

УДК 613.68: 661.16.032.3

DOI <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.4688080>

*Е. П. Белобров<sup>1,4</sup>, Н. И. Голубятников<sup>3</sup>, В. Г. Торский<sup>4</sup>, В. А. Колоденко<sup>3,4</sup>  
Сидоренко С. Г.<sup>2</sup>, А. А. Рангаева<sup>5,4</sup>*

## МЕДИКО-САНИТАРНЫЕ АСПЕКТЫ АВАРИЙНЫХ МОРСКИХ ПРОИСШЕСТВИЙ ПРИ ПЕРЕВОЗКЕ ФУМИГИРОВАННЫХ ГРУЗОВ

<sup>1</sup>Центр «Медицинская безопасность технологий морской фумигации и перевозки опасных грузов» ГП «УкрНИИ медицины транспорта МЗ Украины», Одесса,

<sup>2</sup>Донецкий национальный медицинский университет, Кропивницкий

<sup>3</sup>Всеукраинская Ассоциация морской медицины, Одесса

<sup>4</sup>Морской Институт Украины отделение Морского Института Великобритании, Одесса, Лондон

<sup>5</sup>Морская фумигационная компания «Скаллопс-Украина», Черноморск

**Summary.** Belobrov E. P., Sudarev V. A., Golubiatnikov N. I., Torskiy V. G., Kolodenko V. A., Rangaeva A. A. **MEDICAL – AND -SANITARY ASPECTS OF MARINE ACCIDENTS DURING TRANSPORTATION OF FUMIGATED CARGOES.** The article presents an analysis of marine accidents associated with the constantly growing export of grain fumigated by phosphine and transported on ships of the “river-sea” type and bulker fleet, and accidental leaks of toxic fumigation gases (phosphine) accompanied by mass cases (54) of poisoning with the death (9) of crew members and huge financial costs. In accordance with the requirements of Resolution IMO MSC 255 (84) are comparative materials of the investigation into the causes of deadly incidents of seafarers on ships belonging to various countries while transporting fumigated goods. Among the main causes of accidents and poisoning of seafarers are: insufficient or lack of professional training and competence of officers of ships, cargo fumigators and port supervision, poor professional supervision of the fumigation activities of “chance” fumigation teams operating in ports without the required IMO documents, as well as failure in regulating the legislative, administrative and legal responsibility of managers at various levels. Practical conclusions have been made and a set of preventive measures to prevent accidents, acute poisoning of seafarers and the exclusion of unreasonable financial losses are given.

**Key words:** fumigation of goods, grain export, phosphine poisoning.

**Реферат.** Белобров Е. П., Сударев В. А., Голубятников Н. И., Торский В. Г., Колоденко В. А., Рангаева А. А. **МЕДИКО-САНИТАРНЫЕ АСПЕКТЫ АВАРИЙНЫХ МОРСКИХ ПРОИСШЕСТВИЙ ПРИ ПЕРЕВОЗКЕ ФУМИГИРОВАННЫХ ГРУЗОВ.** В статье представлен анализ морских аварий, связанных с постоянно растущим экспортом зерна и его все возрастающей фумигацией фосфином. Зерно перевозится на судах типа «река-море» и балкерами. Имеющие место аварийные утечки токсичных фумигационных газов (фосфин), сопровождаются массовыми (54) отравлениями, вплоть до смерти (9) членов экипажа и огромными финансовыми затратами. В соответствии с требованиями Резолюции ИМО MSC 255 (84) представлены сравнительные материалы расследования причин происшествий со смертельным исходом на судах, принадлежащих разным странам, имевшим место при транспортировке фумигированных грузов. К основным причинам несчастных случаев и отравлений моряков относятся: недостаточная профессиональная подготовка и компетентность офицеров судов, фумигаторов грузов и портового надзора, плохой профессиональный надзор за фумигационной деятельностью «случайных»

фумигационных групп, работающих в портах без необходимых документов ИМО, а также несостоятельность регулирования административной и юридической ответственности менеджеров различного уровня. Сделаны практические выводы и перечислен комплекс превентивных мер по предотвращению несчастных случаев, острых отравлений моряков и исключению необоснованных финансовых потерь.

**Ключевые слова:** фумигация грузов, экспорт зерна, отравления фосфином.

**Реферат.** Белобров Є. П., Сударев В. О., Голуб'ятников М. І., Торський В. Г., Колоденко В. О., Рангаєва Г. О. **МЕДИКО-САНІТАРНІ АСПЕКТИ АВАРІЙНИХ МОРСЬКИХ ПОДІЙ ПРИ ПЕРЕВЕЗЕННІ ФУМІГОВАНИХ ВАНТАЖІВ.** У статті представлений аналіз морських аварій, пов'язаних з постійно зростаючим експортом зерна і його все зростаючої фумігації фосфіном. Зерно перевозиться на судах типу «річка-море» і балкерамі. Аварійні витрати токсичних фумігаційних газів (фосфін), супроводжуються масовими (54) отруєннями, аж до смерті (9) членів екіпажу і величезними фінансовими витратами. Відповідно до вимог Резолюції ІМО МСC 255 (84) представлені порівняльні матеріали розслідування причин подій зі смертельними наслідками на судах, що належать різним країнам, імеючи місце при транспортуванні фумігованих вантажів. До основних причин нещасних випадків і отруєнь моряків відносяться: недостатня професійна підготовка і компетентність офіцерів судів, фумігаторів вантажів і портового нагляду, поганий професійний нагляд за фумігаційною діяльністю «випадкових» фумігаційних груп, що працюють в портах без необхідних документів ІМО, а також неспроможність регулювання адміністративної та юридичної відповідальності менеджерів різного рівня. Зроблені практичні висновки і надан комплекс превентивних заходів щодо запобігання нещасним випадкам, гострих отруєнь моряків і виключення необґрунтованих фінансових втрат.

**Ключові слова:** фумігація вантажів, експорт зерна, отруєння фосфіном.

**Вступлення.** Труд моряков торгового флота всегда был органически связан со специфическими изменяющимися условиями дальнего плавания, когда члены экипажа, согласно исследованиям подвергаются постоянному риску воздействию вредных и опасных факторов производственной судовой среды: физическими, химическими, биологическими, психофизиологическими и социальными её компонентами и часто являются причинами несчастных случаев, травм, отравлений и заболеваний (ILO, 2014) Число рисков профессиональных отравлений со смертельным исходом моряков значительно, во много раз, возрастает в связи с увеличением перевозок на судах опасных и подкарантинных грузов при фумигации в трюмах в среде чрезвычайно токсичных и ядовитых пестицидов, 4.3 6,1 класса опасности по ИМО IMSBC CODE. Это особенно проявляется, при аварийных ситуациях и неконтролируемых утечках фумигационного газа фосфина из трюмов (Nielsen, 1996; Belobrov, 2007; Golikov & Repeteu, 2013). Многолетнее участие в работе в морских следственных комиссиях Украины при расследовании случаев аварий с фосфинсодержащими и фумигиро--ванными грузами на судах и массовыми отравлениями фосфином моряков со смертельным исходом, позволили не только выявить явные, но и установить скрытые стороны несостоятельности законодательных, правовых, организационных, сторон регулирования безопасности морской фумигации грузов и разработать меры профилактики аварий (Belobrov & Repeteu, 2006; Belobrov, 2017-2019) и безопасности перевозки фумигированных грузов, включая ледовые условия (Torskiy, Nezavitin, 2012).

Однако на настоящий момент отсутствуют не только документы, но и методические подходы к организации контроля исполнения участникам морского фумигационного бизнеса единых требований (Рекомендаций ИМО MSC,2008; MLC-2006) регулирования безопасности морской фумигации, предупреждения аварий, профессиональной безопасности и здоровья моряков. (ILO, 2014). Особенно это касается морских фумигаторов, судоводителей и инспекторов PSC.

**Цель исследования** - на основании результатов проведенных научно- практических работ по анализу причин риска аварий при перевозке на судах фумигированных грузов, разработать комплекс мероприятий для внедрения на торговых судах по предупреждению

аварий и острых отравлений моряков, сохранению их жизни и здоровья.

**Материалы и методы.** Материалы исследования включали проведение НИР с 2006 по 2016 год и анализ несчастных производственных случаев моряков, всегда связанных с аварийной утечкой из грузовых трюмов ядовитого фумигационного газа фосфина, что вызывало массовые отравления членов экипажей судов со смертельными исходами на борту судна. Инциденты с фумигированными грузами происходили в 4 украинских и 4 иностранных портах на 11 старых судах под иностранным флагом смешанного плавания типа «река-море» («river-sea») и новых судов-зерновозов (ships grain-carrier) балкерного (bulker) флота (fleet): «коастры» - (Coaster), «хендисайз» (hendysize) и «панамакс» (panamax) на рейдах портов и в плавании. Все суда (merchant ships) отличались по грузоподъемности от 2500 до 60 000 gross registered tons, количеству holds 2-7, числу членов экипажа crew 10-42 человек. Изучались данные расследования причин аварий, на судах которые были заняты транспортировкой подкарантинных зерновых, зерно-бобовых, масличных и кормовых фумигированных грузов, и были в рейсе подвергнуты обеззараживанию фосфином (PH<sub>3</sub>), который в толще грузов трюмов образовывался из таблеток взрывопожароопасных фумигационных препаратов «Фосфид Алюминия» (AIP) или «Фосфида Магния» (Mg<sub>3</sub>P<sub>2</sub>) – пестицидов 4.3 и 6.1 класам опасности по IMO IMDG CODE, количествах от 2 до 700 кг на одно судно.

Научно-исследовательские работы включали поэтапный сбор информации, поиск литературных данных и сравнительный анализ полученных материалов, изучение причин несчастных профессиональных случаев массовых отравлений фосфином моряков при перевозках фумигированных подкарантинных грузов. За основу исследований взяты «Отчеты Государственной Комиссии по расследованию и анализу аварийных морских происшествий Министерства инфраструктуры Украины», «Отчеты Комиссий Служб Капитанов морских портов Украины по расследованию аварийных морских происшествий», «Report of the State Marine Accident Investigation Commission of the Poland» и др. Данные Таблицы 1 свидетельствуют, о том, что в качестве основных материалов исследований использованы документы следственных комиссий Украины (63,6%), другие материалы комиссии по расследованию аварийных морских происшествий с фосфином использованы в качестве сравнительных Польша, Норвегия, Россия и др. (36,46%).

Таблица 1.

Распределение материалов по изучению причин аварийных морских происшествий при перевозках фумигированных грузов

| Страна   | Род аварийных фумигированных и опасных грузов            | Количество отчетов, % |
|----------|--|-----------------------|
| Украина  | Зерновые, кормовые масличные грузы (4), ферросилиций (3) | 7 (63,6)              |
| Польша   | Орехи Ши (1)   | 1 (9,1)               |
| Норвегия | Зерновые (2)   | 2 (18,2)              |
| Россия   | Зерновые (1)   | 1 (9,1)               |
| Всего    |  | 11 (100)              |

**Методы исследований.** Основываясь на данных публикаций авторов (1992-2017), материалов собственных исследований по расследованию инцидентов и отчетов аварийных морских происшествий при перевозках фумигированных фосфином подкарантинных грузов, анализа отчетов государственных морских комиссий в рамках Резолюции IMO MSC.255 (84) с использованием: методов: нормативно-поискового, сравнительно-экспертной оценки, статистической обработки материалов. Вариабельные величины были разделены на следующие группы: 1) группа судов, фумигационных грузов и ядохимикатов, включающая тип, флаг, размеры, грузовместимость, количество трюмов, число членов экипажа; название фумигированных зерновых, кормовых, масличных и сельскохозяйственных грузов пшеница, ячмень, кукуруза (corn), гранулированный

пшеничный шрот, орехи Ши (shea nut, karite); название ядохимикаты в таблетках, торговая марка, доза и общее количество пестицида в трюмах, способ распределения пестицида в грузе таблетки, фумисливы, пелетты; 2) группа обучения и специальной профессиональной подготовки судоводителей, плавсостав и фумигаторов морской фумигации грузов; 3) группа организационных, конструкционных и технико-технологических составляющих; 4) группа переменных величин, характеризующая причины и серьёзность аварии, классификация и тяжесть отравлений фосфином с гибелью моряков на судне, вид и эффективность оказания экстренной медицинской помощи в рейсе, осложнения и отдаленные последствия отравлений моряков, обеспеченность специальными аптечками при отравлении фосфином на судне.

**Результаты исследований и их обсуждения.** Как видно из данных таблицы 2, все суда на которых произошла аварийная утечка фосфина с отравлением моряков существенно отличались между собой по типу, количеству трюмов, грузместимости, роду перевозимых подкарантинных грузов и общему количеству вносимых ядохимикатов в трюма судна перед рейсом. Несмотря на видимое многократное, более чем в 70 раз, превышение доставляемых на судно ядохимикатов между судами «река-море» и балкерами «панамакс» (10 и 700 кг!), определяющим значением риска опасного контакта и отравления моряков пестицидами определяет доза ядовитых препаратов, варьирующая от 1,0 до 10 грамм на 1 м<sup>3</sup>. В исследованиях не было обнаружено логичной взаимосвязи между изучаемыми характеристиками судов, родом переводимых грузов, использованием ядохимикатов при морской фумигации и числом случаев отравлений моряков фосфином со смертельным исходом.

Однако следует отметить, что число несчастных случаев и гибели членов экипажа при отравлении фосфином при перевозке морем фумигированных грузов больше всего определяется в группе старых технически не подготовленных судах типа «река-море», на которых общее количество применяемых пестицидов не так уж высоко. Проведенный анализ случаев обращений пострадавших моряков за медицинской помощью, которые были, заняты перевозкой фумигированных фосфином зерновых, кормовых и сельскохозяйственных (орехи Ши) показал, что, несмотря на факт наличия на борту груза, перевозимого в трюмах в среде ядовитого газа фосфина, у 5 моряков (45,4% случаев) поставили ошибочный диагноз и проводили лечение как при пищевом отравлении (food toxic infection), т.к. ведущими симптомами при отравлении фосфином являются тошнота (nausea), рвота (vomiting), понос (diarrhea).

Таблица 2.

Сравнительные данные характеристик различных типов судов на которых произошли аварии с отравлением фосфином экипажа

| Флаг судна         | Тип         | Кол-во трюмов | Род и кол-во груза, т | Кол-во фумиганта, кг | Экипаж, чел. |
|--------------------|-------------|---------------|-----------------------|----------------------|--------------|
| Белиз              | «река-море» | 2             | отруби гранулы 2 450  | 10-15                | 9/9/2*       |
| Панама             | панамакс    | 9             | кукуруза 51 000       | 250 -700             | 28/7/2       |
| Маршалловы острова | хендисайз   | 6             | ячмень 42 000         | 150-450              | 42/12/0      |
| Россия             | «река-море» | 3             | пшеница 5 000         | 15-20                | 12/12/1      |
| Мальта             | коастры     | 4             | Орехи Ши 7 250        | 22                   | 17/15/2      |
| Либерия            | «река-море» | 3             | кукуруза 4 250        | 25-30                | 12/11/2      |

\* - Число экипажа / всего отравлений / смертельный исход

Например, по данным SMAIC – 2015 при отравлении 17 моряков фосфином при перевозке фумигированных орехов Ши первоначально морскими офицерами судна был

поставлен диагноз пищевое отравление 3 морякам. Этот же диагноз по радио-медицинской помощи подтвержден врачом-консультантом экстренной радио-медицинской помощи, а также врачом госпиталя другого порта экстренного захода судна. Истинный диагноз отравления фосфином был установлен только на 5 день – за этот период обратилось с подобными симптомами еще 12 человек и 2 моряка скончались. При дальнейшем рассмотрении таблицы 2 - в одном случае (9,6%) оказывали помощь по поводу острого респираторного заболевания и бронхита, у двух моряков (18,1%) вообще не был поставлен диагноз и оказывали помощь как отравление неизвестным газом, и только 3 морякам (27,8% случаев) был поставлен правильный диагноз – отравление фумигационным газом фосфином. Обнаруженные факты некавалифицированного оказания домедицинской и медицинской помощи пострадавшим при авариях с фумигированными грузами и отравлениями моряков фосфином, свидетельствуют о недостаточном обучении и отсутствии компетенции судовых офицеров и работников береговых лечебных учреждений по вопросам оказания медицинской помощи и другим разделам знаний и опыта в морской фумигации грузов (Belobrov. E. & Torskiy. 2014).

Результаты исследований, представленные в таблице 3, показывают не только объём большого репрезентативного материала, посвященного изучению причин аварийных морских происшествий и острых отравлений ядовитым фумигационным газом при перевозке фумигированных грузов на судах, но и побуждают к разработкам более эффективных профилактических мероприятий предупреждения аварий, отравлений, сохранения жизни и здоровья работников фумигационных и морских профессий. Полученные ответы на причины несчастных случаев, связанных с перевозкой возкой фумигированных грузов побудили: во-первых, научно обосновать разработку практических решений проблемы, во-вторых, произвести изучение позитивных и негативных отзывов судоводителей, специалистов морской фумигации грузов, инспекторов портнадзора и ученых профилактической медицины транспорта (Golikov, V. & Repetey V. 2013). В таблице 3, в качестве главной проблемы аварий и несчастных случаев при перевозках фумигированных грузов, определено отсутствие обучения судоводителей, их экипажей и фумигаторов по международным правилам и нормам безопасности морской фумигации грузов.

Поэтому все, 86 респондентов, в 100% случаев положительно отнеслись к рекомендациям обязательного повышения квалификации на курсах по программе IMO с получением Сертификатов, подтверждаемых компетенцию судоводителей и фумигаторов по морской фумигации грузов, как важного решения предупреждения аварий и несчастных случаев, отравлений и гибели людей на судах (SOLAS, IMO MSC 1264, IMFO, BIMCO).

Одной из существенных причин аварий с грузами, перевозимых в трюмах ядовитого газа фосфина, является отсутствие в практике морской фумигации грузов знаний скрытых процессов аварийных утечек фосфина из трюмов, миграции и опасного проникновение его в жилую надстройку судна. Решение этой проблемы, прежде всего, заключалось в отсутствии способов предрейсового контроля надежности герметизации грузовых трюмов, а главное, невозможность применения существующих рутинных методов поиска и устранения водотечности и газопроницаемости трюмов в состоянии загруженных и обработанных фосфином зерновых грузов перед выходом судна в рейс. Согласно требований SOLAS, IMO MSC. 79/23/ (2014), в судоходстве тестирование герметизации пустых трюмов проводится при помощи: воды, света, мела, дыма, ультразвука (Vervloesem W., 2013:). Однако существующие пробы невозможно применить в практике перевозки фумигированных грузов. Эффективность практического решения вопроса, с использованием разработанного авторами нового способа «тест-детектора-фосфина» поддержана специалистами торгового флота в 87 - 96% случаев (Belobrov E., 2016-2019).

Анализ причин отравлений моряков - 84 респондента (95,3% случаев) фосфином выявил отсутствие, на период перевозки конкретного опасного фумигированного груза, специальных аптечек по оказанию медицинской помощи при отравлении фосфином, как обязательного дополнения к штатной аптеке судна на период рейса. Специалисты морского флота и грузоперевозчики однозначно оценили важность проблемы и положительно оценили рекомендации об обязательном предрейсовом снабжении штатного судового оборудования средств оказания медицинской помощи (SOLAS-74/78) и обеспечении экипажа специальной аптечкой при отравлении фосфином на борту судна (Belobrov, 2019).

Таблица 3

Основные причины аварий и отравлений фосфина моряков и предлагаемые решения проблемы безопасности при перевозках фумигированных грузов

| Причины аварий  | Практические решения проблемы аварий   | Число респондентов | Отзывы позитивно, % | Отзывы негативно, % |
|---|--|--------------------|---------------------|---------------------|
| Отсутствие обучения по морской фумигации грузов фумигаторов   | Обязательное обучение на курсах ИМО Морская фумигация грузов   | 86                 | 86 (100)            | -                   |
| Отсутствие обучения по морской фумигации грузов судоводителей   | Обязательное обучение на курсах ИМО Морская фумигация грузов   | 82                 | 76 (92,7)           | 6 (7,3)             |
| Отсутствие практики контроля сертификатов компетенции фумигаторов, прибывших на судно для фумигации   | Обязательное требование проверки сертификатов об обучении на курсах по морской фумигации грузов  | 86                 | 86 (100)            | -                   |
| Отсутствие классификации зерновых грузов, перевозимых в среде фосфина к 6.1 классу опасности  | Рекомендовано на период перевозки подкарантинных грузов в среде ядовитых газов отнесение к 6.1 классу опасности  | 78                 | 71 (91,0)           | 7 (9,0)             |
| Отсутствие надёжного способа контроля герметичности трюмов с фумигированными грузами перед рейсом   | Обязательное применение тест – газ детектора фосфина при проверке надёжности герметизации трюмов с фумигированными грузами перед рейсом                  | 85                 | 81 (95,3)           | 4 (4,7)             |
| Отсутствие практики проведения надёжности герметизации трюмов с фумигированными грузами перед рейсом  | Введение обязательной практики контроля надёжности герметизации трюмов с фумигированными грузами отсутствия фосфина в помещениях надстройки перед рейсом | 76                 | 66 (86,8)           | 10 (13,2)           |
| Отсутствие способов герметизации и одновременного слива конденсата дренажных трубок при перевозке фумигированных грузов   | Рекомендовано применение устройства позволяющего герметизировать дренажные клапана и трубки комингсов трюмов и одновременно сливать конденсат            | 80                 | 68 (85,0)           | 12 (15)             |
| Отсутствие практики предрейсовой проверки фумигаторами воздуха надстройки судна на наличие газа фосфина   | Рекомендована практика обязательной проверки фумигаторами наличия яда в воздухе надстройки после завершения фумигационных работ на судне                 | 86                 | 86 (100)            | -                   |
| Отсутствие в штатном оборудовании судна в дополнение к общесудовой аптеке специальной аптечки на рейс по оказанию помощи при отравлении фосфином на борту судна | Обязательное наличие в штатном судовом оборудовании специальной аптечки на рейс при отравлении фосфином на период перевозки фумигированных грузов        | 84                 | 80 (95,3)           | 4 (4,7)             |

**Выводы и рекомендации.** Полученные результаты исследований причин аварий и случаев отравлений фумигационным газом фосфином со смертельным исходом моряков, занятых перевозкой зерновых и кормовых грузов в трюмах судна в среде чрезвычайно опасных и ядовитых фумигантов 4.3, 6.1 классов опасности по IMO IMDG в рейсе, позволили сделать следующие выводы и рекомендации:

1. При перевозке морем фумигированных грузов больше всего инцидентов, вплоть до гибели членов экипажа, происходит в группе старых, технически не подготовленных судов типа «река-море».

2. Несмотря на предупреждение судоводителей о наличии в трюмах судна груза, который перевозится в среде ядовитого газа фосфина, офицеры-судоводители, при отравлении экипажа в период «атаки фумигационным газом», во многих случаях не в состоянии правильно поставить диагноз и оказать медицинскую помощь. При этом они нередко путают симптомы отравления фосфином с пищевым отравлением, острым респираторным заболеванием или отравлением «неизвестным газом».

3. Основной причиной аварий и острых отравлений моряков при перевозках фумигированных грузов является отсутствие соответствующей квалификации у судоводителей, и, особенно, береговых фумигаторов, беспрепятственно пропускаемых с ядохимикатами на борт судна и не имеющих свидетельств, подтверждающих их компетенцию в области безопасности морской фумигации грузов.

4. Для профилактики аварийных утечек фосфина и загрязнения ядом надстройки, предложен обязательный алгоритм проведения силами фумотряда, контроля надежности герметизации трюмов, выявления утечек фосфина посредством изобретенного нами «тест - детектора фосфина» (Патент Украины № 116604) и проверка ядовитых веществ в надстройке судна перед рейсом с составлением соответствующего акта.

5. Рекомендован способ и герметизации и слива конденсата из тренажных невозвратных клапанов и дренажных трубок комингса трюма во время перевозки фумигированных грузов на судах в рейсе (Патент Украины № 128846).

6. С целью повышения эффективности оказания до медицинской помощи при отравлении фосфином на борту судна разработана и предложена для применения морским фумигаторам и морякам «Специальная аптечка до медицинской помощи при отравлении фосфином на борту судна» (Special Medical Chest at Phosphine Poisoning on Board the Ship) (Патент Украины № 111028 ).

7. В соответствии с новыми международными требованиями по обеспечению безопасности моряков, докеров и морских фумигаторов возродить и реорганизовать деятельность СКО морских портов, создать нормативно - правовые документы, разработать санитарно - эпидемиологические требования безопасности морской фумигации грузов на судах и в портах.

#### **Литература/References:**

1. Belobrov E. P., Zakladnoy G. A., Vacquer B., et al.1992. A Descriptive model for the behavior of phosphine where vessels are damaged while carrying fumigated grain. *Proc. Int. Conf. Controlled Atmosphere and Fumigation in Grain Storages, Winnipeg, Canada, June 1992, Caspitt Press Ltd., Jerusalem*, 503-509.

2. Белобров Е. П., Репетей В. Д. 2006. Авария на т/х «Одиск» - нетехнологическая утечка чрезвычайно токсического газа фосфина из трюма и гибель моряков при перевозке ферросилиция навалом // Бюллетень Госфлотинспекции Украины.- 2006, № (43), 117-120 [Belobrov, E., Repeteu, V., 2006. *The accident on the m/v «Odisk» - non-technological leakage of toxic gas phosphine from the holds and the death of sailors during transportation of ferrosilicon. Bulletin of the State Fleet Inspectorate of Ukraine, 2006, № (43), 117-120*].

3. Belobrov E., Rangaev A., Kurbanov V. 2016. Technology of mandatory control of holds sealing and phosphine effluxes. *Abstr. of the 10<sup>th</sup> Inter. Conf. on Controlled Atmosphere and Fumigation in Stored Products, (CAF -2016), New Delhi, India, 6-11 November 2016, CAF Permanent Committee Secretariat, Winnipeg, Canada*, 110-111.

4. Belobrov E., 2007. *Medical and environmental –hygienic problems of life safety during transshipment in port and transportation of dangerous and fumigated goods on ships under operation conditions and emergency situation* (PhD Thesis), Inter. Academy of Ecology and Life Protection Sciences, Sankt-Petersburg, Russia, 2007, 86 p.

5. Белобров Е. П., Курбанов В. М., Рангаев А. В. 2007. Фосфин как тест – детектор контроля надежности герметизации грузовых трюмов перед рейсом// «Морское обозрение». Междунар. Морской Журнал Морского института Украины, № 4 (68) 2017, 7-8 [Belobrov, E., Kurbanov, V., Rangaev, A., 2017. Phosphine as a test-detector monitoring the reliability of the sealing of cargo holds before the flight. "Sea Review" The Inter. Maritime Journal of the Nautical Institute of Ukraine, № 4 (68) 2017, 7-8].
6. Belobrov, E. 2016. Efficacy of use of international special chest and its national at poisoning with phosphine at board ship. *Journal «Bulletin of Marine Medicine»*, № 1 (70), 2016, 15-19.
7. Belobrov, E., Sidorenko S. 2015. Hygienic features of the working conditions of workers in marine and agricultural fumigation units. *Journal «Bulletin of Marine Medicine»*, № 4 (69), 2015, 101-111.
8. Belobrov, E., Torskiy, V., Oleshko, A. 2014. Instruction for the provision of medical assistance using a special first-aid kit for phosphine poisoning on board a ship. Odessa- Kiev, "Passage", 2014, 16.
9. ILO- International Labour Organization. 2014. *Guideless for implementing the occupational safety and health provisions of the Maritime Labour Convention, 2006*.
10. IMO International Maritime Organization. 2008. *Adoption of the code of the international standards and recommended practices for a safety investigation into a marine incident (casualty investigation code)*. Resolution MSC.255 (84). (adopted on May 2008).
11. IMO International Maritime Organization. 2008. *Recommendation on the safe use of pesticides in ships application to the fumigation of cargo holds*. MSC. 1/ Circ. 1264. 27.05. 2008.
12. IMO International Maritime Organization. 2014. *Maintenance of Bulk Carrier Hatch Covers Standards for Owners Inspection*. MSC. 79/23/ Annex 2 27.11.2014.
13. Голиков В.В., Репетей В.Д. 2013. Аварийное морское происшествие с отравлением экипажа т/х «Роксолана-1» на внешнем рейде порта Ялта/ В кн. Национальная морская система поиска и спасения // Одесса, ОНМА –2013, 83-84 [Golikov, V., Repetey V. 2013. Emergency marine accident with the crew poisoning of the m/v «Roksolana-1». *National Maritime Search and Rescue System. Odessa, ONMA*, 83-84].
14. SMAIC – 2015. *Poisoning of the ship crew after the fumigation of cargo in the port Abidjan on 25 and 26 September 2015*. Final report 47/15 m/v "Nefrit" (Poland).
15. Торский В.Г., Белобров Е.П., Незавитин С.Я. 2012. Практические рекомендации безопасности перевозки опасных фумигированных грузов при плавании в ледовых условиях плавания (Под ред. проф. Белоброва Е. П.). –Одесса, 2012. С. 8 -16 [Torskiy, V., Belobrov, E., Nezavityn, S. 2012. Practical recommendation for the safe transportation of dangerous and fumigated goods in ice navigation conditions (*Edited by prof. E. Belobrov*) *Odessa*, 8-16.
16. Verveloese, W. 2013. Risk & quality throughout the Maritime Logistic Chain. *The Inter. Journal of the Nautical Institute "Seaway"*, November 2013, 13-14.
17. Belobrov E., Torskiy V., Rangaeva G. *Analysis of Accidents During Maritime Transportation of Cargo Fumigated by Phosphine: Causes, Consequences, Prevention*.// *Advances in Marine Navigation and Safety of Sea Transportation / Edited by Adam Weintrit, Tomasz Neumann*. Published June 4, 2019 by CRC Press, 152 p.
18. Белобров Е. П., Бадюк Н. С., Рангаева А. А. Условия труда и риски морских фумигаторов и членов экипажей при фумигации грузов в трюмах судов // Вісник морської медицини. 2019. №2 (83). – С.11-19. [Belobrov E. P., Badiuk N. S., Rangaeva A. A. *Working conditions and risks of marine fumigators and crew members during fumigation of cargo in the holds of ships* // *Bulletin of Marine Medicine*. 2019. No. 2 (83). - С.11-19.]

Робота надійшла в редакцію 22.02.2021 року.  
Рекомендована до друку на засіданні редакційної колегії після рецензування