

УДК: 519.876.2

## Модели борьбы с силовыми актами в морском пространстве

В. В. Шумов

Отделение погранологии Международной академии информатизации,  
Россия, 125040, г. Москва, Ленинградский проспект, д. 3/5

E-mail: v.v.shumov@yandex.ru

*Получено 04.12.2019, после доработки — 25.02.2020.*

*Принято к публикации 12.03.2020.*

Моделирование борьбы с террористическими, пиратскими и разбойными актами на море является актуальной научной задачей в силу распространенности силовых актов и недостаточного количества работ по данной проблематике. Действия пиратов и террористов разнообразны. С использованием судна-базы они могут нападать на суда на удалении до 450–500 миль от побережья. Выбрав цель, они ее преследуют и с применением оружия идут на бордаж. Действия по освобождению судна, захваченного пиратами или террористами, включают: блокирование судна, прогноз мест возможного нахождения пиратов на судне, проникновение (с борта на борт, по воздуху или из-под воды) и зачистка помещений судна. Анализ специальной литературы по действиям пиратов и террористов показал, что силовой акт (и действия по его нейтрализации) состоит из двух этапов: во-первых, это блокирование судна, заключающееся в принуждении к его остановке, и, во-вторых, нейтрализация команды (группы террористов, пиратов), включая проникновение на судно (корабль) и его зачистку. Этапам цикла поставлены в соответствие показатели — вероятность блокирования и вероятность нейтрализации. Переменными модели силового акта являются количество судов (кораблей, катеров) у нападающих и обороняющихся, а также численность группы захвата нападающих и экипажа судна — жертвы атаки. Параметры модели (показатели корабельного и боевого превосходства) оценены методом максимального правдоподобия с использованием международной базы по инцидентам на море. Значения названных параметров равны 7.6–8.5. Столь высокие значения параметров превосходства отражают возможности сторон по действиям в силовых актах. Предложен и статистически обоснован аналитический метод расчета параметров превосходства. В модели учитываются следующие показатели: возможности сторон по обнаружению противника, скоростные и маневренные характеристики судов, высота судна и характеристики средств бордажа, характеристики оружия и средств защиты и др. С использованием модели Г. Беккера и теории дискретного выбора оценена вероятность отказа от силового акта. Значимость полученных моделей для борьбы с силовыми актами в морском пространстве заключается в возможности количественного обоснования мер по защите судна от пиратских и террористических атак и мер сдерживания, направленных на предотвращение атак (наличие на борту судна вооруженной охраны, помощь военных кораблей и вертолетов).

Ключевые слова: математическая модель, пираты, морские террористы, силовой акт, блокирование, нейтрализация, вероятностная модель, оценка параметров

UDC: 519.876.2

## Mathematical models of combat and military operations

V. V. Shumov

Department borderlogy of International Informatizational Academy,  
3/5 Leningradskij pr., Moscow, 125040, Russia

E-mail: v.v.shumov@yandex.ru

*Received 04.12.2019, after completion — 25.02.2020.  
Accepted for publication 12.03.2020.*

Modeling the fight against terrorist, pirate and robbery acts at sea is an urgent scientific task due to the prevalence of force acts and the insufficient number of works on this issue. The actions of pirates and terrorists are diverse. Using a base ship, they can attack ships up to 450–500 miles from the coast. Having chosen the target, they pursue it and use the weapons to board the ship. Actions to free a ship captured by pirates or terrorists include: blocking the ship, predicting where pirates might be on the ship, penetrating (from board to board, by air or from under water) and cleaning up the ship's premises. An analysis of the special literature on the actions of pirates and terrorists showed that the act of force (and actions to neutralize it) consists of two stages: firstly, blocking the vessel, which consists in forcing it to stop, and secondly, neutralizing the team (terrorist groups, pirates), including penetration of a ship (ship) and its cleaning. The stages of the cycle are matched by indicators — the probability of blocking and the probability of neutralization. The variables of the act of force model are the number of ships (ships, boats) of the attackers and defenders, as well as the strength of the capture group of the attackers and the crew of the ship - the victim of the attack. Model parameters (indicators of naval and combat superiority) were estimated using the maximum likelihood method using an international database of incidents at sea. The values of these parameters are 7.6–8.5. Such high values of superiority parameters reflect the parties' ability to act in force acts. An analytical method for calculating excellence parameters is proposed and statistically substantiated. The following indicators are taken into account in the model: the ability of the parties to detect the enemy, the speed and maneuverability characteristics of the vessels, the height of the vessel and the characteristics of the boarding equipment, the characteristics of weapons and protective equipment, etc. Using the Becker model and the theory of discrete choice, the probability of failure of the force act is estimated. The significance of the obtained models for combating acts of force in the sea space lies in the possibility of quantitative substantiation of measures to protect the ship from pirate and terrorist attacks and deterrence measures aimed at preventing attacks (the presence of armed guards on board the ship, assistance from warships and helicopters).

Keywords: mathematical model, pirates, sea terrorists, power act, blocking, neutralization, probabilistic model, parameter estimation

Citation: *Computer Research and Modeling*, 2020, vol. 12, no. 4, pp. 907–920 (Russian).

## 1. Введение

Терроризм, пиратство и вооруженный разбой на море являются одной из древнейших угроз жизненно важным интересам государств на море. Количество пиратских и террористических актов, действий разбойного характера возрастает в силу следующих причин:

- снижение жизненного уровня населения ряда прибрежных государств в результате внешних вторжений, религиозных и этнических конфликтов, экономических кризисов, что создает благоприятную социальную среду для рекрутирования лиц в незаконные вооруженные формирования, террористические и пиратские группы;
- увеличение морских транспортных и пассажирских потоков;
- сокращение численности экипажей судов, что облегчает их захват и др.

К актам силового характера также относятся действия военных кораблей и катеров, нарушающих международное и национальное право (неправомерные действия в территориальных водах другого государства и т. п.), неправомерные действия экологических и других организаций (незаконная попытка захвата российской платформы «Приразломная» судном Гринпис Arctic Sunrise).

Анализ научных работ по проблемам борьбы с терроризмом, пиратством и разбоем на море и в прибрежной полосе позволяет их разделить на три группы (основание классификации — отрасли научного знания):

Первая группа — научные работы правового характера ([Бондаренко и др., 2015; Гафаров, 2012; Пиджаков, Ромашев, 2013; Ромашев, 2014] и др.). В них обсуждаются вопросы правовой оценки силовых актов на море (терроризма, пиратства, разбоя), совершенствования механизмов предотвращения и пресечения вооруженных нападений на суда, формулируются предложения по совершенствованию международного и национального права.

Вторая группа — научные работы в области обороны и безопасности [Григорян, Дмитриев, 2004; Петров, 2012], в которых анализируется и обобщается опыт борьбы с силовыми актами на море, рассматриваются лучшие практики, выявляются основные этапы действий по нейтрализации силовых актов в морском пространстве.

Третья группа — научные работы в области кибернетики и математического моделирования. Несмотря на наличие большого количества работ в области поиска и преследования объектов на море (классические примеры — книга [Абчук, Суздаль, 1977] и статья [Галяев и др., 2019]), применительно к задачам борьбы с силовыми актами в море имеется ограниченный круг работ ([Psarros et al., 2011; Marchione et al., 2014] и др.), посвященных в основном визуализации статистических данных о силовых актах и их анализу методами математической статистики.

Модели борьбы с силовыми актами в морском пространстве относятся к малоисследованному классу задач обеспечения безопасности, что свидетельствует об актуальности данной работы.

## 2. Содержательная характеристика силовых актов и действий по борьбе с ними

Возросшие технологические и тактические возможности террористических и пиратских групп были продемонстрированы 12.10.2000 г. в ходе атаки террористической группировки «Аль-Каида» на американский эскадренный миноносец УРО «Коул», находившийся в то время на стоянке в йеменском порту Аден (17 убитых и 42 раненных членов экипажа, значительные повреждения боевого корабля). Тактика действий морских террористов против кораблей в базах и портах и против судов, находящихся на переходе морем, имеет свои особенности. При этом применение тех или иных тактических приемов находится в зависимости от многих факторов: мотивации террористической группировки, ее оперативного опыта, класса и типа ата-

куемого корабля, важности и ценности предполагаемой цели, системы безопасности гавани или порта [Чертанов, 2002]. Для нападения на суда и корабли в море террористами используются быстроходные катера, вооруженные реактивными гранатометами, легкими противотанковыми установками и артиллерийскими системами.

Тактика пиратов также достаточно разнообразна [Методические, 2010]. Зачастую они выходят в море на судне-базе, буксирующей несколько скоростных моторных лодок (катеров). Эти плавбазы могут действовать в открытом море на удалении до 450–500 миль от побережья. Выбрав подходящую цель, пиратские лодки (катера) начинают ее преследовать, подходят вплотную и с применением оружия идут на абордаж. Для подъема на борт судна используются штурмовые лестницы и шнуры с железными крючьями. Захвату судна пиратами способствуют следующие факторы: низкая скорость, низкий надводный борт, недостаток или отсутствие планов и действий при нападении, заметное для нападающих отсутствие на судне должного наблюдения и неготовность экипажа отражать атаку.

Результаты силового акта и действий по его нейтрализации существенно зависят от морального фактора. В 2007 г. 15 вооруженных британских военнослужащих были задержаны в иранских территориальных водах на двух лодках во время проверки торгового судна. Они не оказали сопротивления, хотя поблизости находился их эсминец «Корнуолл» с вертолетом на борту. На вопрос, почему не оказали сопротивления при захвате, британские военнослужащие заявили, что существовала реальная угроза их жизни. 12.01.2016 в территориальных водах Ирана задержаны два катера ВМС США (экипаж катеров — 10 чел.). Каждый катер оснащен тремя 50-мм пулеметами, другим легким и полутяжелым оружием. При задержании экипажи не оказали вооруженного сопротивления [Корнева, 2016].

Действия по освобождению судна, захваченного пиратами или террористами, включают следующие этапы: блокирование, разведка, проникновение и зачистка [Петров, 2012]. Блокирование заключается в отсечении пиратов и террористов от помощи сообщников и в том, чтобы не дать им скрыться с места преступления. Цель разведки — получить сведения о количестве террористов (пиратов) и их вооружении, об экипаже и пассажирах, характере груза и т. д. Проникновение на борт судна возможно по воздуху (например, с помощью вертолета), из-под воды, с быстроходных лодок и т. д. Зачистка заключается в нейтрализации преступников на борту судна, освобождении заложников и членов экипажа.

Рассмотрим пример действий по нейтрализации силового акта. Утром 5.05.2009 г. пираты на двух быстроходных лодках атаковали танкер «Московский комсомолец» с 23 членами экипажа. Открыв огонь из автоматического оружия, пираты сделали невозможным сопротивление захвату. Капитан, сообщив по радио о нападении, приказал остановить двигатель, а всему экипажу укрыться в машинном отделении. Проникнув на судно, пираты не рискнули применить взрывчатку из-за боязни пожара. Противолодочный корабль «Маршал Шапошников», находившись в 300 милях от захваченного танкера, вечером был в районе захвата танкера. Около трех часов ночи три штурмовые группы подошли к танкеру на лодках и при поддержке вертолета высадились на его борт. Один пират был убит, десять захвачены в плен, заложники освобождены. У задержанных было изъято стрелковое оружие, гранатометы и приспособления для проникновения на судно [Петров, 2012].

### **3. Математическая модель блокирования и нейтрализации судна (группы судов, кораблей, катеров)**

Цикл действий по блокированию и нейтрализации судна (группы судов, кораблей, катеров) состоит из двух основных этапов: блокирование и нейтрализация (рис. 1).

По указанному циклу могут действовать как пираты и террористы, так и военные (полицейские) силы. Пусть первая сторона — нападающие, вторая — обороняющиеся, пытающиеся не допустить их блокирования и нейтрализации.



Рис. 1. Цикл действий по блокированию и нейтрализации судна (группы судов, кораблей, катеров) и показатели эффективности этапов цикла

Рассмотрим первый этап цикла действий. Пусть  $u$  — количество однотипных кораблей (катеров) первой стороны,  $w$  — количество однотипных судов (кораблей) второй стороны,  $\gamma$  — параметр корабельного превосходства первой стороны над второй. Воспользовавшись классическим определением вероятности, определим вероятность  $\pi(u, w)$  блокирования по формуле

$$\pi(u, w) = \frac{\gamma u}{\gamma u + w}, \quad \pi(0, 0) = \frac{\gamma}{\gamma + 1}. \quad (1)$$

В ходе второго этапа боевыми единицами являются не корабли, а вооруженные (включая подручными средствами) люди. Пусть  $x$  — количество штурмующих единиц первой стороны,  $y$  — количество обороняющихся единиц второй стороны,  $\beta$  — параметр боевого превосходства первой стороны над второй. Тогда, используя классическое определение вероятности, вычислим вероятность  $\omega(x, y)$  нейтрализации по формуле

$$\omega(x, y) = \frac{\beta x}{\beta x + y}, \quad \omega(0, 0) = \frac{\beta}{\beta + 1}. \quad (2)$$

Соответственно, вероятность  $p$  победы в силовом акте равна

$$p = p(u, w, x, y) = \frac{\gamma u}{\gamma u + w} \frac{\beta x}{\beta x + y}. \quad (3)$$

Для оценки параметров превосходства воспользуемся функцией правдоподобия  $L$ :

$$L = \prod_{i=1}^m (p_i)^s (1 - p_i)^{1-s} = \prod_{i=1}^m \left( \frac{\gamma u_i}{\gamma u_i + w_i} \frac{\beta x_i}{\beta x_i + y_i} \right)^s \left( 1 - \frac{\gamma u_i}{\gamma u_i + w_i} \frac{\beta x_i}{\beta x_i + y_i} \right)^{1-s}, \quad (4)$$

где  $m$  — количество наблюдений за ходом и результатами действий (объем выборки);  $p_i$  — вероятность победы первой стороны в  $i$ -м акте (неизвестная величина);  $s$  — доля актов, в которых победила первая сторона;  $u_i$  и  $x_i$  — количество единиц первой стороны, участвовавших в  $i$ -м акте;  $w_i$  и  $y_i$  — количество единиц второй стороны, участвовавших в  $i$ -м акте.

Оценивание параметров можно выполнить максимизацией логарифмической функции правдоподобия:

$$l = s \sum_{i=1}^m \ln \left( \frac{\gamma u_i}{\gamma u_i + w_i} \frac{\beta x_i}{\beta x_i + y_i} \right) + (1 - s) \sum_{i=1}^m \ln \left( 1 - \frac{\gamma u_i}{\gamma u_i + w_i} \frac{\beta x_i}{\beta x_i + y_i} \right). \quad (5)$$

Вычислим первые частные производные и приравняем их к нулю:

$$\frac{\partial l}{\partial \gamma} = s \left( \frac{m}{\gamma} - \sum_{i=1}^m \frac{u_i}{\gamma u_i + w_i} \right) + (1 - s) \left( \sum_{i=1}^m \frac{u_i y_i}{(\gamma u_i + w_i)(\beta x_i + y_i)} - \sum_{i=1}^m \frac{u_i}{\gamma u_i + w_i} \right) = 0, \quad (6)$$

$$\frac{\partial l}{\partial \beta} = s \left( \frac{m}{\beta} - \sum_{i=1}^m \frac{x_i}{\beta x_i + y_i} \right) + (1 - s) \left( \sum_{i=1}^m \frac{w_i x_i}{(\gamma u_i + w_i)(\beta x_i + y_i)} - \sum_{i=1}^m \frac{x_i}{\beta x_i + y_i} \right) = 0. \quad (7)$$

Имеем два уравнения с двумя неизвестными ( $\gamma$  и  $\beta$ ). Их решение возможно численным методом.

#### 4. Статистическая оценка параметров превосходства

В таблице 1 показаны характеристики и результаты силовых актов, связанных с захватом судов, по которым есть данные о количестве судов (кораблей) и членов экипажей (команд).

Таблица 1. Характеристики и результаты силовых актов в морском пространстве

Дата	Место	Нападающие			Обороняющиеся			Результат акта
		Описание	$u_i$	$x_i$	Описание	$w_i$	$y_i$	
06.04.2003	Персидский залив	ВМС США	5	10	Корабли «Аль Шорук», «Аль-Фатех-аль-Мобин»	2	40	1
23.03.2007	Пролив Шатт-эль-Араб	Иранские воен. силы	5	30	2 лодки с экипажем фрегата Cornwall	2	15	1
17.11.2008	Аравийское море	Сомалийские пираты	1	15	Танкер «Сириус Стар»	1	25	1
05.09.2008	Индийский океан	Пираты	3	20	Судно «Фаина»	1	21	1
09.08.2009	Балтийское море	Террористы	3	8	Лесовоз класса «Арктик-Си»	1	15	1
05.05.2010	Аденский залив	Пираты	1	11	Танкер «Московский университет»	1	23	1
28.12.2012	Гвинейский залив	Пираты	1	10	Танкер Energy Centurion	1	24	1
22.11.2010	Аденский залив	Пираты	1	10	Танкер-химовоз NS Spirit	1	22	1
26.08.2012	Северный морской путь	Гринпис	2	27	Платформа «Приразломная»	1	100	0
06.11.2013	Японское море	Террористы	1	40	Развед. судно «Пуэбло»	1	80	1
13.01.2016	Персидский залив	Террористы	1	25	2 катера ВМС США	2	10	1
01.10.2016	Красное море	Террористы	1	20	Катамаран HSV-2 Swift, США	1	22	1
06.02.2017	Красное море	Хуситы	3	18	Фрегат «Аль-Медина», СА	1	20	1
08.02.2017	Гвинейский залив	Пираты	1	10	Грузовое судно BBC Caribbean	1	11	1
20.03.2018	Каркинитский залив	Украина	2	15	Траулер «Норд»	1	10	1
10.04.2018	Каркинитский залив	Украина	1	10	Траулер «Печора»	1	12	1
15.08.2018	Азовское море	Украина	2	14	Танкер «Механик Погодин»	1	12	1
17.08.2018	Индийский океан	Пираты	1	4	Контейнеровоз MCC NINGBO	1	20	0
29.10.2018	Гвинейский залив	Пираты	1	10	Танкер ANUKET AMBER	1	12	1
25.11.2018	Черное море	ПК «Дон», «Изумруд»	2	25	Корабельно-катерная группа ВМС Украины	3	24	1
13.12.2018	Аравийское море	Пираты	15	60	Танкер NORD LAVENDER	1	23	0
04.01.2019	Гвинейское море	Пираты	1	4	Танкер FSL Singapore	1	16	0
05.01.2019	Гвинейский залив	Пираты	2	12	Контейнеровоз MSC MANDY	1	26	1
25.01.2019	Гвинейский залив	Пираты	1	8	Танкер SAMURAI	1	13	0
29.01.2019	Желтое море	Пираты	1	5	Круизный лайнер	1	15	0

GISIS: Piracy and Armed Robbery. — URL: <https://gisis.imo.org/Public/PAR/Default.aspx> (дата обращения: 30.11.2019).

Численным методом получено:  $\gamma \approx 7.6$ ,  $\beta \approx 8.5$ . Столь высокие значения параметров превосходства отражают возможности сторон по действиям в силовых актах. Оцененные значения параметров превосходства позволяют, в частности, решить задачу управления: при имеющихся технологиях найти потребное количество сил и средств для обеспечения требуемой вероятности исхода силового акта.

## 5. Аналитическая оценка параметров превосходства

В таблице 2 показаны количество актов за период 2009–2019 гг. и доля успешных актов, с детализацией по типам судов. Для анализа использовалась база данных инцидентов на море International Maritime Organization<sup>1</sup>.

В таблице 3 показано количество неуспешных для пиратов актов, в описании которых имеется указанное ключевое слово действий экипажей судов (период 2009–2019 гг.).

В описаниях успешных действий экипажа наиболее часто встречаются комбинации из перечисленных слов, например: скорость, маневрирование, антипиратские меры. Наиболее эффективной мерой по защите судов является наличие вооруженной группы на борту судна. Менее эффективно военное сопровождение каравана судов — известны случаи успешного захвата судов пиратами при наличии поблизости военного корабля.

Таблица 2. Количество силовых актов и их результативность по типам судов (2009–2019 гг.)

Тип судна (англ.)	Тип судна (русское)	Кол-во актов	Доля успешных актов
Dhow	парусно-моторное судно	12	1.000
Yacht	яхта	12	0.792
Tug	буксир	44	0.732
Supply ship	судно снабжения	16	0.625
Fishing vessel	рыболовное судно	47	0.617
Oil product tanker	танкер для нефтепродуктов	4	0.500
Barge carrier	баржевоз	9	0.444
Passenger ship	пассажирское судно	5	0.400
Product tanker	танкер-продуктовоз	84	0.351
Refrigerated cargo carrier	рефрижераторное судно	6	0.333
General cargo ship	сухогруз общего назначения	126	0.310
No data	нет данных	11	0.273
Chemical tanker	танкер-химовоз	127	0.268
Bulk carrier	балкер (навалочник)	227	0.201
Tanker	танкер	188	0.193
Ro-ro-cargo ship	ролкер (перевозка грузов на колесах)	15	0.167
Oil tanker	нефтяной танкер	39	0.132
Vehicle carrier	ролкер (перевозка грузов на колесах)	16	0.125
Special purpose ship	судно специального назначения	4	0.125
Heavy load carrier	грузовое судно	4	0.125
LPG tanker	газовоз	9	0.111
Container ship	контейнеровоз	144	0.108
Warship	военный корабль	1	0

<sup>1</sup> International Maritime Organization. GISIS: Piracy and Armed Robbery. — URL: <https://gisis.imo.org/Public/PAR/Default.aspx>

Таблица 3. Перечень наиболее частых действий экипажей судов (2009–2019 гг.)

Группировка по ключевому слову	Кол-во
Маневрирование	432
Антипиратские меры	305
Скорость	302
Вооруженная охрана	216
Военн*	120
Помощь	82

Примечание. Символ \* в запросе «Военн\*» означает любые символы (например: военный, военным и т. д.).

Исходя из статистического анализа силовых актов в морском пространстве, можно сделать предположения, что успешность действий по блокированию определяется моральными характеристиками сторон и следующими технологическими (тактическими) факторами: 1) возможности по разведке противника, 2) скорость кораблей (катеров, судов), 3) их маневренность и 4) возможности для абордажа (высота судна). Важнейшим показателем маневренности судна является диаметр циркуляции (в среднем он составляет 4–8 длин корпуса).

По формуле среднего геометрического определим параметр  $\gamma$  корабельного превосходства первой стороны над второй:

$$\gamma = \rho \sqrt[4]{\alpha_{u1}\alpha_{u2}\alpha_{u3}\alpha_{u4}}, \quad (8)$$

$$\alpha_{u1} = r_1/r_2, \quad \alpha_{u2} = v_1/v_2, \quad \alpha_{u3} = d_2/d_1, \quad \alpha_{u4} = h_1/h_2,$$

где  $\rho$  — отношение моральных потенциалов сторон [Шумов, 2016];  $\alpha_{u1}$ ,  $\alpha_{u2}$ ,  $\alpha_{u3}$ ,  $\alpha_{u4}$  — параметры превосходства первой стороны в разведке, скорости, маневренности и возможностях для абордажа;  $r_1$  ( $r_2$ ) — дальность обнаружения судна противника;  $v_1$  ( $v_2$ ) — скорость судна первой (второй) стороны;  $d_1$  ( $d_2$ ) — диаметр циркуляции судна первой (второй) стороны;  $h_1$  — высота судна нападающих (с учетом высоты типового средства высадки на палубу захватываемого судна),  $h_2$  — высота судна второй стороны.

Аналогично определяется параметр  $\beta$  боевого превосходства первой стороны над второй:

$$\beta = \rho \sqrt{\alpha_{x1}\alpha_{x2}}, \quad (9)$$

$$\alpha_{x1} = e_1/e_2, \quad \alpha_{x2} = b_1/b_2,$$

где  $\alpha_{x1}$ ,  $\alpha_{x2}$  — параметры превосходства первой стороны по перемещению на судне и по вооружению;  $e_1$  ( $e_2$ ) — скорость перемещения первой (второй) стороны по судну;  $b_1$  ( $b_2$ ) — дальность эффективного поражения противника первой (второй) стороны.

Оценке отношения  $\rho$  моральных потенциалов сторон посвящено множество работ, начиная с исследований генерала М. П. Осипова [Осипов, 1915], военного социолога Н. Н. Головина [Головин, 1938]. Названное отношение может быть вычислено, например, как отношение процентов выдерживаемых кровавых потерь (потерь убитыми и ранеными), при которых часть (подразделение) все еще способна выполнять поставленные задачи. Как показывает анализ действий групп и индивидов в ходе силовых актов, данный показатель подлежит обязательному учету в математических моделях.

Рассмотрим **пример 1**. У пиратов имеется материнское судно и скоростные лодки с высотой надводного борта 1 м, длиной 5 м, скоростью 25 узлов. Пираты выбрали в качестве целей для захвата:

- яхту (высота надводного борта 3 м, длина 20 м, скорость 20 узлов);
- танкер (высота надводного борта 12 м, длина 100 м, скорость 20 узлов).

Для абордажа пираты используют лестницы длиной 2 м. При  $\rho = 2$  оценить параметры корабельного превосходства (полагается, что дальность обнаружения противника с яхты равна 2 км, с танкера — 10 км, дальность обнаружения судна пиратами — до 10 км).



В предположении, что диаметр циркуляции пропорционален длине судна, применительно к яхте получим

$$\gamma_1 = 2^4 \sqrt{\frac{10}{2} \cdot \frac{25}{20} \cdot \frac{20}{5} \cdot \frac{1+2}{3}} \approx 4.5.$$

Значение параметра для танкера равно

$$\gamma_1 = 2^4 \sqrt{\frac{10}{10} \cdot \frac{25}{20} \cdot \frac{100}{5} \cdot \frac{1+2}{12}} \approx 3.2.$$

Таким образом, значение параметра корабельного превосходства пиратов относительно яхты существенно выше значения применительно к танкеру.

Имея аналитическую модель силового акта, можно готовить количественно обоснованные рекомендации по борьбе судов с пиратскими актами. На рис. 2 показана схема комплексной защиты судна [Best Management Practices, 2018].

Первый уровень обороны включает слаженные действия экипажа (непрерывное наблюдение, маневрирование судна), установку заграждений, использование сигнализации и антипиратских мер.

Второй уровень обороны включает усиление дверей и их защиту от взлома, установку дополнительных ворот и решеток, датчиков движения.

К последнему уровню обороны обычно относят оборудование цитадели — специально защищенного автономного помещения со средствами связи и управления судном.

В таблице 4 каждому уровню обороны поставлены в соответствие параметры модели.

Таблица 4. Уровни обороны и параметры модели

Уровень обороны	Параметры модели
Первый (недопущение блокирования судна и создания условий для проникновения на борт)	1. Отношение моральных потенциалов сторон 2. Возможности сторон по обнаружению противника (дальности обнаружения) 3. Скорости судов 4. Маневренность судов (диаметр циркуляции) 5. Высота судов и характеристики средств abordaja
Второй и третий уровни (недопущение захвата экипажа судна и управления им)	1. Отношение моральных потенциалов сторон 2. Скорости перемещения экипажа и пиратов по судну 3. Дальности эффективного поражения противника (с учетом средств защиты)

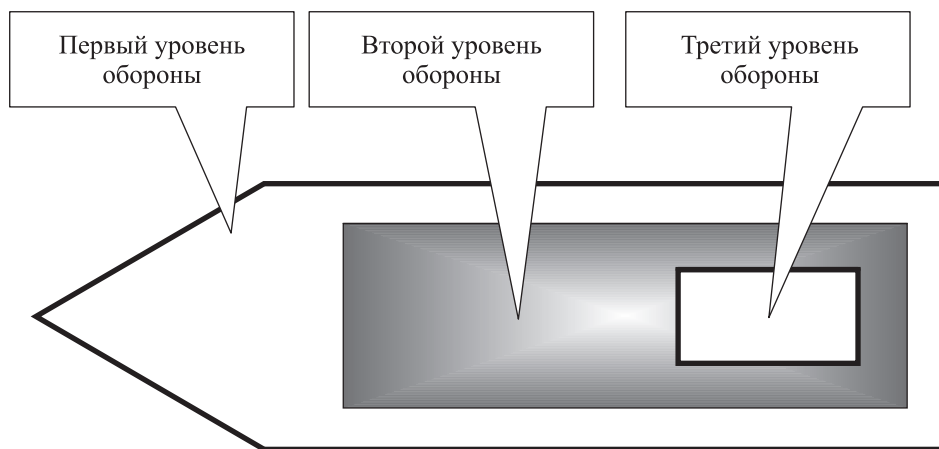


Рис. 2. Комплексная защита судна. Источник: Best Management Practices to Deter Piracy and Enhance Maritime Security in the Red Sea, Gulf of Aden, Indian Ocean and Arabian Sea. — Version 5, published June 2018

Приведем несколько описаний действий экипажей судов по борьбе с пиратскими актами.

05.07.2017 к нефтяному танкеру FLAGSHIP LOTUS подошли пираты на семи лодках. В каждой лодке было замечено по 5–6 вооруженных пиратов. Капитан танкера ввел в действие антипиратские меры, весь экипаж собрался в цитадели. Две пиратские лодки приблизились к танкеру с одной стороны, третья — с другого борта. Четыре вооруженных охранника на судне показали пиратам свое оружие и сделали предупредительные выстрелы вверх. Пираты отказались от захвата судна.

05.03.2016 десять вооруженных пиратов на скоростном катере приблизились к танкеру-химовозу MADONNA-1 и открыли по нему огонь. Пираты поднялись на борт танкера, используя крюк и лестницу. Была поднята тревога, и второстепенные члены экипажа отступили к цитадели. Пираты похитили четырех членов экипажа и ушли через час, не сумев захватить управление судном. Четверо похищенных членов экипажа были благополучно освобождены 27.03.2016.

06.02.2014 восемь вооруженных пиратов на скоростном катере преследовали танкер CHER. Капитан танкера объявил тревогу, предпринял уклоняющиеся маневры, отправил сообщение о бедствии и отправил оповещение об инциденте. Пираты маневрировали рядом с танкером и поднялись на борт по длинной лестнице. Экипаж отключил электричество в танкере и отступил в цитадель. Примерно через пять часов появилась военная команда и заметила, что пираты использовали кувалды, чтобы проникнуть в магазины и каюты. Оборудование связи танкера также было уничтожено. Экипаж сумел запустить аварийные генераторы и другую необходимую технику, проинформировал владельцев и отправил танкер в Лагос.

## 6. Сдерживание силовых актов в морском пространстве

На рис. 3 показано количество зарегистрированных случаев пиратства и вооруженного разбоя в морском пространстве.

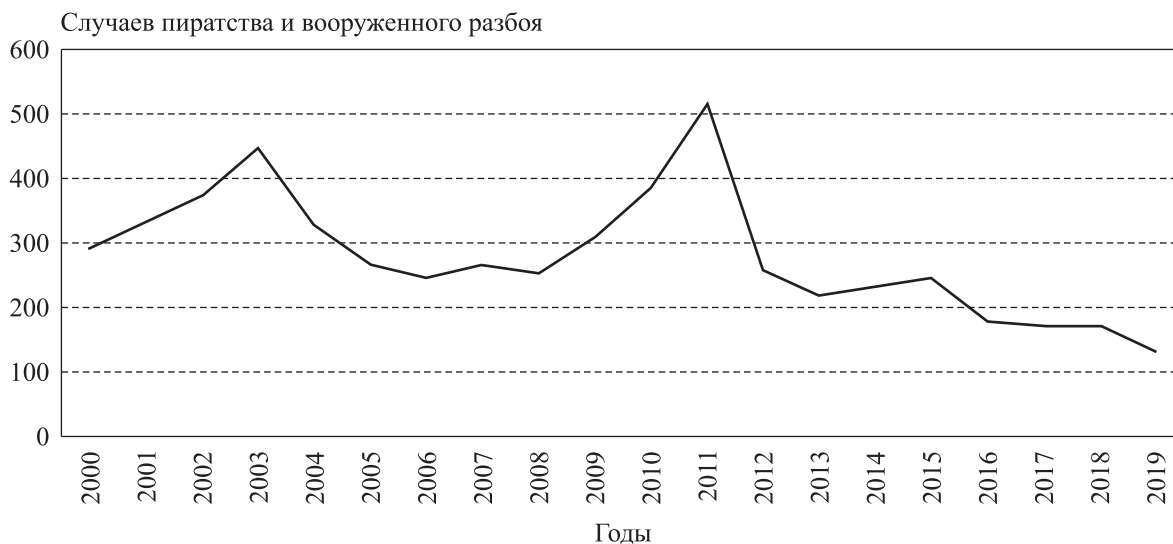


Рис. 3. Количество зарегистрированных случаев пиратства и вооруженного разбоя в морском пространстве (по состоянию на 1.12.2019). Источник: <https://gis.imo.org/Public/PAR/Search.aspx>

Из статистики видно, что пик пиратских и разбойных действий пришелся на 2011 год. Снижению пиратской активности в значительной степени способствовали меры военного (организация конвойных и антипиратских операций, аэро- и других видов разведки), юридического, социального и экономического характера.

Полезность  $W_1$  незаконной деятельности в морском пространстве можно определить с использованием модели Г. Беккера [Becker, 1968] (у пиратов два исхода — неуспешный и успешный):

$$W_1 = (1 - p)U(D - S) + pU(D), \tag{10}$$

где  $p$  — вероятность успеха силового акта,  $U(\cdot)$  — функция полезности,  $D$  — ожидаемый доход пиратов, разбойников в случае успешного захвата судна,  $S$  — денежный эквивалент наказания в случае неуспеха силового акта. Функция полезности учитывает отношение индивидов к риску [Bernoulli, 1738; Коровин, 2005; Rubinstein, 2013]. В качестве функций полезности обычно используются степенные, логарифмические или экспоненциальные функции.

Сравнивая полезность  $W_1$  с ожидаемым доходом  $W_0$  от законной деятельности, организаторы и участники силового акта принимают решение о виде деятельности. При  $W_1 < W_0$  реализуется функция сдерживания<sup>2</sup> преступности. Активность сомалийских пиратов в значительной степени объясняется разрушением институтов государства и обнищанием населения (низкое значение дохода  $W_0$ ) и высоким ожидаемым доходом  $D$  (известны случаи многомиллионных выплат пиратам за освобождение судна и экипажа).

В силу различных причин организаторы и участники могут допускать ошибки при анализе и сравнении альтернатив, поэтому для оценки вероятности  $\xi_0$  отказа от незаконной деятельности может использоваться модель дискретного выбора [Sandor, 2009; Wein et al., 2009]:

$$\xi_0 = \frac{\exp(\theta)}{\exp(\theta) + \exp(\theta W_1 / W_0)}, \tag{11}$$

где  $\theta \approx 3-5$  — степень рациональности организаторов и участников силового акта.

Рассмотрим **пример 2**. При степени рациональности  $\theta = 4$  и при двух значениях ожидаемого дохода ( $W_0 = 50$  и  $W_0 = 100$ ) построить график зависимости вероятности отказа от силового акта от полезности незаконной деятельности  $W_1$  (рис. 4).

Если участники силового акта преследуют неэкономические цели (военные корабли и катера, террористы), то при выборе альтернативы (нападать на судно или нет) они ориентируются на полезности  $W_0 = 1 - P_0$  и  $W_1 = 1 - P$ , где  $P_0 \approx 0.2-0.4$  есть пороговая вероятность (вероятность нейтрализации, при которой террористы массово отказываются от незаконной деятельности)

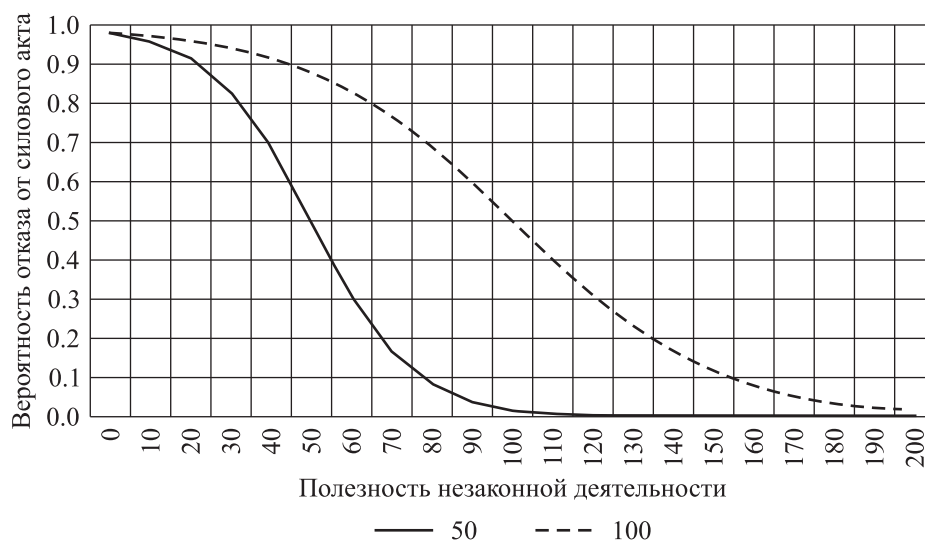


Рис. 4. Зависимость вероятности отказа от силового акта от полезности незаконной деятельности пиратов, разбойников при следующих исходных данных: степень рациональности пиратов  $\theta = 4$ , доход от законной деятельности равен 50 (сплошная линия) и 100 (пунктирная линия)

<sup>2</sup> Сдерживание есть состояние ума, вызванное угрозой ответных действий [FMFM, 1990].

[Шумов, 2012],  $P$  — вероятность потерь (травм) при захвате судна. Из анализа базы данных инцидентов на море можно предположить, что вероятность  $P$  растет с уменьшением вероятности  $\omega(x, y)$  нейтрализации ( $P \approx 1 - \omega$ ).

**Пример 3.** При степени рациональности  $\theta = 3$  и при двух значениях пороговой вероятности ( $P_0 = 0.2$  и  $P_0 = 0.4$ ) построить график зависимости вероятности отказа от силового акта от вероятности  $P$  потерь (травм) при захвате судна (рис. 5).

Вероятность потерь (травм) при захвате судна пиратами существенно высока, если на судне есть вооруженная охрана или ожидается помощь военного корабля (самолета, вертолета).

Из рисунка видно, что вероятность отказа от силового акта существенно зависит от способности нападающих рисковать своими жизнями и здоровьем для достижения поставленных целей. В частности, морские подразделения иранского Корпуса стражей исламской революции (КСИР) постоянно демонстрируют высокую морально-психологическую устойчивость при действиях против хорошо вооруженного противника (большое значение вероятности  $P_0$ ).

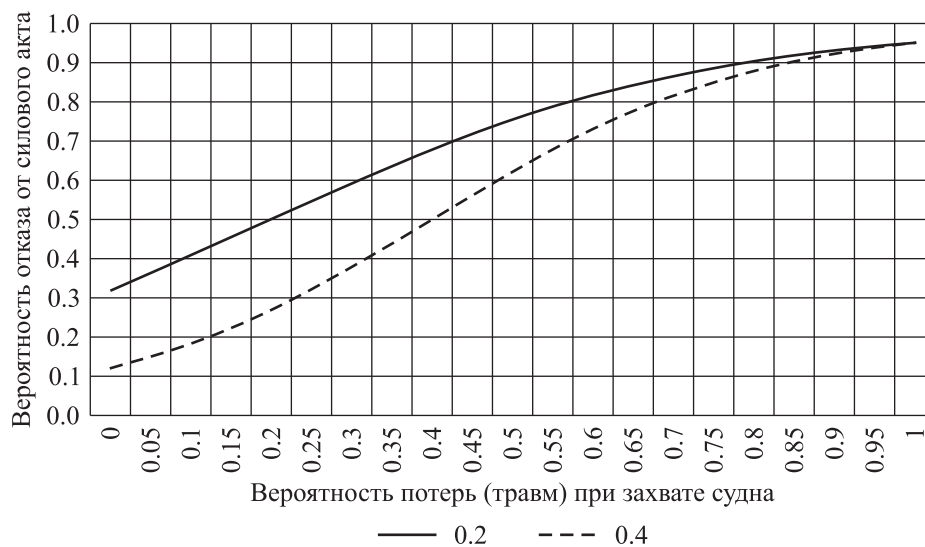


Рис. 5. Зависимость вероятности отказа от силового акта от вероятности  $P$  потерь (травм) при захвате судна при следующих исходных данных: степень рациональности пиратов  $\theta = 3$ , пороговая вероятность равна 0.2 (сплошная линия) и 0.4 (пунктирная линия)

Рассмотренная модель сдерживания силовых актов хорошо согласуется со статистическими данными об инцидентах в морском пространстве.

## 7. Заключение

В статье рассмотрены характеристики силовых актов, типовая тактика действий пиратов и морских разбойников. Силовой акт (и действия по его нейтрализации) состоит из двух этапов: 1) блокирование судна, заключающееся в принуждении к его остановке; 2) нейтрализация команды (группы террористов, пиратов), включая проникновение на судно (корабль) и его зачистку. Этапам цикла поставлены в соответствие такие показатели, как вероятность блокирования и вероятность нейтрализации.

Параметры модели (показатели корабельного и боевого превосходства) оценены методом максимального правдоподобия с использованием международной базы по инцидентам на море.

Оценена полезность незаконной деятельности в морском пространстве пиратов (разбойников), что позволит спрогнозировать потребное количество дежурных (конвойных) военных кораблей, обеспечивающих сдерживание пиратской и разбойной деятельности в море (существенное снижение количества силовых актов).

Действиям сторон в ходе силового акта поставлены в соответствие следующие критерии: 1) вероятность захвата пиратами судна (подлежит минимизации), 2) вероятность отказа от захвата судна (подлежит максимизации). Имея математическую модель силового акта, можно более обоснованно планировать меры по борьбе с силовыми актами в морском пространстве.

Автор признателен за конструктивные и ценные замечания рецензентов, позволившие существенно улучшить содержание и качество изложения материала.

## Список литературы (References)

- Абчук В. А., Суздаль В. Г.* Поиск объектов. — М.: Советское радио, 1977. — 336 с.  
*Abchuk V. A., Suzdal' V. G.* Poisk ob'ektov [Search for objects]. — Moscow: Sovetskoe radio, 1977. — 336 p. (in Russian).
- Бондаренко В. Ф., Григорьев Н. Ю., Родюков Э. Б.* Современный морской терроризм (пиратство) и его социальные последствия // Вестник ГУУ. — 2015. — № 12. — С. 245–252.  
*Bondarenko V. F., Grigor'ev N. Yu., Rodyukov E. B.* Sovremenniy morskoi terrorizm (piratstvo) i ego sotsial'nye posledstviya [Modern maritime terrorism (piracy) and its social consequences] // Vestnik GUU. — 2015. — No. 12. — P. 245–252 (in Russian).
- Галяев А. А., Маслов Е. П., Яхно В. П., Абрамянц Т. Г.* Уклонение подвижного объекта от обнаружения в конфликтной среде // Управление большими системами. — 2019. — Вып. 79. — С. 112–184.  
*Galyaev A. A., Maslov E. P., Yakhno V. P., Abramyan T. G.* Ukloneniye podvizhnogo ob'ekta ot obnaruzheniya v konfliktnoi srede [Evasion of a moving object from detection in a conflict environment] // Upravleniye bol'shimi sistemami. — 2019. — Iss. 79. — P. 112–184 (in Russian).
- Гафаров З. М.* О международно-правовых средствах борьбы с морским пиратством и терроризмом // Вестник Московского университета МВД России. — 2012. — № 6. — С. 133–137.  
*Gafarov Z. M.* O mezhdunarodno-pravovykh sredstvakh bor'by s morskim piratstvom i terrorizmom [On international legal means of combating maritime piracy and terrorism] // Vestnik Moskovskogo universiteta MVD Rossii. — 2012. — No. 6. — P. 133–137 (in Russian).
- Головин Н. Н.* Наука о войне. О социологическом изучении войны. — Париж: Издательство газеты «Сигнал», 1938. — 242 с.  
*Golovin N. N.* Nauka o voine. O sotsiologicheskom izuchenii voiny [On the sociological study of war]. — Parizh: Izdatel'stvo gazety "Signal", 1938. — 242 p. (in Russian).
- Григорян В. Л., Дмитриев В. И.* Пиратство, разбой и терроризм на море. — М.: Академкнига, 2004. — 224 с.  
*Grigoryan V. L., Dmitriev V. I.* Piratstvo, razboi i terrorizm na more [Piracy, robbery and terrorism at sea]. — Moscow: Akademkniga, 2004. — 224 p. (in Russian).
- Корнева А.* Иран задержал два военных катера США // Лидер Ньюс, 13.01.2016. — URL: <http://www.leader-news.ru/index.php/v-mire/item/1791-iran-zaderzhal-dva-voennykh-katera-ssha> (дата обращения: 25.02.2020).  
*Korneva A.* Iran zaderzhal dva voennykh katera SSHA [Iran detained two US military boats] // Lider N'yus, 13.01.2016. — URL: <http://www.leader-news.ru/index.php/v-mire/item/1791-iran-zaderzhal-dva-voennykh-katera-ssha> (accessed: 25.02.2020) (in Russian).
- Коровин Д. И.* О нахождении функции полезности в теории Неймана–Моргенштерна // Вестник ИГЭУ. — 2005. — Вып. 4. — С. 76–81.  
*Korovin D. I.* O nahozhdenii funktsii poleznosti v teorii Nejmana–Morgenshterna [On finding the utility function in the Neumann–Morgenstern theory] // Vestnik IGEU. — 2005. — Iss. 4. — P. 76–81 (in Russian).
- Методические рекомендации капитану торгового судна при осуществлении плавания в пиратоопасном районе. — М.: ВМФ России, 2010. — 16 с.  
*Metodicheskie rekomendatsii kapitanu torgovogo sudna pri osushchestvlenii plavaniya v piratoopasnom raione* [Guidelines for the captain of a merchant ship while sailing in a pirate-hazardous area]. — Moscow: VMF Rossii, 2010. — 16 p. (in Russian).
- Осинов М. П.* Влияние численности сражающихся сторон на их потери // Военный сборник. — 1915. — № 6. — С. 59–74; № 7. — С. 25–36; № 8. — С. 31–40; № 9. — С. 25–37.

- Osipov M. P.* Vliyaniye chislennosti srazhayushchikhsya storon na ikh poteri [The influence of the number of parties fighting on their losses] // Voennyi sbornik. — 1915. — No. 6. — P. 59–74; No. 7. — P. 25–36; No. 8. — P. 31–40; No. 9. — P. 25–37 (in Russian).
- Петров М. Н.* Как уничтожить террористов. Действия штурмовых групп: практическое пособие. — Минск: Харвест, 2012. — 320 с.  
*Petrov M. N.* Kak unichtozhat' terroristov. Deistviya shturmovykh grupp: prakticheskoe posobie [How to destroy terrorists. Assault Group Actions: A Practical Guide] — Minsk: Kharvest, 2012. — 320 p. (in Russian).
- Пиджаков А. Ю., Ромашев Ю. С.* Вопросы разграничения понятий «пиратство» и «морской терроризм» в международном праве // Мир юридической науки. — 2013. — № 3. — С. 77–82.  
*Pidzhakov A. Yu., Romashev Yu. S.* Voprosy razgranicheniya ponyatii "piratstvo" i "morskoj terrorizm" v mezhdunarodnom prave [The distinction between the concepts of "piracy" and "maritime terrorism" in international law] // Mir yuridicheskoi nauki. — 2013. — No. 3. — P. 77–82 (in Russian).
- Ромашев Ю. С.* Актуальные международно-правовые проблемы борьбы с пиратством и вооруженным разбоем на море // Международное морское право. Статьи памяти А. Л. Колодкина / сост. Р. А. Колодкин, С. М. Пунжин. — М.: Статут, 2014. — С. 312–331.  
*Romashev Yu. S.* Aktual'nye mezhdunarodno-pravovye problemy bor'by s piratstvom i vooruzhennym razboem na more [Actual international legal problems of the fight against piracy and armed robbery at sea] // Mezhdunarodnoe morskoe pravo. Stat'i pamyati A. L. Kolodkina / sost. R. A. Kolodkin, S. M. Punzhin. — Moscow: Statut, 2014. — P. 312–331 (in Russian).
- Чертанов В.* Морской аспект международного терроризма // Зарубежное военное обозрение. — 2002. — № 4. — С. 47–55.  
*Chertanov V.* Morskoj aspekt mezhdunarodnogo terrorizma [The maritime dimension of international terrorism] // Zarubezhnoe voennoe obozrenie. — 2002. — No. 4. — P. 47–55 (in Russian).
- Шумов В. В.* Модели пограничного сдерживания: монография. — М.: ЛЕНАНД, 2012. — 200 с.  
*Shumov V. V.* Modeli pogranichnogo sderzhivaniya: monografiya [Border containment models]. — Moscow: LENAND, 2012. — 200 p. (in Russian).
- Шумов В. В.* Учет психологических факторов в моделях боя (конфликта) // Компьютерные исследования и моделирование. — 2016. — Т. 8, № 6. — С. 951–964.  
*Shumov V. V.* Uchet psikhologicheskikh faktorov v modelyakh boya (konflikta) [Consideration of psychological factors in models of the battle (conflict)] // Computer Research and Modeling. — 2016. — Vol. 8, No. 6. — P. 951–964 (in Russian).
- Becker G. S.* Crime and punishment: an economic approach // Journal of Political Economy. — 1968. — Vol. 76, No. 2. — P. 169–217.
- Bernoulli D.* Specimen theoriae novae de mensura sortis // Commentarii academiae imperialis petropolitanae. — 1738. — Vol. V. — P. 175–192.
- Best Management Practices to Deter Piracy and Enhance Maritime Security in the Red Sea, Gulf of Aden, Indian Ocean and Arabian Sea. — Version 5, published June 2018 [Electronic resource]. — URL: <https://www.ocimf.org/media/91181/BMP5-Best-Management-Practices-To-Deter-Piracy-And-Enhance-Maritime-Security-in-the-Red-Sea-Gulf-Of-Aden-Indian-Ocean-and-Arabian-Sea.pdf> (accessed: 04.12.2019).
- Fleet Marine Force Manual (FMFM) 7-14, Combating Terrorism. — U. S. Marine Corps. — 5 October 1990.
- Marchione E., Johnson S.D., Wilson A.* Modelling Maritime Piracy: A Spatial Approach // Journal of Artificial Societies and Social Simulation. — 2014. — Vol. 17 (2). — P. 1–9.
- Psarros G. A., Christiansen A. F., Skjong R., Gravir G.* On the success rates of maritime piracy attacks // Journal of Transportation Security — 2011. — No. 4. — P. 309–335.
- Rubinstein A.* Lecture notes in microeconomic theory: economic agent. — 2nd. ed., last updated 2015. — Princeton University Press, 2013. — 172 p.
- Sandor Z.* Multinomial discrete choice models // Quantile. — 2009. — No. 7. — P. 9–19.
- Wein L. M., Liu Y., Motskin A.* Analyzing the Homeland Security of the U.S.-Mexican Border // Risk Analysis. — 2009. — Vol. 29, No. 5. — P. 699–713.