

DOI: 10.18372/2310-5461.40.132287

УДК 629.7.072.1(045)

В. М. Стратонов, старш. викладачЛьотна академія
Національного авіаційного університету
orcid.org/0000-0002-7366-4137
e-mail: vadya862@gmail.com;**Л. М. Кукалець**, старш. викладачДержавний університет інфраструктури та технологій
orcid.org/0000-0003-2568-2369
e-mail: kukalec_lm@gmail.com;**В. М. Марченко**, канд. педаг. наук, доц.Державний університет інфраструктури та технологій
orcid.org/0000-0001-5868-2215
e-mail: marchenko_69@gmail.com;**О. В. Мельник**, канд. екон. наук, доц.Державний університет інфраструктури та технологій
orcid.org/0000-0003-8659-7412
e-mail: melnick_ov@gmail.com

ОПТИМІЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ ЕВАКУАЦІЇ ПОСТРАЖДАЛИХ ПРИ ЗАЛУЧЕННІ ПОВІТРЯНОГО САНІТАРНОГО ТРАНСПОРТУ ПІСЛЯ ВИМУШЕНОЇ ПОСАДКИ ПОВІТРЯНОГО СУДНА НА ВОДНУ ПОВЕРХНЮ

Вступ

У роботі розглядається ситуація під час якої на повітряному судні (ПС) виникла аварійна подія, що вимагає виконання вимушеної посадки. При чому, у командира ПС відсутня можливість повернення до аеропорту вильоту чи слідування до запасного аеродрому, а єдина з доступних підстилаючих поверхонь — водна поверхня. Єдине, що може скоригувати командир ПС — напрям посадки, але виключно у межах певної акваторії.

Актуальність дослідження підтверджується статистичними даними, які свідчать про те, що за період з 1993 по 2017 рр. відбулося 357 авіаційних подій (АП), у яких загинуло 3137 осіб [1–2].

Постановка проблеми

Вимушена посадка ПС на будь-яку підстилаючу поверхню потребує проведення пошуково-рятувальних заходів із залученням евакуаційних засобів. Специфіка аварійно-рятувальних робіт над водними об'єктами полягає у тому, що для евакуації постраждалих залучаються авіаційні рятувальні засоби — гелікоптери, та морські — катери чи пошуково-рятувальні судна. В даній роботі нами розглядається ситуація, під час якої застосовуватиметься повітряний санітарний транспорт, а саме — гелікоптери. У даному випадку одразу виникають ряд обмежень щодо

здатності гелікоптеру по розміщенню постраждалих та можливості медичних закладів з їх прийому та надання кваліфікованої допомоги.

У даній статті дана спроба розробити адекватну математичну модель, яка б враховувала характерні для приводнення аспекти проведення евакуаційних заходів з залученням гелікоптеру.

Аналіз досліджень і публікацій

Завдання пошуку оптимальних маршрутів евакуації постраждалих не нове й охоплює різні галузі життєдіяльності, в першу чергу ті, які стосуються проведенню рятувальних робіт різними екстремними службами.

Для прикладу, у праці [3] дослідником розроблялася система найкоротшого безпечного маршруту порятунку людей з будівлі, що охоплена вогнем, а в праці [4] авторами проводилася оптимізація пошуку маршруту на топографічних картах. Також, завдання оптимізації процесу евакуації постраждалих при приводненні з застосуванням наземного евакуаційного транспорту досліджувалася у праці [5].

Метою статті є розробка дієвої математичної моделі, яка б враховувала фактори, які притаманні для процесу евакуації від місця приводнення до медичних закладів, а саме:

– тип, тактико-технічні характеристики (ТТХ) евакуаційних засобів та місця їх дислокації;

- розподіл постраждалих за видами та ступенем тяжкості набутих після приводнення травм;
- розподіл медичних закладів щодо спроможності надання допомоги постраждалим різних категорій;
- летальність при транспортуванні постраждалих різних категорій до медичних закладів.

Аналіз особливостей проведення аварійно-рятувальних робіт із залученням гелікоптерів

Загальновідомо, що завдання з пошуку та рятуванню на території України покладаються на Державну службу України з надзвичайних ситуацій (ДСНС), яка підпорядковується координаційним центром з пошуку та рятування цивільної авіації (КЦПР ЦА), що здійснює організаційні та координуючі функції з питань авіаційного пошуку постраждалих. Головний та регіональні КЦПР ЦА несуть службу у межах своїх районів відповідальності, що сформовані за географічним принципом. Особливу увагу заслуговує Південно-Західний, що дислокований у м. Одеса, оскільки саме даний регіональний КЦПР координує пошуково-рятувальні сили (ПРС) у зоні з найбільшими водними площами — Чорним морем.

У зоні відповідальності Південно-Західного регіонального КЦПР дислоковані такі ПРС:

- у м. Одеса — Мі-8МТ (підпорядкований ДСНС);
- у м. Херсон — Мі-8МТ (підпорядкований МО);

Модифікація гелікоптеру Мі-8 МТ має крейсерську швидкість у 225–230 км/год та можливість розміщення 12 постраждалих на ношах (разом із супроводжуючим персоналом) чи 24 пасажирів (легкопоранених).

Категоризація постраждалих за видами та тяжкістю травм

Вирішення даного завдання на етапі планування евакуації дає змогу оперувати показниками, які відображають багаторічні напрацювання у галузі аналізу АП та з достатнім ступенем імовірності відповідатимуть реальній кількості постраждалих (загиблих) на борту аварійного ПС.

Відповідно до наведеного аналізу у праці [6] до 75 % усіх осіб, що знаходяться на борту можуть бути врятовані. Щодо тяжкості набутих травм, розподіл має такий вигляд:

- 20 % осіб потребують негайну медичну допомогу;
- 30 % осіб необхідна допомога через деякий час;
- 50 % постраждалим необхідна несуттєва допомога.

Мандрик Я. С. наголошує у своїй роботі, що перша доба, є критичною з огляду на надання

медичної допомоги, оскільки шанси на виживання надалі знижуватимуться на 80 %.

Деякі комплексні дослідження стосувалися АП за участю гелікоптерів [7–8]. У нашому випадку це приводнення гелікоптерів, що сталися у період з 1982 по 1989 роки. Зокрема, поряд з причинами приводнень наводились наслідки, а саме розподілення постраждалих за ступенями тяжкості травм. Усього на борту гелікоптерів, що зазнали лиха, перебували 204 особи, а розподіл за травмами виглядає так:

- 26 осіб загинули (13 %);
- 29 осіб були тяжко травмовані (14 %);
- 37 осіб отримали незначні травми (18 %);
- 112 осіб не отримали ушкоджень (55 %).

На основі аналізу статистики АП та напрацювань учених для подальших розрахунків вирішено обрати такі співвідношення: із загальної кількості осіб, що перебували на борту ПС, 90 % отримують ушкодження, з них — 20 % будуть відноситися до I-ої категорії (червоні), 30 % — II-ої (жовті) та 50 % до III-ої категорії (зелені).

Аналіз сортувальних категорій

Наступним етапом є визначення кількості груп за ступеню тяжкості набутих травм. На практиці у різних галузях життєдіяльності (юриспруденції, екстреній медицині тощо) використовують декілька класифікацій.

Але найбільш актуальною галуззю, де термінове визначення основних життєвих показників безпосередньо впливає на черговість надання допомоги та транспортування постраждалих є — медицина катастроф. Керуючими органами на основі міжнародного досвіду були прийняті та нормативно зафіксовані сортувальні категорії з відповідним кольоровим позначенням.

Відповідно до праці [9], під час проведення медичного сортування постраждалі розподіляються на чотири сортувальні категорії за станом здоров'я. Кожна з категорій відображає потребу в лікувальних та евакуаційних заходах відповідно до медичних показань. У таблиці наведено сортувальні категорії.

Визначення сортувальних категорій постраждалих здійснюється за такими критеріями: за шкалою ком ГЛАЗГО, за частотою дихання та за показниками кровообігу. Сортувальні категорії загально прийнято позначати як «СК I», «СК II», «СК III» та «СК IV».

Ураховуючи специфіку завдання, яке полягає у оптимізації всіх складових процесу евакуації, у тому числі транспортування постраждалих за допомогою евакуаційних засобів обмеженої місткості, нами вирішено скоротити кількість до трьох категорій — «СК I», «СК II», «СК III».

Таблиця 1

Сортувальні категорії

Категорія	Стан здоров'я постраждалого	Медичні заходи
I (червоний)	Під загрозою життя. Безпосередня загроза життю, що може бути усунена за умови негайного надання медичної допомоги, евакуації та подальшого лікування	Госпіталізація в першу чергу
II (жовтий)	Тяжко поранений або хворий. Стан постраждалого з стабільними життєвими показниками, що дозволяють очікувати та отримати медичну допомогу в другу чергу	Госпіталізація в другу чергу
III (зелений)	Легко поранений або хворий. Незначне ушкодження здоров'я із задовільним загальним станом постраждалого з можливістю очікування отримання медичної допомоги довший термін	Надання допомоги в третю чергу
IV (темно-фіолетовий/чорний)	Немає шансів на життя. Пошкодження здоров'я постраждалого, що несумісні з життям	Паліативна медична допомога
	Труп	Констатація смерті

Категорію «СК IV» виключено з огляду на безперспективність щодо виживання постраждалих.

Категоріювання медичних закладів відносно їх спроможності до надання екстреної медичної допомоги

При проведенні евакуації кінцевим пунктом є медичні заклади. Це єдині установи, де постраждалим з тяжкими травмами може бути надана ефективна допомога. Але як зі суб'єктивних так і з об'єктивних причин не всі медичні заклади спроможні надати допомогу у необхідному обсязі, особливо людям, що отримали політравми та потребують реанімаційних заходів.

Проблема відсутності дієвих алгоритмів з направлення постраждалих до медичних закладів та проблема категоризації медичних установ з огляду на екстрену медицину проаналізована у праці [10].

У першу чергу, дана проблематика стосується надзвичайних ситуацій (НС) з потенційно великою кількістю постраждалих. Характерною катастрофою, що продемонструвала неналежну організацію медичного забезпечення масових заходів є катастрофа на військовому аеродромі с. Скнилів у 2002 р. [10].

Фактичним же початком упровадження нормативної бази, метою якої є регулювання у галузі екстреної медицини є прийняття Закону України «Про екстрену медичну допомогу» [11]. Даний документ регулює надання екстреної медичної допомоги у разі виникнення НС.

Також, відповідно до реформи системи охорони здоров'я в Україні вводяться госпітальні

округи, що передбачає введення рівнів лікарень інтенсивного лікування.

Відповідно до постанови КМУ «Про затвердження Порядку створення госпітальних округів» медичні заклади було класифіковано відповідно до об'єму допомоги, які вони здатні надати постраждалим.

Підсумовуючи викладене, нами прийняте рішення щодо виокремлення двох категорій медичних закладів, які здатні приймати на лікування постраждалих унаслідок АП:

– багатопрофільні лікарні інтенсивного лікування II рівня. Перш за все це центри екстреної медичної допомоги та медицини катастроф тобто медичні заклади з відділеннями екстреної (невідкладної) медичної допомоги — «БЛІЛ-II». Дані заклади мають повний спектр умов для надання допомоги при різних видах травм, а що саме головне — хірургічні відділення. Дані медичні заклади здатні надати допомогу постраждалим усіх трьох сортувальних категорій: «СК I», «СК II», «СК III». Іншими словами, до «БЛІЛ-II» відносять лікарні інтенсивного лікування другого рівня, що надають вторинну (спеціалізовану) медичну допомогу та екстрену медичну допомогу населенню у разі виникнення патологічних станів, що загрожують життю та постраждалим під час НС;

– багатопрофільні лікарні інтенсивного лікування I рівня — «БЛІЛ-I». Априорі, всі лікарняні заклади, що не відносяться до попередньої категорії, але обладнані відділеннями екстреної (невідкладної) медичної допомоги, повинні бути

спроможні надати кваліфіковану, первину медичну допомогу постраждалим груп «СК II» та «СК III».

Зазначимо, що «БЛІЛ-І» спроможні прийняти та розташувати постраждалих «СК I», а також надати спеціалізовану допомогу певної якості, але дані заклади частіше за все не мають у своєму складі необхідного обладнання та відповідних фахівців аби забезпечити допомогу постраждалим з черепно-мозковими травмами, що потребують нейрохірургічного втручання та інших видів складних травм.

Тому «БЛІЛ-І» вважатимемо такими, які не прийматимуть постраждалих «СК I», якщо є можливість для транспортування їх до «БЛІЛ-ІІ».

Усі інші медичні заклади відносяться згідно з постановою КМУ до лікарень планового лікування, які не є розрахованими на забезпечення екстреної медичної допомоги, однак забезпечують планове лікування.

Математична постановка задачі про оптимізацію евакуації постраждалих різних категорій до медичних закладів

Розглядаються медичні заклади двох категорій «БЛІЛ-ІІ» та «БЛІЛ-І» та три категорії постраждалих «СК I», «СК II», «СК III». До першої категорії («СК I») відносяться постраждалі, яким необхідна невідкладна допомога (першочергові постраждалі). Даній категорії постраждалих ефективну допомогу можливо надати виключно у медичному закладі «БЛІЛ-ІІ». Також «БЛІЛ-ІІ» має змогу надати допомогу постраждалим з більш легкими ураженнями («СК II», «СК III»).

Медичний заклад «БЛІЛ-І» з достатнім ступенем ефективності може надати допомогу виключно постраждалим «СК II» та «СК III».

Дано:

p_{11} — імовірність загибелі для постраждалих «СК I» при транспортуванні у медичний заклад «БЛІЛ-ІІ»;

p_{12} — імовірність загибелі для постраждалих «СК II» при транспортуванні у медичний заклад «БЛІЛ-ІІ»;

p_{13} — імовірність загибелі для постраждалих «СК III» при транспортуванні у медичний заклад «БЛІЛ-ІІ»;

p_{22} — імовірність загибелі для постраждалих «СК II» при транспортуванні у медичний заклад «БЛІЛ-І»;

p_{23} — імовірність загибелі для постраждалих «СК III» при транспортуванні у медичний заклад «БЛІЛ-І»;

n_i — кількість ліжок-місць для i -ої категорії у мед. закладі «БЛІЛ-ІІ», $i=1, 2, 3$;

m_j — кількість ліжок-місць для i -ої категорії у медичному закладі «БЛІЛ-І», $i=2, 3, j=1, 2$;

n — загальна кількість постраждалих.

Невідомі величини:

x — кількість постраждалих «СК I», що поступили в медичний заклад «БЛІЛ-ІІ»;

y_1 — кількість постраждалих «СК II», що поступили в медичний заклад «БЛІЛ-ІІ»;

y_2 — кількість постраждалих «СК II», що поступили в медичний заклад «БЛІЛ-І»;

z_1 — кількість постраждалих «СК III», що поступили в медичний заклад «БЛІЛ-ІІ»;

z_2 — кількість постраждалих «СК III», що поступили в медичний заклад «БЛІЛ-І»;

L — загальна кількість загиблих.

$$L = p_{11}x + p_{12}y_1 + p_{22}y_2 + p_{13}z_1 + p_{23}z_2 \rightarrow \min;$$

$$\begin{cases} x + y_1 + y_2 + z_1 + z_2 = n, \\ x \leq n_1, \\ y_1 \leq n_2, \\ y_2 \leq m_1, \\ z_1 \leq n_3, \\ z_2 \leq m_2, \\ x, y_i, z_j - \text{ö}^3\text{ë}^3. \end{cases}$$

Пропоновані показники ймовірності загибелі (смертності) постраждалих:

p_{11} — імовірність загибелі для постраждалих «СК-1» при транспортуванні у медичний заклад «БЛІЛ-ІІ» — 15 %;

p_{12} — імовірність загибелі для постраждалих «СК-2» при транспортуванні у медичний заклад «БЛІЛ-ІІ» — 10 %;

p_{13} — імовірність загибелі для постраждалих «СК-3» при транспортуванні у медичний заклад «БЛІЛ-ІІ» — 2 %;

p_{22} — імовірність загибелі для постраждалих «СК-2» при транспортуванні у медичний заклад «БЛІЛ-І» — 20 %;

p_{23} — імовірність загибелі для постраждалих «СК-3» при транспортуванні у медичний заклад «БЛІЛ-І» — 2 %.

З метою підбору показників імовірності загибелі постраждалих відповідно до сортувальної категорії та спроможності медичного закладу щодо надання допомоги, куди відбувається їх транспортування були проаналізовані наукові напрацювання з наведеними статистичними даними та методи оцінки тяжкості стану і прогнозу при політравмах.

Серед проаналізованих методів оцінки відзначимо шкалу PTS (Polytrauma score, Hannover) відповідно до якої надається певна кількість балів відповідно до області пошкодження, ступеня тяжкості травми та віку постраждалого. Сумарна кількість балів відображає прогнозовану летальність, вирізняючи при цьому 4 ступеня тяжкості політравми: 1-а ступінь (легкі та середньотяжкі пошкодження) — до 20 балів (прогнозована летальність до 10 %), 2-а ступінь (тяжкі, але без

загрози для життя на першому етапі допомоги) — 20–34 бали (летальність до 25 %), 3-я (тяжкі, з загрозою для життя на всіх етапах) — 35–48 балів (летальність до 50 %), 4-та ступінь (дуже тяжкі, з невеликим шансом на виживання) — більше 48 балів (летальність до 75 %).

Серед інших шкал відзначимо АРАСНЕ II та шкалу SAPS II, які враховують вік постраждалого та певні фізіологічні показники стану (частоту серцевих скорочень, артеріальний тиск, температуру тіла, ряд показників аналізу крові, а також наявність хронічних захворювань та тип госпіталізації — планова/терапія/екстрена) та у відсотковому відношенні прогнозують імовірну летальність.

Незважаючи на те, що дані шкали є науково обґрунтованими та застосовуються на практиці, вони не враховують вплив кваліфікації медичних закладів (рівнів щодо надання інтенсивного лікування) на летальність постраждалих. Саме тому як імовірність проаналізовано відсоткове виражені показники, що відображають летальність при транспортуванні постраждалих кожної з трьох категорій до медичних закладів двох рівнів.

У праці [12] наводилася летальність при транспортуванні постраждалих з тяжкою механічною політравмою до травмоцентрів 1-го (летальність приблизно 15 %), 2-го рівнів (приблизно 20 %) та у неспеціалізованих заклади (приблизно 37 %) м. Санкт-Петербург. Тип допомоги, що надається у травмоцентрах різного рівня співставлений до дворівневої класифікації лікарень інтенсивного лікування, що запроваджена у нас.

За інформацією, що наведена у [13] летальність при політравмі складає 28,6 %, а при ізольованій травмі до 2 %. Відповідно до [14], летальність постраждалих з політравмою в умовах спеціалізованих стаціонарів становить 21–22 %, а в неспеціалізованих — 60 % та більше.

Тому вирішено обрати такі відсоткові співвідношення, які в першу чергу відображають загальні тенденції та носять усереднені показники: $p_{11} = 15\%$; $p_{12} = 10\%$; $p_{13} = 2\%$; $p_{22} = 20\%$; $p_{23} = 2\%$.

Висновок

Відповідно до поставленої мети дослідження нами за допомогою проведеного аналізу складових процесу евакуації та засновуючись на принципах цілочисельного програмування запропонована математична модель проведення евакуації. Математична модель доповнюватиме розроблену нами раніше модель проведення евакуації з залученням наземного транспорту та формуватимуть метод вибору оптимального місця виконання вимушеної посадки ПС на водну поверхню.

ЛІТЕРАТУРА

1. Aviation Safety Network. URL: <http://aviation-safety.net/database/dblist.php?Event=REED>. (дата звернення 25.10.2018 р.)
2. Aviation Safety Network URL: <http://aviation-safety.net/database/dblist.php?Event=RECW>. (дата звернення 25.10.2018 р.)
3. Кипер А. В., Станкевич Т. С. Система для вибору кратчайшого безпального маршрута спасення людей из горящего здания на территории морского порта. *Вестник Астраханского ГТУ*. 2013. №2. С. 144–152.
4. Шаповалова С. І., Радченко Д. К. Оптимізація пошуку маршруту на топографічних. *Міжвідомчий науково-технічний збірник «Адаптивні системи автоматичного управління»*. 2013. №1(22). С. 60-65.
5. Неділько В. М., Семенюта М. Ф., Стратонов В. М. Застосування методів теорії графів для визначення оптимального шляху евакуації постраждалих від місць тимчасового розміщення постраждалих до місць надання спеціалізованої медичної допомоги. *East European Scientific Journal*. 2017. №6(22). С. 92–97.
6. Мандрик Я. С. Формування професійної готовності майбутніх диспетчерів координаційного центру пошуку та рятування: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.04. Кіровоград. 2015. 287 с.
7. Defense technical Information Center. URL: <http://www.dtic.mil/dtic/tr/fulltext/u2/a279164.pdf> (дата звернення 25.10.2018 р.)
8. Defense technical Information Center. URL: <http://www.dtic.mil/dtic/tr/fulltext/u2/a276473.pdf> (дата звернення 25.10.2018 р.)
9. Наказ МОЗ від 18.05.2012 № 366 «Про затвердження Загальних вимог щодо проведення медичного сортування постраждалих і хворих та форм медичної документації».
10. Стрельников М. О., Бадюк М. І., Гудима А. А., Горобець М. М. Проблемні питання організації надання екстреної медичної допомоги у Збройних Силах України. *Вісник соціальної гігієни та організації охорони здоров'я України*. 2016. № 2. С. 20–26.
11. Про екстрену медичну допомогу: Закон України від 05.07.2012 року № 5081-VI. *Відомості Верховної Ради (ВВР)*. 2013. № 30. С. 340.
12. Тулупов А. Н., Бесаев Г. М., Синенченко Г. И. Особенности оказания медицинской помощи пострадавшим с сочетанной травмой, полученной при дорожно-транспортных происшествиях в Санкт-Петербурге. *Экология человека*. 2015. № 6. С. 3–8.
13. Мартыненко Н. П. Практический опыт лечения пациента с политравмой. *Наука и здравоохранение*. 2014. №2. С. 112–113.
14. Топчиев М. А., Плеханов В. И., Гуреев П. Г., Гречухин И. В. Проблемы лечения больных с сочетанной скелетной и черепно-мозговой травмой. *Acta Biomedica Scientifica*. 2011. №4 (80). С. 186–189.

Стратонов В. М., Кукалець Л. М., Марченко В. М., Мельник О. В.
ОПТИМІЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ ЕВАКУАЦІЇ ПОСТРАЖДАЛИХ ПРИ ЗАЛУЧЕННІ ПОВІТРЯНОГО САНІТАРНОГО ТРАНСПОРТУ ПІСЛЯ ВИМУШЕНОЇ ПОСАДКИ ПОВІТРЯНОГО СУДНА НА ВОДНУ ПОВЕРХНЮ

У статті досліджується актуальна проблема забезпечення виживаності пасажирів та членів екіпажів повітряних суден при виконанні аварійним повітряним судном вимушеної посадки на водну поверхню. Зокрема, розглядається ситуація під час якої постраждалих транспортуватимуть повітряним санітарним транспортом — гелікоптером. У роботі проведений аналіз органів та сил, які несуть відповідальність за проведення пошуково-рятувальних робіт в акваторії Чорного моря, визначено чергові сили їх ступені готовності та тактико-технічні характеристики пошуково-рятувальних засобів. Для розробки адекватної моделі оптимізації процесу евакуації нами проаналізовані законодавчо встановлені категорії постраждалих та імовірнісний розподіл постраждалих за видами та тяжкістю травм при авіакатастрофах. Також враховувався розподіл медичних закладів за категоріями, відповідно до обсягу послуг, що ними надається. Математична постановка задачі про оптимізацію евакуації була сформульована базуючись на принципах задач цілочисельного програмування та враховувала сортувальні категорії постраждалих, категорії лікарень та показники летальності при транспортуванні. Відображені у статті результати роботи формуватимуть метод вибору оптимального місця вимушеної посадки повітряного судна на водну поверхню.

Ключові слова: евакуація; приводнення; оптимальний маршрут; санітарний транспорт; цілочисельне програмування; категорії постраждалих.

Stratonov V. M., Kukalets L. M., Marchenko V. M., Melnik O. V.
OPTIMIZATION OF THE EVACUATION PROCESS OF ENVIRONMENTS FOR AIRWORTHINESS SANITARY TRANSPORT AFTER THE DETERMINED AIRPLANE LOCATION ON THE WATER SURFACE

This article examines a current problem of passengers' and aircraft crew members' survival assurance while performing ditching. In particular, the situation is considered when victims will be transported by the air sanitary transport - helicopter. Defined that the search and rescue forces used at this time the Mi-8MT helicopters, which have a cruising speed of 225-230 kph, and the capacity for accommodating 12 seriously injured persons (with accompanying personnel), or 24 passengers (lightly injured). Working on the problem, it is carried out the analysis of bodies and forces which bear responsibility for the search and rescue operations performance in the Black Sea area; standby forces, their readiness condition, and the mission of search and rescue facilities are determined. To develop an adequate model of evacuation process optimization, we have analyzed legislatively established categories of injured and a probable distribution of injured according to types and severity of injuries at air crashes. Based on analysis of the statistics of aviation accidents and the results of the scientists for calculations we selected the correlation: from the total number of people on board the aircraft - 90 % will be injured, 20% of which will belong to the first category (red), 30 % to the second category (yellow), and 50% to the third category (green). It was also taken into account the distribution of medical institutions on categories according to the volume of services to be provided by. We have proposed three categories of injured (sorting category): "SC I", "SC II", "SC III", and two categories of medical institutions (Multiprofile Intensive Care Hospitals; MICH-II) and "MICH". A mathematical problem statement about the optimization of evacuation has been formulated according to the principles of problems of integer programming and considered sorting categories of injured, hospitals, and indicators of fatalities at transportation. We were guided by statistics to determine the probability of death during the transportation of injured people. The article reflected results will form the ditching optimum place choice method.

Keywords: evacuation; ditching; optimal route; ambulance transport; integer programming; category of injured.

Стратонов В. М., Кукалець Л. Н., Марченко В. М., Мельник О. В.
ОПТИМІЗАЦІЯ ПРОЦЕСА ЕВАКУАЦІЇ ПОСТРАДАВИХ ПРИ ПРИВЛЕЧЕННІ ВОЗДУШНОГО САНІТАРНОГО ТРАНСПОРТА ПОСЛЕ ВИНУЖДЕННОЇ ПОСАДКИ ВОЗДУШНОГО СУДНА НА ПОВЕРХНЮ ВОДИ

В данной статье исследуется актуальная проблема обеспечения выживаемости пассажиров и членов экипажей воздушных суден при выполнении аварийным воздушным судном вынужденной посадки на водную поверхность. В частности, рассматривается ситуация, во время которой пострадавших будут транспортировать воздушным санитарным транспортом - вертолетом. В работе проведен анализ органов и сил, которые несут ответственность за проведение поисково-спасательных работ в акватории Черного моря, определены дежурные силы их степени готовности и тактико-технические характеристики поисково-спасательных средств. Для разработки адекватной модели оптимизации процесса эвакуации нами проанализированы законодательно установленные категории пострадавших и вероятностное распределение пострадавших по видам и тяжести травм при авиакатастрофах. Также учитывалось распределение медицинских учреждений по категориям, в соответствии с объемом услуг, которые ими предоставляются. Математическая постановка задачи об оптимизации эвакуации была сформулирована основываясь на принципах задач целочисленного программирования и учитывала сортировочные категории пострадавших, категории больниц и показатели летальности при транспортировке. Отраженные в статье результаты работы будут формировать метод выбора оптимального места вынужденной посадки воздушного судна на водную поверхность.

Ключевые слова: эвакуация; приводнение; оптимальный маршрут; санитарный транспорт; целочисленное программирование; категории пострадавших.

Стаття надійшла до редакції 11.10.2018 р.
 Прийнято до друку 05.12.2018 р.