

# ВЕСТНИК

## ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА МОРСКОГО И РЕЧНОГО ФЛОТА ИМЕНИ АДМИРАЛА С. О. МАКАРОВА

### Выпуск 5 (27)

#### РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

- С. О. Барышников, д.т.н., проф. (*главный редактор*) • Т. А. Пантина, д.э.н., проф. (*зам. гл. редактора*)
- О. К. Безюков, д.т.н., проф. • В. В. Веселков, д.т.н., проф. • П. А. Гарибин, д.т.н., проф.
- Д. П. Голоскоков, д.т.н., проф. • Б. П. Ивченко, д.т.н., проф. • Ю. М. Искандеров, д.т.н., проф.
- О. Г. Каратаев, д.т.н., д.ю.н., проф. • А. В. Кириченко, д.т.н., проф. • М. А. Колосов, д.т.н., проф.
- Е. А. Королева, д.э.н., проф. • И. И. Костылев, д.т.н., проф. • Е. А. Лаврентьева, д.э.н., проф.
- А. Ю. Ластовцев, к.т.н., проф. • С. Б. Лебедев, д.э.н., проф. • В. А. Логиновский, д.т.н., проф.
- Г. В. Макаров, д.т.н., проф. • В. Е. Марлей, д.т.н., проф. • А. М. Никитин, д.т.н., проф.
- А. П. Нырков, д.т.н., проф. • Л. И. Погодаев, д.т.н., проф. • Н. В. Растрьгин, к.т.н., доц.
- В. И. Решняк, д.т.н., проф. • В. В. Романовский, д.т.н., проф. • А. А. Сикарев, д.т.н., проф.
- И. П. Скобелева, д.э.н., проф. • С. В. Смоленцев, д.т.н., проф. • А. Л. Степанов, д.т.н., проф.
- М. В. Сухотерин, д.т.н., проф. • Е. Г. Трунин, к.э.н., директор РРР • Г. В. Ушакова, к.и.н., проф.
- В. И. Черненко, д.т.н., проф. • В. Б. Чистов, д.т.н., проф.

#### РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

- Ю. Н. Горбачев — генеральный конструктор ОАО «Инженерный центр судостроения», д.т.н., проф.
- С. Гуцма — ректор Морской академии (г. Щецин, Польша), д.т.н., проф.
- Г. В. Егоров — генеральный директор ЗАО «Морское инженерное бюро — СПб», д.т.н., проф.
- Ф. В. Кармазинов — генеральный директор ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга», д.т.н., проф.
- Р. Качиньски — проректор по развитию и сотрудничеству Технического университета (г. Белосток, Польша), д.т.н., проф.
- А. И. Пошивай — заместитель руководителя Федерального агентства морского и речного транспорта
- А. Е. Сазонов, д.т.н., проф., член-корреспондент РАН
- Р. М. Юсупов — директор Санкт-Петербургского института информатики и автоматизации РАН, д.т.н., проф., член-корреспондент РАН

**Вестник Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова.** — СПб.: ГУМРФ имени адмирала С. О. Макарова, 2014. — Вып. 5. — 205 с.

ISSN 2309-5180

«Вестник государственного университета морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова» является научным периодическим изданием, зарегистрированным Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Свидетельство о регистрации средства массовой информации от 17 июля 2013 г. ПИ № ФС 77-54734).

В Вестнике публикуются материалы научных исследований, а также статьи для опубликования основных результатов диссертаций на соискание ученой степени доктора и кандидата наук по следующим основным направлениям: **судовождение и безопасность на водном транспорте; судовые энергетические установки, системы и устройства; судостроение и судоремонт; водные пути, гидротехнические сооружения и порты; логистика и транспортные технологии; экономика и управление на транспорте; экология и охрана окружающей среды; информационные технологии; международное морское право; разработка морских и шельфовых месторождений нефти и газа.**

Статьи публикуются на русском и английском языках.

Статьи тщательно отбираются по критериям новизны, актуальности, научно-практической значимости, возможности реального использования описанных в них новых технологий на водном транспорте. По содержанию статьи должны соответствовать названию журнала, его целям и задачам.

Статьи рецензируются независимыми экспертами.

Кроме того, в Вестнике публикуются обзорные материалы научных конференций, семинаров и совещаний; сообщения и статьи к юбилейным датам и знаменательным событиям университета и его ведущих ученых.

Вестник включен в Перечень ведущих рецензируемых журналов и изданий Высшей аттестационной комиссии Министерства образования и науки РФ.

Вестнику присвоен международный стандартный номер сериального периодического издания ISSN 2309-5180.

С 2009 года журнал включен в базу данных «Российский индекс научного цитирования» (РИНЦ).

Индекс для подписки: 37276.



## СОДЕРЖАНИЕ

|                                                                                                                                                                                               |            |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>СУДОВОЖДЕНИЕ И БЕЗОПАСНОСТЬ НА ВОДНОМ ТРАНСПОРТЕ .....</b>                                                                                                                                 | <b>7</b>   |
| <i>Ксенофонов Ю. Г.</i> Общее формализованное описание процесса функционирования системы охраны периметра морских объектов .....                                                              | 7          |
| <b>СУДОВЫЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ, СИСТЕМЫ И УСТРОЙСТВА .....</b>                                                                                                                           | <b>12</b>  |
| <i>Макарьев Е. В.</i> Стенд для теплобалансных испытаний судовых ДВС .....                                                                                                                    | 12         |
| <i>Цветков Ю. Н.</i> Влияние высокодисперсных добавок в смазочные материалы на эффективность работы дизеля .....                                                                              | 19         |
| <i>Иванченко А. А., Щенников И. А., Иванченко А. А.</i> Проблемы эксплуатации судов с дизельными установками нового поколения и задачи по их совершенствованию .....                          | 26         |
| <i>Мищенко В. Ф., Сафронов И. В.</i> Использование дискретного вейвлет-анализа в среде MatLab для расчета показателя искажения синусоиды напряжения судовой силовой сети питания .....        | 34         |
| <i>Григорьев А. В., Зайнуллин Р. Р.</i> Анализ возможности и целесообразности применения систем электродвижения на судах вспомогательного флота .....                                         | 40         |
| <b>СУДОСТРОЕНИЕ И СУДОРЕМОНТ .....</b>                                                                                                                                                        | <b>47</b>  |
| <i>Горохов М. С.</i> Трещиностойкость фибробетона со стальной анкерной фиброй .....                                                                                                           | 47         |
| <i>Коротков В. А.</i> Технология ручной плазменной закалки .....                                                                                                                              | 53         |
| <i>Павлов А. В., Чистов В. Б.</i> Влияние остаточных напряжений на редуccionные коэффициенты ребер жесткости .....                                                                            | 60         |
| <i>Васильев К. А.</i> Повышение эффективности работы системы местной вентиляции при механической обработке композиционных полимерных материалов, применяемых в современном судостроении ..... | 64         |
| <b>ЛОГИСТИКА И ТРАНСПОРТНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ .....</b>                                                                                                                                              | <b>75</b>  |
| <i>Давыденко А. А.</i> Прогноз развития портовой инфраструктуры государств — членов единого экономического пространства .....                                                                 | 75         |
| <i>Иванова М. Б., Тимченко Н. Ю.</i> Структуризация целей транспортно-экспедиторской компании, обслуживающей водный транспорт .....                                                           | 83         |
| <i>Король Р. Г., Балалаев А. С.</i> Технология функционирования Владивостокского транспортного узла при наличии мультимодального терминала «сухой порт» .....                                 | 92         |
| <i>Зубарев Ю. Я., Ловяников Д. С.</i> Оптимальное управление процессами совместной обработки экспортно-импортных и каботажных судов на контейнерных терминалах .....                          | 101        |
| <b>ЭКОЛОГИЯ И ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ .....</b>                                                                                                                                               | <b>108</b> |
| <i>Зиненко Н. Н., Николаев Н. И., Панамарев В. Е.</i> Методика контроля состава отработанных газов судовых малооборотных двигателей в эксплуатации .....                                      | 108        |

---

Свидетельство о регистрации ПИ № ФС 77-54734 от 17.07.2013 г.

Адрес редакции: 198035, Санкт-Петербург, ул. Двинская, 5/7.

Подписной индекс в каталоге Роспечать — 37276.

Все материалы, поступившие в редакцию, рецензируются.

|                                                                                                                                                                                                         |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <i>Вострикова М. А.</i> Моделирование процесса снижения загрязнения атмосферы выбросами оксидов серы от судовых энергетических установок .....                                                          | 117 |
| <i>Трунин Е. Г.</i> Прогнозирование загрязнения окружающей среды при управлении природопользованием в речных портах .....                                                                               | 122 |
| <i>Липатов И. В., Пластинин А. Е.</i> Оценка гидродинамических условий при ликвидации разливов нефти .....                                                                                              | 127 |
| <i>Решняк В. И., Каляуш А. И., Решняк К. В.</i> Очистка нефтесодержащей подсланевой воды озоном .....                                                                                                   | 135 |
| <b>МЕЖДУНАРОДНОЕ МОРСКОЕ ПРАВО</b> .....                                                                                                                                                                | 141 |
| <i>Арестова Ю. А., Погарская А. С.</i> Современное состояние и проблемы морского флота России .....                                                                                                     | 141 |
| <b>ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ</b> .....                                                                                                                                                                  | 148 |
| <i>Соколов С. С., Малов С. С., Карпина А. С.</i> Построение защищенной информационной системы персональных данных мониторингового центра оказания телематических услуг безопасности на транспорте ..... | 148 |
| <i>Марлей В. Е., Плотников С. Н.</i> Графы классов и алгоритм распознавания изоморфного вложения алгоритмических сетей .....                                                                            | 158 |
| <i>Чертков А. А., Тормашев Д. С., Сабуров С. В.</i> Параметрическая настройка ПИД-регуляторов динамических систем средствами MatLab .....                                                               | 164 |
| <b>РАЗРАБОТКА МОРСКИХ И ШЕЛЬФОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ НЕФТИ И ГАЗА</b> .....                                                                                                                                  | 172 |
| <i>Фирсов Ю. Г.</i> Анализ особенностей программных модулей EIVA применительно к решению задач промышленной гидрографии .....                                                                           | 172 |
| <i>Доровской В. А., Черный С. Г.</i> Нечеткие методы и модели управления интеллектуальными системами подводной добычи полезных ископаемых в условиях риска .....                                        | 184 |
| <b>ИСТОРИЯ КАФЕДРЫ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ МЕХАНИКИ ГМА–ГУМРФ</b> .....                                                                                                                                           | 192 |
| <i>Клочков Б. Ф.</i> История кафедры теоретической механики ГМА–ГУМРФ .....                                                                                                                             | 192 |

# CONTENST

|                                                                                                                                                                               |            |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>NAVIGATION AND SAFETY ON WATER TRANSPORT .....</b>                                                                                                                         | <b>7</b>   |
| <i>Ksenofontov Y. G.</i> The general formalized description of process of functioning of security system of perimeter of sea objects .....                                    | 7          |
| <b>SHIP POWER PLANTS, SYSTEMS AND EQUIPMENT .....</b>                                                                                                                         | <b>12</b>  |
| <i>Makar'yev Ye. V.</i> Stand for thermal balance testing of ships internal combustion engines .....                                                                          | 12         |
| <i>Tsvetkov Yu. N.</i> Influence of superfine additives in lubricants on the performance of a diesel .....                                                                    | 19         |
| <i>Ivanchenko A. A., Shchennikov I. A., Ivanchenko A. A.</i> Ship operating problems with the new generation of diesel engines and objectives for their improvement .....     | 26         |
| <i>Mishchenko V. F., Safronov I. V.</i> Using of discrete wavelet transform in MatLab for calculation of sine distortion factor of ship's electrical power plant busbar ..... | 34         |
| <i>Grigor'yev A. V., Zaynullin R. R.</i> Analysis of possibility and expediency of using of electrical propulsion plants on ships for auxiliary fleet .....                   | 40         |
| <b>SHIPBUILDING AND SHIP REPAIR .....</b>                                                                                                                                     | <b>47</b>  |
| <i>Gorokhov M. S.</i> Cracking resistance of fiber reinforced concrete with steel anchor fiber .....                                                                          | 47         |
| <i>Korotkov V. A.</i> Technology manual plasma hardening .....                                                                                                                | 53         |
| <i>Pavlov A. V., Chistov V. B.</i> Influence of residual stress on reduction factors of reinforcement ribs .....                                                              | 60         |
| <i>Vasilyev K. A.</i> Improve the effectiveness of the system of local ventilation during mechanical processing of polymer materials used in modern shipbuilding .....        | 64         |
| <b>LOGISTICS AND TRANSPORTATION TECHNOLOGIES .....</b>                                                                                                                        | <b>75</b>  |
| <i>Davydenko A. A.</i> Forecast of port infrastructure states — members of common economic space .....                                                                        | 75         |
| <i>Ivanova M. B., Timchenko N. Yu.</i> Structurization of the purposes of the transport-forwarding company, serving the water transport .....                                 | 83         |
| <i>Korol R. G., Balalayev A. S.</i> The technology functions Vladivostok transport hub in the presence of multimodal terminal "dry port" .....                                | 92         |
| <i>Zubarev Y. Y., Lovyanikov D. S.</i> Optimal management of the process of coasting and international vessels joint handling at container terminals .....                    | 101        |
| <b>ECOLOGY AND ENVIRONMENTAL PROTECTION .....</b>                                                                                                                             | <b>108</b> |
| <i>Zinenko N. N., Nikolayev N. I., Panamarev V. Ye.</i> Methodology of control of exhaust gases composition of ship low speed engines in operation .....                      | 108        |
| <i>Vostrikova M. A.</i> Modeling reduction of air pollution emissions of sulfur oxides from ships power plants .....                                                          | 117        |
| <i>Trunin Ye. G.</i> Prediction of environmental pollution when environmental management in river ports .....                                                                 | 122        |

|                                                                                                                                                                                                       |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <i>Lipatov I. V., Plastinin A. E.</i> Evaluation hydrodynamic conditions in during liquidation of oil spills .....                                                                                    | 127 |
| <i>Reshnyak V. I., Kalyaush A. I., Reshnyak K. V.</i> Cleaning oily bilge water with ozone .....                                                                                                      | 135 |
| <b>INTERNATIONAL LAW OF THE SEA</b> .....                                                                                                                                                             | 141 |
| <i>Arestova Yu. A., Pogarskaya A. S.</i> Modern condition (current status) and the problem of marine sea fleet of Russia .....                                                                        | 141 |
| <b>INFORMATION TECHNOLOGY</b> .....                                                                                                                                                                   | 148 |
| <i>Sokolov S. S., Malov S. S., Karpina A. S.</i> Creation of the personal information protected information system of the rendering telematic services of safety on transport monitoring center ..... | 148 |
| <i>Marley V. E., Plotnikov S. N.</i> The class ntms and the algorithm of isomorphous investment of the algorithmic networks .....                                                                     | 158 |
| <i>Chertkov A. A., Tormashev D. S., Saburov S. V.</i> Dynamic systems parametric arrange by means PID tuner in MatLab .....                                                                           | 164 |
| <b>DEVELOPMENT OF MARINE AND OFFSHORE OIL AND GAS</b> .....                                                                                                                                           | 172 |
| <i>Firsov Y. G.</i> EIVA hydrographic software main features analysis for the offshore survey implementation .....                                                                                    | 172 |
| <i>Dorovskoy V. A., Chernyy S. G.</i> Fuzzy methods and models of intelligent underwater mining systems for conditions of risk .....                                                                  | 184 |
| <b>ИСТОРИЯ КАФЕДРЫ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ МЕХАНИКИ ГМА–ГУМРФ</b> .....                                                                                                                                         | 192 |
| <i>Klochkov B. F.</i> The history of the theoretical mechanics chair GMA–GUMRF .....                                                                                                                  | 192 |

# СУДОВОЖДЕНИЕ И БЕЗОПАСНОСТЬ НА ВОДНОМ ТРАНСПОРТЕ

УДК 681.51:629.12

**Ю. Г. Ксенофонов,**  
старший преподаватель,  
ГУМРФ имени адмирала С. О. Макарова

## ОБЩЕЕ ФОРМАЛИЗОВАННОЕ ОПИСАНИЕ ПРОЦЕССА ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ ОХРАНЫ ПЕРИМЕТРА МОРСКИХ ОБЪЕКТОВ

## THE GENERAL FORMALIZED DESCRIPTION OF PROCESS OF FUNCTIONING OF SECURITY SYSTEM OF PERIMETER OF SEA OBJECTS

Одно из главных условий устойчивого и эффективного функционирования морского транспорта — это обеспечение транспортной безопасности (ТБ) на морских объектах. Форпостом в обеспечении безопасности таких объектов, в частности их берегового сегмента, являются периметральные охранные системы (ПОС). В данной статье рассмотрены вопросы, связанные с функционированием ПОС, представлена модель формализованного описания процесса функционирования, а также детализация возможных угроз объектам морского транспорта. Предложена система вероятностных показателей для оценки эффективности функционирования ПОС, а также перечислены основные нормативно-правовые документы в области ТБ.

*One of the main conditions for sustainable and efficient operation of maritime transport — is to ensure transport safety (TS) at maritime objects. Voorpost in ensuring the safety of such objects, in particular, their coast segment are perimeter security system (PSS). This article discusses issues related to the operation of the PSS, a model of a formalized description of the process of functioning, as well as detailing potential threats to maritime transport objects. The system of indicators to assess the probability of efficiency of functioning of the PSS, and are the main legal documents in the field of TS.*

**Ключевые слова:** технические средства охраны, инженерно-техническая укрепленность, периметр, морской объект, формализованное описание, оценка эффективности функционирования, транспортная безопасность.

**Key words:** technical means of protection, technical protection, perimeter, the sea object, the formalized description, assessment of efficiency of functioning, transport safety.

**Р**ОССИЯ традиционно относится к числу ведущих морских держав, играющих активную роль в изучении, освоении и эксплуатации Мирового океана. Для экономического и социального развития России морские пространства играют первостепенную роль. Это обусловлено протяженностью российской морской границы, которая составляет примерно 38,8 тыс. км. В связи с этим активность России в прибрежных морских пространствах может существенно повлиять на конкурентоспособность страны в финансовой, коммерческой, научной и социальной сферах, на создание условий, обеспечивающих реализацию национальных и геополитических интересов государства. Как следствие, обеспечение морской безопасности — одно из главных условий устойчивого и эффективного функционирования морских объектов.

В условиях роста угроз международного терроризма экстремистских организаций проблема морской безопасности выходит за рамки профессиональных интересов морского сообщества, становится в один ряд с другими общенациональными проблемами, требующими особого внимания как представителей силовых структур, так и науки.



Террористические угрозы морским объектам заставляют принимать адекватные меры по их предупреждению и блокированию. Форпостом в обеспечении безопасности таких объектов, их берегового сегмента являются периметральные охранные системы (ПОС). Особенность указанных систем заключается в том, что последние имеют большую протяженность в сотни метров и километров и устанавливаются на местности с различным рельефом, сложными климатическими условиями, соприкасаются с акваториями морских портов. Будучи форпостом систем безопасности, ПОС являются наиболее важным рубежом охраны, ибо формируют самый ранний сигнал тревоги о нарушении границы объекта, обуславливая запас времени для сил реагирования по блокированию нарушителей.

Одно из главных условий устойчивого и эффективного функционирования морского транспорта — это обеспечение транспортной безопасности (ТБ) на морских объектах. В ходе выполнения операций цепи поставок могут возникать различные угрозы (социогенные, техногенные и природно-естественного характера), воздействующие на элементы морской инфраструктуры и суда, приводящие к дестабилизации транспортно-технологических процессов, нарушению сроков поставок, ущербу, необходимости восстановления нарушенной структуры, потребности в мероприятиях по ликвидации последствий реализации угроз. Отдельно необходимо выделять такие угрозы, как морской терроризм и пиратство, характеризующиеся все более возрастающими масштабами.

Детализация возможных угроз, которые может реализовать нарушитель на территории морского объекта, представлена в виде блок-схемы на рис. 1.

К международным документам в области ТБ для морского транспорта можно отнести главу 11-2 Конвенции СОЛАС-74, Кодекс по охране судов и портовых средств (ОСПС), международные стандарты ИСО 20858 (суда и морские технологии) и ИСО 28000/2007 (Системы управления безопасностью цепи поставок. Технические условия). Наряду с международными нормативно-правовыми документами в РФ приняты национальные документы: закон «О транспортной безопасности» (№ 16-ФЗ), Комплексная программа обеспечения безопасности населения на транспорте (Указ Президента РФ № 403), а также закон «О безопасности» № 390-ФЗ. Они практически полностью формулируют задачи и пути обеспечения ТБ.

Для всех портов и портовых средств РФ существует общая проблема создания типовой эффективной ПОС, базирующейся на единых принципах, подходах, формализованных процедурах проектирования, функционирования и алгоритмах.

Формализованное описание и алгоритм построения ПОС детально изложены в [1, с. 15–20].

Для морских объектов основными сегментами защиты являются: периметр, территория, здания, сооружения, акватория (подводная и надводная среды). В рамках этих сегментов необходимо обеспечить безопасность персонала, пассажиров, грузов, транспортных средств, объектов инфраструктуры. С этой целью проводится оценка уязвимости то есть идентификация угроз, формулирование сценариев возможных угроз, определение ущерба и риска, анализируются мероприятия организационного и инженерно-технического характера, а также в рамках сил транспортной безопасности изучается документация объекта защиты, проводится обследование элементов объекта с учетом всех факторов: технологического процесса, используемого оборудования, персонала, грузов, процедур пропускного и внутриобъектового режимов, состояния ограждений периметров, используемых технических средств охраны (ТСО).

ПОС включает следующие составляющие [2]:

- персонал — силы транспортной безопасности (включая и внешние организации — ФСБ, МВД и др.);
- административно-организационную часть;
- инженерные средства укрепления (ограждения, козырьки и т. д.);
- собственно ТСО.

Для описания процесса функционирования комплекса ПОС можно принять три вида множеств:



- множество угроз  $U = \{U_i\}$ , где  $i = \overline{1, m}$  — номер вида угрозы;
- множество участков периметра  $O = \{O_j\}$ , где  $j = \overline{1, n}$  — номер участка периметра;
- множество средств обнаружения  $M = \{M_k\}$ , где  $k = \overline{1, r}$  — номер ТСО.

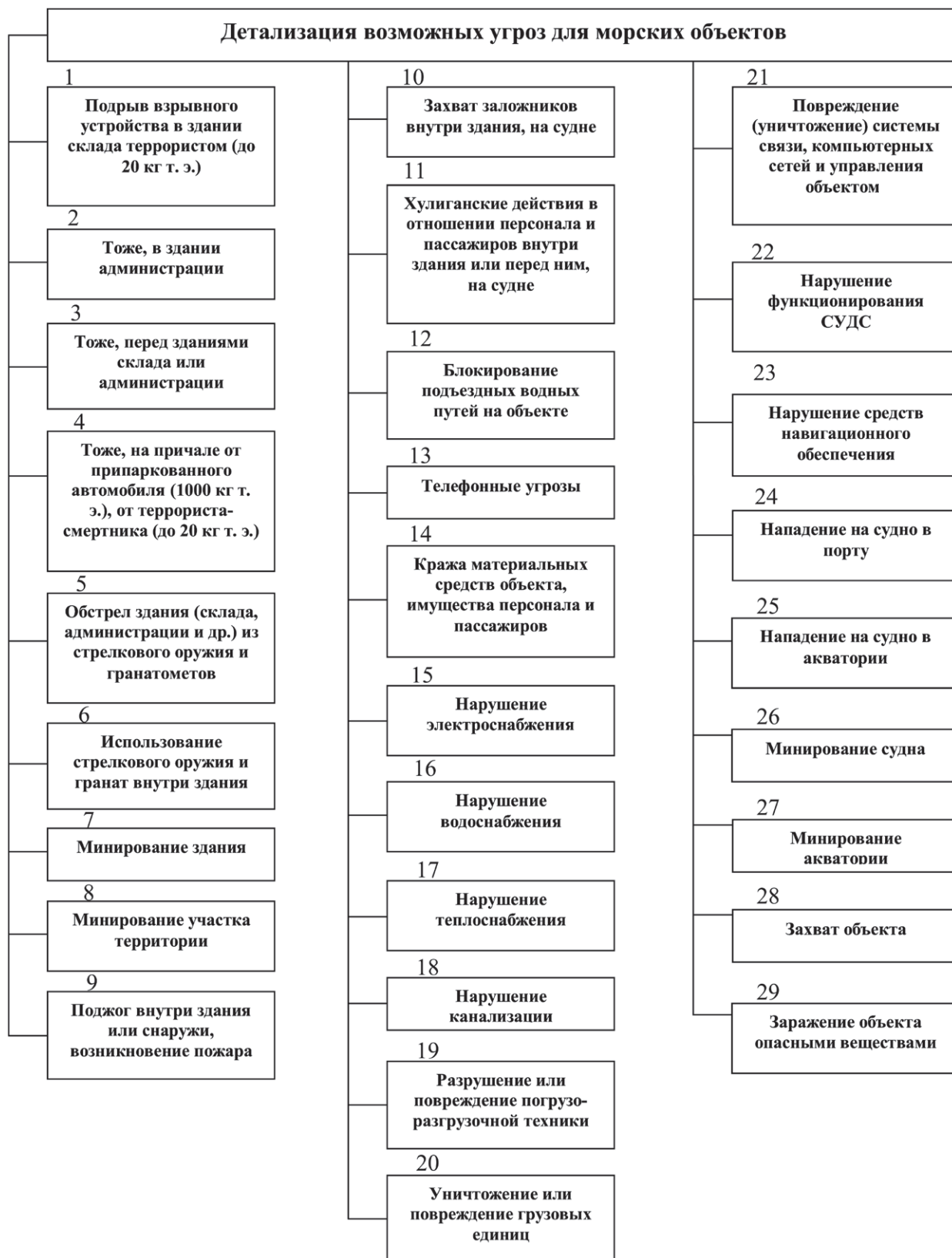


Рис. 1. Детализация угроз

Элементы множеств  $U$  и  $O$  находятся между собой в определенном отношении «угроза — участок периметра объекта», определяемом графом  $G(X)$ , где  $X$  — множество вершин графа  $X = \{X_i\}$ , где  $i = \overline{1, m}$ ,  $j = \overline{1, n}$  (рис. 2). Дуга  $\langle U_i, O_j \rangle$  существует только тогда, когда  $U_i$  является средством получения доступа на объект через участок  $O_j$ .

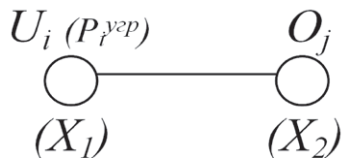


Рис. 2. Граф «угроза — участок периметра объекта»

Общая постановка задачи формулируется в следующем виде: множество средств защиты  $M$  обеспечивает прикрытие множества участков периметра  $O$  от множества угроз  $U$ . В идеальном случае каждое ТСО множества  $M$  должно предотвращать любую попытку несанкционированного проникновения на объект. В действительности эти средства выполняют функцию извещения о нарушении периметра, не обеспечивая сопротивление нарушителю. Вероятность обнаружения  $P_{обн}$  — основная характеристика, присущая всем элементам множества  $M$ . Соответствующий граф представлен на рис. 3.

Вероятность реализации  $i$ -й угрозы на объекте зависит от ее обнаружения КТСО и успешного выполнения группой быстрого реагирования (ГБР) задачи по нейтрализации нарушителя. На рис. 4 представлен граф событий.

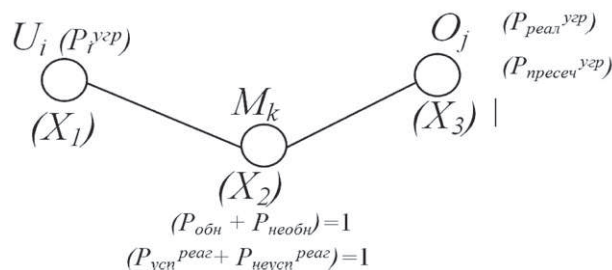


Рис. 3. Граф «угроза — средство обнаружения — участок периметра объекта»

Вероятность пресечения угрозы  $P_{пресеч}^{угр}$  можно выразить как:

$$P_{пресеч}^{угр} = P_i^{угр} P_{обн} P_{усп}^{реак}.$$

Таким образом, применяя формализованное описание с подстановкой численных значений вероятностей, можно получить определенную оценку эффективности функционирования ПОС.

Показатель выполнения задач ПОС определяется, как правило, через вероятность успешной нейтрализации  $P_{нейтр}$  нарушителя, охватывая все действия и составляющие ПОС, быстрого реагирования (ГБР).

Если говорить об эффективности сил охраны, то она определяется исходя из следующих критериев [3, с. 85–89]:

$$t_{приб} \rightarrow t_{сов}, P_{нейтр} \rightarrow 1,$$

где  $t_{приб}$  — время прибытия ГБР к месту точки проникновения;

$t_{сов}$  — время, необходимое нарушителю для совершения противоправных действий на территории объекта;

$P_{нейтр}$  — вероятность своевременного успешного выполнения нейтрализации нарушителя ГБР.

В период эксплуатации эффективность ПОС можно представить в виде вероятностной функции

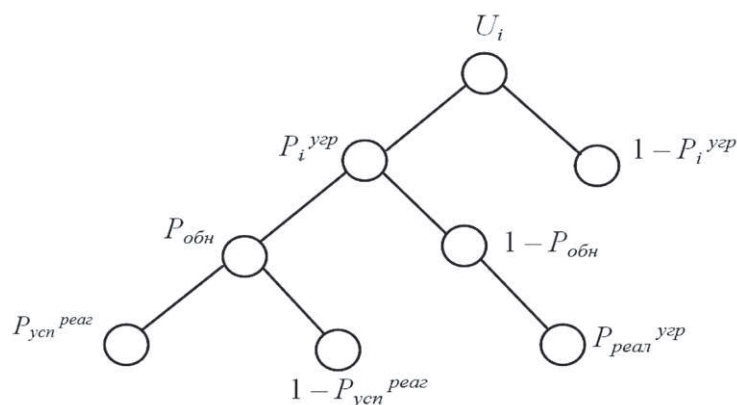


Рис. 4. Граф событий:

- $P_i^{угр}$  — вероятность возникновения  $i$ -й угрозы;
- $P_{реал}^{угр}$  — вероятность реализации  $i$ -й угрозы;
- $P_{обн}$  — вероятность обнаружения ТСО;
- $P_{усп}^{реак}$  — вероятность успешной локализации  $i$ -й угрозы силами реагирования;
- $P_{неусп}^{реак}$  — вероятность неуспешной локализации  $i$ -й угрозы силами реагирования

$\mathcal{E}_{\text{СБ}}^{\text{экспл}}$  от следующих показателей:

$$\mathcal{E}_{\text{ПОС}}^{\text{экспл}} = f(P_{\text{дф}}, P_{\text{перс}}, P_{\text{нейтр}}),$$

где  $\mathcal{E}_{\text{ПОС}}^{\text{экспл}}$  — эффективность функционирования ПОС в период эксплуатации;

$P_{\text{дф}}$  — достоверность правильного функционирования ТСО;

$P_{\text{перс}}$  — вероятность своевременного выполнения соответствующих задач персоналом.

Предложенная система показателей позволит наиболее качественно оценить эффективность функционирования ПОС морских объектов в период эксплуатации, что даст возможность наиболее рационально определять ее элементный состав.

### Список литературы

1. Пивоваров А. Н. Охранное оборудование и ограждения в периметральных системах охраны портовых средств / А. Н. Пивоваров, Ю. Г. Ксенофонтов // Эксплуатация морского транспорта. — СПб.: Изд-во ГМА имени адмирала С. О. Макарова, 2013. — № 1 (71).
2. Пивоваров А. Н. Периметральные охранные системы береговых и морских объектов в рамках кодекса ОСПС: учеб. пособие / А. Н. Пивоваров, С. А. Левчук, А. В. Мещеряков. — СПб.: Изд-во Политех. ун-та, 2008. — 148 с.
3. Ксенофонтов Ю. Г. Вопросы функционирования систем безопасности морских объектов / Ю. Г. Ксенофонтов // Вопросы оборонной техники. Сер. 16. — М.: Изд-во науч.-техн. центра «Информтехника», 2013. — Вып. 11–12 (66).
4. Гарсия М. Проектирование и оценка систем физической защиты / М. Гарсия; под ред. Р. Г. Магауенова. — М.: Мир, 2002. — 322 с.
5. Магауенов Р. Г. Системы охранной сигнализации: основы теории и принципы построения / Р. Г. Магауенов. — М.: Горячая линия — Телеком, 2004. — 367 с.
6. Арасланов Ш. Ф. Теория графов. Лекции и практические занятия: учеб. Пособие / Ш. Ф. Арасланов. — Казань: Изд-во Казанск. гос. архитектур.-строит. ун-та, 2013. — 86 с.