ey})(C_r + T_r), \quad (6)$$

где G_d – величина недостачи груза, полученная при расчете количества груза по данным осадкомеров, т.

При условии $G_{ey} \geq G_d$, судоходная компания освобождается от ответственности за недостачу груза, в этом случае экономические потери судовладельца отсутствуют.

Подставив в (2) значения из (4) и (6) и проведя преобразования, получим:

$$\Delta\Pi_d = (G_0 - G_d)(C_r + T_r). \quad (7)$$

На основании изложенных выше методических положений проведены расчеты по определению эффективности применения дистанционных осадкомеров, результаты которых приведены в табл. 1 и показаны на рис. 1.

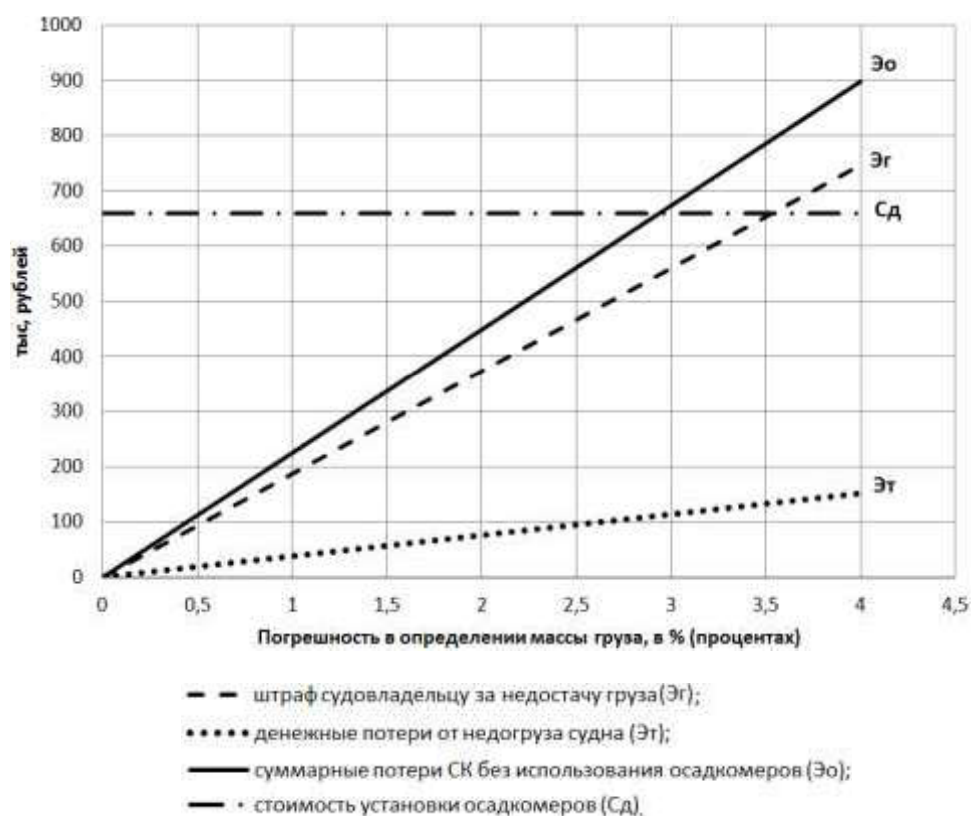


Рис. 1. Затраты по оснащению судна дистанционными осадкомерами и зависимость дополнительных расходов перевозчика за один рейс от точности определения массы груза при транспортировании серы по маршруту Бузан – Кавказ

Таблица 1

Показатели применения дистанционных осадкомеров в зависимости от рода груза, линии перевозки и количества рейсов

Показатель	Груз (линия перевозки)					
	щебень (Онежское озеро – Нижний Новгород)		сера (Бузан – Кавказ)		сульфат аммония (Тольятти – Астрахань)	
	$G_{ev} \geq G_d$	$G_{ev} < G_d$	$G_{ev} \geq G_d$	$G_{ev} < G_d$	$G_{ev} \geq G_d$	$G_{ev} < G_d$
Размер провозной платы, руб/т	650		710		740	
Цена груза, руб/т	1100		3500		10620	
Масса партии груза, т	2950		5332		4000	
Эффективность применения осадкомеров за один рейс, тыс. руб./рейс	154,9	180,7	673,4	785,7	1363,2	1590,4
Результат применения осадкомеров за вычетом стоимости закупки и оборудования, тыс. руб:						
за 1 рейс	-505,1	-479,3	13,4	125,7	703,2	930,4
за 5 рейсов	114,4	243,4	2707,2	3268,4	6156,0	7292,0
за 10 рейсов	888,8	1146,9	6074,3	7196,7	12972,0	15244,0

Суммарные потери судоходных компаний при использовании традиционного (визуального) способа определения массы груза по осадке судна значительно выше затрат на установку дистанционных осадкомеров. При этом перевозка дорогостоящих грузов характеризуется высокой окупаемостью приобретения и установки осадкомеров (в рассматриваемых примерах она достигается за один или несколько рейсов). Также за счет использования дистанционных осадкомеров будет повышаться точность определения массы груза в судне в портах отправления и назначения, исключены штрафы за недостачу грузов и появится возможность получения судовладельцем дополнительного дохода. Графическая иллюстрация эффективности использования осадкомеров представлена на рис. 2.

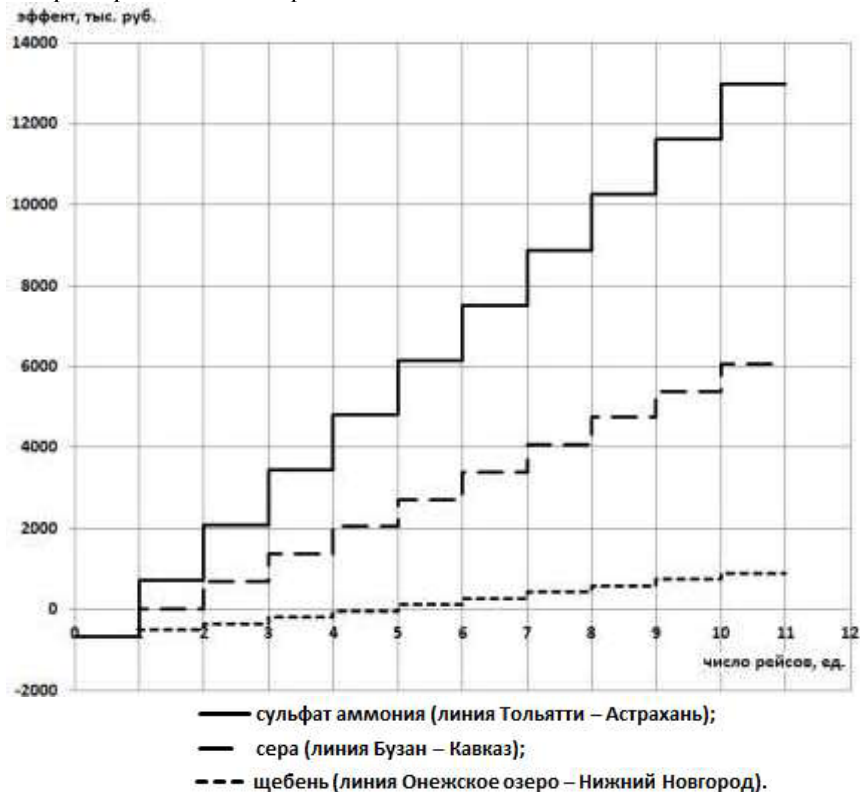


Рис. 2. Эффект использования осадкомеров судоходной компанией в зависимости от количества осуществленных рейсов и вида перевозимого груза

Заключение

Таким образом, финансовые вложения судовладельцев в дооборудование дистанционными осадкомерами грузовых теплоходов внутреннего водного транспорта будут иметь высокую окупаемость и улучшенные производственно-экономические показатели. Повышение точности измерения массы перевозимых грузов в речных судах значительно увеличит статус судоходных компаний при транспортном обслуживании грузовладельцев.

Список литературы:

1. Кодекс внутреннего водного транспорта Российской Федерации. Федеральный закон №24-ФЗ от 7 марта 2001 г. (ред. от 08.06.2020) / Режим доступа: <http://base.consultant.ru>.

2. Правила перевозок грузов (речной транспорт), ч. I. – Н. Новгород: ТОО «Фора», 1994. – 285 с.
3. ECE/ENERGY/19 – Code of uniform standards and procedures for the performance of draught surveys of coal cargoes. Economic Commission for Europe, United Nations. – 1992. – Режим доступа: http://www.unecce.org/fileadmin/DAM/energy/se/pdfs/ece_energy_19r.pdf.
4. Measurement of Cargo Loaded by Draft Survey. BCP/J/5616. – Burness Corlett & Ptns. (IOM) Ltd., 1995. – 22 p.
5. Weighting Rules. No.123. – London: GAFTA, 2012. – 123 p.
6. Разработка научно-обоснованных предложений по структуре и содержанию методики расчёта массы погруженного и выгруженного груза по осадкам судна (драфт-сюрвей). Отчет по НИР. Государственный контракт № РТМ – 186/16 от 30 сентября 2016 г. № госрегистрации АААА-А16-116110310047-5. СПб: ГУМРФ, 2016. – 130 с.
7. Бимбереков П.А. Исследование точности определения значений по шкале осадок с применением фото и видеосъемки / П.А. Бимбереков, В.Д. Звонков // «Научные проблемы транспорта Сибири и Дальнего Востока». – 2014. – №1-2. – С. 169–173.
8. Денисов Н.И. Исследование и совершенствование методов определения массы навалочных грузов на речном транспорте: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.22.19 / Н.И. Денисов. – Горький, ГИИВТ, 1980. – 25 с.
9. Телегин А.И. Качество и эффективность перевозок сухогрузов. Методы и результаты исследований за 1970-2000 годы : монография / А.И. Телегин [и др.]. – Н. Новгород: ВГАВТ, 2002. – 299 с.
10. Телегин А.И. Проблема определения массы навалочных грузов по осадке судна / А.И. Телегин, А.О. Ничипорук, В.Н. Шабров // Речной транспорт (XXI век). – 2013. – №4. – С. 83–86.
11. Ермаков С.В. Оценка расхождения масс принятого и сданного грузов при определении массы по осадкам (методом драфт-сюрвей) / С.В. Ермаков, И.В. Якута. – Морские интеллектуальные технологии. – №4 (42). – Т.3. – 2018. – С. 103–108.
12. Якута И.В. Оценка расхождения масс принятого и сданного грузов при определении массы по осадкам (методом драфт-сюрвей) / И.В. Якута, С.В. Ермаков. – Вестник МГТУ. – Т.19. – №4. – 2016. – С. 822–829. DOI: 10.21443/1560-9278-2016-4-822-829.
13. Assessing Risk of Draft Survey by AHP Method / Guangcheng Xu, Kuimin Zhao, Zhaoying Zuo, Gang Liu, Binguo Jian, Yan Lin, Yukun Fan, and Fei Wang // Advances in Materials, Machinery, Electronics II. AIP Conference Proceedings. – AIP Publishing, 2018. <https://doi.org/10.1063/1.5033696>.
14. Domnişoru L. On the software drswin designed for barges Draught survey processing / L. Domnişoru, F. Păcuraru, A. Modiga // Annals of “Dunarea de Jos” University of Galati. Fascicle XI. – Shipbuilding. Galati University Press, 2016. – Pp. 11-18.
15. Gu H.W. Digital Measurement System for Ship Draft Survey / H.W. Gu, W. Zhang, W.H. Xu // Applied Mechanics & Materials. – 2013. – Pp. 333-335; 312-316.
16. Ivče R. Ship’s cargo handling system with the optical fiber sensor technology application / R. Ivče, I. Jurdana, S. Kos // Scientific Journal of Maritime Research. – 2014. – 28. – Pp. 118-127.
17. Tsujii T. Automatic draft reading based on image processing / T. Tsujii, H. Yoshida, Y. Iiguni // Optical Engineering. – 2016. – №55(10). – Pp. 104-104. <https://doi.org/10.1117/1.OE.55.10.104104>.
18. Телегин А.И. Опыт применения дистанционных осадкомеров на морских грузовых судах, технико-экономические и коммерческие требования их применения на речных грузовых судах / А.И. Телегин, А.О. Ничипорук, В.Н. Шабров // Вестник ВГАВТ. Выпуск 35. – Н. Новгород: Изд-во ФБОУ ВПО «ВГАВТ», 2013. – С. 312–316.
19. Алексеев С.В. Автоматизированный контроль фактической остойчивости судов при плавании в ледовых и штормовых условиях / С.В. Алексеев, А.А. Поляшов. – Транспорт Российской Федерации. – №4 (59). – 2015. – С. 60–62.
20. Чуринов М.Ю. Разработка единого подхода к формированию типовых вариантов загрузки судов речного флота / М.Ю. Чуринов // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ». Том 7. – №2. – 2015. Режим доступа: <http://naukovedenie.ru/PDF/47TVN215.pdf>. DOI: 10.15862/47TVN215.

METHOD OF DETERMINING EFFICIENCY DURING IMPLEMENTATION OF INSTRUMENTS FOR ACCURATE MEASUREMENT OF SHIP DRAUGHT

Anatoly I. Telegin

Volga State University of Water Transport, Nizhny Novgorod, Russia

Andrey O. Nichiporuk

Volga State University of Water Transport, Nizhny Novgorod, Russia

Alexander G. Malyshkin

Volga State University of Water Transport, Nizhny Novgorod, Russia

Abstract. The article justifies the relevance of improving the accuracy of determining the weight of cargo by draught of a vessel in order to increase the economic efficiency of the operation of ships. The authors propose to install remote draught meters on ships, and offer efficiency calculations for the introduction of devices for measuring the draught of ships and their application in practice. The analysis showed that, using traditional methods of draught determination, there is a very significant measurement error that negatively affects the quality of transportation and the reliability of determining the mass of the cargo. The authors present the methodology for determining the economic efficiency of ship equipment with remote draught meters. On test cases, performed for the conditions of transportation of various cargoes on specific lines, the expected efficiency of using remote draught meters is shown in comparison with traditional methods for determining the ship's draft. According to the results obtained, the payback of the installation of draught meters on ships for low tariff cargoes occurs during five voyages, for more expensive and high tariff cargoes during the first voyage.

Keywords: river transport, remote draught meters, determination of cargo weight

References:

1. Кодекс внутреннего водного транспорта Российской Федерации. Федеральный закон №24-ФЗ от 7 марта 2001 г. (ред. от 08.06.2020). <http://base.consultant.ru>.
2. Правила перевозок грузов (реальной транспорт), ч. I. N. Novgorod: TOO «Fora», 1994. 285 p.
3. ECE/ENERGY/19 – Code of uniform standards and procedures for the performance of draught surveys of coal cargoes. Economic Commission for Europe, United Nations. 1992. http://www.unece.org/fileadmin/DAM/energy/se/pdfs/ece_energy_19r.pdf.
4. Measurement of Cargo Loaded by Draft Survey. BCP/J/5616. Burness Corlett & Ptns. (IOM) Ltd., 1995. 22 p.
5. Weighting Rules. No.123. London: GAFTA, 2012. 123 p.
6. Разработка научно-обоснованных предложений по структуре и содержанию методики расчёта массы погрузенного и выгруженного груза по осадкам судна (draft-сырвей). Отчет по НИР. Государственный контракт № RTM – 186/16 от 30 сентября 2016 г. № госрегистрации АААА-А16-116110310047-5. SPb: GUMRF, 2016. 130 p.
7. Bimberekov P.A., Zvonkov, V.D. Исследование точности определения значений по шкале осадок с применением фото и видеосъемки. *Научные проблемы транспорта Сибири и Дальнего Востока* 1-2 (2014): Pp. 169–173.
8. Denisov N.I. Исследование и совершенствование методов определения массы навалочных грузов на речном транспорте: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.22.19. – Горький, ГИИТ, 1980. 25 p.
9. Telegin A.I. Качество и эффективность перевозок сухогрузов. Методы и результаты исследований за 1970-2000 годы : монография. N. Novgorod: VGAVT, 2002. 299 p.
10. Telegin A.I., Nichiporuk A.O., SHabrov, V.N. Проблема определения массы навалочных грузов по осадке судна. *Реальной транспорт (XXI век)* 4 (2013): Pp. 83–86.
11. Ermakov S.V., Yakuta I.V. Оценка рaskhozhdeniya mass prinyatogo i sdannogo грузов при определении массы по осадкам (методом draft-сырвей). *Морские интеллектуальные технологии* 4 (42) (2018): Pp. 103–108.
12. Yakuta I.V., Ermakov S.V. Оценка рaskhozhdeniya mass prinyatogo i sdannogo грузов при определении массы по осадкам (методом draft-сырвей). *Vestnik MGTU* 4 (2016): Pp. 822–829. DOI: 10.21443/1560-9278-2016-4-822-829.
13. Guangcheng Xu, Kuimin Zhao, Zhaoying Zuo, Gang Liu, Binguo Jian, Yan Lin, Yukun Fan, and Fei Wang. Assessing Risk of Draft Survey by AHP Method. *Advances in Materials, Machinery, Electronics*. AIP Conference Proceedings. AIP Publishing, 2018. <https://doi.org/10.1063/1.5033696>.

14. Domnişoru L., Păcuraru F., Modiga A. On the software drswin designed for barges Draught survey processing. *Annals of "Dunarea de Jos" University of Galati*. Fascicle XI. – Shipbuilding. Galati University Press, 2016. Pp. 11-18.
15. Gu H.W. Digital Measurement System for Ship Draft Survey / H.W. Gu, W. Zhang, W.H. Xu // *Applied Mechanics & Materials* (2013): Pp. 333-335; 312-316.
16. Ivče R., Jurdana I., Kos S. Ship's cargo handling system with the optical fiber sensor technology application. *Scientific Journal of Maritime Research* 28 (2014): Pp. 118-127.
17. Tsujii T., Yoshida H., Iiguni Y. Automatic draft reading based on image processing. *Optical Engineering* 55(10) (2016): Pp. 104-104. <https://doi.org/10.1117/1.OE.55.10.104104>.
18. Telegin A.I., Nichiporuk A.O., SHabrov V.N. Opyt primeneniya distancionnyh osadkometerov na morskikh gruzovyh sudah, tekhniko-ekonomicheskie i kommercheskie trebovaniya ih primeneniya na rechnyh gruzovyh sudah. *Vestnik VGAVT* 35 (2013): Pp. 312–316.
19. Alekseev S.V., Polyashov A.A. Avtomatizirovannyj kontrol fakticheskoj ostojchivosti sudov pri plavanii v ledovyh i shtormovyh usloviyah. *Transport Rossijskoj Federacii* 4(59) (2015): Pp. 60–62.
20. Churin M.Y. Razrabotka edinogo podhoda k formirovaniyu tipovyh variantov zagruzki sudov rechnogo flota. *Internet-zhurnal «NAUKOVEDENIE»* 2 (2015). <http://naukovedenie.ru/PDF/47TVN215.pdf>. DOI: 10.15862/47TVN215.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ / INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Телегин Анатолий Иванович, д.т.н., профессор, профессор кафедры логистики и маркетинга, Волжский государственный университет водного транспорта (ФГБОУ ВО «ВГУВТ»), 603951, г.Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5, e-mail: kafedra-lim@yandex.ru

Anatoly I. Telegin, Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Logistics and Marketing, Volga State University, Water Transport, 5, Nesterov st, Nizhny Novgorod, 603951

Ничипорук Андрей Олегович, д.т.н., доцент, профессор кафедры логистики и маркетинга, Волжский государственный университет водного транспорта (ФГБОУ ВО «ВГУВТ»), 603951, г.Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5, e-mail: nichiporouk@rambler.ru

Andrey O. Nichiporuk, Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Logistics and Marketing, Volga State University of Water Transport, 5, Nesterov st, Nizhny Novgorod, 603951

Малышкин Александр Георгиевич, д.т.н., профессор, главный научный сотрудник кафедры управления транспортом, Волжский государственный университет водного транспорта (ФГБОУ ВО «ВГУВТ»), 603951, г.Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5, e-mail: kaf_ut@vsuwt.ru

Alexander G. Malyshkin, Doctor of Technical Sciences, Chief Researcher of the Department of Transport Management, Volga State University, Water Transport, 5, Nesterov st, Nizhny Novgorod, 603951

Статья поступила в редакцию 25.10.2020 г.