

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ ПРОБЛЕМ УПРАВЛЕНИЯ ПОИСКОВО–СПАСАТЕЛЬНЫМИ РАБОТАМИ В АКВАТОРИИ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА

*Колеров Дмитрий Алексеевич*¹
*Матвеев Александр Владимирович*¹

¹ Санкт-Петербургский университет Государственной противопожарной службы МЧС России имени Героя Российской Федерации генерала армии Е.Н. Зиничева, Санкт-Петербург, Россия

АННОТАЦИЯ

В работе проведён системный анализ проблем управления проведением поисково-спасательных работ, характерных для акватории Санкт-Петербурга с учётом её специфики. Предложены подходы, позволяющие решить проблемные вопросы в области проведения поисково-спасательных работ в акватории города. Обосновано создание новых спасательных станций и реконструкции действующих, строительство учебно-тренировочного комплекса, разработка системы поддержки принятия управленческих решений при реагировании на происшествия в акватории.

Делаются выводы о необходимости проведения дальнейших научных исследований, связанных с научным обоснованием выбора мест размещения новых спасательных станций, оптимизации маршрутов следования спасательных служб в условиях сложившейся оперативной обстановки в акватории Санкт-Петербурга.

Ключевые слова: системный анализ, управление, поисково–спасательные работы, акватория Санкт-Петербурга, проблемные вопросы, решения.

SYSTEM ANALYSIS OF PROBLEMS IN MANAGING SEARCH AND RESCUE OPERATIONS IN THE WATERS OF ST. PETERSBURG

*Kolerov Dmitriy A.*¹
*Matveev Alexander V.*¹

¹ St. Petersburg University of the State Fire Service of EMERCOM of Russia named after Hero of the Russian Federation Army General E.N. Zinichev, St. Petersburg, Russia

ABSTRACT

The study carried out a systematic analysis of the problems of managing search and rescue operations typical for the waters of St. Petersburg, taking into account its specifics. Approaches are proposed to solve problematic issues in the field of search and rescue operations in the city's water area. The creation of new rescue stations and the reconstruction of existing ones, the construction of an educational and training complex, and the development of a system to support management decision-making when responding to incidents in the water area are justified.

Conclusions are drawn about the need for further scientific research related to the scientific substantiation of the choice of locations for new rescue stations, optimization of routes for rescue services in the current operational situation in the waters of St. Petersburg.

Keywords: system analysis, management, search and rescue operations, water area of St. Petersburg, problematic issues, solutions.

Введение

Обеспечение безопасности людей от воздействия чрезвычайных ситуаций (ЧС) является одним из приоритетных направлений деятельности Единой государственной системы предупреждения и ликвидации ЧС (РСЧС). Актуальной при этом является проблема обеспечения безопасности людей на водных объектах.

Акватория Финского залива играет особую роль в экономическом развитии Российской Федерации и Санкт-Петербурга в частности, так как через неё проходит порядка 2% общего гру-

зооборота страны. При этом в Санкт-Петербурге более 600 водных объектов.

Главное управление МЧС России по г. Санкт-Петербургу, морской спасательный координационный центр и поисково-спасательная служба (ПСС) Санкт-Петербурга обеспечивают безопасность на воде и в случае необходимости осуществляют проведение поисково-спасательных работ (ПСР) в акватории города.

Обилие водных объектов мегаполиса и близость акватории Финского залива влечёт за собой увеличение количества отдыхающих и судово-

дителей маломерных судов. Акватория Санкт-Петербурга насчитывает более 70 мест массового пребывания людей, из них более 20 пляжей, общей протяженностью 40 километров. В летний период в выходные и праздничные дни на водных объектах Санкт-Петербурга могут находиться порядка 400 тысяч отдыхающих и водителей маломерных судов. В зимний период на лёд Финского залива может выходить до 15 тысяч любителей зимней рыбалки.

В последние годы Санкт-Петербург переживает бурное развитие, сопровождающееся увеличением туристического трафика, вызванное развитием внутреннего туризма и как следствие динамикой роста показателей происшествий, случаев оказанной помощи, спасенных и погибших в акватории Санкт-Петербурга (рисунок 1–4) [1, 2].

В данном исследовании с позиции системного подхода рассматриваются основные актуальные проблемы управления поисково-спасательными работами в акватории Санкт-Петербурга, обосно-

вываются перспективные направления деятельности для их разрешения.

Методы исследования

Алгоритм проводимого исследования представляется следующей последовательностью. На первом этапе выявляются существующие тенденции предметной области (далее по тексту – **Тенденция**). На втором этапе выделяется текущее состояние (**Состояние**), определяемое выявленной тенденцией и гипотетическая цель (**Цель**), которая должна соответствовать существующим потребностям в исследуемой предметной области. Сравнение состояния и цели позволяет выявить противоречия, разрешение которых формируют существующие проблемы (**Проблема**) предметной области. На заключительном этапе для разрешения проблем предлагаются соответствующие решения (**Решение**).

Анализ научных исследований, затрагивающих вопросы проведения ПСР на водоемах, показал, что часть из них посвящена применению робототехнических комплексов для патрулирова-

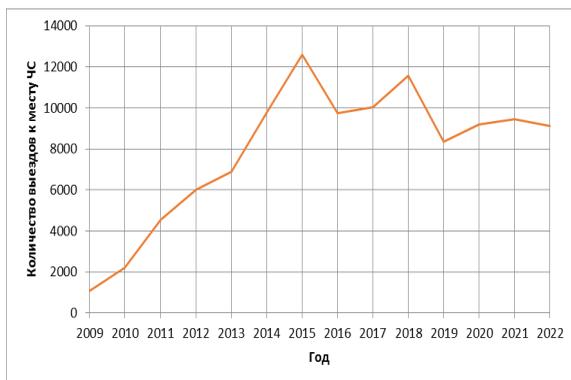


Рисунок 1 – Количество выездов для проведения ПСР в акватории Санкт–Петербурга

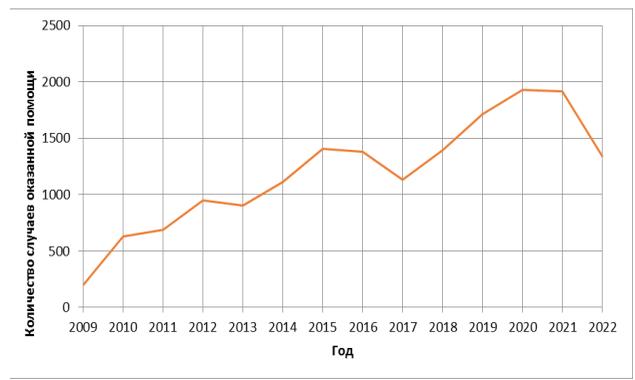


Рисунок 2 – Количество случаев оказанной помощи людям в акватории Санкт–Петербурга

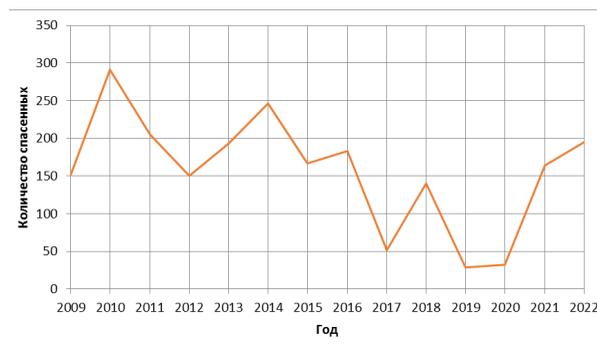


Рисунок 3 – Количество спасенных в акватории Санкт–Петербурга

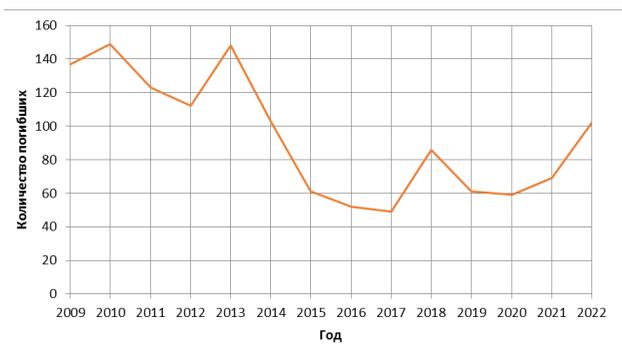


Рисунок 4 – Количество погибших в акватории Санкт–Петербурга

ния акватории [3, 4], при этом оценка эффективности патрулирования может быть осуществлена на основе имитационного моделирования [5]. В части работ предлагаются различные комбинации существующих способов поиска, направленных на повышение эффективности проведения ПСР [6, 7]. Статьи зарубежных исследователей направлены на применение машинного обучения для разработки методов поддержки принятия решений при проведении ПСР и ликвидации последствий ЧС на море [8, 9].

Необходимо отметить, что проведение ПСР в акваториях имеют региональные особенности, которые необходимо учитывать [10]. Анализ существующих исследований показывает, что вопросы проведения ПСР в акватории Санкт-Петербурга с учётом её особенностей не были ранее рассмотрены в полной мере, поэтому материалы статьи являются исключительно актуальными.

Результаты исследования и их обсуждение

На текущий момент сложность управления привлекаемыми силами и средствами (СиС) в акватории Санкт-Петербурга лишь возрастает. Основными факторами, формирующими данную тенденцию, являются:

- популяризация туризма и рост численности любителей зимней рыбалки, обусловлен-

ный общим увеличением населения Санкт-Петербурга;

- уменьшение толщины льда в акватории Финского залива, вызванное повышением среднегодовой температуры в регионе (рисунок 5);
- развитие навигации и увеличение трафика морских грузоперевозок;
- сложность природно-климатических и географических особенностей акватории города.

Данные факторы влекут за собой повышение информационной нагрузки на должностных лиц, отвечающих за принятие управленческих решений по привлечению СиС для проведения ПСР, в частности на оперативного дежурного ПСС и оперативно-дежурную смену центра управления в кризисных ситуациях (ЦУКС). Кроме того, принятие решений происходит в условиях неопределенности и ограниченности времени, сопровождаясь при этом динамически меняющейся обстановкой. От лица, принимающего решения, требуется оперативно реагировать на меняющуюся обстановку, при этом от правильности и оперативности его решений во многом зависит количество спасённых жизней [11, 12].

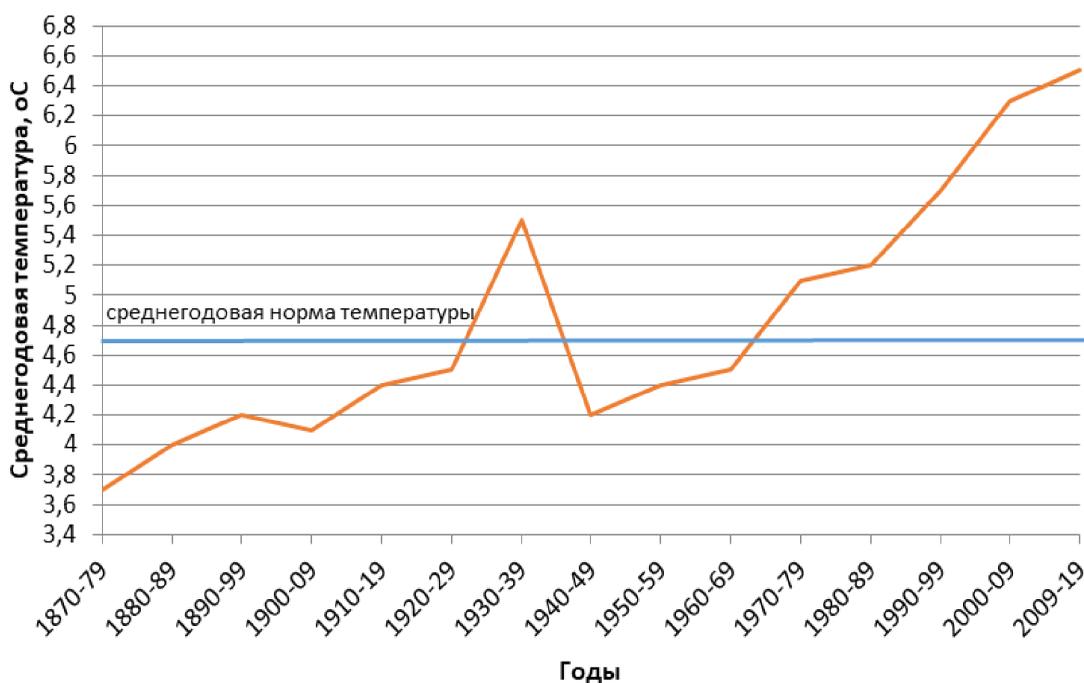


Рисунок 5 – Среднегодовая температура воздуха г. Санкт-Петербурга по десятилетиям с 1870 по 2019 г.

Рассмотрим проблемные вопросы, оказывающие влияние на процесс проведения ПСР в акватории Санкт-Петербурга по степени их важности.

1. Проблема размещения СИС ПСС в акватории Санкт-Петербурга

В настоящее время наблюдается тенденция роста общего количества происшествий (рисунок 1–4) в акватории Санкт-Петербурга (**Тенденция 1.1**), что приводит к перегрузке СИС ПСС (**Состояние 1.1**) и, как следствие, снижению оперативности их реагирования (**Состояние 1.2**). При этом решение задач по спасению пострадавших требует высоких показателей оперативности СИС (**Цель 1.1**). Оперативность прибытия спасательных служб к месту ЧС в первую очередь зависит от удалённости мест базирования спасательных станций от места происшествия. На текущий момент в акватории Санкт-Петербурга сложилась такая ситуация, то реагирование на происшествия зачастую осуществляется со станций, расположенных достаточно далеко от места проведения ПСР, в связи с чем существует проблема, связанная с неоптимальным размещением спасательных станций (СПС) и их общим недостаточным количеством (**Проблема 1.1**). Совершенствование размещения СИС в акватории Санкт-Петербурга сложная задача, требующая с одной стороны, научного подхода для ее решения, а с другой стороны, учёта экспертного мнения практических работников ПСС Санкт-Петербурга, имеющих значительный опыт в области проведения ПСР в акватории города.

2. Проблема дефицита СИС ПСС в акватории Санкт-Петербурга и отсутствия средств оптимизации маршрутов следования к месту проведения ПСР

Анализ опыта реагирования подразделений ПСС при реагировании на происшествия показывает, что увеличивается количество случаев, когда при следовании к месту проведения ПСР техника выходит из строя (**Тенденция 2.1**). Наиболее частый сценарий – это разрыв воздушного баллона на аэролодке в зимний период при повреждении о торосы, который влечёт снижение

готовности спасательных подразделений к реагированию на происшествия (**Состояние 2.1**). Для своевременного прибытия к месту проведения ПСР необходимо минимизировать вероятность выхода из строя техники в момент следования и поддерживать высокий уровень готовности спасательных подразделений к реагированию на происшествия (**Цель 2.1**).

Как правило, спасатели, получившие сигнал, следуют к месту проведения ПСР по кратчайшему пути, так как в настоящий момент отсутствуют какие-либо системы, позволяющие учитывать факторы сложившейся обстановки в акватории и оптимизировать с их учетом маршруты следования. По этой причине часто возникает ситуация, когда на скорости аэролодка, проезжающая по торосам, получает повреждения и не может быть использована для дальнейшего проведения ПСР, без проведения ремонта. Данная ситуация является следствием отсутствия средств оптимизации маршрутов следования (**Проблема 2.1**). Также, как было отмечено выше, наблюдается дефицит СИС ПСС для проведения ПСР в акватории Санкт-Петербурга (**Проблема 2.2**).

3. Проблемы принятия адекватных управленческих решений по выбору СИС, привлекаемых для проведения ПСР и практической подготовки спасателей

Для обеспечения безопасности людей, в том числе в акватории Санкт-Петербурга функционирует РСЧС, в которую входят 12 ведомств, состав которых представлен на рисунке 6. Взаимодействие между ведомствами регламентировано Бассейновым планом и Планом взаимодействия сил и средств.

Управление СИС ведомств, входящих в РСЧС и их координация при проведении ПСР в акватории Санкт-Петербурга возложена на МЧС России. ПСР на водных объектах являются одним из самых сложных видов аварийно-спасательных работ, требующие качественной организации, соответствующего уровня оснащения средствами спасения и высокого уровня подготовки, как руководящего состава, так и каждого спасателя [10].

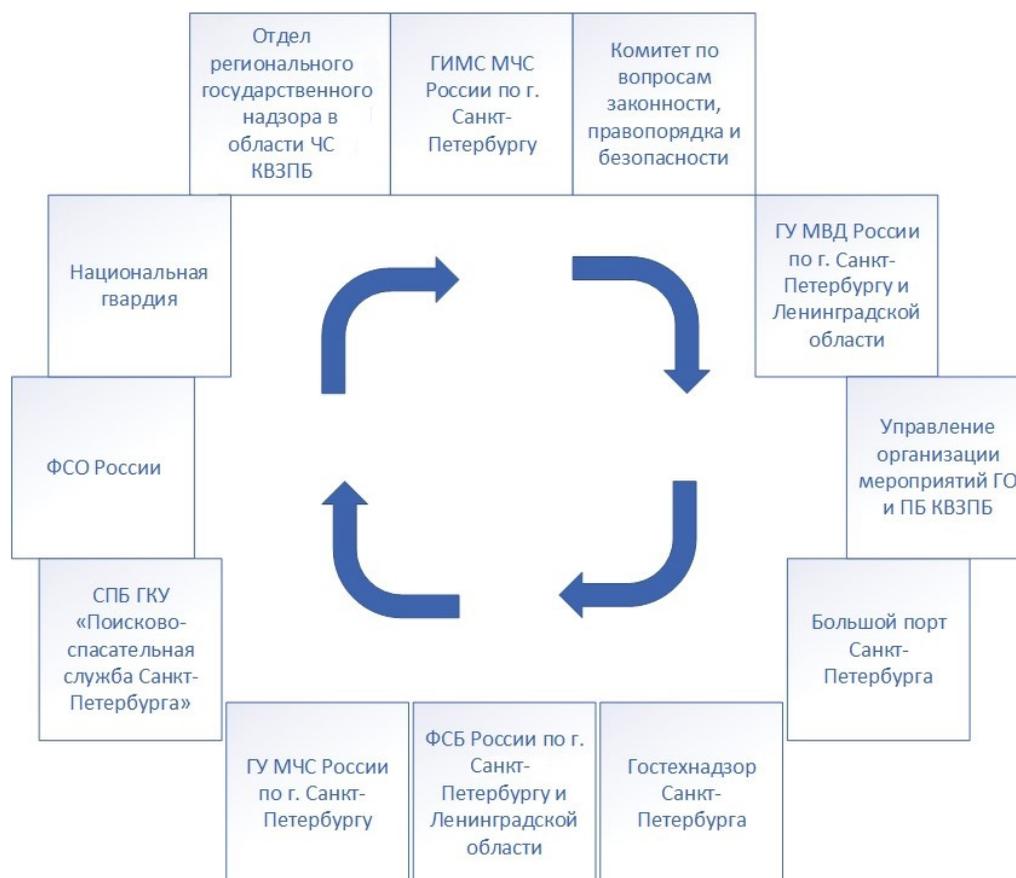


Рисунок 6 – Схема взаимодействия государственных учреждений по обеспечению безопасности людей на воде (КВЗПБ – Комитет по вопросам законности, правопорядка и безопасности)

Однако должностные лица (ДЛ) ЦУКС решают множество задач в процессе несения дежурства и не в полной мере владеют обстановкой в акватории города, так как она постоянно меняется. Кроме того, многозадачность и решение множества вопросов в разных направлениях с индивидуальной спецификой приводят к снижению когнитивных способностей при увеличении информационной нагрузки на ДЛ, принимающих решения (**Тенденция 3.1**), тем самым увеличивается сложность принятия адекватных управленческих решений по выбору СиС, привлекаемых для проведения ПСР (**Состояние 3.1**). Не редкими бывают случаи, когда на происшествие отправляются СПС на технике, которая физически не может прибыть к месту проведения ПСР. Это, очевидно, сказывается на оперативности прибытия СПС и, как следствие, увеличении количества погибших в акватории Санкт-Петербурга. От ДЛ требуется принятие оптимальных управленческих решений по

выбору СиС в различных условиях обстановки (**Цель 3.1**). В настоящее время, когда решения принимаются в условиях риска и неопределённости, ДЛ приходится опираться, как правило, на свой опыт и интуицию. В целом, отсутствуют средства поддержки принятия управленческих решений при реагировании на происшествия на водных объектах, позволяющие расширить интеллектуальные возможности ДЛ и повысить качество принятия управленческих решений (**Проблема 3.1**).

Природно-географические особенности расположения Санкт-Петербурга влекут за собой возникновения нагонной волны в акватории Финского залива. Для борьбы с ней создан комплекс защитных сооружений, однако, несмотря на это при возникновении сильного западного ветра происходит подъём уровня воды в акватории города, что влечёт за собой уменьшение высоты судна, которое может пройти под мостом (рисунок 7).

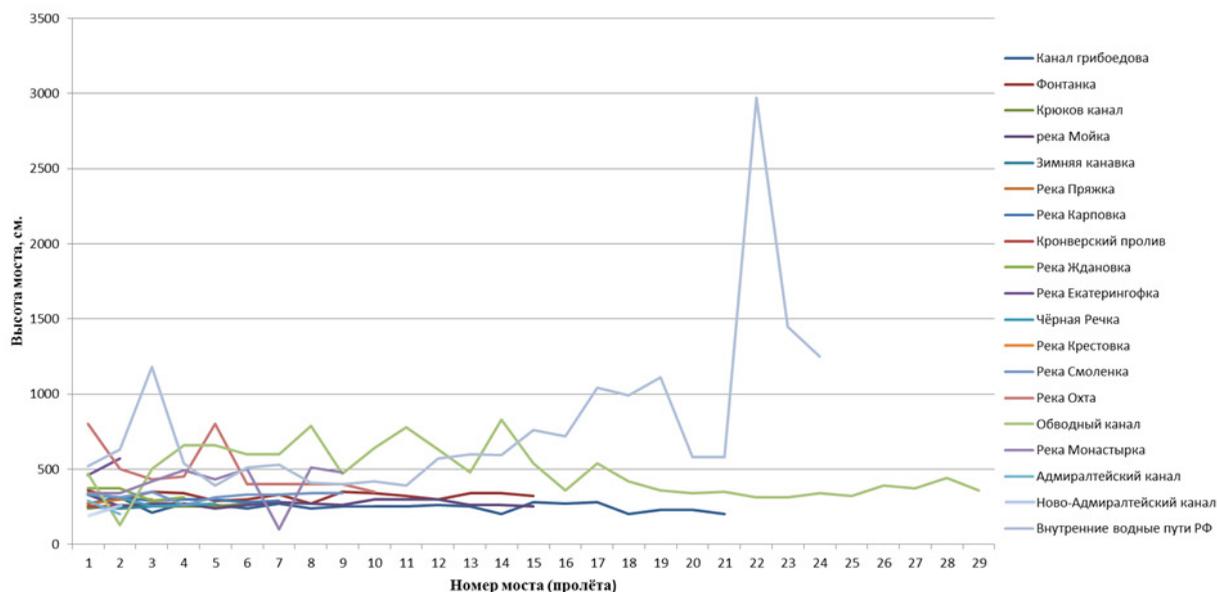


Рисунок 7 – Высота пролёта мостов в акватории Санкт-Петербурга, относительно уровня Мирового океана

Из анализа рисунка 7 видно, что подавляющее большинство мостов имеет высоту пролёта, равную 2–2,5 метра. При подъёме уровня воды на 50 сантиметров высота судна, которое может пройти под мостом уменьшается на 20–25%, что делает невозможным применение половины парка судов ПСС Санкт-Петербурга.

Кроме того, близость города к Финскому заливу и Ладожскому озеру влечёт за собой формирование сильных ветров, которые оказывают влияние на высоту волны. В случае комплекса неблагоприятных погодных явле-

ний, порядка 25% парка техники ПСС нельзя использовать, так как они не обладают нужными тактико-техническими характеристиками.

В зимнее время года при относительно малой толщине ледового покрова, активном судоходстве и сильном ветре в акватории Финского залива формируются торосы, которые делают невозможным прибытие СИС к некоторым местам проведения ПСР, так как оказываются выше техники в несколько раз (рисунок 8) или приводят к выходу её из строя (см. п. 2).



Рисунок 8 – Торосы, образующиеся в Финском заливе

Увеличение туристического трафика, развитие водного туризма и расположение водных объектов в черте Санкт-Петербурга влечёт рост, как количества, так и разнообразия видов происшествий на воде (**Тенденция 3.2**). К примеру, увеличивается частота случаев происшествий, в которых задействованы люди на сап-бордах и других маломерных судах, не подлежащих регистрации. Спасатели ПСС имея многолетний опыт, приспособились решать задачи по поиску и спасению людей в акватории Санкт-Петербурга, однако это требует длительной подготовки. Далеко не все из них имеют достаточную практическую подготовку и навыки по выполнению задач широкого спектра (**Состояние 3.2**), в особенности спасатели без многолетнего опыта работы. Это то направление, которое позволяет развить потенциал ПСС, что требует приобретение необходимых практических навыков решения различного спектра задач по спасению на воде (**Цель 3.2**). Существует экстенсивный и интенсивный пути достижения данной цели. И если первый

решается лишь за счет получения спасателями многолетнего опыта практической работы в реальных ситуациях и происшествиях, то второй реализуется за счет создания современного учебно-тренировочного комплекса, который в настоящее время в Санкт-Петербурге, к сожалению, отсутствует (**Проблема 3.2**).

Пути решения проблемных вопросов

В интересах повышения оперативности реагирования СиС в акватории Санкт-Петербурга предполагается следующие альтернативные решения (**Решение 1.1 и 2.1**):

- 1) строительство 5 новых береговых спасательных станций (рисунок 9);
- 2) строительство 2 новых станций на базе плавучих дебаркадеров;
- 3) строительство Центра управления силами ПСС Санкт-Петербурга;
- 4) оснащение современной аварийно-спасательной техникой и оборудованием подразделений ПСС Санкт-Петербурга;
- 5) развитие сети сезонных спасательных

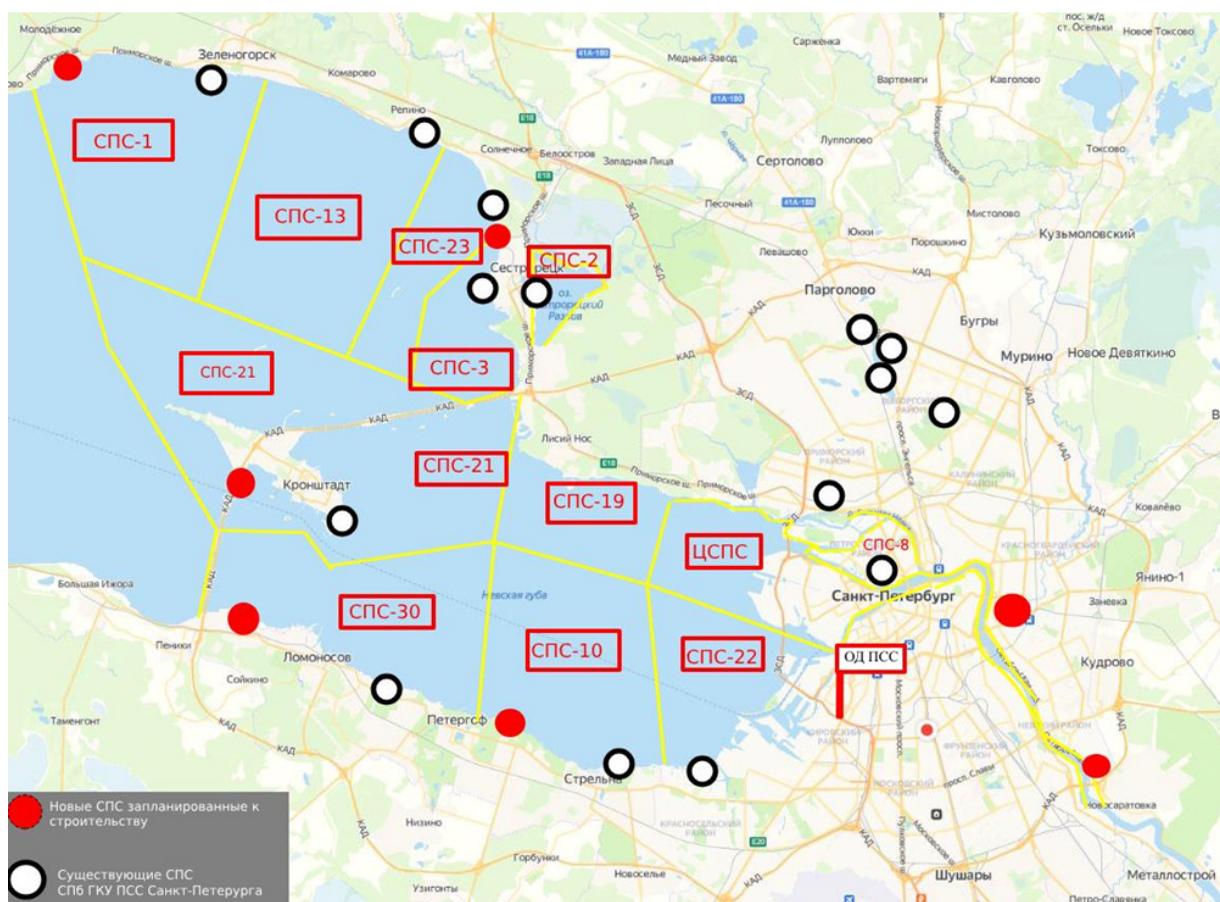


Рисунок 9 – Схема размещения и зоны ответственности СПС ПСС Санкт-Петербурга

постов в местах массового отдыха населения на базе автомобильных шасси и временных сооружений;

б) развитие сети общественных сезонных и постоянных спасательных постов.

Для решения данной проблемы в 2020 году утверждена концепция развития системы обеспечения безопасности на водных объектах Санкт-Петербурга на 2021-2027 годы. Согласно данной концепции планируется реализовать решения, предложенные выше, однако в силу нехватки финансирования данные мероприятия могут быть не исполнены или выполнены не в полном объеме.

Необходимо отметить, что решение задачи, связанное с обоснованием выбора мест размещения новых спасательных станций должно быть реализовано с использованием научного подхода, методов моделирования и оптимизации [13, 14].

Проблема отказа техники в момент следования к месту проведения ПСР может быть решена при помощи разработки инструментов интеллектуальной поддержки [15], позволяющих оптимизировать маршруты следования в условиях сложившейся оперативной обстановки (**Решение 1.2 и 2.2**). Результатом применения такого инструмента стала бы возможность привлечения спасательной техники, обладающей необходимыми тактико-техническими характеристиками, позволяющую прибыть к месту проведения ПСР в кратчайший сроки и с минимальной вероятностью повреждения судна при

учете множества факторов, характеризующих сложившуюся оперативную обстановку (данные о торосах в Финском заливе и др.) и специфику акватории Санкт-Петербурга.

Существующие системы поддержки принятия управленческих решений (СППР) позволяют решать очень ограниченный объем задач, связанных с проведением ПСР на воде [16]. На выбор СиС при проведении ПСР в акватории Санкт-Петербурга оказывает влияние множество факторов, учитывать каждый из которых, используя только мыслительные способности человека невозможно [17], поэтому для решения проблемы необходимо создание СППР при реагировании на происшествие на водных объектах (**Решение 3.1**).

Службам, входящим в РСЧС и обеспечивающим безопасность на воде необходимо учитывать популяризацию водного туризма, рост количества отдыхающих, увеличение числа пунктов проката лодок и своевременно принимать соответствующие меры, которые должны быть направлены на минимизацию вероятности возникновения происшествий в акватории Санкт-Петербурга. Так же необходимо создать учебно-тренировочный комплекс для спасателей ПСС (**Решение 3.2**), с целью приобретения практических навыков спасения людей на воде.

Результаты проведенного анализа проблем управления ПСР в акватории Санкт-Петербурга и потенциальные их решения обобщены в таблице 1.

Таблица 1 – Причинно-следственные связи проблемных вопросов и решений предметной области

Тенденция	Состояние	Цель	Проблема	Решение
1.1. Увеличение количества происшествий	1.1. Перегрузка СиС ПСС 1.2. Снижение оперативности реагирования СиС	1.1. Обеспечение высоких показателей оперативности СиС	1.1. Неоптимальное размещение СПС и их дефицит	1.1. Создание новых и реконструкция действующих СПС 1.2. Оптимизация маршрутов следования
2.1. Увеличение частоты выхода из строя техники в момент следования к месту проведения ПСР	2.1. Снижение готовности спасательных подразделений к реагированию на происшествие	2.1. Поддержание высокого уровня готовности спасательных подразделений к реагированию на происшествие	2.1. Отсутствие средств оптимизации маршрутов следования 2.2. Дефицит СиС ПСС для проведения ПСР в акватории Санкт-Петербурга	2.1. Создание новых и реконструкция действующих СПС 2.2. Оптимизация маршрутов следования

Тенденция	Состояние	Цель	Проблема	Решение
3.1. Увеличение информационной нагрузки на ДЛ, принимающих управленческие решения 3.2. Рост количества и разнообразия видов происшествий	3.1. Сложность принятия адекватных управленческих решений по выбору СиС с учетом специфики происшествий 3.2. Недостаточный уровень практической подготовки к проведению ПСР	3.1. Принятие оптимальных управленческих решений по выбору СиС 3.2. Приобретение необходимых практических навыков по спасению на воде	3.1. Отсутствие средств поддержки принятия управленческих решений 3.2. Отсутствие возможностей повышения качества практической подготовки спасателей	3.1. Разработка СППР при реагировании на происшествия на водных объектах в акватории Санкт-Петербурга 3.2. Создание учебно-тренировочного комплекса

Заключение

Немедленное реагирование на происшествия в акватории Санкт-Петербурга имеет важнейшее значение, как для снижения количества пострадавших, так и для предотвращения ущерба. В ходе ПСР разница между жизнью и смертью иногда может измеряться минутами. Таким образом, действия по реагированию на такие происшествия должны быть хорошо спланированы и четко организованы.

Принятие управленческих решений ДЛ происходит в условиях риска и неопределенности информации о состоянии обстановки в акватории Санкт-Петербурга. Кроме того, на оптимальность принятого решения оказывает влияние человеческий фактор. Проблема повышения эффективности при управлении ПСР в акватории Санкт-Петербурга имеет высокую значимость по причине необходимости минимизации возможных социальных последствий от происшествий.

Проведенный системный анализ проблем управления ПСР в акватории Санкт-Петербурга позволил сформировать ряд их решений: создание новых спасательных станций и реконструкция действующих; создание учебно-тренировочного комплекса для практической подготовки спасателей СПС; разработка СППР при реагировании на происшествия на водных объектах, позволяющей, в том числе, оптимизировать маршруты следования в условиях сложившейся оперативной обстановки в акватории Санкт-Петербурга.

Необходимым условием реализации некоторых из сформулированных решений является проведение дальнейших научных исследований

в данной предметной области, а также последующее внедрение полученных результатов в практическую деятельность органов РСЧС.

Список литературы

1. О необходимости разработки концепции развития системы обеспечения безопасности на водных объектах Санкт-Петербурга / О. И. Аришина, Ю. Л. Данчук, Л. А. Промыслов, В. Н. Илюхин // Морской вестник. – 2019. – № 4(72). – С. 115-120. – EDN XTZPAE.
2. Колеров, Д. А. Анализ проблем реагирования поисково-спасательных служб в акватории Санкт-Петербурга и подходы к их решению / Д. А. Колеров, Ю. Л. Данчук, И. О. Мамонтова // Природные и техногенные риски (физико-математические и прикладные аспекты). – 2023. – № 2(45). – С. 74-80. – EDN SQYPWZ.
3. Маевский А. М., Печайко И. А. Опыт и перспективы применения групп морских робототехнических комплексов глайдерного типа для решения задач мониторинга и патрулирования акваторий // Экстремальная робототехника. – 2024. – № 1(34). – С. 99-104.
4. Киселев Л. В., Медведев А. В. Траекторное обследование границ морских акваторий группой автономных подводных роботов // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2018. – № 3(197). – С. 185-197. – DOI 10.23683/2311-3103-2018-3-185-197.
5. Малыханов А. А., Черненко В. Е., Былина П. В. Оценка эффективности траекторий патрулирования акватории на основе имитационной модели // Автоматизация процессов управления. – 2010. – № 2. – С. 31-33.

6. Янпаров Е. Р., Алексеев В. В. Особые способы проведения поисковой операции // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Морская техника и технология. – 2020. – № 4. – С. 23-35. – DOI 10.24143/2073-1574-2020-4-23-35. – EDN LUUVNY.
7. Янпаров Е. Р., Алексеев В. В. Обследование района поиска терпящего бедствие судна // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Морская техника и технология. – 2020. – № 4. – С. 53-60. – DOI 10.24143/2073-1574-2020-4-53-60. – EDN HFLLRZ.
8. Xiong W., Van Gelder P., Yang K. A decision support method for design and operationalization of search and rescue in maritime emergency // Ocean Engineering. – 2020. – V. 207. – P. 107399. DOI <https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2020.107399>.
9. Ai B. et al. An intelligent decision algorithm for the generation of maritime search and rescue emergency response plans // IEEE Access. – 2019. – V. 7. – P. 155835-155850. – DOI <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2949366>.
10. Карташов С. В. Безопасность на водных объектах Северной столицы // Актуальные проблемы защиты и безопасности : Труды XXIII Всероссийской научно-практической конференции Российской академии ракетных и артиллерийских наук (РАРАН), в 5 т., Санкт-Петербург, 01–04 апреля 2020 года. Том 2. – М.: ФГБУ «Российская академия ракетных и артиллерийских наук», 2020. – С. 437-441. – EDN YSSSMZ.
11. Модель межведомственного информационного взаимодействия органов РСЧС при управлении поисково-спасательными работами в акватории Санкт-Петербурга / Д. А. Колеров, И. Л. Скрипник, Т. Т. Каверзнева, В. А. Балабанов // Современные проблемы гражданской защиты. – 2023. – № 2(47). – С. 19-26. – EDN VEJWZE.
12. Matveev A., Maximov A., Bogdanova E. Intelligent decision support system for transportation emergency response // Transportation Research Procedia. – 2020. – V. 50. – P. 444-450. – DOI 10.1016/j.trpro.2020.10.058. – EDN FACOLJ.
13. Razi N., Karatas M. A multi-objective model for locating search and rescue boats // European Journal of Operational Research. – 2016. – V. 254. – No. 1. – P. 279-293. – DOI <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2016.03.026>
14. Zhang F. et al. An Optimized Site Selection Method for Human-Life Search and Rescue in Inland Waters // ASCE-ASME Journal of Risk and Uncertainty in Engineering Systems, Part A: Civil Engineering. – 2024. – V. 10. – No. 3. – P. 04024036. – DOI <https://doi.org/10.1061/AJRUA6.RUENG-1166>
15. Максимов А. В. Методы поддержки принятия решений в оперативном управлении при чрезвычайных ситуациях: обзор исследований // Национальная безопасность и стратегическое планирование. – 2023. – № 2(42). – С. 91-102. – DOI 10.37468/2307-1400-2023-2-91-102. – EDN CJCPWN.
16. Перевалов А. С. Сценарии управления силами и средствами поисково-спасательных формирований МЧС России на внутренних акваториях // Природные и техногенные риски (физико-математические и прикладные аспекты). – 2013. – № 1(5). – С. 18-27. – EDN ERWMXJ.
17. Fan X. Analysis of current situation and countermeasures of maritime search and rescue in the waters of Pearl River Estuary. – 2018. URL: https://commons.wmu.se/cgi/viewcontent.cgi?article=1221&context=msem_dissertations

References

1. On the need to develop a concept for the development of a safety system for water bodies in St. Petersburg / O. I. Arishina, Yu. L. Danchuk, L. A. Promyslov, V. N. Ilyukhin // Morskoy Vestnik. – 2019. – No. 4(72). – pp. 115-120. – EDN XTZPAE.
2. Kolerov, D. A. Analysis of the problems of response of search and rescue services in the waters of St. Petersburg and approaches to their solution / D. A. Kolerov, Yu. L. Danchuk, I. O. Mamontova // Natural and man-made risks (physical, mathematical and applied aspects). – 2023. – No. 2(45). – P. 74-80. – EDN SQYPWZ.

3. *Mayevsky A. M., Pechaiko I. A.* Experience and prospects for using groups of glider-type marine robotic systems to solve problems of monitoring and patrolling water areas // *Extreme Robotics*. – 2024. – No. 1(34). – pp. 99-104.
4. *Kiselev L.V., Medvedev A.V.* Trajectory survey of the boundaries of sea waters by a group of autonomous underwater robots // *Izvestia of the Southern Federal University. Technical science*. – 2018. – No. 3(197). – pp. 185-197. – DOI 10.23683/2311-3103-2018-3-185-197.
5. *Malykhanov A. A., Chernenko V. E., Bylina P. V.* Assessing the effectiveness of water patrol trajectories based on a simulation model // *Automation of control processes*. – 2010. – No. 2. – P. 31-33.
6. *Yapparov E. R., Alekseev V. V.* Special methods of conducting search operations // *Bulletin of the Astrakhan State Technical University. Series: Marine engineering and technology*. – 2020. – No. 4. – P. 23-35. – DOI 10.24143/2073-1574-2020-4-23-35. – EDN LUUVNY.
7. *Yapparov E. R., Alekseev V. V.* Survey of the search area for a ship in distress // *Bulletin of the Astrakhan State Technical University. Series: Marine engineering and technology*. – 2020. – No. 4. – P. 53-60. – DOI 10.24143/2073-1574-2020-4-53-60. – EDN HFLLRZ.
8. *Xiong W., Van Gelder P., Yang K.* A decision support method for design and operationalization of search and rescue in maritime emergency // *Ocean Engineering*. – 2020. – V. 207. – P. 107399. DOI <https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2020.107399>.
9. *Ai B. et al.* An intelligent decision algorithm for the generation of maritime search and rescue emergency response plans // *IEEE Access*. – 2019. – V. 7. – P. 155835-155850. – DOI <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2949366>.
10. *Kartashov S.V.* Safety in water bodies of the Northern capital // *Current problems of protection and security: Proceedings of the XXIII All-Russian Scientific and Practical Conference of the Russian Academy of Missile and Artillery Sciences (RARAN)*, in 5 vols., St. Petersburg, 01–04 April 2020. Volume 2. – M.: Federal State Budgetary Institution “Russian Academy of Missile and Artillery Sciences”, 2020. – P. 437-441. – EDN YSSSMZ.
11. Model of interdepartmental information interaction between RSChS authorities when managing search and rescue operations in the waters of St. Petersburg / *D. A. Kolerov, I. L. Skripnik, T. T. Kaverzneva, V. A. Balabanov* // *Modern problems of civil protection*. – 2023. – No. 2(47). – pp. 19-26. – EDN VEJWZE.
12. *Matveev A., Maximov A., Bogdanova E.* Intelligent decision support system for transportation emergency response // *Transportation Research Procedia*. – 2020. – V. 50. – P. 444-450. – DOI 10.1016/j.trpro.2020.10.058. – EDN FACOLJ.
13. *Razi N., Karatas M.* A multi-objective model for locating search and rescue boats // *European Journal of Operational Research*. – 2016. – V. 254. – No. 1. – P. 279-293. – DOI <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2016.03.026>
14. *Zhang F. et al.* An Optimized Site Selection Method for Human-Life Search and Rescue in Inland Waters // *ASCE-ASME Journal of Risk and Uncertainty in Engineering Systems, Part A: Civil Engineering*. – 2024. – V. 10. – No. 3. – P. 04024036. – DOI <https://doi.org/10.1061/AJRUA6.RUENG-1166>
15. *Maksimov A. V.* Methods of decision support in operational management in emergency situations: a review of research // *National Security and Strategic Planning*. – 2023. – No. 2(42). – pp. 91-102. – DOI 10.37468/2307-1400-2023-2-91-102. – EDN CJCPWN.
16. *Perevalov A. S.* Scenarios for managing forces and means of search and rescue units of the Ministry of Emergency Situations of Russia in inland waters // *Natural and man-made risks (physical, mathematical and applied aspects)*. – 2013. – No. 1(5). – pp. 18-27. – EDN ERWMXJ.
17. *Fan X.* Analysis of the current situation and countermeasures of maritime search and rescue in the waters of Pearl River Estuary. – 2018. URL: https://commons.wmu.se/cgi/viewcontent.cgi?article=1221&context=msem_dissertations

Статья поступила в редакцию 24 августа 2023 г.
Принята к публикации 15 ноября 2023 г.

Ссылка для цитирования: Колеров Д.А. Матвеев А.В. Системный анализ проблем управления поисково-спасательными работами в акватории Санкт-Петербурга // Национальная безопасность и стратегическое планирование. 2023. № 4(44). С. 78-89. DOI: <https://doi.org/10.37468/2307-1400-2024-2023-4-78-89>

For citation: Kolerov D.A., Matveev A.V. System analysis of problems in managing search and rescue operations in the waters of St. Petersburg // National security and strategic planning. 2023. № 4(44). pp. 78-89. DOI: <https://doi.org/10.37468/2307-1400-2024-2023-4-78-89>

Сведения об авторах:

КОЛЕРОВ ДМИТРИЙ АЛЕКСЕЕВИЧ – преподаватель кафедры системного анализа и антикризисного управления, Санкт-Петербургский университет Государственной противопожарной службы МЧС России имени Героя Российской Федерации генерала армии Е.Н. Зиничева, г. Санкт-Петербург, Россия

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9800-4904>

SPIN-код: 4520-5394

e-mail: dima11rus@inbox.ru

МАТВЕЕВ АЛЕКСАНДР ВЛАДИМИРОВИЧ – кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой прикладной математики и информационных технологий, Санкт-Петербургский университет Государственной противопожарной службы МЧС России имени Героя Российской Федерации генерала армии Е.Н. Зиничева, г. Санкт-Петербург, Россия

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0778-3218>

SPIN-код: 5778-8832

e-mail: fcvega_10@mail.ru

Information about authors:

KOLEROV DMITRIY A. – Lecturer at the Department of System Analysis and Crisis Management, St. Petersburg University of the State Fire Service of the Ministry of Emergency Situations of Russia named after Hero of the Russian Federation, Army General E.N. Zinichev, St. Petersburg, Russian Federation

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9800-4904>

SPIN-код: 4520-5394

e-mail: dima11rus@inbox.ru

MATVEEV ALEXANDER V. – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Head of the department of applied mathematics and information technologies, St. Petersburg University of the State Fire Service of the Ministry of Emergency Situations of Russia named after Hero of the Russian Federation, Army General E.N. Zinichev, St. Petersburg, Russian Federation

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0778-3218>

SPIN-код: 5778-8832

e-mail: fcvega_10@mail.ru