

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕОРИИ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ НАЦИОНАЛЬНОЙ МОРСКОЙ СИСТЕМЫ ПОИСКА И СПАСЕНИЯ

Годованюк С.П., Селиванов С.Е.

Херсонская государственная морская академия

В статье рассмотрена цель создания в Украине государственной морской поисково-спасательного центра (ГМСКЦ), раскрыта основная задача центра. Показано, что повышение эффективности национальной системы поиска и спасения Украины при спасении на море определяются разными методами и методиками: повышения иерархичности; быстрогодействия системы при сокращении времени операции поиска и спасения (SAR) до уровня ниже периода выживания людей; минимизации расстояния от мест базирования спасательных судов до места АП и эвакуации спасённых до ближайшего места укрытия; применение методов управления групповым поиском компетентными координаторами и операторами; маневрирование судами поиска и выбор ордера операции SAR. Одним из важных критериев эффективности системы поиска и спасения является эффективность ее обслуживания, а именно своевременный прием и передача сообщений для координации поиска и спасения. В случае аварийной ситуации (бедствия) на морском судне обслуживание всех поступающих заявок на их поиск и спасение проводит ГМСКЦ. Проведена возможность оценки эффективности функционирования (работы) ГМСКЦ как отдельного канала обслуживания, используя теорию массового обслуживания. Математический аппарат теории массового обслуживания позволяет оценить эффективность обслуживания системой заданного потока заявок в зависимости от характеристики потока заявок, числа каналов обслуживания, производительности каналов и дисциплины обслуживания заявок. Оценка эффективности функционирования (работы) системы в результате ее обслуживания рассмотрена на ряде примеров, используя теорию массового обслуживания.

Ключевые слова: *государственной морской поисково-спасательной центр, аварии на море, поиск и спасение, теория массового обслуживания, оценка эффективности системы.*

Введение. Для того, чтобы использовать математический метод теории массового обслуживания для научного обоснования эффективности действующей национальной морской системы поиска и спасения, рассмотрим причины создания такой системы в Украине и ее функциональные особенности.

Согласно статистике под флагами более чем 130 стран мира воды Мирового океана бороздят свыше 55 тыс. крупнотоннажных судов и 200 млн. мелких – туристических и прогулочных катеров, парусных яхт, ботов. Около 4/5 транспортных перевозок на земном шаре осуществляется по Мировому океану. Ежедневно в его водах находится 25 тыс. судов, экипажи которых насчитывают около 1 млн. человек. Очевидно, что при таком количестве судов, несмотря на совершенствование их конструкций, способов вождения, оснащение новейшими техническими средствами, нельзя полностью избежать аварий и катастроф.

Английский Регистр судоходства Ллойда (лондонское классификационное общество) ежегодно публикует статистику гибели различных государств-флагов, различных типов, возрастов с указанием причин гибели.

По данным Регистра судоходства Ллойда ежегодно гибнет 350–400 судов общим весом судов и грузов 600–800 тыс. тонн, в результате кораблекрушений ежегодно погибает около 200 тыс. человек. Кроме того, еще на 7–8 тыс. судов случаются серьезные аварии, не приводящие к катастрофическим последствиям.

Серьезные аварии с судами, приведшие к гибели людей в катастрофических масштабах вызывают беспокойство во многих государствах мира.

Международная морская организация (ИМО) в связи с этим определила основные задачи безопасности человеческой жизни на море, осуществления операций поиска и спасения, терпящих бедствие на морских и океанских просторах.

В 1979 году была заключена международная конвенция по поиску и спасения на море (англ. International Convention on Maritime Search and Rescue) (часто именуется «Конвенция SAR») [1]. Конвенция предлагает договаривающимся сторонам обеспечить наличие в их странах соответствующих средств для поиска и спасания, заключать между собой соглашения по поиску и спасанию, в частности, предусматривающие облегченный доступ спасательных средств одного государства в территориальное море другого государства, а также устанавливать общие процедуры для эффективного и быстрого поиска и спасания. Конвенция также предусматривает создание государствами спасательно-координационных центров и подцентров, включая назначение координатора на месте проведения операции.

Каждое государство должно установить границы районов, в которых они несут ответственность за проведение поисково-спасательных операций [2].

Украина, как прибрежное государство, признает большое значение охраны человеческой жизни на море и необходимость непосредственно участвовать в оказании услуг авиационного, морского поиска и спасения лиц, терпящих бедствие на море.

Поэтому, выполняя обязательства по международным договорам, стороной которых является Украина, по осуществлению операций по поиску и спасанию человеческой жизни в ее морском поисково-спасательном районе, на сегодня функционирует казенное предприятие «Морская поисково-спасательная служба» (КП «МПСС»).

В связи с созданием государственного предприятия «Администрация морских портов Украины» Кабмин своим постановлением закрепил казенное предприятие «Морская поисково-спасательная служба» в состав госпредприятия «Администрация морских портов Украины» [3].

В г. Одессе создан, в соответствии с требованиями Международной конвенции по поиску и спасению на море 1979 года, Государственный морской спасательно-координационный центр – ГМСКЦ.

ГМСКЦ является структурным подразделением филиала «Морская поисково-спасательная служба» государственного предприятия «Администрация морских портов Украины» (филиал), который в своей деятельности руководствуется Конвенцией SAR-79, Руководством по международному авиационному и морскому поиску и спасанию (IAMSAR) и другими международными и национальными нормативно-правовыми актами по вопросам поиска и спасания (SAR).

В структуре ГМСКЦ функционирует морской спасательно-координационный подцентр (МСКПЦ) – Мариуполь.

ГМСКЦ предназначен для круглосуточного мониторинга аварийных ситуаций на море и координации проведения спасательных операций.

Основная задача системы – организационно-техническое обеспечение устойчивого функционирования и дальнейшего развития национальной системы поиска и спасения в морском поисково-спасательном районе Украины.

Согласно поставленным задачам Центр оборудован комплексом технических средств, который позволяет круглосуточно оперативному дежурному осуществлять многоканальную связь с подчиненными подразделениями и взаимодействующими организациями, автоматически собирать актуальную информацию – данные по метеоусловиям, расположению морских и воздушных судов – и на базе этой информации разрабатывать планы спасательных операций. Если спасательно-координационный подцентр запрашивает помощь в осуществлении поиска и спасания, то ГМСКЦ получившие такой запрос, немедленно подтверждает и реагирует на запрос с задействованием своих возможностей.

Государства обеспечивают несение непрерывных радиовахт на международных частотах бедствия, если таковые считаются практически осуществимыми и необходимыми.

В случае аварийной ситуации (бедствия) на судне передача сигналов бедствия обеспечивается через глобальную морскую систему связи при бедствии и безопасности (ГМССБ).

При получении вызова или сообщения береговая станция:

- немедленно уведомляет соответствующий СКЦ;
- повторяет по радио судам в необходимом объеме полученные сведения на одной или нескольких международных частотах бедствия;
- предпосылает таким передачам соответствующие автоматические сигналы тревоги, если этого еще не было сделано; и затем – предпринимает такие действия, которые разрешены компетентными властями.

По получению данных о судне, находящемся в аварийном состоянии, СКЦ анализирует эти данные, определяет аварийную стадию и масштаб требуемой помощи.

Повышение эффективности национальной системы поиска и спасения Украины при спасении на море определяются разными методами и методиками: повышения иерархичности; быстроедействие системы при сокращении времени операции поиска и спасения (SAR) до уровня ниже периода выживания людей; минимизации расстояния от мест базирования спасательных судов до места АП и эвакуации спасенных до ближайшего места укрытия; применение методов управления групповым поиском компетентными координаторами и операторами; маневрирование судами поиска и выбор порядка операции SAR.

Очевидно, что одним из важных критериев эффективности системы поиска и спасения является эффективность ее обслуживания, а именно своевременный прием и передача сообщений для координации поиска и спасения.

Обеспечение высокой эффективности обслуживания морской поисково-спасательной системы в условиях возникновения бедствий на море является **актуальной** задачей.

В данной работе поставлена **цель** – показать возможность оценки эффективности функционирования (работы) национальной морской системы поиска и спасения как канала обслуживания, используя теорию массового обслуживания.

Постановка задачи. Прием и передача сообщений для координации поиска и спасения представляет собой систему массового обслуживания, состоящая из некоторого числа обслуживающих единиц или каналов, работа которых заключается в выполнении поступающих по этим каналам информации (заявок). Вид и количество поступающих на эту систему заявок различно и, вообще говоря, случайно.

Заявкой (или требованием) называется спрос на удовлетворение какой-либо потребности (далее потребности предполагаются однотипными). Выполнение заявки называется обслуживанием заявки.

Процессы обслуживания потока заявок изучает раздел математики, находящейся на стыке теории вероятностей и исследования операций, называемый теорией массового обслуживания (ТМО) [4]. Интересно, что в англоязычной терминологии название этого раздела математики звучит как «Queueing theory», т.е. «теория очередей». Это показывает, что ее основная цель (подобно нашей) – борьба с очередями.

Системой массового обслуживания (СМО) называется любая система для выполнения заявок поступающих в СМО.

Поступление заявки в СМО называется событием. Последовательность событий, заключающихся в поступлении заявок в СМО, называется входящим потоком заявок. Последовательность событий, заключающихся в выполнении заявок в СМО, называется выходящим потоком заявок.

Говоря о заявках, то чаще всего они будут поступать в случайные моменты времени, поэтому в теории массового обслуживания принято говорить о случайном потоке требований (заявок) на обслуживание [5]. Длительность обслуживания каждой заявки так же является случайной величиной. В связи с этим работа системы протекает

нерегулярно. В какие-то моменты каналы обслуживания простаивают, в другие моменты происходит накапливание заявок. Это приводит либо к отказу обслуживания каких-то заявок, либо к образованию из них очередей.

Для уменьшения степени влияния подобных негативных факторов разрабатываются рекомендации по рациональной организации системы в соответствии с требуемой пропускной способностью и другими характеристиками эффективности ее работы. Разработка подобных рекомендаций и методов расчета характеристик эффективности систем и есть предмет теории массового обслуживания.

Математический аппарат теории массового обслуживания позволяет оценить эффективность обслуживания системой заданного потока заявок в зависимости от характеристики потока заявок, числа каналов обслуживания, производительности каналов и дисциплины обслуживания заявок [6].

С позиции математика теория массового обслуживания представляет собой своеобразную задачу теории случайных процессов.

В качестве критериев эффективности обслуживания в теории массового обслуживания используются следующие критерии: вероятность обслуживания каждой поступающей заявки, средняя доля обслуженных заявок, среднее время обслуживания заявки, закон распределения длины очереди на обслуживание, пропускная способность системы и другие. Из указанного следует, что используемые в теории массового обслуживания критерии позволяют оценивать эффективность системы по усредненным характеристикам, именно массовых событий. Получаемые при этом оценки характеризуют поведение системы «в среднем» [7]. Поэтому при исследовании функционирования морской поисково-спасательной системы методами теории массового обслуживания мы вынуждены будем сделать ряд допущений и упрощений в описании случайных процессов поступления требований на решение задач с использованием поисково-спасательных средств.

В первую очередь это будет касаться входящего потока заявок.

Изложение основного материала. Математический аппарат теории массового обслуживания наиболее разработан применительно к простейшему потоку событий. Дело в том, что простейшие потоки наиболее часто встречаются на практике в самых широких областях [8].

Поток заявок называется простейшим, если он удовлетворяет следующим условиям:

- отсутствие последствия, т.е. заявки поступают независимо независимо друг от друга;
- стационарность, т.е. вероятность поступления данного числа заявок на любом временном отрезке t_1 , t_2 зависит лишь от величины этого отрезка и не зависит от значения t_1 , что позволяет говорить о среднем числе заявок за единицу времени, λ , называемом интенсивностью потока заявок;
- ординарность, т.е. любой момент времени в СМО поступает лишь одна заявка, а поступление одновременно двух и более заявок очень мало.

В работе [9] показано, что во многих случаях можно получить достаточно приемлемые оценки эффективности систем, заменяя входящий поток любой сложной структуры простейшим с той же плотностью. Этому способствует тот факт, что при суммировании большого числа ординарных, стационарных потоков с практически любым последствием получается поток, сколь близкий к простейшему. Условия, которые должны при этом соблюдаться, аналогичны условиям центральной предельной теоремы: складываемые потоки должны оказывать на сумму равномерное малое влияние. В работе Хинчина А. Я. [10] показано, что на практике достаточно сложить 4–5 таких потоков, чтобы получить результирующий поток, с которым можно оперировать как с простейшим.

Применительно к потоку требований на решение сложных задач данное условие будет определяться наличием широкого круга различных сложных задач, поступление

которых в систему происходит с постоянной интенсивностью во времени (условие стационарности) по крайней мере, на ограниченном во времени отрезке.

В действительности, условие стационарности является лишь определенным методическим приемом, применяемым в целях упрощения анализа, так как строго стационарных процессов в природе не существует. Все реальные процессы стационарны только на ограниченном отрезке времени. Распространение условия стационарности до бесконечности позволяет проводить исследования систем методами теории массового обслуживания применительно к постоянным условиям функционирования.

В наиболее общем случае поток требований на решение сложных задач и их ликвидации является нестационарным. Свойство нестационарности потока требований на решение таких задач наиболее отчетливо может проявиться в самом начале развития, скажем массовых событий, когда интенсивность потока требований на решение этих задач резко возрастает.

Как отметили выше, одним из важных критериев эффективности системы поиска и спасения является эффективность ее обслуживания, а именно прием и передача сообщений для координации поиска и спасения. Оценить эффективность функционирования (работы) системы в результате ее обслуживания можно на ряде примеров используя теорию массового обслуживания.

Примеры приводятся для простейшего потока.

Пример 1. Предположим, что в телефонном режиме на СКЦ в случайном порядке поступает в среднем 2 заявки за 10 минут. Определить поток вероятности $p_i(t)$ поступления в СКЦ в среднем 4 заявки за 30 минут.

Решение. Поток вероятности поступления заявок в промежуток времени t вычисляется по формуле

$$p_i(t) = \frac{(\lambda t)^i}{i!} e^{-\lambda t},$$

т.е. вероятности распределены по закону Пуассона с параметром λt . По этой причине простейший поток называется также пуассоновским потоком.

В этой формуле:

λ – интенсивность поступления заявок: $\lambda = \frac{2}{10}$ мин⁻¹, t – время поступления заявки: $t = 30$ мин, i – число заявок (требований): $i = 4$.

Тогда.

$$p_4(T) = \frac{(0,2 \cdot 30)^4}{4!} e^{-0,2 \cdot 30} = \frac{6^4}{24} e^{-6} \approx 0,134$$

Решение рассмотренного примера показало, поток вероятности поступления заявок в СКЦ составляет $p_4(T) \approx 0,134$.

Пример 2. Интенсивность потока телефонных звонков в службу по вопросу поиска и спасения, имеющего один телефон, составляет $2N = 16$ вызовов в час. Продолжительность принятия мер по заявке равна $0,3N = 2,4$ минуты. Определить относительную и абсолютную пропускную способность этой системы массового обслуживания и вероятность отказа (занятости телефона). Сколько телефонов должно быть в службе, чтобы относительная пропускная способность была не менее 0,75.

Решение. Исходя из условия задания, имеем: систему массового обслуживания с одним каналом (один телефонный номер) с отказами. Интенсивность потока заявок определится как $\lambda = 16/60 = 4/15$, т.е. 4/15 заявок в минуту. Интенсивность потока обслуживания $\mu = 1/t$, где t – продолжительность принятия мер по заявке, $\mu = 1/t = 1/2,4 = 5/12$, заявок за минуту.

Определим характеристики работы данной системы массового обслуживания в предельном режиме.

Вероятность того, что система свободна (телефонная линия свободна, заявок нет):

$$p_0 = \frac{\mu}{\lambda + \mu} = \frac{5/12}{4/15 + 5/12} = \frac{25}{41} \approx 0,61$$

вероятность того, что в системе заявка (телефонная линия занята), т.е. вероятность отказа в обслуживании:

$$p_1 = \frac{\lambda}{\lambda + \mu} = \frac{4/15}{4/15 + 5/12} = \frac{16}{41} \approx 0,39$$

Относительная пропускная способность $Q = p_0 = 0,61$.

Абсолютная пропускная способность $A = Q\lambda = 0,61 \cdot \frac{4}{15} \approx 0,163$ (среднее число заявок, обслуживаемых в минуту).

Среднее время обслуживания заявки $T_s = \frac{1}{\mu} = 2,4$ минуты, среднее время простоя канала (телефонной линии) $T_{st} = \frac{1}{\lambda} = \frac{15}{4} = 3,75$ минуты.

Среднее время пребывания заявки в системе $T_{sys} = \frac{1}{\lambda + \mu} = \frac{1}{4/15 + 5/12} = \frac{60}{41} \approx 1,46$ минуты.

Найдем, сколько телефонов должно быть в агентстве, чтобы относительная пропускная способность была не менее 0,75.

Рассмотрим случай с двумя телефонами. Имеем многоканальную (число каналов $k=2$) систему массового обслуживания с отказами.

Интенсивность входящего потока $\lambda = \frac{4}{15}$, интенсивность потока обслуживания $\mu = \frac{5}{12}$. Введем величину $\rho = \frac{\lambda}{\mu} = 0,64$ – приведенную интенсивность входящего потока.

Тогда:

$$p_0 = \left(\sum_{i=0}^k \frac{\rho^i}{i!} \right)^{-1} = \left(\frac{0,64^0}{0!} + \frac{0,64^1}{1!} + \frac{0,64^2}{2!} \right)^{-1} \approx 0,542. \quad p_i = p_0 \frac{\rho^i}{i!},$$

Поэтому:

$$p_2 = 0,542 \frac{0,64^2}{2!} \approx 0,111.$$

Относительная пропускная способность $Q = 1 - p_2 = 1 - 0,111 = 0,889$.

Так как $0,889 > 0,75$, двух телефонов достаточно, чтобы обеспечить нужную пропускную способность системы.

Пример 3. В СКЦ в среднем поступает 12 заявок в час. Считая поток заказов простейшим, определить вероятность того, что: а) за 1 минуту не поступит ни одного заказа, б) за 10 минут поступит не более трех заказов.

Решение. Интенсивность потока заявок определится как $\lambda = 12/60 = 0,2$, т.е. 0,2 заявок в минуту.

Вероятность того, что в течение данного времени ($\tau = 1$ мин) не поступит ни одной заявки, равна:

$$P_0(\tau) = e^{-\lambda\tau} = e^{-0,2} \approx 0,819$$

Вероятность того, что за время $\tau = 10$ минут поступит не более трех заявок ($m \leq 3$) будет складываться из вероятностей того, что не поступит ни одной заявки, поступит одна, две или ровно три заявки.

$$P(m \leq 3) = \sum_{m=0}^3 \frac{(\lambda\tau)^m}{m!} e^{-\lambda\tau} = e^{-2} + 2e^{-2} + \frac{4}{2}e^{-2} + \frac{8}{6}e^{-2} = \frac{19}{3}e^{-2} = 0,8571$$

Пример 4. По телефонной линии на ГМСКЦ поступает в среднем 1, 2 телефонных вызовов в минуту. Средняя продолжительность разговора составляет 2 минуты. Найти основные характеристики С (как системы) и оценить эффективность ее работы.

Решение. По условию:

Входной поток заявок – простейший с интенсивностью λ :

$$f(t) = \lambda \cdot e^{-\lambda t}, \quad t > 0, \quad \bar{t} = M[T] = \frac{1}{\lambda} = 1,2$$

Поток обслуживания заявок имеет интенсивность μ :

$$g(t) = \mu \cdot e^{-\mu t}, \quad t > 0, \quad \bar{t}_{обс} = M[T_{обс}] = \frac{1}{\mu}$$

По условию $\lambda = 1,2 \text{ мин}^{-1}$, $\mu = 2 \text{ мин}^{-1}$, откуда $\rho = \frac{\lambda}{\mu} = 0,6$.

По формулам $p_{обс} = p_o = \frac{1}{1+\rho}$ и $p_{отк} = p_1 = \frac{\rho}{1+\rho}$.

Находим $p_{обс} = 0,625$ и $p_{отк} = 0,375$.

Таким образом, ГМСКЦ обслуживает лишь 62,5 % звонков, что нельзя считать удовлетворительным.

Абсолютная пропускная способность ГМСКЦ

$$A = \lambda Q = \lambda p_{обс} = 1,2 \cdot 0,625 = 0,75 \text{ мин}^{-1},$$

т.е. в среднем обслуживается 0,75 звонка в минуту.

Выводы и предложения. Для оценки эффективности функционирования (работы) системы ГМСКЦ, как отдельного канала обслуживания, используется теория массового обслуживания.

Эффективность функционирования ГМСКЦ в условиях возникновения бедствий зависит от своевременности полученных заявок на поиск и спасение. Применение теории массового обслуживания к работе ГМСКЦ дает возможность определить основные характеристики ГМСКЦ, как системы, при решении задач поиска и спасения при бедствиях на море и оценить эффективность ее работы с точки зрения эксплуатации.

Данные показатели эффективности позволяют сформулировать требования к системе с двух противоположных точек зрения. Для того чтобы оценить систему с точки зрения потребителя система используют такие показатели, как максимальная пропускная способность системы и т.д. Для анализа системы с точки зрения эффективности ее эксплуатации используются: максимальный коэффициент загрузки системы, минимальные затраты на содержание системы. Необходимо проводить сравнение

показателей, что позволит определить оптимальные параметры системы; и рекомендовать наилучший вариант структуры системы.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Международная конвенция по поиску и спасению на море 1979 года. – Одесса : Издатинформ, 2006. – 35 с.
2. Международное морское право : учебное пособие / под ред. С. А. Гуреева. – М. : Юридическая литература, 2003. – 242 с.
3. Постановление Кабинета министров Украины № 584 от 14 августа 2013 года.
4. Ивченко Г. И. Теория массового обслуживания / Г. И. Ивченко, В. А. Каштанов, И. Н. Коваленко. – М., 2012. – 304 с.
5. Самаров К. Л. Математика. Элементы теории массового обслуживания / К. Л. Самаров. – М. : ООО «Резольвента», 2009. – 18 с.
6. Радченко Т. А. Теория массового обслуживания : уч. пособие / Т. А. Радченко, А. В. Дылевский. – Воронеж, 2004. – 57 с.
7. Новиков О. А. Прикладные вопросы теории массового обслуживания / О. А. Новиков, С. И. Петухов. – М. : Сов. радио, 1969. – 400 с.
8. Морозов В. В. Исследование операций в задачах и упражнениях / В. В. Морозов, А. Г. Сухарев, В. В. Федоров. – М. : Высшая школа, 1986. – 290 с.
9. Коваленко Б. В. Введение в теорию массового обслуживания / Б. В. Коваленко. – М. : Эдиториал, 2005. – 400 с.
10. Хинчин А. Я. Работы по математической теории массового обслуживания / А. Я. Хинчин. – М. : Гос. изд-во физико-математической литературы, 1963. – 236 с.

REFERENCES

1. Mezhdunarodnaya konvenciya po poisku i spaseniyu na more 1979 goda. – Odessa : Izdatinform, 2006. – 35 s.
2. Mezhdunarodnoe morskoe pravo : uchebnoe posobie / pod red. S. A. Gureeva. – M. : Yuridicheskaya literatura, 2003. – 242 s.
3. Postanovlenie Kabineta ministrov Ukrainih № 584 ot 14 avgusta 2013 goda.
4. Ivchenko G. I. Teoriya massovogo obsluzhivaniya / G. I. Ivchenko, V. A. Kashtanov, I. N. Kovalenko. – M., 2012. – 304 s.
5. Samarov K. L. Matematika. Ehlementih teorii massovogo obsluzhivaniya / K. L. Samarov. – M. : ООО «Rezolyventa», 2009. – 18 s.
6. Radchenko T. A. Teoriya massovogo obsluzhivaniya : uch. posobie / T. A. Radchenko, A. V. Dihlevskiyj. – Voronezh, 2004. – 57 s.
7. Novikov O. A. Prikladnihe voprosih teorii massovogo obsluzhivaniya / O. A. Novikov, S. I. Petukhov. – M. : Sov. radio, 1969. – 400 s.
8. Morozov V. V. Issledovanie operacijj v zadachakh i uprazhneniyakh / V. V. Morozov, A. G. Sukharev, V. V. Fedorov. – M. : Vihsshaya shkola, 1986. – 290 s.
9. Kovalenko B. V. Vvedenie v teoriyu massovogo obsluzhivaniya / B. V. Kovalenko. – M. : Ehditorial, 2005. – 400 s.
10. Khinchin A. Ya. Rabotih po matematicheskoyj teorii massovogo obsluzhivaniya / A. Ya. Khinchin. – M. : Gos. izd-vo fiziko-matematicheskoyj literaturih, 1963. – 236 s.

Годованюк С.П., Селіванов С.С. ВИКОРИСТАННЯ ТЕОРІЇ МАСОВОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ДЛЯ ОЦІНКИ ЕФЕКТИВНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ НАЦІОНАЛЬНОЇ МОРСЬКОЇ СИСТЕМИ ПОШУКУ ТА ПОРЯТУНКУ

У статті розглянута мета створення в Україні державного морської пошуково-рятувального центру (ДМРКЦ), розкрито основне завдання центру. Показано, що підвищення ефективності національної системи пошуку та порятунку України при порятунку на морі визначаються різними методами та методиками: підвищення ієрархічності; швидкодії системи при скороченні часу операції пошуку та порятунку (SAR) до рівня нижче періоду виживання людей; мінімізації відстані

від місць базування рятувальних суден до місця АП та евакуації врятованих до найближчого місця укриття; застосування методів управління груповим пошуком компетентними координаторами й операторами; маневрування судами пошуку і вибір ордера операції SAR. Одним з важливих критеріїв ефективності системи пошуку і порятунку є ефективність її обслуговування, а саме своєчасний прийом і передача повідомлень для координації пошуку і порятунку. У випадку аварійної ситуації (лиха) на морському судні обслуговування всіх вступників заявок на їх пошук і порятунок проводить ДМРКЦ. Проведена можливість оцінки ефективності функціонування (роботи) ДМРКЦ, як окремого каналу обслуговування, використовуючи теорію масового обслуговування. Математичний апарат теорії масового обслуговування дозволяє оцінити його ефективність системою заданого потоку заявок у залежності від характеристики потоку заявок, числа каналів обслуговування, продуктивності каналів і дисципліни обслуговування заявок. Оцінка ефективності функціонування (роботи) системи в результаті її обслуговування розглянута на ряді прикладів, використовуючи теорію масового обслуговування.

Ключові слова: державний морський пошуково-рятувальний центр, аварії на морі, пошук і порятунок, теорія масового обслуговування, оцінка ефективності системи.

Godovanyuk S. Selivanov S. USE QUEUING THEORY TO EVALUATE THE EFFECTIVENESS OF NATIONAL MARITIME SEARCH AND RESCUE SYSTEM

The article describes the goal of creating a Ukrainian state marine search and rescue center (SMRCC), disclosed the main task of the center. It is shown that the efficiency of the national search and rescue system of Ukraine to the rescue at sea are determined by different methods and techniques: increasing hierarchy; system performance while reducing the operative time for Search and Rescue (SAR) to less than the period of survival of the people; minimize the distance from the home of rescue vessels to the site of AP and evacuation saved to the nearest shelter; application management group search for competent coordinators and operators; maneuvering by the courts and the choice of the search warrant operation SAR. One of the important criteria for the effectiveness of the search and rescue is the efficiency of its services, namely the timely transmission and reception of messages to coordinate search and rescue. In case of emergency (disasters) by ship service for all incoming requests for search and rescue carries SMRCC. Spend an opportunity to assess the effectiveness of the functioning (working) SMRCC as a separate service channel using queuing theory. The mathematical apparatus of queuing theory to evaluate the effectiveness of the service system of a given stream of applications, depending on the characteristics of the flow of requests, the number of service channels, channel capacity and service disciplines. Evaluating the effectiveness of the functioning (working) the system as a result of its services reviewed a number of examples using queuing theory.

Keywords: State Maritime Search and Rescue Center, an accident at sea, search and rescue, queuing theory, performance evaluation system.

© Годованюк С.П., Селіванов С.С.

Статтю прийнято
до редакції 07.11.15