

Модель и методика расчета размещения спасательных подразделений по обеспечению безопасности людей в местах массового отдыха на акватории и пляжах (на примере субъекта Санкт-Петербург)

Ю.Л. Данчук

*Санкт-Петербургское государственное казенное учреждение
«Поисково-спасательная служба Санкт-Петербурга»*

Аннотация: В статье автор рассматривает организацию размещения спасательных подразделений поисково-спасательной службы Санкт - Петербурга и определяет проблемные вопросы обеспечения безопасности людей в местах массового отдыха населения на акватории и пляжах.

Цель работы – разработать модель и методику расчета, необходимого и оптимального количества спасательных сил и средств для повышения безопасности людей на акватории.

В результате исследования разработана и предложена модель и методика расчета, необходимого количества спасательных сил и средств в местах массового отдыха населения и пляжах, на примере водных объектов Санкт – Петербурга.

Проведен сравнительный анализа соответствия полученных в расчетах данных о необходимом и достаточном количестве спасательных станций и спасательных постов на пляжах, с учётом специфики (особенностей) акватории и действующих нормативов их (спасательных станций и постов) размещения на водных объектах Санкт – Петербурга.

Ключевые слова: спасательные станции, спасательные посты, зона ответственности, поисково-спасательные работы, модель и методика расчета, безопасность на акватории, безопасность на пляжах и в местах массового отдыха.

Введение

Согласно данным официальных источников, в России ежегодно происходит порядка 3 500 происшествий на водных объектах.

Перед исследованием темы следует дать определения следующим понятиям: «спасательные силы и средства» - это силы и средства спасательных станций и спасательных постов аварийно-спасательных формирований на акватории; «спасательная станция» – водно-спасательное формирование, предназначенное для поиска, оказания помощи и спасения людей, а также спасание и (или) оказание помощи аварийным морским и речным объектам в пределах установленной зоны ответственности;

спасательный пост – поисково-спасательное подразделение, осуществляющее деятельность по спасанию людей на водных объектах и функционирующее на постоянной или временной (сезонной) основе, а также место или участок местности (акватории), на котором спасатель выполняет свои обязанности.

После изучения и анализа международной [1,2] и отечественной практики [3,4], разработанная автором методика позволяет определить, где и в каком количестве целесообразно размещать спасательные силы и средства (далее – ССС) на водных объектах, представляющих из себя спасательные станции (далее – СПС) и спасательные посты (далее – СП) для того, чтобы целесообразно распределить ССС на акватории и перекрыть границами зон спасания СПС и СП всю площадь водного объекта, тем самым уменьшив количество несчастных случаев и происшествий.

Степень важности и необходимость разработки и применения данной методики, заключается в том, что чем быстрее к месту бедствия на воде или месту возникновения чрезвычайной ситуации (Федеральный закон от 21 декабря 1994 г. № 68-ФЗ «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера») (далее – ЧС) придут спасательные суда и спасатели, тем выше вероятность спасения людей, терпящих бедствие и меньше ущерб от ЧС.

Данное требование может быть выполнено за счёт разработки метода [5,6] решения задачи определения достаточного количества ССС и их целесообразного размещения на акватории водных объектов.

1. Оценка существующего состояния размещения средств спасательных подразделений Санкт-Петербурга в местах массового отдыха населения на акватории и пляжах.

Ежегодно в акватории Санкт-Петербурга происходит порядка 10 000 происшествий, на которые реагируют силы и средства (СиС) поисково-спасательной службы (ПСС) с целью осуществления поисково-спасательных работ (ПСР) [7].

На сегодняшний день количество ССС и размещение ССС на акватории определяется федеральным и региональным законодательством Российской Федерации (Постановлении Правительства Санкт-Петербурга от 09.05.2012 № 526 Постановления Правительства Санкт-Петербурга от 17.02.2009 № 151 Приказ Министерства экономического развития Российской Федерации от 15.02.2021 г. № 71, Приказ МЧС России от 30 сентября 2020 г. № 732).

Для этого рассчитаем количество объектов ССС на акватории, необходимое для выполнения требований законодательства.

Для этой цели введем следующие обозначения:

СОсс – степень обеспеченности спасательными силами и средствами;

ОС – количество объектов и спасательных сил и средств;

R - расстояние до любой точки обслуживаемой территории водного объекта не более 200 метров (радиус зоны спасания);

D – расстояние между объектами ССС равное двум радиусам зоны спасания ($D=2R$);

$ОС_{н1,2...n}$ – обязательное количество объектов сил и средств Поисково-спасательной службы Санкт-Петербурга, установленное законодательными и нормативными документами для отдельных категорий инфраструктуры на акватории;

L – протяженность береговой полосы пляжа (пляжей);

N – количество мест массового отдыха населения на акватории;

Для дальнейшего расчёта необходимо использовать статистические данные по субъекту Санкт-Петербург на апрель 2023 года:

- 350 000 общее количество отдыхающих в местах массового отдыха на акватории, с учетом отдыхающих на пляжах, маломерных судах и т.п.;

-17000 отдыхающих в местах массового (традиционного или неорганизованного) отдыха на акватории (кроме пляжей);

- вероятность успешного спасения человека или спасания объекта, исходя из сложившейся практики, равна $P=0,997$;

Таким образом, исходные данные для расчёта можно представить следующим образом:

- $R = 200$ (м) = 0,2 (км);

- $D=0,4$ (км);

- $N = 46$;

- $L = 36$ (км);

ОСн1 - количество объектов сил и средств Поисково-спасательной службы Санкт-Петербурга в местах массового отдыха населения на акватории не менее одного СПС или СП на каждые 1000 человек отдыхающих, равное: $17000:1000=17$.

Рассчитаем ОС.

$$ОС = (L : D) + ОСн1 = (36 : 0,4) + 17 = 90 + 17 = 107$$

Таким образом, в соответствии с требованиями федерального и регионального законодательства Российской Федерации, количество объектов сил и средств Поисково-спасательной службы Санкт-Петербурга на водных объектах города должно равняться 107 объектам (рис.1).

По состоянию на июнь 2023 года, в Санкт-Петербурге на водных объектах развёрнуты ССС на 19 СПС. В летний период в местах массового (традиционного) отдыха на акватории дополнительно создаются от 11 до 20 СП.

Всего от 30 до 39 объектов ССС.

Из этого следует, что:

$$CO_{ccc} = (39:107) \times 100\% = 36\%$$



Рис. 1 – Мониторинг водной обстановки спасателями
Поисково-спасательной службы Санкт-Петербурга

Это очень низкий показатель. Ничего удивительного, так как в соответствии со статистикой, средний показатель гибели людей в Санкт-Петербурге на 100 тыс. населения составляет 1,2, что заметно превышает показатель в Москве – 0,24. Стоит отметить, что в регионах Российской Федерации с более теплым климатом, показатель также неудовлетворительный, так, в Крыму средний показатель гибели людей - 2,0, в Калининграде - 3,3, в Московской области – 2,5.

Для сравнения, обратимся к среднему показателю гибели людей на 100 тыс. населения в зарубежных недружественных странах. Так, в Канаде и в Италии – 0,6-0,9; в Германии и Нидерландах – 0,4-0,5 [8].

На основании вышеизложенного можно сделать следующие выводы:

1. Количество объектов сил и средств обеспечения безопасности на акватории, пляжах и в местах массового отдыха на водных объектах субъекта Санкт-Петербург не соответствует минимально необходимым нормам, указанным в нормативно-правовых документах по обеспечению безопасности людей на водных объектах.

2. Средний показатель гибели людей в Санкт-Петербурге на 100 тыс. населения остается высоким и не соответствует требованиям по его снижению, установленным указом Президента Российской Федерации от 16 октября 2019 года № 501 в области обеспечения безопасности людей на водных объектах).

3. Для устранения выявленных несоответствий необходимо внести ряд изменений в реализуемую Правительством города «Программу развития системы обеспечения безопасности на водных объектах Санкт-Петербурга».

2. Разработка метода и методики расчета решения задачи определения необходимых норм обеспечения в местах массового отдыха населения на акватории и пляжах, средствами спасательных подразделений, их территориальной доступности

В первой части статьи была выполнена оценка действующих методов размещения ССС по обеспечению безопасности в местах массового отдыха населения на акватории и пляжах.

Исходные данные для расчета полученных значений были взяты из федерального и регионального законодательства Российской Федерации.

Стоит отметить, что в указанных правовых актах исходные данные приведены в виде цифровых значений без обоснования и тем более без разъяснения, каким образом они получены (рассчитаны).

В настоящей части будет проведена разработка, предложена методика и алгоритм расчета необходимого количества спасательных сил и средств для выполнения функций по спасанию аналогичных описанным в первой части статьи.

2.1 Разработка алгоритма расчета.

Этап 1. Определение входных данных:

- количество пляжей ($PI-n$);
- длина береговой линии пляжей ($PLI-n$);
- количество места массового отдыха населения на акватории ($NI-n$);
- длина береговой линии места массового отдыха населения на акватории ($NLI-n$);
- количество имеющихся СПС и СП на акватории (OC);
- радиус зоны спасания (R);
- минимальное расстояние между объектами OC равно двум радиусам зоны спасания ($D=2R$);

Этап 2. Математическое описание расчета радиуса зоны спасания на пляжах и в местах массового отдыха

В зоне спасания силы и средства СПС и СП (OC) дают преимущественную возможность спасти человека, погрузившегося на грунт или пребывающего в воде в состоянии клинической смерти.

Время нахождения человека под водой в состоянии клинической смерти после которого возможно его оживление в среднем равно 6 минутам (Приказ Минздрава РФ от 24.12.2012 г. № 1429н).

Зона спасания ограничивается береговой чертой и дугой окружности, описанной из центра OC , радиусом, определяется по формуле (1):

$$R = \frac{V \times T_4}{60} \times 1000 \quad (1)$$



где:

R – радиус окружности зоны спасания в метрах;

V – скорость спасательного судна в километрах в час;

$T_4 = T_0 - (T_1 + T_2 + T_3)$ – время в минутах на переход катера к месту бедствия, где:

T_0 – время пребывания человека под водой в состоянии клинической смерти, после которого возможно его оживление, равное 6 минутам;

T_1 – время оповещения, т. е. время, необходимое для получения сведений о месте бедствия из доклада наблюдателя или получения данных с помощью средств связи, равное 0,5 минуты;

T_2 – время от момента подачи сигнала тревоги до момента отхода катера от причала, равное 0,5 минуты;

T_3 – время на погружение водолаза, поиск и извлечение из воды тонущего, равное 3 минутам (в соответствии с установленными для спасателей нормативами).

Величины T_1 , T_2 , T_3 в зависимости от уровня подготовки и натренированности работников СПС, СП и спасателей (Приказ МЧС России от 27.10.2015 № 569), а также погодных условий и состояние водной акватории в зоне спасания (прозрачность воды, глубина и т.п.) могут изменяться [9].

Таким образом, на основании имеющихся данных можно сделать следующие выводы:

$T_{п}$ – допустимое время поисково-спасательной операции, не должно быть больше 15 минут. При средней скорости спасательных судов поисково-спасательной службы – 30 км/час (500 метров/мин) радиус зоны спасания равен 7,5 км.

$$R = V \times T = 500 \text{ м/мин} \times 15 \text{ мин} = 7500 \text{ м} = 7,5 \text{ км.}$$

На «рис.2» показано, что площадь зоны проведения поисково-спасательных операций (зоны спасения) равна половине площади круга радиусом равным радиусу зоны спасения и составляет 88 кв.км.

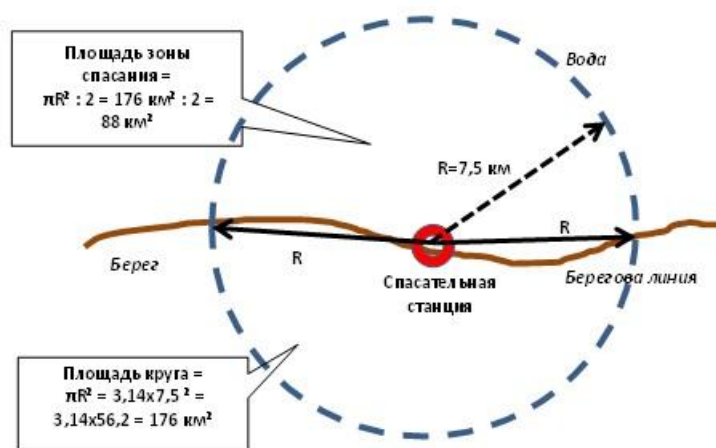


Рис. 2. – Зона проведения поисково-спасательной операции (зона спасения)

Принимая во внимание, что площадь акватории Невской Губы и Финского залива, в административных границах Санкт-Петербурга составляет 820 кв.км, для полного охвата акватории необходимо 10 спасательных станций ($\Sigma \text{СПС} = 820 : 88 = 9,32 = 10$). При этом, расстояние по береговой черте между СПС должно быть не более двух радиусов зоны спасения, т.е. 15 км.

Этап 3. Анализ соотношения *PL* и *NL* к *D*.

При проведении математических расчетов третьего этапа анализируется отношение длины береговой линии каждого пляжа и каждого места массового отдыха на акватории к минимальному расстоянию между объектами ОС равному двум радиусам зоны спасения, т.е. к *D*.

При *PL* или *NL* больше *D*, к значению *P* или *N* прибавляется 1, больше *2D* - прибавляется 2, и так далее.

Количество прибавляемых единиц обозначим, соответственно, PD и ND .

Этап 4. Определение выходных данных.

- количество необходимых СПС и (или) СП на акватории (ССС);

Этап 5. Решение.

$$ССС = (P + PD + N + ND) - ОС$$

2.2. При расчете зоны спасания спасательной станции, скорость спасательного судна должна приниматься из расчета максимально допустимой. В сложных условиях, таких, как: навигационные, погодные (например, скопление судов, купающихся, усилившийся ветер, волнение) скорость спасательного судна определяется капитаном судна в соответствии с обстановкой.

Приведем пример расчета радиуса зоны спасания

Дано: Максимальная скорость спасательного судна - 60 км/ч.

$T_0=6$ минут;

$T_1=0,5$ минуты;

$T_2=0,5$ минуты;

$T_3=3$ минуты.

Теперь необходимо рассчитать радиус зоны спасания спасательной станции и (или) спасательного поста.

Порядок расчета будет следующий:

$$T_4 = T_0 - (T_1 + T_2 + T_3) = 6 - 4 = 2(\text{мин.})$$

$$V = 60 \text{ км/ч}$$

$$R = \frac{60 \times 2}{60} \times 1000 = 2000 \quad (2)$$

2.3 Стоит отметить, что ранее автором была предложена Концепция развития системы обеспечения безопасности на водных объектах в Санкт-Петербурге на 2021-2027 года. Далее рассмотрим отдельные

выдержки из нее: «Спасение утопающего в местах массового отдыха населения и пляжах «Спасателем-пловцом». В данном случае может быть несколько вариантов:

Вариант 1 – «Спасатель-пловец обнаружил тонущего визуально. Тонущий уходит под воду».

В этом случае $T_1 = T_2 = 0$;

$T_3 = 3$ минуты;

$T_4 = T_0 - T_3 = 6 - 3 = 3$ (мин.)

R -расстояние от ССС до места тонущего (радиуса зоны спасания).

V_c – скорость плавания спасателя (норматив спасателя - 100 метров за 5 мин (20 м/мин).

Допустимое время спасательной операции – 3 мин. Спасатель пловец за 3 мин. проплывает расстояние 60 м.

$$R = 20 \times 3 = 60 \text{ (метров)} \quad (3)$$

Отсюда следует вывод, что при обнаружении спасателем тонущего, уходящего под воду, успешное спасение достигается на расстоянии 60 м от места нахождения спасателя (ССС).

Вариант 2 – «Спасатель-пловец обнаружил тонущего визуально. Тонущий способен держаться на воде».

В данном варианте, при обнаружении спасателем тонущего, который способен держаться на воде, критическое время спасательной операции зависит от гидрометеорологических условий (далее – ГМУ), температуры воды, воздуха и физических особенностей утопающего, его умения удерживаться на воде.

Для расчетов, время, в течении которого утопающий может удержаться на воде от момента вызова о помощи принято - $T_5 = 3$ мин.

В этом случае $T_1 = T_2 = 0$;

$T_3=3$ минуты;

$T_4= T_0 - T_3 + T_5= 6 - 3 + 3 = 6$ (мин.)

R -расстояние от ССС до места тонущего (радиуса зоны спасания).

V_c – скорость плавания спасателя (норматив спасателя 100 м за 5 мин. (20 м/мин).

$$R = 20 \times 6 = 120 \text{ (метров)} \quad (4)$$

Отсюда следует вывод, что при обнаружении спасателем тонущего, способного держаться на воде, успешное спасение достигается на расстоянии 120 м от места нахождения спасателя.

Вариант 3 - «Спасатель-пловец на гребном спасательном судне обнаружил тонущего визуально».

При условии, что зона спасания спасательного поста укомплектована гребным спасательным судном, в данном варианте, радиусом будет являться акватория, описанная из центра ССС значение которой будет равно 150 - 250 м.

$$R = 50(80) \times 3 = 150(240) \text{ (метров)} \quad (5)$$

Радиус рассчитывается по указанной выше формуле, исходя из скорости гребного судна 3 – 5 км/ч и норматива для спасателя на поиск и спасение – 3 минуты, при общем времени возможного возвращения человека к жизни из состояния клинической смерти, равном 6 минутам» [10].

3. Пример расчета решения задачи определения необходимых норм обеспеченности в местах массового отдыха населения и пляжах, спасательными силами и средствами на примере субъекта Санкт-Петербург

3.1 Входные данные для расчета:

- $P = 24$;



- $N = 46$;
- $D = 2R = 2 \times 150$ метров = 300 метров (вариант 3, смотреть выше пункт 2.3 статьи);
- $PD = 20$;
- $ND = 1$;
- $OC = 19$ СПС (в летнем периоде 39, за счет дополнительно выставляемых 20 СП);

3.2 Расчет необходимого количества ССС:

$$ССС = (P + PD + N + ND) - OC = (24 + 20 + 46 + 1) - 39 = 52;$$

3.3 Ответ: Для обеспечения безопасности людей в местах массового отдыха населения на акватории и пляжах в Санкт-Петербурге необходимо выставлять дополнительные ССС в количестве 52 единиц.

На основании вышеизложенного можно сделать следующие выводы:

1. Для успешного спасения тонущего человека на пляжах и в местах массового отдыха населения на водных объектах расстояние между спасательными постами (дежурными спасателями), при отсутствии гребного спасательного судна не должно превышать 120 метров (вариант 1 пункта 2.3).
2. Наличие на СП даже гребного спасательного судна, при условии постоянного нахождения в нем спасателя и работающего с ним в одной «команде» наблюдателя повышает эффективность проведения поисково-спасательной операции от 25 до 100%.
3. При размещении на пляже штатной СПС поисково-спасательной службы дополнительные СП, укомплектованные гребными спасательными судами, должны быть выставлены, если расстояние от СПС до границы пляжа превышает 150 метров.

Таким образом, в результате проведенных расчетов и анализа полученного результата можно сделать следующие выводы:

1. Изложенные в настоящей работе методика и алгоритм предназначены и могут быть применены для расчета количества ССС и их взаимного расположения (территориальной доступности) на пляжах и в местах массового (традиционного) отдыха населения на водных объектах

2. Предложенный алгоритм решения позволяет, при изменении исходных данных по водному объекту или числовых значений нормативов и характеристик средств спасения, решить задачу по определению норм обеспечения водного объекта ССС и их территориальной доступности в зависимости от существующих в настоящий момент характеристик конкретного водного объекта.

3. При проведении расчетов по предложенному алгоритму обеспечивается не только выполнение требований по безопасности людей на водных объектах, но и исключается нерациональный расход бюджетных финансовых средств на оборудование и содержание СПС и (или) СП.

4. Применение приведенных в настоящей статье математических расчетов норм обеспеченности ССС и их территориальной доступности приведет к более обоснованному и рациональному размещению ССС, по сравнению с существующими требованиями, изложенными в приказе Министерства экономического развития Российской Федерации от 15 февраля 2021 г. № 71 «Об утверждении методических рекомендаций по подготовке нормативов градостроительного проектирования» и принятыми в Санкт-Петербурге.

5. Представленные методика и алгоритм не предназначены для определения количества ССС и их расположения с целью перекрытия границами зон спасания СПС и СП всей площади водного объекта (объектов). Решение этой проблемы является целью другого (следующего) исследования.

6. В качестве методических рекомендаций, Главному управлению МЧС по Санкт-Петербургу рекомендовать разработать алгоритмы интеллектуальной поддержки принятия управленческих решений в организационных системах.

7. Присутствует необходимость в разработке национального стандарта: «Безопасность на водных объектах. Спасательные станции, спасательные посты. Общие требования».

8. Нужно учитывать полученные результаты при осуществлении подготовки в образовательных организациях различных групп населения в области защиты от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера.

Литература

1. Sun, Y.; Ling, J.; Chen, X.; Kong, F.; Hu, Q.; Biancardo, S.A. Exploring Maritime Search and Rescue Resource Allocation via an Enhanced Particle Swarm Optimization Method. *J. Mar. Sci. Eng.* 2022, 10, 906. pp.1-14.
2. Hadi F, Nur H.I, Maharani N.K P, Permana C B S, Buana I G N S and Ardhi E.W Search and rescue station location selection and conceptual design: a case study of western region of Indonesia // *Sustainable Islands Development Initiatives – International Conference, Indonesia*; IOP Publishing, 2019. pp.1-9.
3. Перевалов А.С. Математические модели управления поисково-спасательными подразделениями МЧС на внутренних водоемах. Санкт-Петербург, СПб ГУ ГПС МЧС России, 2013. - 174 с.
4. Плат П.В. Модели и методы построения и размещения сил и средств государственной противопожарной службы (на примере Ленинградской области). Санкт-Петербург, СПб ГУ ГПС МЧС России, 2009. - 133 с.: 2 ил.
5. Шеина С.Г., Картамышева А.В. Модель эффективного управления пожарной безопасностью территорий с учетом фактического состояния

жилого фонда // Инженерный вестник Дона, 2012. №3. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2012/942.

6. Антонов Н.И. Моделирование оптимального маршрута патрулирования наряда методом ветвей и границ // Инженерный вестник Дона, 2023, №5. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n5y2023/8391.

7. Колеров Д.А., Данчук Ю.Л., Мамонтова И.О. Анализ проблем реагирования поисково-спасательных служб в акватории Санкт-Петербурга и подходы к их решению // Научно-аналитический журнал Природные и техногенные риски (физико-математические и прикладные аспекты) – 2023, №2 (46), с. 74 – 80.

8. Данчук Ю.Л. Направление развития системы обеспечения безопасности на водных объектах (на примере субъекта Санкт-Петербург) // Сервис безопасности в России: опыт, проблемы, перспективы. Арктика – регион стратегических интересов: правовая политика и современные технологии обеспечения безопасности в Арктическом регионе: материалы междунар. науч.-практ. конф. Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, 2022. с. 256-258.

9. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий, пер. с англ. Р.Г. Вачнадзе. - Москва: Радио и связь, 1993. - 314 с.

10. Аришина О.И., Данчук Ю.Л., Промыслов Л.А., Илюхин В.Н. О необходимости принятия Концепции принятия системы обеспечения безопасности на водных объектах Санкт-Петербурга // Морской Вестник. – 2019. – № 4 (72) – с.115-120.

References

1. Sun, Y.; Ling, J.; Chen, X.; Kong, F.; Hu, Q.; Biancardo, S.A. Exploring Maritime Search and Rescue Resource Allocation via an Enhanced Particle Swarm Optimization Method. J. Mar. Sci. Eng. 2022, 10, 906. pp.1-14.

2. Hadi F, Nur H.I, Maharani N.K P, Permana C B S, Buana I G N S and Ardhi E.W Search and rescue station location selection and conceptual design: a case study of western region of Indonesia Sustainable Islands Development Initiatives – International Conference, Indonesia; IOP Publishing, 2019. pp.1-9.
 3. Perevalov A.S. Matematicheskie modeli upravlenija poiskovo-spasatelnyimi podrazdelenijami MChS na vnutrennih vodoemah. [Mathematical models of management of search and rescue units of the Ministry of Emergency Situations on inland water bodies]. Sankt-Peterburg, SPB GU GPS MChS Rossii, 2013. 174 p.
 4. Plat P.V. Modeli i metody postroyeniya i razmeshcheniya sil i sredstv gosudarstvennoy protivopozharnoy sluzhby (na primere Leningradskoy oblasti). [Models and methods of construction and deployment of forces and means of the state firefighting service (on the example of the Leningrad region)]. Sankt-Peterburg, SPB GU GPS MCHS Rossii, 2009. 133 p.
 5. Sheina S.G., Kartamysheva A.V. Inzhenernyj vestnik Dona, 2012. №3. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2012/942.
 6. Antonov N.I. Inzhenernyj vestnik Dona, 2023, №5. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n5y2023/8391.
 7. Kolerov D.A., Danchuk Yu.L., Mamontova I.O. Nauchno-analiticheskij zhurnal Prirodnye i tehnogennye riski (fiziko matematicheskie i prikladnye aspekty), №2 (46) 2023. pp. 74 – 80.
 8. Danchuk Yu.L. Servis bezopasnosti v Rossii: opyt, problemy, perspektivy. Arktika – region strategicheskikh interesov: pravovaja politika i sovremennye tehnologii obespechenija bezopasnosti v Arkticheskom regione: materialy mezhdun. nauch. prakt. konf. Sankt-Peterburgskij universitet GPS MChS Rossii, 2022. Pp. 256-258.
 9. Saati T. Decision-making: A Method for analyzing hierarchies [Prinyatiye resheniy. Metod analiza iyerarkhiy Translated from the English by R.G. Vachnadze]. Moskva: Radio and Communications, 1993. 314, p.
-



10. Arishina O.I., Danchuk Yu.L., Promyslov L.A., Ilyukhin V. Morskoy Vestnik journal. 2019. No. 4 (72) pp. 115-120.