

МИНИСТЕРСТВО РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ПО ДЕЛАМ
ГРАЖДАНСКОЙ ОБОРОНЫ, ЧРЕЗВЫЧАЙНЫМ СИТУАЦИЯМ
И ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ СТИХИЙНЫХ БЕДСТВИЙ

Академия Государственной противопожарной службы

На правах рукописи



ДО ХОАНГ ТХАНЬ

**МОДЕЛИ И АЛГОРИТМЫ ПОДДЕРЖКИ УПРАВЛЕНИЯ
ПРОВЕДЕНИЕМ ПОИСКОВО-СПАСАТЕЛЬНЫХ РАБОТ ВО ВЬЕТНАМЕ**

Специальность: 05.13.10 – Управление в социальных
и экономических системах (технические науки)

ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Научный руководитель:
доктор технических наук, профессор
Топольский Николай Григорьевич

Москва – 2020

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
ГЛАВА 1. АНАЛИЗ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОВЕДЕНИЕМ ПОИСКОВО-СПАСАТЕЛЬНЫХ РАБОТ ВО ВЬЕТНАМЕ.....	9
1.1. Характеристика чрезвычайных ситуаций и пожаров, произошедших на территории Вьетнама.....	9
1.2. Анализ системы управления межведомственным взаимодействием при проведении поисково-спасательных работ.....	13
1.3. Анализ системы управления проведением поисково-спасательных работ.....	18
1.4. Анализ программных средств поиска пострадавших.....	23
Выводы по первой главе.....	34
ГЛАВА 2. МОДЕЛИ И АЛГОРИТМЫ ПОДДЕРЖКИ УПРАВЛЕНИЯ ПРОВЕДЕНИЕМ ПОИСКОВО-СПАСАТЕЛЬНЫХ РАБОТ. РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА.....	35
2.1. Модель физического состояния пострадавшего при проведении поисково-спасательных работ.....	35
2.2. Модель и алгоритм поиска пострадавших при чрезвычайных ситуациях и пожарах с использованием диаграммы Вороного.....	39
2.3. Разработка программного комплекса для проведения поисково-спасательных работ.....	46
2.3.1. Сравнение языков программирования и выбор языка программирования ..	46
2.3.2. Выбор инструментов разработки.....	58
2.3.3. Математическая модель концептуальной схемы базы данных устойчивой программной системы.....	60
2.3.4. Выбор базы данных.....	66
2.3.5. Выбор фреймворка для разработки программного комплекса.....	68
Выводы по второй главе.....	70
ГЛАВА 3. ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ПОИСКОВО-СПАСАТЕЛЬНЫХ РАБОТ В УСЛОВИЯХ ДЫМА, ТУМАНА, ДОЖДЯ.....	72

3.1. Модель и алгоритм работы информационной системы поддержки принятия управленческих решений	72
3.2. Описание реализации программного комплекса поиска пострадавших при чрезвычайных ситуациях и пожарах	76
3.3. Результаты проведения полевых испытаний программного комплекса с использованием приборов коротковолнового инфракрасного диапазона на испытательном полигоне МОБ Вьетнама.....	90
Выводы по третьей главе.....	97
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	98
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ.....	99
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	100
Приложение А. Обзор тепловизоров, применяемых при поиске пострадавших .	111
Приложение Б. Программный код.....	172
Приложение В. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ – Программный комплекс расчета сил и средств пожарно-спасательных подразделений для поиска пострадавших под завалами при пожарах и чрезвычайных ситуациях.....	201
Приложение Г. Организационно-функциональная схема обнаружения пострадавших с использованием ПК.....	202
Приложение Д. Акты внедрения	203

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность исследования. Оперативность проведения поисково-спасательных работ (ПСР) при ликвидации чрезвычайных ситуаций (ЧС) и пожаров во Вьетнаме определяется созданием структуры информационной системы поддержки принятия управленческих решений во Вьетнаме на основе программного комплекса (ПК) для проведения ПСР Социалистической Республики Вьетнам (СРВ).

Разработка моделей и алгоритмов поддержки принятия управленческих решений при мониторинге оперативной информации является одним из важнейших путей развития Министерства общественной безопасности (МОБ) СРВ, поскольку требуется находить оптимальные варианты сбора, хранения, обработки информации и прогнозирования ЧС и пожаров.

Актуальность работы вызвана необходимостью разработки и внедрения современных моделей и алгоритмов поддержки принятия управленческих решений и создания информационной системы поддержки принятия управленческих решений во Вьетнаме на основе ПК для проведения ПСР.

В последнее время широко применяются методы планирования мероприятий по данной проблеме на основе прогнозирования и анализа рисков ЧС и пожаров.

По итогам анализа и прогнозирования рисков ЧС и пожаров выявлены основные задачи, такие как оценка вероятности возникновения стихийных бедствий, аварий, природных и техногенных катастроф (источников ЧС); выявление и идентификация возможных источников ЧС природного и техногенного характера на территории СРВ; прогнозирование возможных последствий воздействия поражающих факторов, источников ЧС и пожаров на население и территории СРВ.

Диссертационная работа посвящена разработке моделей и алгоритмов поддержки управления проведением ПСР во Вьетнаме на основе ПК для проведения ПСР.

Степень разработанности темы исследования. Базой представляемой диссертационной работы служат результаты научной деятельности отечественных и зарубежных ученых, исследующих ПСР: Брушлинского Н.Н., Соколова С.В., Одинцова Л.Г., Денисова А.Н., Тараканова Д. В., Трофимовой Н.В., Cooper D.C., Syrotuck W., Frost J.R., Koopman B.O. и др.; в области систем поддержки принятия решений и информационных технологий: Топольского Н.Г., Хабибулина Р.Ш., Мешалкина Е.А., Мокшанцева А.В. и др.

Объектом исследования является процесс управления проведением поисково-спасательных работ в результате чрезвычайных ситуаций и пожаров во Вьетнаме.

Предметом исследования являются методы и алгоритмы поддержки управленческих решений в процессе проведения поисково-спасательных работ во Вьетнаме на основе программного комплекса.

Целью исследования является сокращение времени проведения поисково-спасательных работ с помощью моделей и алгоритмов поддержки управления действиями поисково-спасательных служб во Вьетнаме на основе программного комплекса.

Основные задачи исследования:

1. Провести анализ системы управления проведением поисково-спасательных работ во Вьетнаме.

2. Разработка математических моделей и алгоритмов поддержки принятия решений для следующих управленческих задач:

- определение физического состояния пострадавших при проведении поисково-спасательных работ;

- проведение поисково-спасательных работ по поиску и обнаружению пострадавших при чрезвычайных ситуациях и пожарах;

3. Разработка специального программного обеспечения системы поддержки принятия управленческих решений во Вьетнаме на основе программного комплекса для проведения поисково-спасательных работ.

Научную новизну представляют следующие полученные автором новые результаты и разработанные модели и алгоритмы поддержки управления проведением ПСР во Вьетнаме на основе ПК для проведения ПСР:

- анализ проведения поисково-спасательных работ с учётом региональных особенностей Вьетнама;

- математическая модель физического состояния пострадавших при проведении поисково-спасательных работ на основе графов и марковских процессов;

- модель и алгоритм поиска пострадавших при чрезвычайных ситуациях и пожарах с использованием диаграммы Вороного;

- структура и алгоритмы функционирования информационной системы поддержки принятия управленческих решений во Вьетнаме на основе программного комплекса для проведения поисково-спасательных работ.

- математическая модель концептуальной схемы базы данных (БД) типовой программной системы (ТПС) на основе программного комплекса для проведения поисково-спасательных работ на основе теории множеств.

Теоретическая значимость работы заключается в том, что на основании выполненных исследований и полученных научных результатов предложены алгоритмы поддержки управления поисково-спасательными работами и модели оценки эффективности их практического применения, позволяющие снизить время проведения поисково-спасательных работ на ЧС и пожары в СРВ.

Практическая значимость работы заключается в том, что использование предлагаемых математических моделей, алгоритмов и реализация информационной системы поддержки принятия управленческих решений во Вьетнаме на основе ПК для проведения ПСР позволяет снизить время поиска в процессе проведения ПСР.

Методология и методы исследования. В диссертационной работе для решения задач исследования использованы методы и алгоритмы системного анализа, статистического анализа, математической статистики, теории графов, теории марковских процессов и другие.

Положения, выносимые на защиту:

- результаты анализа проведения поисково-спасательных работ с учётом региональных особенностей Вьетнама;
- математическая модель физического состояния пострадавших при проведении поисково-спасательных работ на основе графов состояния пострадавшего и теории марковских процессов;
- модель и алгоритм поиска пострадавших при чрезвычайных ситуациях и пожарах с использованием диаграммы Вороного;
- структура и алгоритмы функционирования информационной системы поддержки принятия управленческих решений во Вьетнаме на основе программного комплекса для проведения поисково-спасательных работ.
- математическая модель концептуальной схемы базы данных типовой программной системы программного комплекса для проведения поисково-спасательных работ.

Достоверность полученных результатов обеспечивается применением апробированного математического аппарата, проведением полевых испытаний ПК на основе коротковолнового инфракрасного диапазона (КИД) на испытательном полигоне МОБ Вьетнама в г. Хоабинь, апробацией моделей и алгоритмов в ходе вычислительных экспериментов.

Апробация работы. Основные результаты диссертационной работы доложены на 25-29 международных научно-технических конференциях «Системы безопасности» (Москва, Академия ГПС МЧС России, 2016 – 2020 гг.), 7-9 научно-практических конференциях молодых учёных и специалистов «Проблемы техносферной безопасности» (Москва, Академия ГПС МЧС России, 2018 – 2020 гг.), научно-технических семинарах учебно-научного комплекса автоматизированных систем и информационных технологий Академии Государственной противопожарной службы МЧС России (2015 – 2020 гг.).

Личный вклад автора. В совместных публикациях результаты, связанные с разработкой математических моделей и алгоритмов поддержки управленческих решений в процессе проведения поисково-спасательных работ во Вьетнаме на

основе программного комплекса, получены автором самостоятельно. В работе [25] автор принимал участие в программировании алгоритмов.

Внедрение результатов работы. Результаты диссертационной работы использованы:

- в Главном управлении противопожарной аварийно-спасательной службы Вьетнама при проведении полевых испытаний ПК на основе КИД на испытательном полигоне МОБ Вьетнама в г. Хоабинь;

- в учебном процессе Академии Государственной противопожарной службы МЧС России при изучении дисциплин «Информационные технологии управления в РСЧС»; «Системы поддержки принятия решений»;

- при проведении научно-исследовательской работы «Модели и алгоритмы поддержки управления проведением поисково-спасательных работ во Вьетнаме» в Институте пожарной безопасности Вьетнама.

Практическое применение результатов исследования подтверждается актами внедрения.

Публикации. По теме диссертации опубликовано 11 работ, в том числе 4 работы опубликованы в рецензируемых изданиях, включенных в перечень ВАК России, опубликована 1 монография, получено 1 свидетельство Роспатента о государственной регистрации комплекса программ для ЭВМ, опубликовано 5 докладов и тезисов докладов в сборниках научных трудов и материалах международных и всероссийских конференций.

Структура и объём работы. Диссертационная работа состоит из введения, трёх глав, заключения, списка литературы и приложений. Общий объём работы составляет 207 страниц. Работа иллюстрирована 62 рисунками, содержит 18 таблиц и 5 приложений. Список литературы включает в себя 95 наименований.

ГЛАВА 1. АНАЛИЗ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОВЕДЕНИЕМ ПОИСКОВО-СПАСАТЕЛЬНЫХ РАБОТ ВО ВЬЕТНАМЕ

1.1. Характеристика чрезвычайных ситуаций и пожаров, произошедших на территории Вьетнама

Вьетнам является промышленно развитой страной [37, 29]. Основные отрасли промышленности: пищевая, легкая, машиностроительная, горная, цементная, химических удобрений, нефтяная и др. Темпы роста валового внутреннего продукта в среднем составляют 7-8 % в год [61, 62].

Для достижения поставленной цели необходимо рассмотреть: вопросы, связанные с системами безопасности (СБ); вопросы, связанные с социально-экономическим курсом страны; обстановку с ЧС и пожарами; глобальное изменение климата.

По данным Главного управления пожарной охраны и аварийно-спасательной службы МОБ Вьетнама проведен сравнительный анализ с 2009 по 2019 гг. Всего зафиксировано 31126 пожаров, погибло 1022 человека и травмировано 2558 человек, ущерб составил 677,51 миллионов долларов. За период 2009 – 2019 гг. произошло 8239 лесных пожаров [49].

Неосторожное обращение с огнём является одной из главных причин возникновения пожара, составляет около 48,7 % от общего числа пожаров. На втором месте стоит причина, связанная с техническими проблемами, и составляет 29,19 % от общего числа пожаров. Умышленные поджоги составляют 6,61 % от общего числа причин возникновения пожаров, это причина стоит на третьем месте.

Нарушение правил пожарной безопасности составляет 4,17 % от общего числа причин возникновения пожаров. Стихийные бедствия составили 2,74 % от

общего числа. На остальные причины приходится 8,59 %.

Проведён сравнительный анализ количества пожаров во Вьетнаме и его частях. Результаты анализа представлены на рис. 1.1.

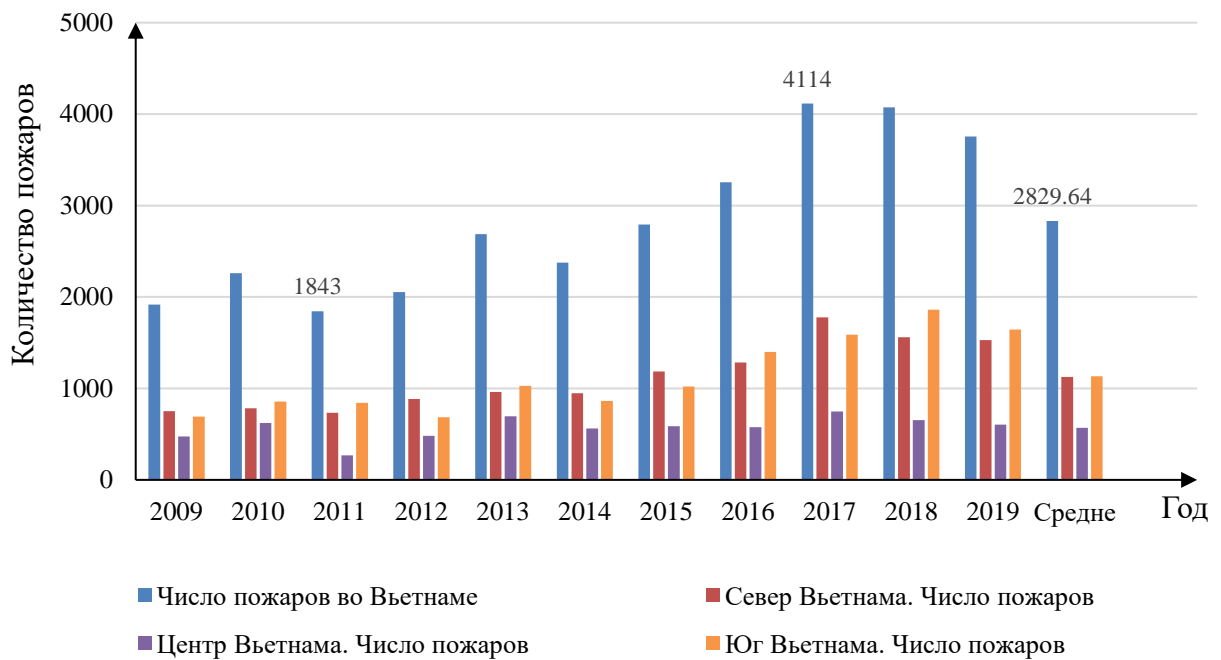


Рисунок 1.1 – Сравнительный анализ количества пожаров в СРВ и трех его частях за 11 лет

Проведён сравнительный анализ количества погибших во Вьетнаме и его частях. Результаты анализа представлены на рис. 1.2.

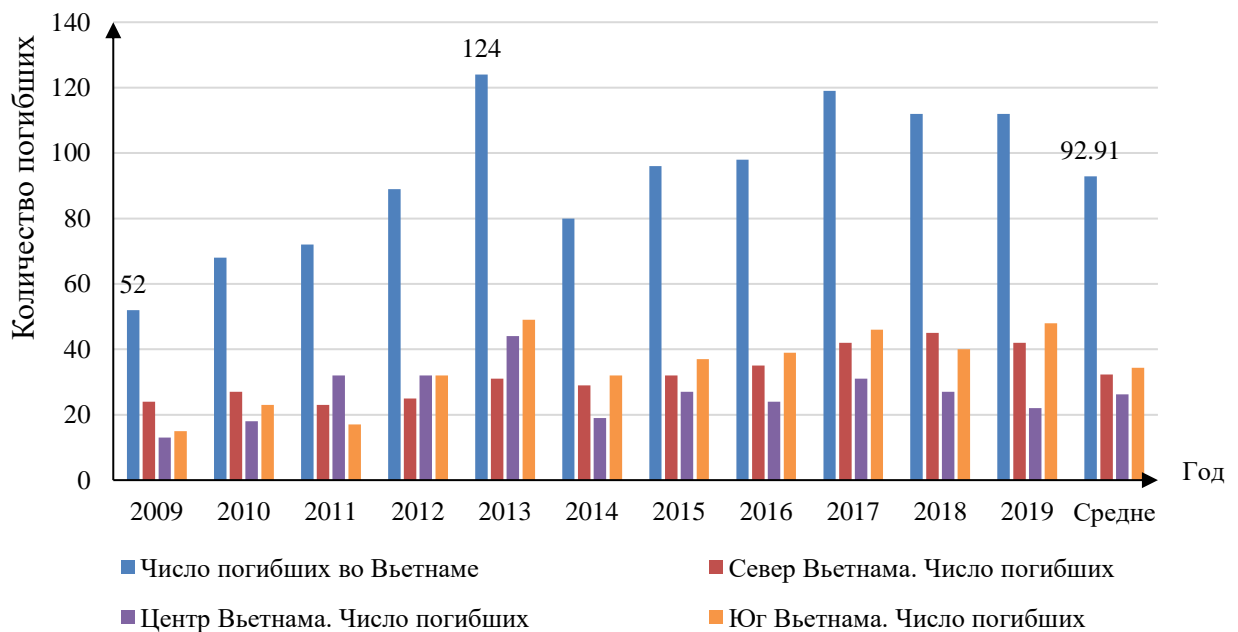


Рисунок 1.2 – Сравнительный анализ количества погибших в СРВ и трех частях за 11 лет

Проведён сравнительный анализ количества травмированных людей во Вьетнаме и его частях. Результаты анализа представлены на рис. 1.3.

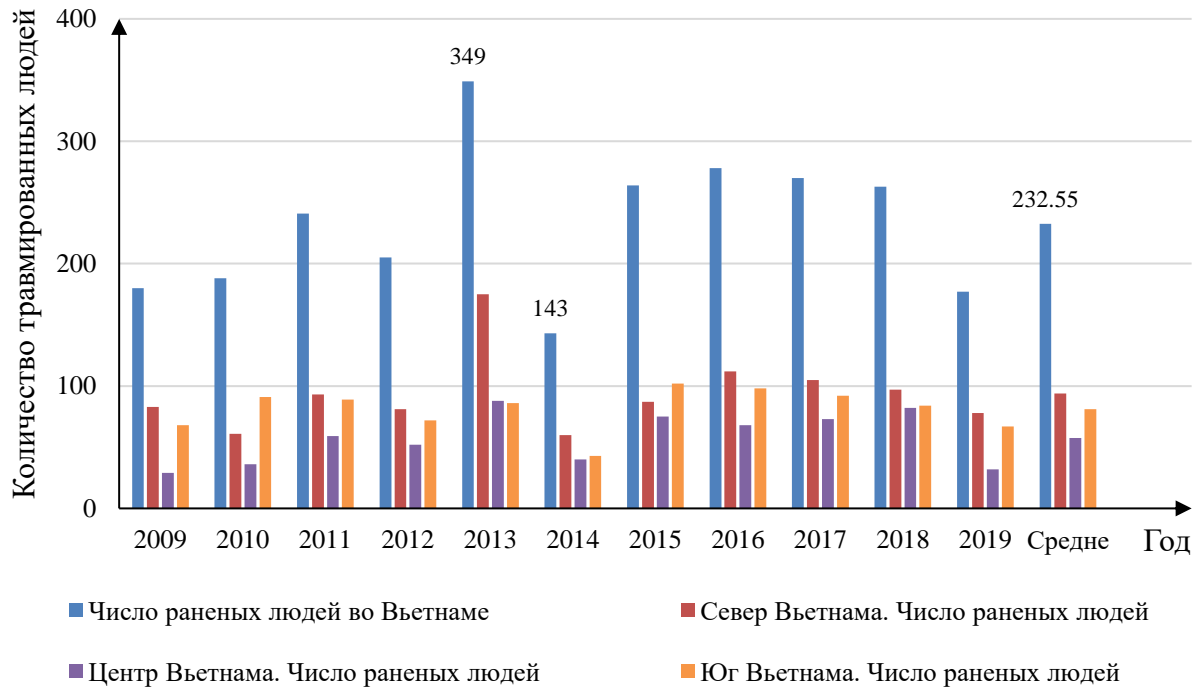


Рисунок 1.3 – Сравнительный анализ количества травмированных людей в СРВ и трех частях за 11 лет

Проведён сравнительный анализ количества пожаров во Вьетнаме. Результаты анализа представлены на рис. 1.4.

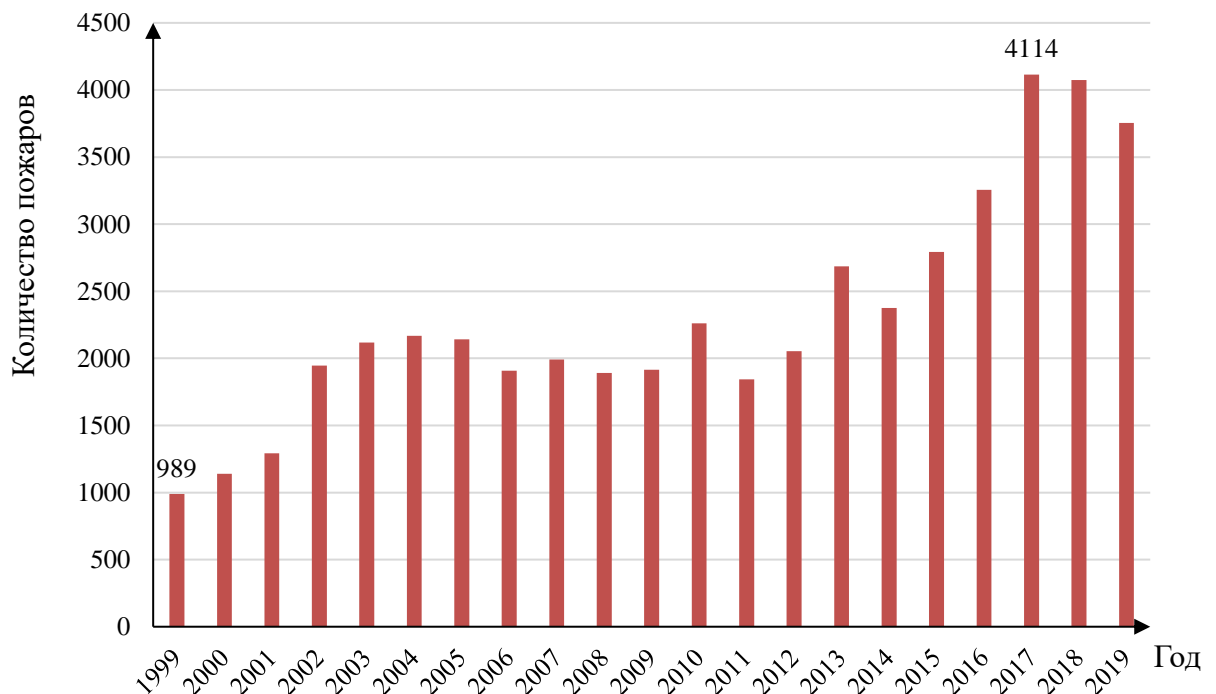


Рисунок 1.4 – Сравнительный анализ количества пожаров в СРВ в период с 1999 по 2019 гг.

Проведён сравнительный анализ количества осадков (дождь, туман). Результаты анализа представлены на рис. 1.5.

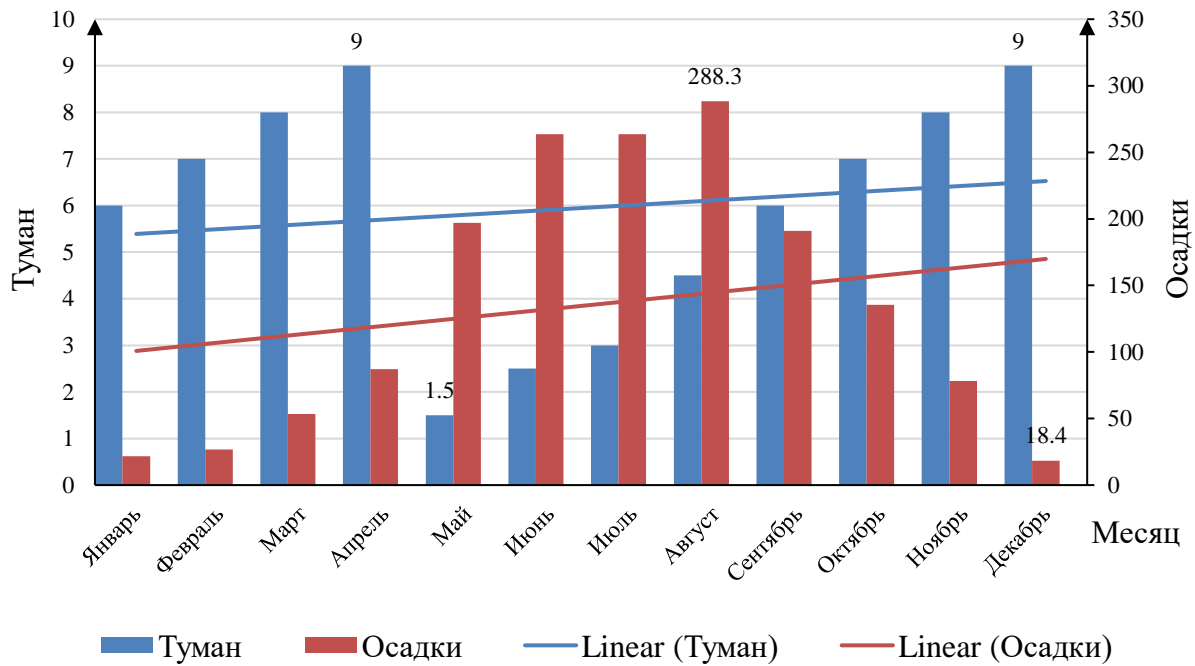


Рисунок. 1.5 – Сравнительный анализ осадков

Результаты сравнительного анализа осадков показали, что в СРВ присутствуют погодные особенности, в которых необходимо проводить ПСР (круглогодично присутствует туман и осадки).

Проведён сравнительный анализ основных причин пожаров во Вьетнаме. Результаты анализа представлены на рис. 1.6.



Рисунок 1.6 – Основные причины пожаров за последние 11 лет во Вьетнаме

Проведён сравнительный анализ пожаров во Вьетнаме в городах и сельской местности за период 2009-2019 гг. Результаты анализа представлены в табл. 1.1.

Таблица 1.1 – Статистика пожаров во Вьетнаме в городах и сельской местности за 11 лет

Годы	Число пожаров	Города	%	Деревни	%
2009	1916	1102	57,52	814	42,48
2010	2261	1283	56,74	978	43,26
2011	1843	1241	67,34	602	32,66
2012	2053	1336	65,08	715	34,83
2013	2686	1486	55,32	1200	44,68
2014	2375	1428	60,13	947	39,87
2015	2792	1746	62,54	1046	37,46
2016	3256	2265	69,56	991	30,44
2017	4114	2548	61,93	1566	38,07
2018	4075	2837	69,62	1238	30,38
2019	3755	2649	70,55	1106	29,45
Средне - годовой	2829,64	1811,00	63,3%	1018,45	36,69%

В мегаполисах Северного Вьетнама (Ханой, Хайфон, Куангнинь) зарегистрировано 10400 пожаров, что составляет 33,44 % от общего числа пожаров. В сельских поселениях зарегистрировано 11203 пожаров, что составляет 36,69 % от общего числа пожаров [52, 58, 59].

1.2. Анализ системы управления межведомственным взаимодействием при проведении поисково-спасательных работ

Обеспечение проведения аварийно-спасательных работ (АСР) является одной из важнейших функций. Это комплекс мер, который необходимо предпринять, средства, а также создание условий, способствующих наиболее эффективным действиям в случае возникновения ЧС и пожаров, выполнение планов, программ и проектов по поддержанию надежной работы СБ МОБ Вьетнама. Органы АСР Вьетнама являются частью МОБ Вьетнама [53-55]. Построена и проанализирована схема организационной структуры управления АСР

МОБ Вьетнама (рис. 1.7).

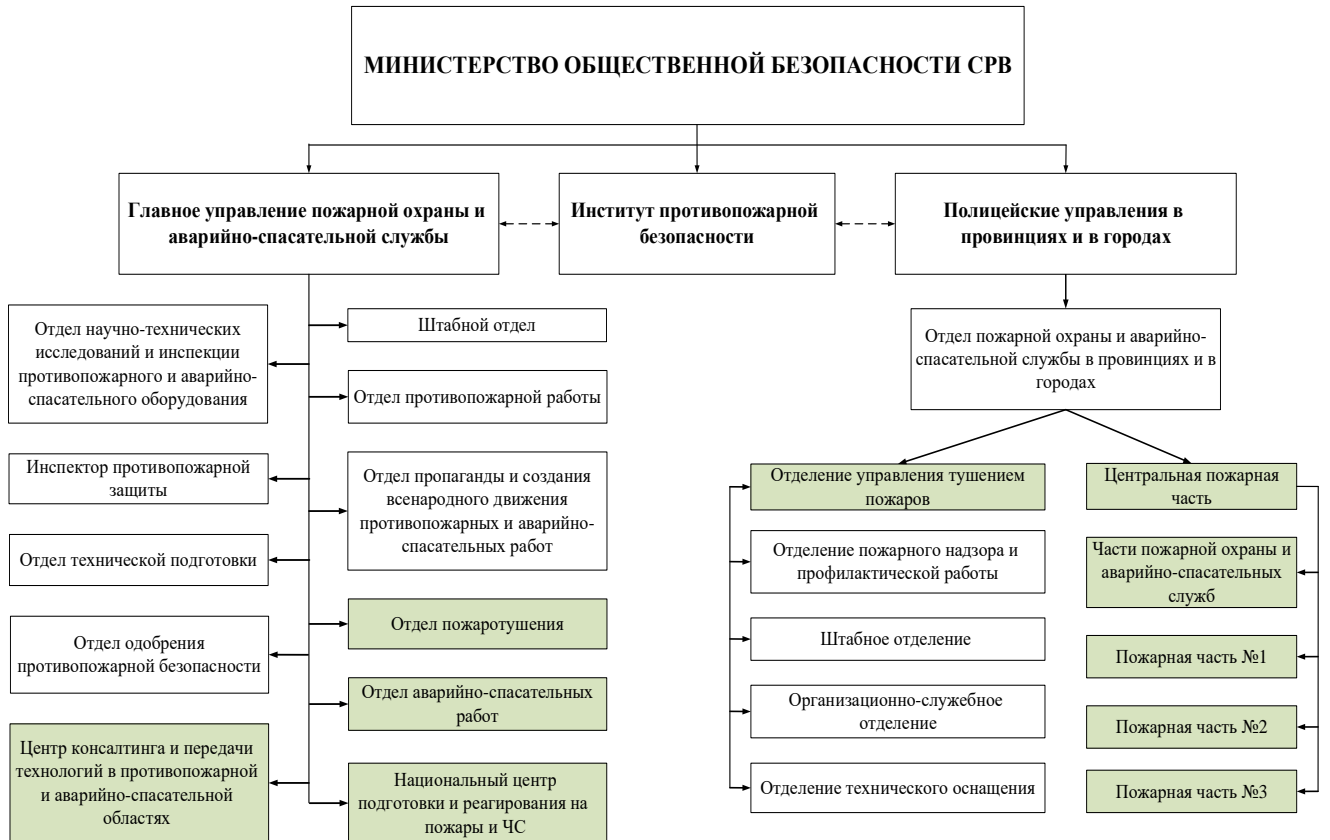


Рисунок 1.7 – Организационная структура управления АСР МОБ Вьетнама

В статье 2 распоряжения премьер-министра СРВ от 28 февраля 2006 г. указывается, что определение специализированных агентств на центральном уровне и консолидация поисково-спасательных управленческих агентств на всех уровнях необходимо для эффективного руководства и управления ПСР, минимизации ущерба, в соответствии с требованиями социально-экономического развития Вьетнама [60].

В п. 2 статьи 6 постановления правительства 30/2017/NĐ-СР указывается, что Национальный комитет по реагированию на происшествия, стихийные бедствия, ПСР, а также по поиску и спасанию - это междисциплинарное агентство Вьетнама, в функции которого входит оказание помощи правительству и премьер-министру в руководстве, координации действий по реагированию на происшествия, стихийные бедствия, ПСР на национальном, региональном и международном уровнях. Национальный комитет по реагированию на происшествия, стихийные бедствия, ПСР непосредственно руководит Командными комиссиями по предотвращению и контролю стихийных бедствий, поисково-спасательных служб министерств, ведомств, населенных пунктов и специализированных подразделений,

одновременно осуществляет реагирование на происшествия и стихийные бедствия, а также поиск и спасание пострадавших [51].

Национальный комитет по реагированию на происшествия, стихийные бедствия, ПСР отвечает за руководство штатными и частными подразделениями министерств, секторов и населенных пунктов по сбору, изучению и оценке ситуаций в стране и мире, за выполнение задач реагирования на происшествия, стихийные бедствия, поиск и спасание; поддержание системы от Национального центра поиска и спасания до руководящего комитета по предотвращению стихийных бедствий и борьбе с ними, а также по поиску и спасанию на всех уровнях для обеспечения оперативного управления.

Комитет должен направлять, мобилизовывать и координировать силы и средства министерств, ведомств и населенных пунктов, участвующих в реагировании на происшествия и стихийные бедствия, а также на выполнение ПСР по всей стране в случае инцидентов, крупных происшествий и стихийных бедствий. Он может предложить премьер-министру рассмотреть и принять решение об участии и координации регионального и международного сотрудничества в области реагирования на происшествия и бедствия, а также поиска и спасания по вопросам, выходящим за рамки их компетенции.

Кроме того, комитет должен координировать действия с министерствами и отраслями при изучении генерального плана, выделять силы для разработки планов реагирования на стихийные бедствия, для поиска и спасания по всей стране, сообщать информацию о ЧС правительству, премьер-министру, проводить обучение населения, командно-штабные учения, обучение специализированных сил с частичной занятостью использованию средств, выполнение планов реагирования на происшествия, стихийные бедствия, поиск и спасание, руководить разработкой содержания программ для обучения и повышения уровня знаний в области реагирования на происшествия.

Организационная система реагирования на происшествия, стихийные бедствия, ПСР включает в себя [51]:

национальный уровень: Национальный комитет по реагированию на происшествия, стихийные бедствия, ПСР;

министерства и ведомства: Руководящий комитет по реагированию на происшествия, стихийные бедствия, ПСР;

местный уровень: Руководящий комитет по реагированию на происшествия, стихийные бедствия, ПСР на всех уровнях (на уровне провинции или централизованного города, на уровне района и округа, непосредственно подчиняющегося провинции или городу, на уровне общины, района или поселка, непосредственно подчиняющегося районной власти);

специализированные подразделения: Министерство общественной безопасности; Министерство транспорта; Министерство обороны; Министерство промышленности и торговли (Минпромторг).

Министерство обороны включает в себя:

координационные станции поиска и спасания: Ко То (Куангнинь), Бах Лонг Ви (Хайфон), Кон Ко (Куанг Три), Ли Сон (Куанг Нгай), Чыонг Са (Кхань Хоа), Фу Куи (Бинь Туан), Кон Дао (Ба Риа - Вунгтау), Тхо Чу (Кьен Джианг), Хон Кхоаи (Камау), Сон Ту Тай (Кхань Хоа);

центр реагирования на биологические, химические, радиационные и ядерные инциденты на севере, на юге и в центре;

группы, занимающиеся гуманитарной деятельностью и оказанием помощи при стихийных бедствиях: команда спасения от падения; команда преодоления экологических последствий; армейская помощь при бедствиях; поисково-спасательная группа с использованием собак для поиска и спасения.; морской поисково-спасательный флот;

инженерные батальоны поисково-спасательных работ;

группы реагирования на химические, биологические, радиационные и ядерные инциденты;

авиационные поисково-спасательные отряды;

команды мобильной связи для реагирования на стихийные бедствия и катастрофы;

подразделения военных зон, армейский корпус, военная служба, пограничная охрана, береговая охрана, верховное командование столицы Ханоя, верховное командование безопасности Мавзолей Хо Ши Мина, армейский корпус, исследование институты, школы и общеобразовательные факультеты.

Министерство общественной безопасности включает: подразделения Государственной автомобильной инспекции, мобильная полиция; профессиональный центр поисково-спасательный дрессировки собак.

Министерство здравоохранения включает: Центр неотложной помощи 115 и отделения неотложной помощи больниц;

агентства, координационные подразделения и волонтеры.

Проанализирована организационная структура Национального комитета по реагированию на происшествия, стихийные бедствия, ПСР Вьетнама (рис. 1.8).



Рисунок 1.8 – Анализ организационной структуры Национального комитета по реагированию на происшествия, стихийные бедствия, ПСР Вьетнама

Методы принятия решений

Трудность поддержки управления проведением ПСР заключается в комплексе причин, которые появляются в ходе проведения ПСР при ЧС и пожарах.

Одной из трудностей при принятии управленческих решений является необходимость учета причин, влияющих на поиск и обнаружение пострадавших в условиях ЧС и пожаров. Вторая трудность связана со степенью неопределенности из-за недостаточной квалификации для принятия обоснованных управленческих решений, принятых в ходе проведения ПСР при ЧС и пожарах (рис. 1.9) [23].

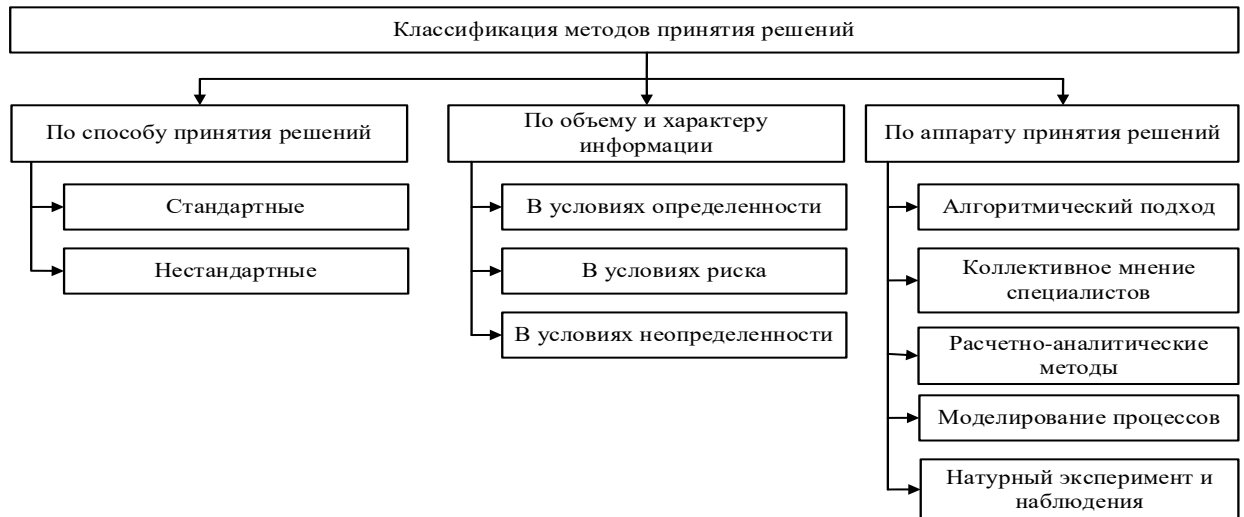


Рисунок 1.9 – Классификация методов принятия решений [44]

Что касается специфики процесса, трудностей принятия логически обоснованных управленческих решений, то в работе проведем системный анализ процесса проведения ПСР, что позволит систематизировать все потенциальные факторы, выделить самый важный и выполнить поэтапный поиск, чтобы найти первопричину.

Такая классификация методов принятия решений продемонстрировала необходимость системного анализа процесса управления проведением ПСР.

1.3. Анализ системы управления проведением поисково-спасательных работ

Разработана и построена диаграмма Исикавы системного анализа процесса проведения ПСР во Вьетнаме (рис. 1.10) [17].

В системном анализе проведено исследование следующих причин, оказывающих влияние на процесс проведения ПСР:

- спасатель;
- способы проведения;
- средства проведения;
- окружающая среда;
- виды АСР;
- управление.

Результаты системного анализа помогают определить взаимосвязь между причинами и сравнить их относительную важность по основным причинам.

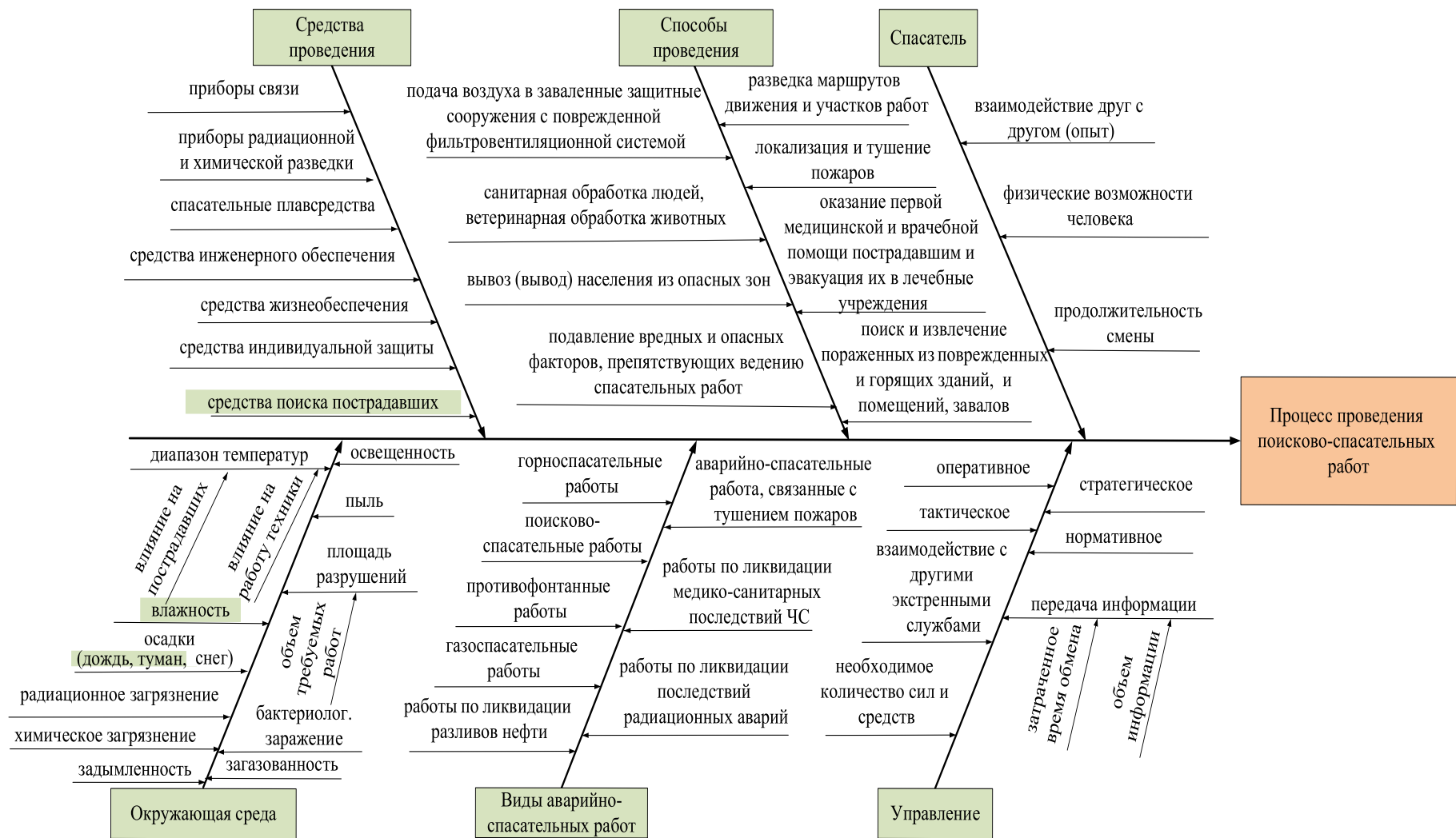


Рисунок 1.10 – Диаграмма системного анализа процесса проведения поисково-спасательных работ во Вьетнаме

Проведен анализ видов АСР в СРВ, результаты представлены на рис. 1.11.

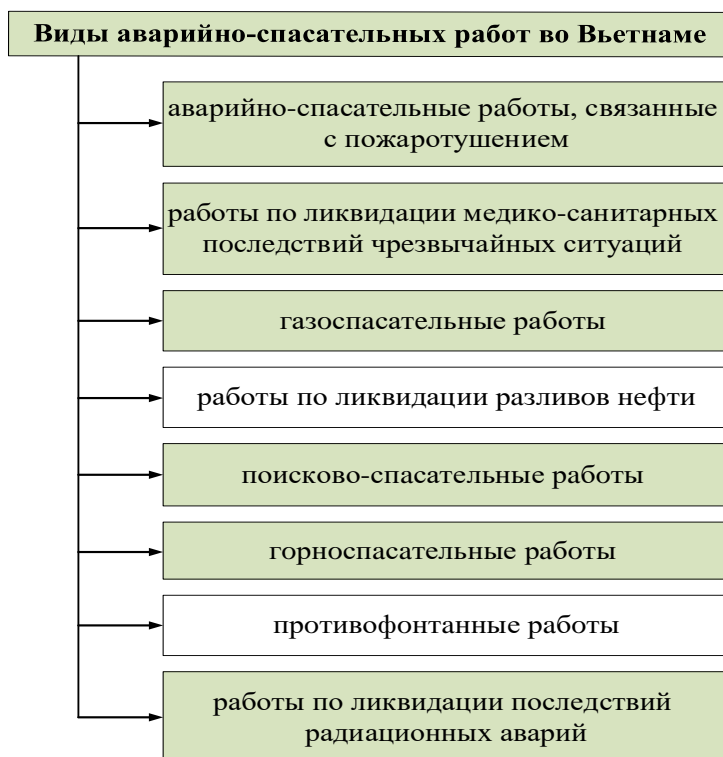


Рисунок 1.11 – Анализ видов АСР

Проведен анализ классификации ПСР, результаты анализа представлены на рис. 1.12.

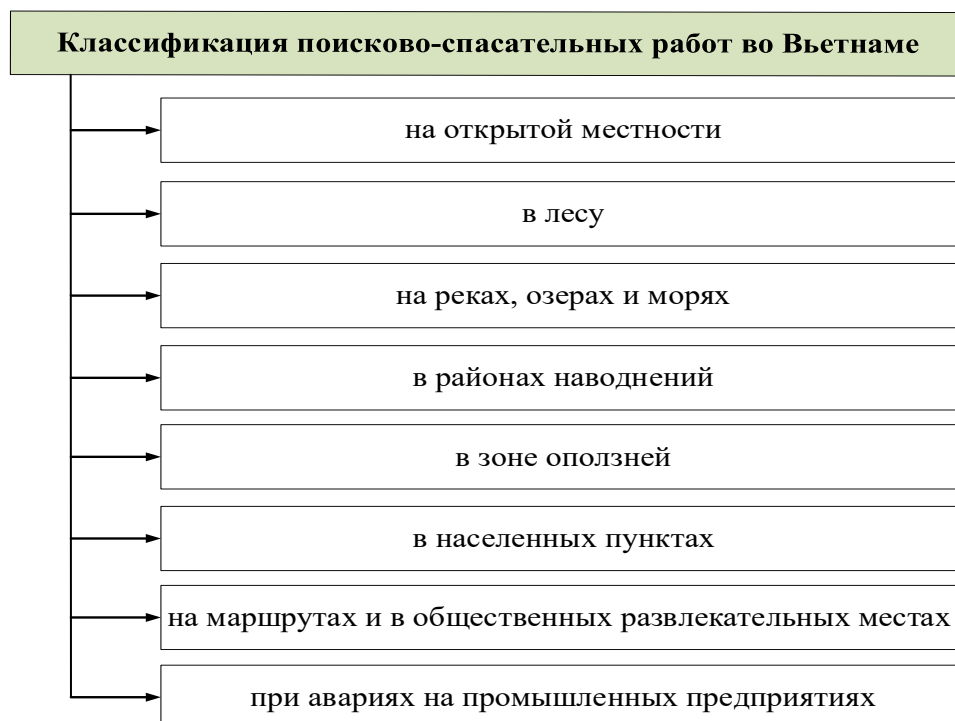


Рисунок 1.12 – Анализ классификации ПСР

На проведение ПСР влияют многие факторы: топография, погодные и климатические условия, задействованные силы и транспортные средства, состав

участников, используемое оборудование, механизмы, изменение условий труда, состояние пострадавшего, удаленность места происшествия от дорог, населенных пунктов или медицинских учреждений.

На основе предложенной классификации разрабатываются стратегия и тактика ПСР, включая подготовительный, начальный и заключительный этапы.

Проведен анализ видов ПСР, результаты анализа представлены на рис. 1.13.



Рисунок 1.13 – Анализ видов ПСР во Вьетнаме

ПСР — это действия по спасению людей, материальных и культурных ценностей на территориях, на водных объектах, на транспорте, ликвидации последствий ЧС природного характера [61]. Основными факторами, определяющими необходимость проведения ПСР, являются:

- угроза жизни и здоровью населения;
- угроза взрывов, пожаров и обрушений;
- содержание кислорода ниже 18 %;
- угроза обрушения, утопления и затопления.

Сопутствующие элементы опасности ПСР определяют требования к средствам защиты:

- опасность взрыва и пожара;
- опасность механических травм;

- опасности при работе на большой высоте, в глубоких, труднодоступных местах, в условиях низких или высоких температур.

Анализ действий при поиске пострадавших на пожаре

Спасательные работы при пожарах начинаются после проведения разведки и оценки обстановки. Последовательность действий следующая.

1. Проверка точности средств индивидуальной защиты, наличие спасательной верёвки и пояса, исправность средств тушения.

2. Продвижение спасателей в задымленной зоне к месту возможного нахождения пострадавших кратчайшим и безопасным путём.

3. По достижению места возможного нахождения пострадавших, приступить к их поиску всеми доступными / возможными методами и их комбинациями:

а) визуальный (производится расчётом поисково-спасательного подразделения в составе 2-3 человек);

б) звуковой (крики, стоны, мольбы);

с) поиск с использованием специальных приборов (тепловизор);

д) зондирование (квадрокоптер);

е) опрос очевидцев.

Несколько участников ищут пострадавших одновременно, постоянно поддерживая связь друг с другом (голос, жесты, световые сигналы).

При поиске все поверхности тщательно проверяются, сигнализируя голосом, перкуссией; ответ можно записать.

Как правило, взрослые собираются у дверей, окон и балконов, пытаются самостоятельно выбраться из горящего здания; с другой стороны, дети прячутся по углам, под кроватями, столами, за шкафами и в туалете, в туалетах и ваннных комнатах, почти не отвечая на звонки.

Проведение ПСР прекращается только после обнаружения всех пострадавших.

В случае сильной задымленности помещения спасатели должны незамедлительно проветрить его, открыв окна и двери, иногда целесообразно использовать дымосос. Также задымленность можно уменьшить струей распыленной воды, которая осаживает твердые частицы дыма.

1.4. Анализ программных средств поиска пострадавших

Рассмотрим и проанализируем характеристики программных средств, применяемых при поиске пострадавших при ЧС и пожарах.

1. Комплекс «Шлем» - универсальное видео-радио – цифровой шлем спасателя (рис. 1.14).



Рисунок 1.14 – Комплекс «Шлем»

Назначение: комплекс «Шлем» предназначен для работы спасателя в условиях ЧС, для ведения разведки в зонах ЧС по согласованию со спасателем, со специалистами и администраторами, управление работой.

Принцип работы. Спасательный шлем имеет автоматический экран. В шлеме есть цветная видеокамера, устройство подсветки и ТВ передатчик с антенной.

Видеокамера передает цветные изображения всего, что видит спасатель на экране видеонаблюдения, что позволяет быстро управлять работой спасателя и принимать оптимальные решения в различных ситуациях.

Характеристики комплекса «Шлем» представлены в табл. 1.2.

Таблица 1.2 – Характеристики комплекса «Шлем»

Угол обзора видеокамеры, град	25 - 35
Видеоизображение	цветное
Питание автономное, В	12
Длительность работы от штатного аккумулятора, час	2,5
Масса шлема, кг	1,4
Рабочий интервал температур, °С	-30 – +40
Исполнение	пылевлагозащитное
Дальность передачи телевизионного сигнала, м	300

2. Rescue Radar Light LS – RRL01 – прибор для поиска людей по признаку их жизнедеятельности: движению и дыханию (рис 1.15).



Рисунок 1.15 – Rescue Radar Light LS – RRL01

Характеристики Rescue Radar Light LS – RRL01 представлены в табл. 1.3.

Таблица 1.3 – Характеристики Rescue Radar Light LS – RRL01

Размеры	190x130x80 мм
Корпус	ударопрочный, влаго и пылезащищённый
Масса	900 гр.
Питание	DC 6 В (комплект из 4 батарей типа АА)
Время непрерывной работы	до недели
Дальность обнаружения	до 5 м (зависит от типа препятствия)

3. Характеристики ПК на основе сверхширокополосного радара для поиска и обнаружения пострадавших [46].

Элементы ПАК представлены в табл. 1.4.

Таблица 1.4 – Элементы ПК на основе сверхширокополосного радара для поиска и обнаружения пострадавших [28]

Номер элемента	Элементы
1	Блок (обработки и индикации на базе планшетного компьютера):
1.1	USB-кабель
1.2	Программное обеспечение
2	Антенный модуль на основе печатных или рупорных антенн
3	Устройство крепления

Характеристики ПК на основе сверхширокополосного радара для поиска и обнаружения пострадавших представлены в табл. 1.5.

Таблица 1.5 – Характеристики ПК на основе сверхширокополосного радара для поиска и обнаружения пострадавших [44]

Диапазон дальности действия с возможностью сдвига начала отсчёта, м	До 2, до 4, до 20
Разрешающая способность, см	менее 1
Строительные материалы, через которые возможна работа	Кирпич, бетон, железобетон, камень, оштукатуренная стена, гипса картон и др.
Сектор обзора, °	70° – в горизонтальной плоскости, 90° – в вертикальной плоскости
Габаритные размеры, см	40x27x7
Масса, кг	3
Питание	5 В от USB
Время непрерывной работы, ч	5
Диапазон рабочих температур, °С	-20 – +50

4. Комплекс «Пеленг 1» - основан на регистрации характерных для жизнедеятельности человека проявлений: дыхание, звуки сердцебиения, стоны, крики. «Пеленг 1» (рис. 1.16) предназначен для обнаружения источников акустического шума, находящихся под слоем грунта, и может быть использован для обнаружения людей в завалах при землетрясениях, оползнях, сходах лавин и локализации мест повреждения трубопроводов.



Рисунок 1.16 – «Пеленг 1»

Характеристики «Пеленг 1» представлены в табл. 1.6.

Таблица 1.6 – Характеристики «Пеленг 1»

Рабочая характеристика		Параметр
Рабочий диапазон частот, Гц		64-5000
Средний радиус действия, м	кирпичных зданий	4,5
	панельных	10
	промышленных	15
Количество точек измерения при определении координат		4

Возможен поиск пострадавших с помощью систем, установленных в самом здании, например система видеонаблюдения или журнал учета посещения.

Таким образом, поиск пострадавших во время пожаров и задымления осуществляется на визуальной и слуховой основе. Применение специальных приборов и приспособлений сводится к тому, чтобы воспринять недоступные человеку сигналы.

5. Для поиска пострадавших в условиях пожара спасатели используют различные чувствительные приборы, которые позволяют им увидеть то, что человеческий глаз разглядеть не может. Самыми распространенными приборами для поиска пострадавших являются тепловизоры, которые позволяют найти пострадавших в задымленных либо охваченных огнем зданиях. «Rescue Radar Light LS – RRL01» и «Пеленг 1» обладают большой длительностью работы (4 дня и 14 часов соответственно). Кроме того, их стоимость меньше, чем у FLIR – K40 более чем на 130 тыс. руб. (200 тыс. руб. и 80 тыс. руб.). Радиус действия FLIR – K40 больше на 20 м, что важно при высокой температуре.

Тепловизоры относятся к средствам поиска пострадавших в процессе проведения ПСР. Результаты анализа ПСР рассмотрены в работе [17].

Проведен анализ распределения моделей тепловизоров среди производителей [18]. Результаты анализа сведены в табл. 1.7.

Таблица 1.7 – Распределение моделей тепловизоров среди производителей

№ п./п.	Производитель	Количество моделей
1	Flir Systems Inc.	22
2	Seek Thermal	13
3	BOSCH	1

Продолжение таблицы 1.7.

4	ADA Instruments	1
5	CEM	3
6	Amtast	2
7	Fluke Corporation	45
8	UAB “Yukon Advanced Optics	13
9	RGK	2
10	iRay Technology	3
11	Wuhan Guide Infrared	4
12	Dali-Technology	1
13	Veber	2
14	Концерн Testo	14
15	CONDROL	4
16	DJI	1
17	MILWAUKEE	1
18	Dedal-NV	1
19	Fortuna	1
20	HT	1
21	PALMER Wahl	3
Итого:	21 производитель	138

Построен график распределения количества моделей тепловизоров среди производителей, который представлен на рис. 1.17.

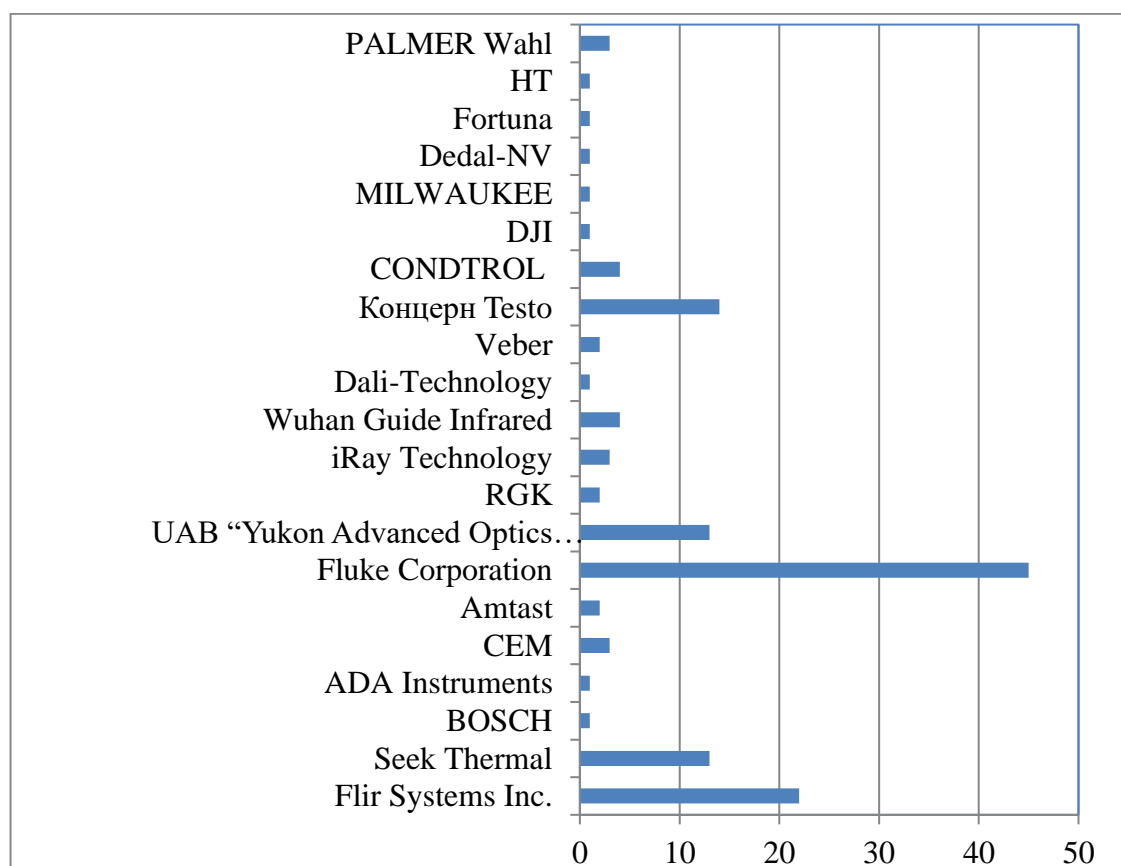


Рисунок 1.17 – Распределение количества моделей тепловизоров среди производителей

Результаты анализа распределения моделей тепловизоров среди производителей показали, что лидером является корпорация Флюк (Fluke Corporation), общее количество моделей составляет 45 единиц.

Проведен анализ нахождения компаний-производителей тепловизоров среди ведущих стран мира (рис. 1.18).

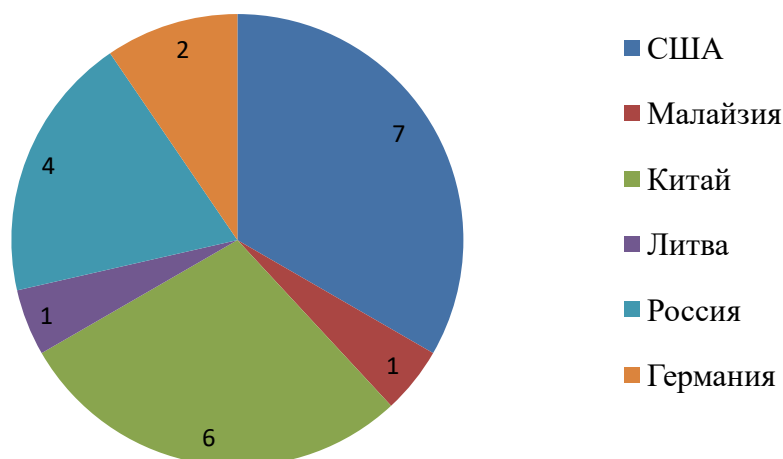


Рисунок 1.18 – Анализ нахождения компаний производителей тепловизоров среди ведущих стран мира

Проведен анализ тепловизоров среди ведущих стран производителей. Результаты анализа представлены на рис. 1.19.

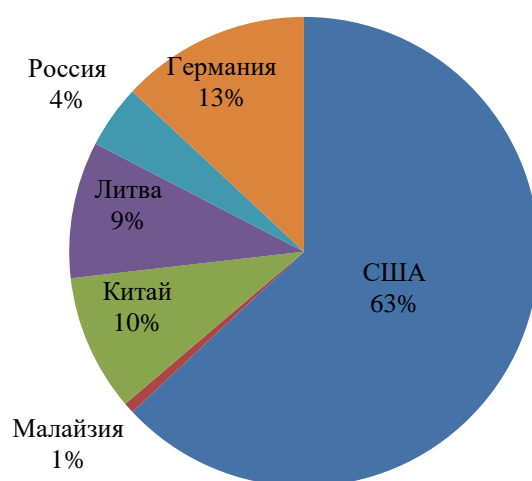


Рисунок 1.19 – Результаты анализа тепловизоров среди ведущих стран производителей

Тепловизоры используются при выполнении подготовительных и основных оперативно-тактических действий подразделениями пожарной охраны.

Классификация оперативно-тактических действий подразделений пожарной охраны приведена в работе [68, 79]. А также они используются в работе подсистем автоматизированной системы пожаровзрывобезопасности (АСПВБ) по осуществлению мониторинга, предупреждения и ликвидации ЧС и пожаров на потенциально опасных объектах [24].

Проведен анализ тепловизоров, выявлено 138 моделей тепловизоров от 21 ведущего производителя из 6 стран (США - 7; Малайзия - 1; Китай - 6; Литва - 1; Россия - 4; Германия - 2).

Результаты анализа стоимости тепловизоров показали, что минимальная цена составляет 188 \$ (тепловизор Flir TG54 Spot IR Thermometer 24:1), а максимальная цена составляет 59737 \$ (промышленный тепловизор Fluke Tix1000). Средняя стоимость одного тепловизора составляет 4995 \$ (при расчете среднего значения учитывались показатели 138 моделей).

Результаты анализа минимальной определяемой температуры показали, что минимальная определяемая температура составляет $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$ (тепловизор с NETD $<50\text{ мК}$ Testo 875-2i), а максимальная определяемая температура составляет $1500\text{ }^{\circ}\text{C}$ (строительный тепловизор Fluke FLK-TI450-PRO 9HZ). Средняя минимальная определяемая температура составила $-22,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ (при расчете среднего значения учитывались показатели 138 моделей). Средняя максимальная определяемая температура – $359\text{ }^{\circ}\text{C}$ (при расчете среднего значения учитывались показатели 138 моделей).

Результаты анализа дальности обнаружения показали, что максимальная дальность обнаружения составила 3700 м (Dedal Tracker-T4.642). Средняя дальность обнаружения составила 1470 м (при расчете среднего значения учитывались показатели 138 моделей).

Результаты анализа веса тепловизоров показали, что вес самого легкого составляет 0,034 кг (Flir One Android USB-C), а вес самого тяжелого составил 5 кг (Тепловизор Wahl HSI 4000M). Средний вес составил 0,77 кг (при расчете среднего значения учитывались показатели 138 моделей).

6. Использование инфракрасных технологий.

В работах [24, 79] предложено использование коротковолновых инфракрасных технологий для повышения качества информационного обеспечения групп разведки пожара при его оперативном мониторинге в здании. Практическое применение инфракрасных технологий позволяет улучшить видимость в сложных условиях ведения действий по тушению пожаров, таких как дым, туман, низкая освещенность. Проведена оценка тактических возможностей групп разведки пожара при его мониторинге в здании с использованием инфракрасных технологий.

В упомянутой работе предлагается использование коротковолновых инфракрасных модулей, модулей ближней радиолокации в функциональных подсистемах АСПВБ по осуществлению мониторинга, предупреждения и ликвидации ЧС и пожаров.

По сравнению с камерами видимого диапазона инфракрасные технологии (на основе фотодиодных структур арсенида индия-галлия) обеспечивают качество съемки в условиях дыма, тумана, запыленности, позволяют видеть в условиях низкой освещенности.

В условиях сниженной (нулевой) видимости группы разведки пожара могут:

- своевременно обнаружить и спасти пострадавших, которые находятся под воздействием опасных факторов пожара;

- своевременно обнаружить, локализовать и ликвидировать пожар.

Для исследования данного направления предлагается использование коротковолновых инфракрасных камер:

- в системе мониторинга в здании (стационарные условия);
- в оборудовании пожарного для его информационной поддержки.

Для решения поставленной задачи проведена оценка тактических возможностей групп разведки пожара при мониторинге в здании с использованием инфракрасных технологий при двух условиях:

- без учета системы мониторинга;

- с учетом системы мониторинга.

Это особенно актуально при разведке на пожаре в процессе поиска пострадавших в здании звеньями ГДЗС, так как необходимо обследовать значительную его площадь в условиях недостаточной видимости.

КИД – это световое излучение со значением электромагнитных волн в диапазоне от 0,7 до 2,5 мкм. Сенсоры на основе арсенида индия-галлия являются сенсорами, которые используются при съемке в КИД. КИД близок к видимому диапазону, где фотоны либо отражаются, либо поглощаются объектами. Это в свою очередь позволяет обеспечивать широкий динамический диапазон, который влияет на изображение с высоким разрешением. Программные средства на основе инфракрасных технологий могут быть небольших размеров и потреблять мало энергии, при этом выполняя требуемые функции.

При использовании коротковолновых инфракрасных технологий пожарными в составе звеньев ГДЗС условия видимости значительно улучшаются, что увеличивает производительность групп разведки на пожаре.

Показано, что использование инфракрасных технологий позволяет улучшить видимость для групп разведки пожара на 10-15%.

Использование предлагаемых инфракрасных технологий улучшает координацию действий группы разведки и ее пространственную ориентацию. Это позволяет осуществлять движение группы по требуемому маршруту в здании и тем самым уменьшить время на поиски пострадавших в задымленной зоне. Все это в свою очередь повышает тактические возможности групп разведки пожара в здании при его мониторинге и поиске пострадавших при сложных условиях видимости.

7. Спасатели должны иметь резервное средство индивидуальной защиты органов дыхания (СИЗОД), чтобы при необходимости доставить пострадавшего, а затем эвакуировать его через задымленное помещение.

Для уменьшения времени поиска пострадавших предлагаются следующие методы. Заменить в муниципальных пожарных частях устаревшие КИП-8 и

тяжелые стальные баллоны СИЗОД на баллоны СИЗОД, изготовленные из металло-композитных материалов (табл. 1.8).

Таблица 1.8 – Сравнительные характеристики СИЗОД

Характеристика	КИП-8	ДАСВ	ДАСВ
		(стальной баллон)	(композитный баллон)
Стоимость, руб.	2500	22000	32000
Масса, кг.	10	18-23	14-18
Объём воздуха, л.	1	6,8-9	
Время работы, мин.	90	60	
Срок службы, лет	4	Не менее 10 лет	
Температурный режим, °С	-10-+40	-40-+60	

Особенности СИЗОД представлены в табл. 1.9.

Таблица 1.9– Особенности СИЗОД

Особенности	
КИП-8	ДАСВ
<ul style="list-style-type: none"> - Негативное влияние на здоровье пожарного. - Не защищает от ядовитых веществ - Поддержание в эксплуатации дорогое (из-за замкнутого цикла дыхания, известковый фильтр надо менять каждые 4 часа) - Опасно использовать при близком контакте с нефтью и маслами. 	<ul style="list-style-type: none"> - Возможность подключать в одну воздушную цепь до 2 человек. - Срок эксплуатации - Недорогое содержание - Время работы - Дорогостоящее оборудование - Масса оборудования

Рекомендуется использовать газодымозащитной службой (ГДЗС) БОП-1, изготовленные из современных материалов, способных выдержать длительные термические нагрузки (табл. 1.10).

Таблица 1.10 – Температурные нагрузки БОП-1

	БОП-1 старого образца	БОП-1 нового образца
Стоимость	6500 руб.	13700 руб.
Макс. температура, °С	390	500
и время нахождения, с.	15	30

8. При поиске пострадавших полезно использовать робототехнические комплексы для визуальной разведки и других функций, что сокращает количество

задействованных людей в разведке, а также использовать МРК-РП – мобильный радиотехнический комплекс разведки и пожаротушения (табл. 1.11).

Таблица 1.11 – Характеристики МРК-РП

Масса, кг.	300
Макс. скорость, км/ч	3
Глубина водного покрова, мм.	100
Грузоподъемность	30-50 кг
Управление с ПДУ, расстояние	По кабелю: 200 м По радиосвязи: до 1000 м
Стоимость, руб.	Отечественного производства: от 65000 Иностранный аналог: от 231000
Срок службы, лет	В зависимости от условий эксплуатации, но не менее 7 лет
Время непрерывной работы, часов.	4
максимальная дальность подачи ОТВ, м.	10

Приведенные методы и средства позволяют сократить время поиска пострадавших в условиях пожара.

Преподаватель прикладной математики физико-математического факультета Ханойского Политехнического университета, доцент, д.т.н. Нгуен Ван Ба получил звание профессора в области информационных технологий, стал одним из тех, кто заложил основы для создания отрасли информационных технологий в СРВ.

После 40 лет развития, в настоящее время Вьетнам считается одной из стран с самыми быстрыми темпами роста в области информационных технологий. А также СРВ находится в группе стран с наиболее ранней и обширной международной интеграцией.

Проводя анализ информационных технологий, в рамках исследования диссертации, делаем вывод о том, что программное обеспечение (ПО) в области проведения ПСР при пожарах в СРВ отсутствует. В целом анализ показал, что необходима разработка информационной системы поддержки принятия управленческих решений во Вьетнаме на основе программного комплекса для проведения поисково-спасательных работ с использованием приборов

инфракрасного диапазона. А для этого в диссертации решается научная задача создания моделей, алгоритмов, современных программных средств и новых информационных технологий для повышения эффективности поисково-спасательных работ (сокращения времени проведения поисково-спасательных работ).

Выводы по первой главе

1. Проведена сравнительная характеристика чрезвычайных ситуаций и пожаров, произошедших на территории Вьетнама.

2. Проведён анализ системы межведомственного взаимодействия Министерства общественной безопасности Вьетнама. Результаты анализа показывают, что произошла реструктуризация Министерства общественной безопасности Вьетнама, в результате которой возросла проблема поиска пострадавших.

3. Определены особенности проведения поисково-спасательных работ при чрезвычайных ситуациях и пожарах во Вьетнаме.

4. Проведена классификация методов принятия решений, которая доказала необходимость проведения системного анализа процесса управления проведением поисково-спасательных работ с учётом региональных особенностей Вьетнама.

5. Поставлена научная задача создания моделей, алгоритмов, современных программных средств и новых информационных технологий для повышения эффективности поисково-спасательных работ.

ГЛАВА 2. МОДЕЛИ И АЛГОРИТМЫ ПОДДЕРЖКИ УПРАВЛЕНИЯ ПРОВЕДЕНИЕМ ПОИСКОВО-СПАСАТЕЛЬНЫХ РАБОТ. РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА

2.1. Модель физического состояния пострадавшего при проведении поисково-спасательных работ

Различные условия, в которых осуществляется поиск пострадавших под завалами, требуют совершенствования процесса поиска и обнаружения пострадавших, прежде всего разработки моделей поддержки принятия управленческих решений при поиске и обнаружении пострадавших под завалами [46].

Исследование процесса поиска пострадавших под завалами связано с изучением прикладных аспектов теории марковских процессов с дискретными состояниями и цепей Маркова.

Пусть S - некоторый пострадавший с возможными дискретными состояниями $\{S_k\}_{k=1}^n$, который случайным образом время от времени скачком переходит из состояния в состояние.

Вспользуемся геометрической схемой – графом состояний, который отображает возможное физическое состояние пострадавшего и возможные переходы пострадавшего из одного состояния в другое, указываемые стрелками.

Пусть некоторый пострадавший S может находиться лишь в одном из возможных физических состояний $\{S_k\}_{k=1}^n$, а $\xi(t, \omega), t \in T$ – соответствующий марковский процесс с дискретными состояниями. Если для пострадавшего S переход из физического состояния в состояние возможен лишь в фиксированные моменты времени $t_j, j = 1, 2, \dots$, где $t_1 < t_2 < \dots < t_j < \dots$, то эти моменты времени будут этапами марковского процесса $\xi(t, \omega), t \in T$. А так как в данном случае $T =$

$\{t_j\}_{j=1}^{\infty}$ и $\xi_j(\omega)\Delta \triangleq \xi(t_j, \omega)$, то имеем дело со случайной последовательностью, которая является цепью Маркова, если для каждого этапа вероятность перехода пострадавшего S из состояния S_k в любое физическое состояние S_m , не зависит от того, когда и как она попала в состояние S_k .

Если ввести случайное состояние пострадавшего S_k^j , состоящее в том, что после j этапов исходное состояние пострадавшего S находится в состоянии S_k , то для каждого фиксированного $j \geq 1$ имеем полную группу событий $\{S_k^j\}_{k=1}^n$ т. е.

$$\sum_{k=1}^n P[S_k^j] = 1, j \geq 1. \quad (2.1)$$

Пусть необходимо обнаружить пострадавшего с использованием четырех поисково-спасательных кинологических расчетов (ПСКР).

Если Δt – интервал между последовательным введением на участок завала ПСКР, а t_1 – время первого введения ПСКР на участок завала, то $t_2 = t_1 + \Delta t, t_3 = t_1 + 2\Delta t, t_4 = t_1 + 3\Delta t$.

Возможные состояния пострадавшего (системы S):

S_1 – пострадавший в сознании, есть возможность кричать, бить по элементам конструкций разрушенного здания и шевелиться;

S_2 – пострадавший в сознании, получил незначительные повреждения, присутствуют небольшие шевеления;

S_3 – пострадавший без сознания, присутствует сердцебиение;

S_4 – пострадавший погиб.

Если в начальный момент времени $t = t_0$ пострадавший S находился в состоянии S_1 , то граф его состояния изображен на рис. 2.1.

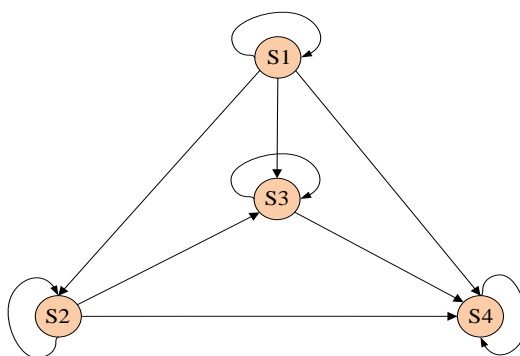


Рисунок 2.1 – Граф состояния пострадавшего

При описании цепи Маркова в процессе поиска пострадавшего под завалами воспользуемся понятиями вероятностей состояний и переходными вероятностями. Введем следующие обозначения.

Пусть $\{S_k\}_{k=1}^n$ – множество возможных состояний пострадавшего S . Вероятность реализации случайного события s_k^j , состоящего в том, что после j этапов пострадавший находится в состоянии S_k , обозначим $p_k(j) \triangleq P[s_k^j]$ и назовем вероятностью состояния пострадавшего. Вектор вероятностей состояний пострадавшего S после j этапов обозначим:

$$p(j) \triangleq (p_1(j)p_2(j)\dots p_n(j))^T, \quad (2.2)$$

а вектор вероятностей начальных состояний:

$$p(0) \triangleq (p_1(0)p_2(0)\dots p_n(0))^T. \quad (2.3)$$

Если ввести матрицу-строку:

$$I \triangleq (1 \ 1 \dots 1 \in M_{1n}(\mathbb{R})), \quad (2.4)$$

то равенство:

$$\left(\sum_{k=1}^n P[s_k^j]\right) = \sum_{k=1}^n p_k(j) = 1, \quad j \geq 0, \quad (2.5)$$

можно представить в виде:

$$I_p(j) = 1, \quad j \geq 0. \quad (2.6)$$

Если $\{S_k\}_{k=1}^n$ – множество возможных состояний пострадавшего S , а s_k^j – случайное событие, состоящее в том, что после j этапов пострадавший находится в состоянии S_k , то условную вероятность события s_k^j при условии S_m^{j-1} обозначим:

$$p_{mk}^j \triangleq P[s_k^j / S_m^{j-1}]. \quad (2.7)$$

Назовем её переходной вероятностью состояния пострадавшего.

На примере однородной цепи Маркова рассмотрим граф состояний, где в произвольном порядке определены соответствующие переходные вероятности состояния пострадавшего.

Определим вероятности состояний цепи после введения на участок завала первого ПСКР, если в начальный момент времени пострадавший находился в состоянии S_1 , а размеченный граф состояний изображен на рис. 2.2.

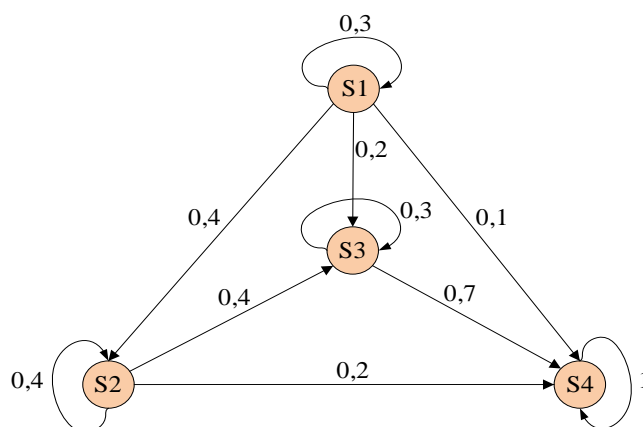


Рисунок 2.2 – Граф состояний пострадавшего

$$\begin{aligned}
 p_{12} &= 0,4, & p_{13} &= 0,2, & p_{14} &= 0,1, & p_{11} &= 0,3, \\
 p_{21} &= 0, & p_{23} &= 0,4, & p_{24} &= 0,2, & p_{22} &= 0,4, \\
 p_{31} &= 0, & p_{32} &= 0, & p_{34} &= 0,7, & p_{33} &= 0,3, \\
 p_{41} &= 0, & p_{42} &= 0, & p_{43} &= 0, & p_{44} &= 1,
 \end{aligned}$$

где вероятности p_{ii} найдены из соотношений $\sum_{k=1}^4 p_{ik} = 1, i = \overline{1, 4}$.

Таким образом, матрица переходных вероятностей имеет вид

$$P = \begin{pmatrix} 0,3 & 0,4 & 0,2 & 0,1 \\ 0 & 0,4 & 0,4 & 0,2 \\ 0 & 0 & 0,3 & 0,7 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}. \quad (2.8)$$

Вектор вероятностей состояний $p(j)$ после j этапов однозначно определяется матрицей переходных вероятностей $P^{(1)}, \dots, P^{(j)}$ и вектором вероятностей начального состояния $p(0)$: $p(j) = (P^{(1)}P^{(2)} \dots P^{(j)})^T p(0)$. При этом, если цепь Маркова является однородной, то $P^{(j)} \equiv P, j \geq 1$ и $p(j) = (P^j)^T p(0)$, где P^j - j -я степень матрицы.

По условию $p(0) = (1000)^T$, согласно вышерассмотренному свойству матрицы переходных вероятностей находим:

$$P = \begin{pmatrix} 0,3 & 0,4 & 0,2 & 0,1 \\ 0 & 0,4 & 0,4 & 0,2 \\ 0 & 0 & 0,3 & 0,7 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0,0081 \\ 0,07 \\ 0,1288 \\ 0,7931 \end{pmatrix}. \quad (2.9)$$

Таким образом, найдены вероятности всех возможных исходов состояния пострадавшего поиска четырьмя ПСКР:

- пострадавший в сознании, есть возможность кричать, бить по элементам конструкций разрушенного здания и шевелиться $p_1(4) = 0,0081$;

- пострадавший в сознании, получил незначительные повреждения, присутствуют небольшие шевеления $p_2(4) = 0,007$;

- пострадавший без сознания, присутствует сердцебиение $p_3(4) = 0,1288$;

- пострадавший погиб $p_4(4) = 0,7931$.

Применение цепи Маркова в процессе поиска пострадавших под завалами позволяет сократить время на принятие решения по выбору способа поиска и обнаружения пострадавших до минимального, и как следствие, увеличивать возможность извлечения живых пострадавших из глубины завала в связи с тем, что использование ПСКР наиболее эффективно на максимально ранних этапах спасательных работ, потому что вероятность остаться живым по мере увеличения пребывания в глубине завала уменьшается [21].

2.2. Модель и алгоритм поиска пострадавших при чрезвычайных ситуациях и пожарах с использованием диаграммы Вороного

В работе [24] для поиска пострадавшего рассматривается метод определения выпуклой оболочки в помещении для n -угольника P за время $O(n \lg n)$ [43, 78], с помощью которого можно определить площадь поиска пострадавших в помещении, учитывая расположение объектов в помещении, границы поиска звеном ГДЗС, а также физическое состояние пострадавших [21].

Предлагается решить задачу поиска пострадавших на примере модели плоскости путем определения контрольных точек плоскости с использованием диаграммы Вороного.

Для идентификации объектов в помещении звену ГДЗС предлагается использовать инфракрасные технологии с использованием модели триангуляции Делоне [67], что позволит сохранять пространственную ориентацию в процессе проведения ПСР. Процесс поиска пострадавших при ЧС и пожарах с использованием робототехнических комплексов на основе информационно-аналитических технологий строится по иерархической структуре [19].

В задаче сканирования плоскости по Джарвису [81] время работы составляет $O(nh)$, где h - количество вершин $CH(Q)$. В случае, когда h равно $O(\lg n)$, сканирование по Джарвису (рис. 2.3) выполняется быстрее, чем по Грэхему [24]. Поэтому оно используется в модели информационной системы поддержки принятия управленческих решений при проведении ПСР в условиях пожара [20, 27, 91].

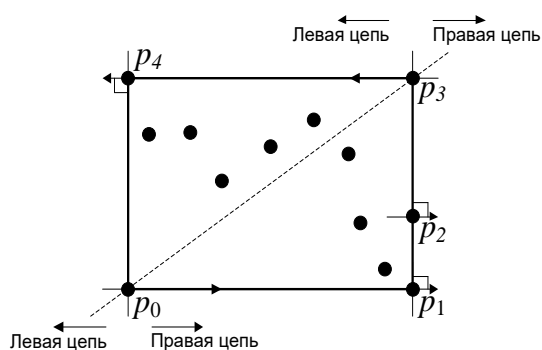


Рисунок 2.3 – Выпуклая оболочка n - угольника сканирования по Джарвису

Воспользуемся диаграммой Вороного, которая позволяет описывать пространственное отношение между близко расположенными точками. Это множество соединенных многоугольников, полученных из точек. Каждая линия области $V(p)$ Вороного находится посередине между двумя точками p (рис. 2.4).

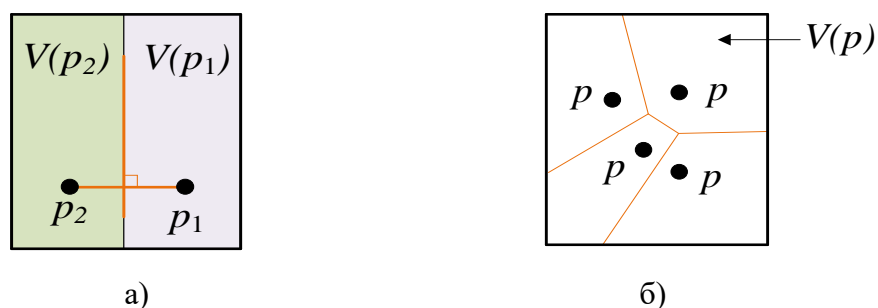


Рисунок 2.4 – Описание пространственного отношения между близко расположенными точками

(а - диаграмма Вороного для двух точек p_1 и p_2 ; б - каждая линия области $V(p)$ Вороного находится посередине между двумя точками)

Далее воспользуемся триангуляцией Делоне, обратной диаграмме Вороного. Построена модель плоскости (рис. 2.5), которая состоит из линий от каждой точки до ее ближайших соседей, причем каждая линия перпендикулярна пересекаемой ею линии Вороного. На примере рассматриваемой модели плоскости возможно решение задачи поиска пострадавших в здании, природной среде [43, 46, 74], при ЧС и пожарах.

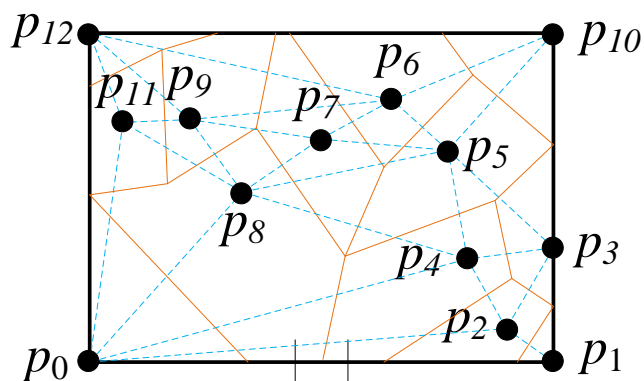


Рисунок 2.5 – Модель плоскости

На рис. 2.5 пунктиром обозначена триангуляция Делоне, где каждая линия Делоне соответствует одному и только одному ребру Вороного. Построена Диаграмма Вороного, которая представлена на рис. 2.6.

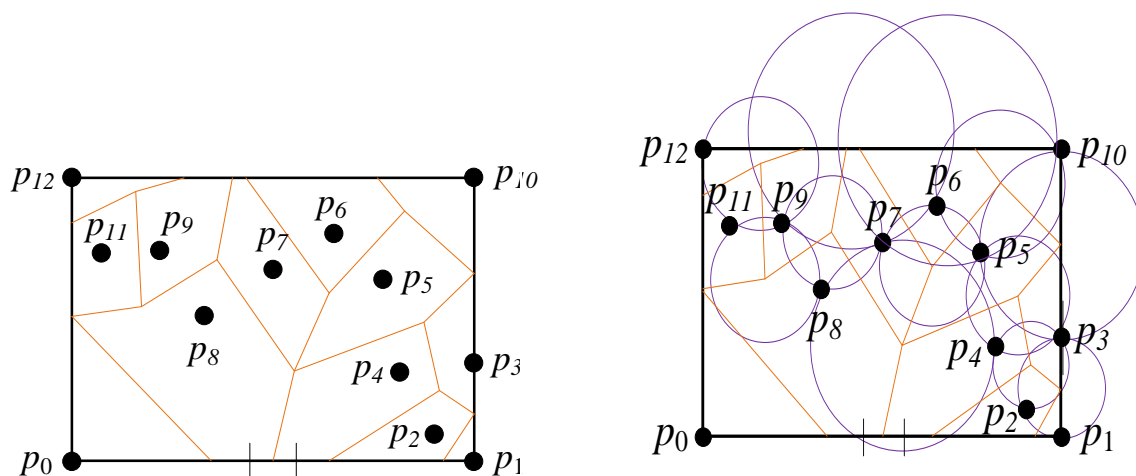


Рисунок 2.6 – Диаграмма Вороного
на примере модели плоскости

Рисунок 2.7 – Основные окружности
триангуляции Делоне

Заполнив плоскость размерностью $m \times n$ полученными треугольниками, мы исследуем плоскость поэтапно. Получив треугольник с наименьшей площадью, получим три ближайшие точки, которые необходимо учитывать при поиске пострадавших. На примере модели плоскости обозначим основные окружности

триангуляции Делоне (рис. 2.7). Генерация диаграммы Вороного зависит от времени, за которое получены исходные данные [19].

Для построения диаграммы Вороного используется самый быстрый способ её построения – алгоритм Форчуна. Применим серединный перпендикуляр отрезка, соединяющий некоторую пару точек.

Этот перпендикуляр разбивает плоскость на две полуплоскости $V(p_1)$ и $V(p_2)$, причем область Вороного точки p_1 целиком содержится в одной из них, а область точки p_2 - в другой. Область Вороного $V(p)$ точки p совпадает с пересечением всех полуплоскостей $V(p_2)$ (2.10)

$$V(p) = \bigcap_{q \in S/\{p\}} H_{pq}. \quad (2.10)$$

Алгоритм Форчуна основан на применении заметающей прямой. Заметающая прямая — это вспомогательный объект, представляющий собой вертикальную прямую линию. На каждом шаге алгоритма диаграмма Вороного построена для множества, состоящего из заметающей прямой и точек слева от нее. При этом граница между областью Вороного, прямой и областями точек состоит из отрезков парабол (так как геометрическое место точек, равноудаленных от заданной точки и прямой — это парабола). Прямая движется снизу вверх. Каждый раз, когда она проходит через очередную точку, эта точка добавляется к уже построенному участку диаграммы. Добавление точки к диаграмме при использовании двоичного дерева поиска имеет сложность n , всего точек $O(\log n)$, а сортировка точек по x -координате может быть выполнена за $O(n \log n)$ шагов, поэтому вычислительная сложность алгоритма Форчуна равна $O(n \log n)$.

Примем на примере модели плоскости $P = \{p_0, p_1, p_2, p_3, p_4, p_5, p_6, p_7, p_8, p_9, p_{10}, p_{11}, p_{12}\}$ следующее расположение точек:

- множество пространственных ограничений $P = \{p_0, p_1, p_3, p_{10}, p_{12}\}$;
- препятствия $P = \{p_2, p_5, p_7, p_8, p_9, p_{11}\}$;
- пострадавшие $P = \{p_4, p_6\}$.
- береговая линия АВ;

- заметающая прямая включает в себя точку p и точку c (рис. 2.8 б).

Рассмотрим работу построения диаграммы Вороного алгоритмом Форчуна на примере модели плоскости (рис. 2.8 (а) – 2.8 (м)):

а) береговая линия АВ совпадает с точками (пространственным ограничением) $P = \{p_0, p_1\}$;

б) береговая линия АВ встретила точку (препятствием) p_2 , построена заметающая прямая p_2c , идет процесс сохранения координат точки (препятствия) p_2 ;

в) береговая линия АВ прошла точку (препятствие) p_2 ;

г) береговая линия АВ встретила точку (пострадавшим) p_4 , идет процесс сохранения координат точки (пострадавшего) p_4 и передача координат лицу, принимающему решение (ЛПР), построена заметающая прямая p_4c ;

д) береговая линия АВ встретила точку (пространственным ограничением) p_3 , идет процесс сохранения координат точки (пространственного ограничения) p_3 ;

е) береговая линия АВ прошла точку (пространственное ограничение) p_3 ;

ж) береговая линия АВ встретила точку (препятствием) p_8 , сохранила координаты точки (препятствия) p_8 и прошла его;

з) береговая линия АВ встретила точку (препятствием) p_5 , идет процесс сохранения координат точки (препятствия) p_5 ;

и) береговая линия АВ встретила точку (препятствием) p_7 , идет процесс сохранения координат точки (препятствия) p_7 ;

к) береговая линия АВ встретила точку (препятствием) p_{11} , сохранила координаты точки (препятствия) p_{11} и встретила точку (препятствием) p_9 , сохранила координаты точки (препятствия) p_9 , построена заметающая прямая p_9c ;

л) береговая линия АВ встретила точку (пострадавшим) p_6 , идет процесс сохранения координат точки (пострадавшего) p_6 и передача координат ЛПР;

м) береговая линия АВ прошла точку (пострадавшего) p_6 .

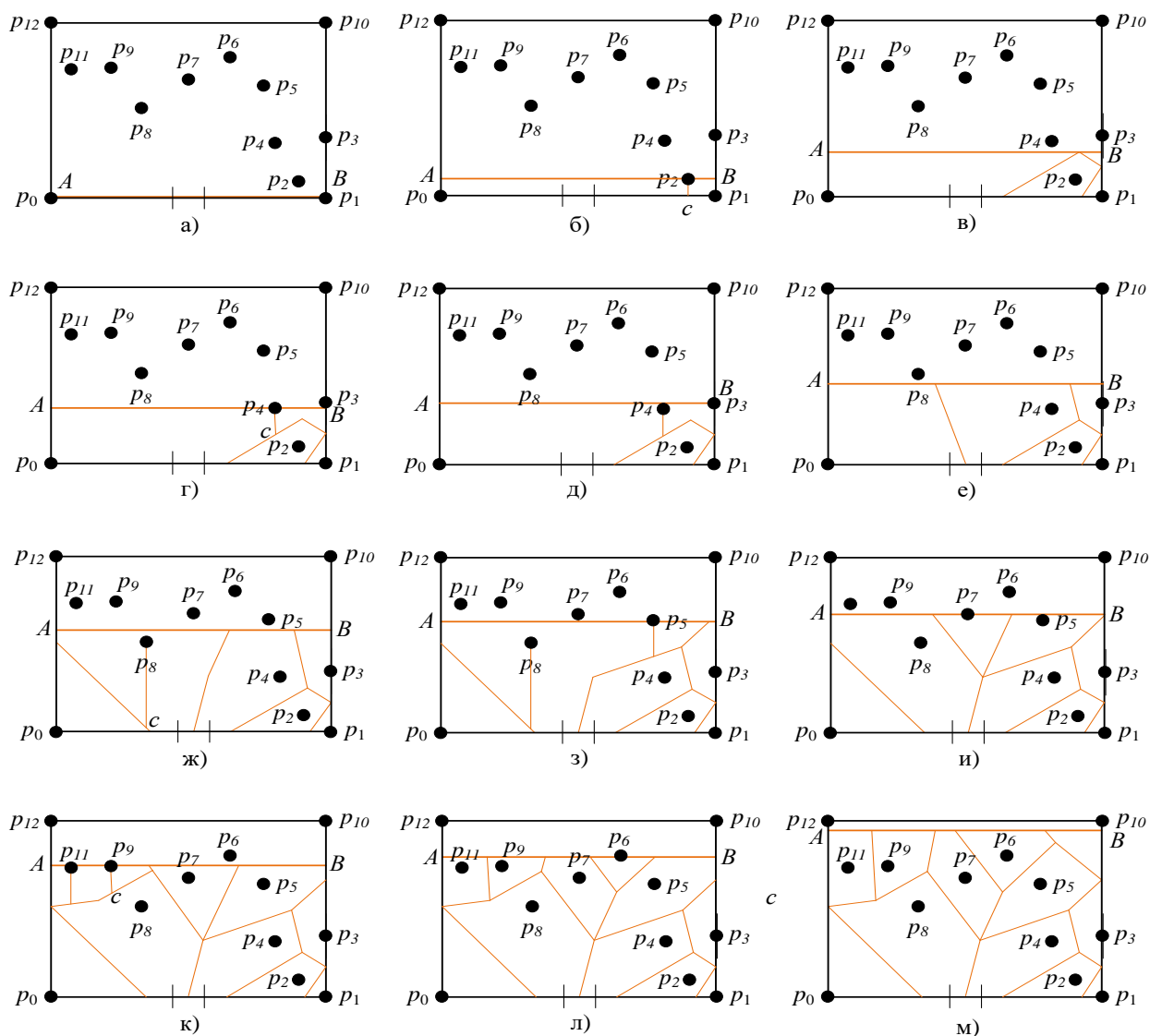


Рисунок 2.8 – Построение диаграммы Вороного алгоритмом Форчуна на примере модели плоскости

На рис. 2.9 представлен конечный результат построения диаграммы Вороного с помощью алгоритма Форчуна на примере модели плоскости. Из рис. 2.9 видно, что береговая линия АВ совпала с точками (пространственным ограничением) $P = \{p_{10}, p_{12}\}$.

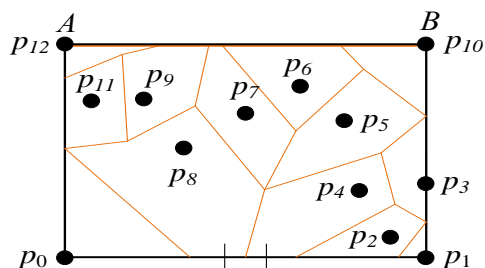


Рисунок 2.9 – Конечный результат построения диаграммы Вороного алгоритмом Форчуна на примере модели плоскости

Предложено использовать в работе алгоритм поиска пострадавших при ЧС и пожарах с применением диаграммы Вороного следующие элементы: пространственные ограничения, препятствия, пострадавшие, береговая линия, заметающая прямая. Разработана блок-схема алгоритма поиска пострадавших при ЧС и пожарах с использованием диаграммы Вороного, которая представлена на рис. 2.10.

Разработанная блок-схема алгоритма учитывает следующие основные условия, необходимые в процессе поиска пострадавших при ЧС и пожарах с использованием диаграммы Вороного и БПЛА как программного средства:

- пропустить тип события в начале очереди;
- обнаружен пострадавший с использованием диаграммы Вороного;
- береговая линия прошла заданную плоскость.

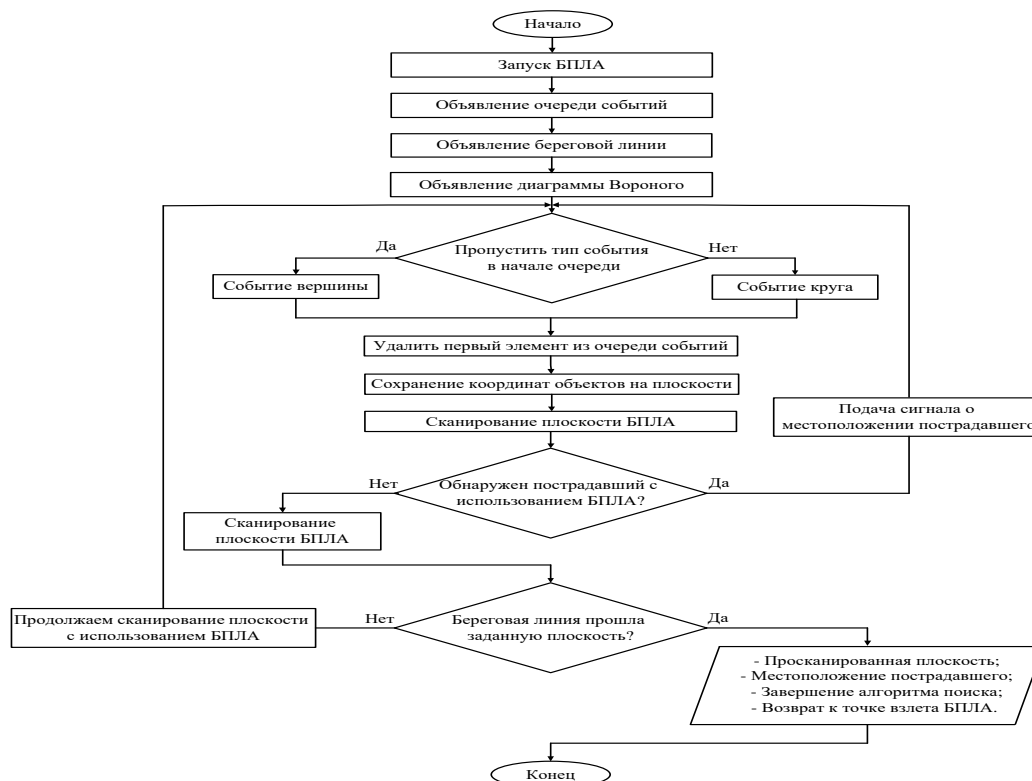


Рисунок 2.10 – Блок-схема алгоритма поиска пострадавших при ЧС и пожарах с использованием диаграммы Вороного [85]

Разработанные алгоритмы поиска пострадавших при ЧС и пожарах с использованием графов состояний пострадавших диаграммы Вороного можно использовать как в составе информационной системы предупреждения и ликвидации ЧС и пожаров (стационарных систем), так и в составе мобильных систем при проведении ПСР (приложение Г).

2.3. Разработка программного комплекса для проведения поисково-спасательных работ

2.3.1. Сравнение языков программирования и выбор языка программирования

Для проектирования ПК для проведения ПСР необходимо выбрать язык программирования по следующим параметрам:

- удобство разработки;
- возможность быстрого прототипирования;
- масштабирование;
- возможность быстрого поиска специалистов для усиления и расширения группы разработки;
- возможность без труда использовать данный язык для вывода данных в WEB-браузер;
- доступность различных систем разработки, библиотек и фреймворков для уменьшения количества написанного программного кода и как следствие уменьшения количества человекочасов на разработку.

В работе проанализировано 133 языка программирования по следующим критериям (табл. 2.1):

- использование по назначению;
- императив;
- объектно-ориентированный;
- функциональность;
- процедурный;
- общий;
- отражающий;
- событийный;
- другая парадигма;
- стандартизированный.

Таблица 2.1 – Сравнение языков программирования и выбор языка программирования

Язык	Использование по назначению	Императив	Объектно-ориентированный	Функциональная	Процедурный	Общий	Отражающий	Событийный	Другая парадигма (ы)	Стандартизированный?
Action Script 3.0	Применение на стороне клиента, веб	да	да	да				да		1966, ECMA
Ada	Применение, встроенный, в реальном времени, система	да	да		да	да			Одновременно, распределенная	1983, 2005, 2012, ANSI, ISO, ГОСТ 27831-88
Алдоры	Очень предметно-ориентированный, символные вычисления	да	да	да						нет
Алгол 58	Заявка	да								нет
Алгол 60	Заявка	да								1960, МФОИ WG 2.1, ISO
Алгол 68	Заявка	да							Параллельный	1968, МФОИ РГ 2.1, ГОСТ 27974-88
Атэдзи РХ	Параллельное применение		да						Пи исчисление	нет
APL	Применение, обработка данных	да	да	да	да	да	да	да	Массив-ориентированный, подразумеваемые	1989, ISO
Язык ассемблера	Генеральный	да							Любой синтаксис, как правило, весьма специфический, связанный с целевым процессором	нет
AutoHotkey	Автосатизации GUI (макросы), весьма предметно-ориентированный	да	да		да			да		нет
AutoIt	Автосатизации GUI (макросы), весьма	да			да			да		нет

Продолжение таблицы 2.1

Язык	Использование по назначению	Императив	Объектно-ориентированный	Функциональная	Процедурный	Общий	Отражающий	Событийный	Другая парадигма (ы)	Стандартизованный?
	предметно-ориентированный									
Удар	Shell, сценарии	да			да					
Балерина	Интеграция, подвижен, на стороне сервера, общее	да	да	да	да			Да	Одновременно, транзакционный, статический и сильно типизированное программирование, схематичное программирование	2018 Де-факто стандарт по спецификации Балерина языка
Бейсик	Применение, образование	да			да					1983, ANSI, ISO, ECMA
BBJ	Применение, бизнес, веб		да		да					нет
BeanShell	Применение, сценарии	да	да	да			да			
BITC	Система	да		да						нет
BLISS	Система				да					нет
BlitzMax	Применение, игра	да	да		да		да			нет
Синий	Образование	да	да			да				нет
Бу	Заявка									нет
Вго	Предметно-ориентированный, приложение	да						да		нет
С	Применение, система общего назначения, низкоуровневые операции	да			да	да				1989, ANSI C89, C90 1ISO, ISO C99, C11 ISO
С ++	Применение, система	да	да	да	да	да				1988, ISO/IEC 2003, ISO/IEC 2011, ISO/IEC 2014

Продолжение таблицы 2.1

Язык	Использование по назначению	Императив	Объектно-ориентированный	Функциональная	Процедурный	Общий	Отражающий	Событийный	Другая парадигма (ы)	Стандартизированный?
C #	Применение,	да	да	да	да	да	да	да	Структурированная, одновременно	2000, ECMA, ISO
Гори		да	да	да						
Чистый	Генеральный			да		да				нет
Clojure	Генеральный			да					Параллельный	нет
CLU	Генеральный	да	да		да	да				нет
Кобол	Применение, бизнес	да	да		да					ANSI X3.23 1968, 1974, 1985; ISO/IEC 1989:1985, 2002, 2014
Кобра	Применение, бизнес, веб	да	да	да		да	да			нет
ColdFusion (CFML)	Web		да		да					нет
Common Lisp	Генеральный	да	да	да	да	да	да	да	Расширяемый синтаксис, массив-ориентированный, синтаксические макросы, множественная диспетчеризация, одновременно	1994, ANSI
COMAL 80	Образование	да			да					нет
Кристалл	Общее назначение	да	да	да	да				Альфа-стадин	нет
Cython	Применение, численное вычисление	да	да	да			да		Аспект-ориентированного	нет
D	Применение, система	да	да	да	да	да	да	да	Порождающая, одновременно	нет
Дротик	Применение, веб-сервер на стороне, мобильный IoT	да	да	да					Структурированная	

Продолжение таблицы 2.1

Язык	Использование по назначению	Императив	Объектно-ориентированный	Функциональная	Процедурный	Общий	Отражающий	Событийный	Другая парадигма (ы)	Стандартизированный?
Dylan	Заявка		да	да						нет
Eiffel	Общее, приложение, бизнес, на стороне клиента, на стороне сервера, веб (EWF)	да	да	да		да	Да Эрл-Г	Да Агент ы	Распределенная SCOOP, Пустоты сейф	2005, ECMA, ISO
Эликсир	Применение, распределенный			да				да	Одновременно, распределенная	нет
Erlang	Применение, распределенный			да				да	Одновременно, распределенная	нет
Эйфория	Заявка				да		да			нет
Фактор	Генеральный			Можно рассматривать как					Стекло-ориентированный	нет
FP				да						нет
F #	Заявка	да	да	да		да				нет
Вперед	Генеральный	да		Можно рассматривать как					Стекло-ориентированный	1994, ANSI
Фортран	Применение, численное вычисление	да	да		да	Да				1966, ANSI 66, ANSI 77, MIL-STD-1753, ISO 90, ISO 95. ISO 2003, ISO/IEC 1539-1:2010 (2008)
FreeBASIC	Применение, численное вычисление	да	да		да	да				нет
G2	Применение, умозаключение, экспертная система	да	да					да	Общая графическая среда разработки и выполнения	нет
Gambas	Заявка	да	да					да		нет

Продолжение таблицы 2.1

Язык	Использование по назначению	Императив	Объектно-ориентированный	Функциональная	Процедурный	Общий	Отражающий	Событийный	Другая парадигма (ы)	Стандартизированный?
Game Maker Language	Применение, игры	да	да					да		нет
GLBasic	Применение, игры	да	да		да				Простой объектно-ориентированный	нет
Идти	Применение, веб-сервер на стороне	да			да		да	да	Параллельный	Де-факто стандарт по спецификации Go языка
Gosu	Применение общие, сценарии, веб	да	да			да	да			нет
GraphTalk	Заявка		да						Логика	нет
Groovy	Применение, общие сценарии, веб	да	да	да					Аспект-ориентированный	В процессе, JCP
Гавань	Применение, бизнес, обработка данных, общий, веб	да	да	да	да	да	да		Декларативный	нет
Haskell	Заявка			да		да			Ленивые вычисления	2010, Haskell 2010
Нахе	Применение, общие, веб	да	да	да		да	да			нет
HyperNext	Применение, обазование				да			да	Слабо типизированным	нет
HyperTalk	Применение, RAD, общее		да					да	Слабо типизированным	неизвестный
Ю	Применение, хост-управляемые сценарии	да	да							нет
IPL	Генеральный			да						неизвестный
ISLISP	Генеральный	да	да	да		да				1997, ISO
J	Обработка данных								Массив-ориентированный, подразумеваемый	нет

Продолжение таблицы 2.1

Язык	Использование по назначению	Императив	Объектно-ориентированный	Функциональная	Процедурный	Общий	Отражающий	Событийный	Другая парадигма (ы)	Стандартизованный?
JADE	Применение, общие сценарии, веб	да	да							нет
Джава	Применение, бизнес, на стороне клиента, мобильная разработка, на стороне сервера, веб	да	да	да	да	да	да	да	Параллельный	Де-факто стандарт по спецификации языка Java
JavaScript	На стороне клиента, на стороне сервера, веб	да	да	да	да		да	да	Прототип на основе	1997, ECMA
Радость	Исследование			да					Стек-ориентированный	нет
Юля	Общие, технические вычисления	да	да	да	да	да	да		Множественная диспетчеризация, мета, скалярное и массив-ориентированный параллельно, распределены («облако»)	нет
К	Обработка данных, бизнес								Массив-ориентированный, подразумеваемый	неизвестный
Котлин	Применение, мобильная разработка, на стороне сервера, на стороне клиента, веб	да	да	да		да	да			нет
LabVIEW (G)	Применение, промышленные измерительные приборы, автоматизация	да	да	да				да	Поток данных, визуальный	нет

Продолжение таблицы 2.1

Язык	Использование по назначению	Императив	Объектно-ориентированный	Функциональная	Процедурный	Общий	Отражающий	Событийный	Другая парадигма (ы)	Стандартизированный?
Шепелявость	Генеральный			да						неизвестный
LiveCode	Применение, RAD, общее		да					да	Слабо типизированный	нет
Logtalk	Искусственный интеллект, применение		да				да	да	Логика	нет
LSL	Виртуальные миры сценарии контента и анимация	да			да			да	Сценарии существуют объекты в мире	да
Lua	Применение, встроенные скрипты	да	да	да	да		да		Аспект-ориентированный	нет
Кленовый	Символьные вычисления, численные вычисления	да	да	да	да				Распределенный	нет
Mathematica	Символический язык	да	да	да	да				Логика, распределенная	нет
MATLAB	Очень предметно-ориентированный, численные вычисления	да	да		да					нет
Modyle-2	Применение, система	да				да				1996 ISO
Modyle-3	Заявка	да	да			да				Нет
MUMPS (M)	Применение, базы данных	да			да				Одновременно, многопользовательские, NoSQL, обработка транзакций	1977, ANSI
Nim	Применение общая, веб, сценарии, система	да	да	да	да	да	да		Множественная диспетчеризация, параллельная мета	нет
Oberon	Применение, система	да	да							нет

Продолжение таблицы 2.1

Язык	Использование по назначению	Императив	Объектно-ориентированный	Функциональная	Процедурный	Общий	Отражающий	Событийный	Другая парадигма (ы)	Стандартизованный?
Object Pascal	Применение, общее, мобильное приложение, веб	да	да		да	да	да	да	Структурированная	нет
Objective-C	Применение общего	да	да		да		да		Параллельный	нет
OCaml	Применение общего	да	да	да	да	да				нет
Оккам	Генеральный	да			да				Одновременно, ориентированный на процесс	нет
Ора	Веб-приложение	да		да		да			Распределенный	нет
OpenLisp	Общее, врезанный Лиси двигателя	да	да	да		да				Заменяет ISLISP, ISO
Oxgene	Заявка	да	да			да				нет
Oz-Модарт	Применение, распространение, образование	да	да	да					Одновременно, логика	нет
Паскаль	Применение, образование	да			да					1983, ISO
Perl	Применение, сценарии, обработки текста, Web	да	да	да	да	да	да			нет
Perl 6	Сценарии, обработки текста, клей	да	да	да	да	да	да		Аспект-ориентированный, массив, ленивые вычисления, множественные доставки, метапрограммирование	да
PHP	Серверный, веб-приложений, веб	да	да	да	да		да			«Де-факто» стандарт по спецификации языка и запросов на

Продолжение таблицы 2.1

Язык	Использование по назначению	Императив	Объектно-ориентированный	Функциональная	Процедурный	Общий	Отражающий	Событийный	Другая парадигма (ы)	Стандартизованный?
										комментарии (RFC)
PL/I	Заявка	да	да		да					1969, ECMA-50 (1976)
Плюс	Применение, развитие системы	да			да					нет
PowerShell	Администрация, применение, сценарии	да	да	да	да		да		Трубопровод	нет
Пролог	Применение, искусственный интеллект								Логика, декларативный	1995, ISO
PureBasic	Заявка				да					нет
Питон	Применение общее, веб, сценарии, искусственный интеллект, научные вычисления	да	да	да	да		да	да	Аспект-ориентированного	«Де-факто» стандарт с помощью предложений Python Enhancement (ВПД)
Р	Применение, статистика	да	да	да	да		да			нет
Рэкет	Образование, вообще, скриптинг		да	да	да		да		Модульная, логика, мета-	нет
REALbasic	Заявка				да					неизвестный
Rebol	Распределенный	да	да	да	да		да	да	Dialected	нет
RPG	Применение, система	да			да					нет
Рубин	Применение, скрипты, веб	да	да	да			да		Аспект-ориентированный	2011 (JIS X 3017), 2012 (ISO/IEC 30170)
Ржавчина	Применение, система	да	да	да	да	да			Параллельный	нет

Продолжение таблицы 2.1

Язык	Использование по назначению	Императив	Объектно-ориентированный	Функциональная	Процедурный	Общий	Отражающий	Событийный	Другая парадигма (ы)	Стандартизованный?
S	Применение, статистика	да	да	да	да					нет
Сленг	Применение, числовой скриптинг	да			да					нет
Scala	Применение, распространение, веб	да	да	да		да	да	да		Де-факто стандарт по спецификации Scala Language (SLS)
Схема	Образование, вообще			да					Расширяемый синтаксис	1998, R ⁶ RS
Seed7	Применение общие, сценарии, веб	да	да			да	да		Мульти-парадигма, расширяемый, структурированные	нет
Симула	Образование, общее	да	да					да	Дискретного моделирования событий, многопоточный (квази-параллельное выполнение программы)	1968
Small Basic	Применение, образование, игры	да						да	Компонентно-ориентированная	нет
Болтовия	Применение, общий, бизнес, искусственный интеллект, образование, веб	да	да	да	да		да	да	Одновременно, декларативный	1988, ANSI
Сновол	Обработка текста									неизвестный
Стандартный ML	Заявка	да		да		да				1997, SML '97
Стриж	Применение общего	да	да	да	да	да	да	да	Одновременно, Мульти-парадигма	нет

Продолжение таблицы 2.1

Язык	Использование по назначению	Императив	Объектно-ориентированный	Функциональная	Процедурный	Общий	Отражающий	Событийный	Другая парадигма (ы)	Стандартизированный?
Tcl	Применение скрипты, веб	да	да	да	да		да	да		нет
Visual Basic	Применение, RAD, образование, бизнес, общее, (включая VBA), автоматизация делопроизводства	да	да			да		да	Компонентно-ориентированная	нет
Visual Basic .NET	Применение, RAD, образование, Интернет, бизнес, общее	да	да	да	да	да	да	да	Структурированная, одновременно	нет
Visual FoxPro	Заявка		да						Ориентированные на данные, логика	нет
Visual Prolog	Заявка	да	да	да				да	Декларативная, логика	нет
Вольфрам Язык	Символический язык	да	да	да	да				Логика, распределенная	нет
XL		да	да						Концепция программирования	нет
Hojo	Применение, RAD, вообще, веб	да	да		да		да	да		нет
XPath/XQuery	Базы данных, обработка данных, сценариев			да					Дерево-ориентированной	W3C XPath 1 тысячу девятьсот девяносто девять, 2010 XQuery 1, 2014 XPath/XQuery 3.0
Cache Object Script	Прикладное программирование	да	нет	да	да				Параллельный	нет

Исходя из результатов анализа языков программирования (табл. 2.1) можно сделать вывод, что для разработки ПК для проведения ПСР подходят языки с возможностью их использования в браузерах, так как для быстрого прототипирования оптимальна будет динамическая типизация [38].

2.3.2. Выбор инструментов разработки (подтипов языка, фреймворков) ECMAScript

Есть минимум 2 транспайлера (babeljs и traceour), хорошо выполняющие свою работу и используемые в качестве основы для построения других скриптовых языков программирования.

Их недостатки:

- они тянут некоторые проблемы JavaScript-а с собой (типы);
- они требуют переделки процесса сборки (чтобы состыковать новые модули с уже существующими).

Их достоинство:

- стандарт.

CoffeeScript - лаконичный (в плане синтаксиса) JavaScript, вдохновленный Ruby. JavaScript является валидным CoffeeScript программным кодом. CoffeeScript позволяет писать более компактный код по сравнению с JavaScript.

Его недостатки:

- неясно будущее технологии;
- сложнее будет найти программистов (или придется тратить время на обучение);
- возникают новые проблемы в связи с новой семантикой.

Его достоинство:

- лаконичность.

Flowtype - фейсбукское изобретение.

Его недостатки:

- решается 1 задача, в то время как проблем много.

Его достоинство:

- минимально требуемые изменения;
- решается только 1 задача.

Dart - разработка компании Google, переходный мост между JavaScript и Java. Отличные доки, опциональные аннотации типов. Интеграция с ide, свой способ определения пакетов, компилируется в JavaScript, но выдает много своего лишнего программного кода.

Его недостатки:

- если прекратят поддержку проекта, никто не сможет продолжить его развитие. Не так много проектов завязано на Dart (несмотря даже на то, что стандарт открыт);

- сложно использовать существующий программный код вместе с Dart.

Возможно, но сложно.

Его достоинство:

- богатая стандартная библиотека;
- хороший язык программирования, вобравший сильные стороны как Java, так и JavaScript.

TypeScript - надмножество JavaScript, с опциональной типизацией, интерфейсами, и возможностями ES6, продвинутый Flowtype (так как есть интерфейсы и миксины) + ES6. Разработка компании Microsoft, тем не менее open-source. JavaScript – это валидный TypeScript. Отличная поддержка IDEA. Положительные сигналы от комьюнити: ангуляр, на который завязаны многие разработчики, собирается использовать TypeScript в дальнейших версиях продукта. Типы учитываются только во время написания программного кода (как и в Dart), компилируемая в чистый (в плане формы) JavaScript [95].

Его недостатки:

- не стандарт.

Его достоинство:

- добавит строгости на уровне синтаксиса языка программирования, позволит использовать возможности ES6;

- решает больше проблем, чем приносит риски.

Из проведенного обзора инструментов разработки следует, что TypeScript, по сравнению с аналогичными языками программирования подходит для проектирования ПК для проведения ПСР.

2.3.3. Математическая модель концептуальной схемы базы данных устойчивой программной системы

В связи с развитием информационных технологий существует необходимость анализа и оценки устойчивости применяемого на этих объектах специального программного обеспечения (СПО) [34].

Разработка структуры БД – один из главных этапов синтеза СПО, от успешности и точности действий на котором зависит итоговая устойчивость СПО. Согласно классическим правилам проектирования БД [39], фаза анализа и проектирования БД, работы по которой выполняет проектировщик (разработчик структуры БД) на одном из этапов жизненного цикла БД, включает в себя следующие процессы:

- формулирование и анализ требований;
- концептуальное проектирование;
- проектирование реализации;
- физическое проектирование.

Фаза реализации и функционирования БД включает в себя процессы:

- реализация БД;
- анализ функционирования и поддержка;
- модификация и адаптация.

Формулирование и анализ требований при синтезе СПО иногда трактуются как концептуальная фаза и фаза подготовки программного предложения [30]. Все иные процессы, перечисленные выше, составляют фазу проектирования, включая БД ТПС [22].

Разработка технического задания (ТЗ) с требованиями к ТПС – только седьмой пункт из девяти предложенных, а первые шесть – предварительная работа, в том числе и по синтезу СПО. И самое важное: ТЗ «будет представлять из себя БД после месяца работы». То есть схема БД, описанная после пяти месяцев работы и внедрения, станет основой для написания ТЗ, в котором будут изложены «требования к программе». В табл. 2.2 даны этапы разработки ТПС [38].

Таблица 2.2 – Этапы разработки ТПС

№	Название	Время
1	Ознакомление с задачей	1 неделя
2	Выполнение пилот-проекта (муляж БД, дать представление о том, как будет работать итоговая версия)	1 неделя
3	Разработка первого варианта рабочего проекта (зависит от сложности задачи)	Примерно 2 месяца
4	Испытание (одному-двум сотрудникам будет поручена работа с БД, за это время будут сделаны необходимые изменения)	2 недели
5	Инсталляция клиентской части БД на все рабочие места, подключение к серверной части. Сотрудникам предоставляется выбор – работать по-старому или с БД	1 месяц
6	Внедрение	1 месяц
7	Разработка ТЗ (в ТЗ включается БД, сформированная после месяца работы с ней; изложены требования к программе)	2 недели
8	Работа согласно ТЗ	1 месяц
9	Сдача работы	1 неделя

Концептуальное проектирование при реальной работе над БД для конкретной ТПС включает в себя опрос перспективного пользователя и формулирование в письменной форме списка возможных полей БД. Проектирование реализации включает в себя также выбор инструментальных средств для последующего физического проектирования. Физическое проектирование при реальной работе программиста над ТПС заключается в написании кода на специальном языке или в

работе с программой конфигурации таблиц БД, что совпадает с прописанной в учебниках стадией реализации БД (исключая синтез прикладных программ).

Реализация БД с помощью инструментальных средств системы управления базой данных (СУБД) до момента начала синтеза прикладных программ подразумевало описание её структуры в редакторе, позволявшем описывать поля БД, их названия, тип, длину и другие свойства в зависимости от средства. Такой подход подразумевал наличие в голове разработчика чёткой концептуальной схемы БД ТПС. Ее собственно и формировали процессы с 1-го по 6-й в табл. 2.2.

Особо нужно подчеркнуть, что для двух разных разработчиков на языке одной СУБД она часто была различной даже для одного и того же ТЗ. Концептуальное проектирование структуры БД для любой ТПС всегда сводится к диалогу между представителями заказчиков и разработчиков. По его результатам составляется некий промежуточный документ описательного характера, содержащий сведения о работе заказчика и о том, как заказчик хочет видеть результаты труда разработчика. Этот документ является прототипом ТЗ (п. 7 табл. 2.2).

Концептуальная схема БД ТПС строится исходя из данных, которые предполагается пользователь будет вводить в БД со своего автоматизированного рабочего места, из введённых данных и правил преобразования первых во вторые. Исходя из этого, можно построить информационную формулу ТПС.

Математическую модель концептуальной схемы БД ТПС предложено построить на основе теории множеств. Пусть имеется некий список вводимых данных, перечень которых установлен на этапе формулирования требований к СПО:

$$S_{вх} = (a_{вх1}, a_{вх2}, \dots, a_{вхn}), \quad (2.11)$$

где $a_{вх1}, a_{вх2}, \dots, a_{вхn}$ – поля БД,

и список выходных данных, установленный на том же этапе:

$$S_{вых} = (a_{вых1}, a_{вых2}, \dots, a_{выхn}), \quad (2.12)$$

где $a_{вых1}, a_{вых2}, \dots, a_{выхn}$ – также поля БД.

$S_{\text{ВХ}}$ является подмножеством $S_{\text{ВЫХ}}$ в общем случае. Часть данных из $S_{\text{ВЫХ}}$ может быть получена путём расчётов и не войдет в $S_{\text{ВХ}}$, а часть – пополнит список $S_{\text{вх}}$. Обозначив список дополнений как

$$S_{\text{дон}} = (a_{\text{дон}1}, a_{\text{дон}2}, \dots, a_{\text{дон}n}), \quad (2.13)$$

где $a_{\text{дон}1}, a_{\text{дон}2}, \dots, a_{\text{дон}n}$ – дополнительные поля БД;

$$S_{\text{расч}} = (a_{\text{расч}1}, a_{\text{расч}2}, \dots, a_{\text{расч}n}), \quad (2.14)$$

где $a_{\text{расч}1}, a_{\text{расч}2}, \dots, a_{\text{расч}n}$ – расчетные поля БД, можем получить простую формулу:

$$S_{\text{вых}} = S_{\text{вх}} \cup S_{\text{расч}} \cup S_{\text{дон}}. \quad (2.15)$$

Если исключить из (2.15) расчетные поля, то получим отсутствие транзитивности – требование, необходимое для того, чтобы БД находилась в (2.13) в нормальной форме. Поэтому окончательная информационная формула ТПС, содержащая список полей, может быть представлена в виде

$$S_{\text{вых}} = S_{\text{вх}} \cup S_{\text{дон}}. \quad (2.16)$$

Впоследствии данный список может уточняться по мере разработки ТПС. При этом $S_{\text{вых}}$ является множеством полей БД ТПС, на котором ведется поиск пострадавших.

Далее рассмотрим то, как это технически реализуется на практике.

После получения примерного списка полей БД программист или проектировщик БД приступает к его анализу и построению логической структуры БД для всего СПО. На этом этапе выясняется то, какие данные и как необходимо хранить организационно. Целью логического проектирования является получение такой структуры БД (списка таблиц и полей в них), которая была бы наименее избыточной по отношению к хранящимся в ней данным.

Список с такой информацией может быть отсортирован по какому-то параметру или его значению. В общем виде он представляет собой многоуровневое дерево, сходное с графом иерархии требований на 4-м и 5-м уровнях его иерархии. Далее будем называть это дерево деревом информационной схемы приложения (ДИСП), так как ТПС и приложение для разработчика понятия одинаковые. Корнем его является элемент списка (номер условной «карточки»), первым уровнем –

параметр, а следующим – значение этого параметра. Помимо этого, для значений, которые допускают выбор из нескольких значений (поля со списком или классификатором) в дереве появляется четвертый уровень. Будем называть элемент списка (корень ДИСП) вместе с деревом значений по нему информационной единицей хранения (ИЕХ).

После уточнения реляционной модели на стадии логического проектирования происходит её нормализация. Следует уточнить, что далее по тексту реляционная модель, информационная модель данных предметной области приложения в терминах CASE-технологии, информационная модель приложения, информационные схемы приложения будут употребляться для обозначения одного понятия – ДИСП. Следует отметить также, что абстрактными программистами или людьми, связанными с технологиями синтеза приложений при помощи языка высокого уровня программирования, термины «прикладная область» и «предметная область» используются для обозначения тождественных по сути понятий.

На стадии физического проектирования ответственный за реализацию сотрудник организации – разработчика БД ТПС выполняет физическое описание полей по схеме: название, тип, длина, дополнительные данные о поле.

В «дополнительных данных о поле» может быть указано, например, число знаков после запятой. В зависимости от средства программирования (автоматизации или проектирования БД) и типов данных, им поддерживаемых или указанных в параметре «тип», параметры «длина» и «дополнительные данные о поле» могут меняться. Эти данные заносят в таблицу БД, представляющую собой текстовое описание в файле БД или отдельный файл. Далее на стадии реализации проекта СПО на инструментальном средстве указанная физическая структура БД может создаваться средствами системы программирования. Помимо собственно таблиц БД на этом этапе инструментальными средствами создаются описания индексных файлов и ограничения целостности данных. Могут выполняться и другие операции технологии клиент-сервер языковыми средствами той СУБД, при помощи которой БД создавалась.

Корень многоуровневого дерева информационной схемы приложения реализуется с использованием одной большой таблицы БД, содержащей в качестве полей максимально возможную информацию об ИЕХ. Вспомогательные таблицы БД (файлы БД для локальных БД) используются чаще всего для определения классификаторов (списков, словарей, ограничений, перечислений), которые нужны для ввода значений в ИЕХ. В них заносится так называемая статическая информация, время изменения которой по сравнению со временем изменения информации в главной таблице во много раз ниже.

Помимо реализации собственно логической структуры БД необходимо описание большого количества связей данной структуры с теми файлами, которые будут хранить необходимую информацию, а также настройка соответствующих профилей операционной системы (ОС). Профили ОС используются для хранения данных о пользователе или приложении, им используемом. В них указываются такие данные, как имя пользователя, пароль, папки и файлы, используемые пользователем, папки, используемые для поиска основных и дополнительных файлов приложения, общее число открываемых файлов, размеры выделяемой приложению памяти и другие важные, но не имеющие отношения к ДИСП данные. Сходные метаданные могут храниться и в СУБД.

При использовании подхода, основанного на базовом классе задач автоматизации (БКЗА), время и трудозатраты на этом этапе могут быть сокращены при помощи создания инструментария, позволяющего большую часть данных операций выполнять автоматически. Появление хорошо отлаженного инструментария, написанного по понятным правилам, позволяет также существенно повысить устойчивость создаваемого СПО. Реализация такого инструментария может отличаться для различных инструментальных средств. При этом его спецификации на различных платформах будут одинаковы. В этом случае возможна его разработка в качестве отдельного объекта СПО, устойчивость СПО будет значительно выше, чем при его синтезе традиционными методами.

Составной частью подобного инструментария является подход к предметным областям на основе БКЗА. В этом случае предусматривается, что данные любых предметных областей могут рассматриваться как составная большая таблица, содержащая условные «карточки» ИЕХ. При этом при необходимости такая

таблица может быть дополнена деревом, содержащим определенные позиции группировки, что позволит разделить общую таблицу на удобные для обработки части. Это не только существенно сократит трудозатраты на реализацию БД, но и позволит повысить устойчивость СПО за счет гарантированно отлаженного и надёжно работающего инструментария [22].

2.3.4. Выбор базы данных

Рассмотрим и осуществим выбор БД ТПС, необходимой для хранения данных, полученных с ПК для проведения ПСР [93].

Таблица 2.3 - Выбор базы данных

№ п/п	СУБД	Тип	Разработчик	Операционная система	Лицензия	Исходный код	Стабильность	Популярность	Поддержка
1	Oracle Database	Мульти-модельная	Oracle Corporation	Linux, Microsoft Windows, Oracle Solaris, IBM AIX, HP-UX	Коммерческая	Закрытый	+	+	Платная
2	MySQL	Реляционная	Oracle Corporation	Linux, Microsoft Windows, Oracle Solaris, macOS, FreeBSD	GNU GPL и коммерческая	Открытый	+	+	Платная
3	SQL Server	Реляционная	Microsoft	Linux, Microsoft Windows	Коммерческая	Закрытый	+	+	Бесплатная
4	PostgreSQL	Объектно-реляционная	PostgreSQL Global Development Group	Linux, Microsoft Windows, Oracle Solaris, IBM AIX, macOS, HP-UX, QNX	Свободное и открытое программное обеспечение, разрешительная лицензия	Открытый	+	+	Платная

Продолжение таблицы 2.3

№ п/п	СУБД	Тип	Разработчик	Операционная система	Лицензия	Исходный код	Стабильность	Популярность	Поддержка
5	MongoDB	Документно-ориентированная	MongoDB Inc.	Linux, Microsoft Windows, Oracle Solaris, FreeBSD, macOS	GNU AGPL (СУБД) и Apache License (драйверы)	Открытый	+	+	Платная
6	MariaDB	Реляционная	MariaDB Corporation, MariaDB Foundation	Linux, Microsoft Windows, Oracle Solaris, FreeBSD, macOS	GNU GPL	Открытый	-*	-	Платная
7	DB2	Объектно-реляционная	IBM	Linux, Microsoft Windows, Oracle Solaris, FreeBSD, macOS	Проприетарная EULA	Закрытый	+	-	Бесплатная***
8	SAP HANA	Реляционная, in-memory	SAP SE	Linux**	Коммерческая	Закрытый	+	-	Платная
9	ЛИНТЕР	Реляционная	РЕЛ ЭКС	Linux, Microsoft Windows, Oracle Solaris, FreeBSD, macOS, QNX, ИНТРОС	Коммерческая	Закрытый	+	-	Бесплатная****
10	Ред База Данных	Реляционная	Ред Софт	Linux, Microsoft Windows, Oracle Solaris, FreeBSD, HP-UX	GNU GPL	Открытый	+	-	Платная

На основе проведенного обзора БД делаем вывод о том, что для создания БД ТПС подходит PostgreSQL потому что БД обладает рядом преимуществ по

сравнению с аналогами: тип (объектно-реляционная); лицензия (свободное и открытое ПО, разрешительная лицензия); исходный код (открытый).

2.3.5. Выбор фреймворка для разработки программного комплекса

Для быстрого прототипирования процесса, а также для дальнейшего удобства разработки и поддержки ПК для проведения ПСР необходимо использовать фреймворк, который даёт важные возможности (компонентный подход, высокую скорость, простоту и масштабируемость) (таблица 2.4).

Таблица 2.4 - Таблица сравнения

№	Необходимое	Angular	React	Vue
1	Разработчик	Google	Facebook	Alibaba
2	Популярность	2	1	3
3	Фреймворк/библиотека	Фреймворк	Библиотека	Библиотека
4	Компонентный подход	+	+	+
5	Управление State	NgRx+RxJs	Redux	Vuex
6	Простота	3	1	2
7	Кривая обучения	3	2	1
8	Масштабируемость	+	+	+
9	Скорость разработки	3	1	2
10	Интеграция сторонних	+	+	+
11	Экосистема	2	1	3
12	Поддержка легаси	Typescript	JSX	JS
13	Хорошая документация	+	+	+
14	Шаблоны	TS html CSS/Sass/Less	TS JSX CSS/Sass/Less	CSS/Sass/Less Html
15	CLI	+	+	+

На основе проведенного обзора фреймворков делаем вывод о том, что для удобства разработки и поддержки ПК для проведения ПСР подходит фреймворк React [94].

Методология разработки программного обеспечения (ПО) представлена на рис. 2.11.

На данной схеме представлен этап разработки ПО, начиная от анализа разработки ПК для проведения ПСР, т.е. все необходимые зависимости для старта разработки (язык программирования, среда разработки, инструментарий и средства).

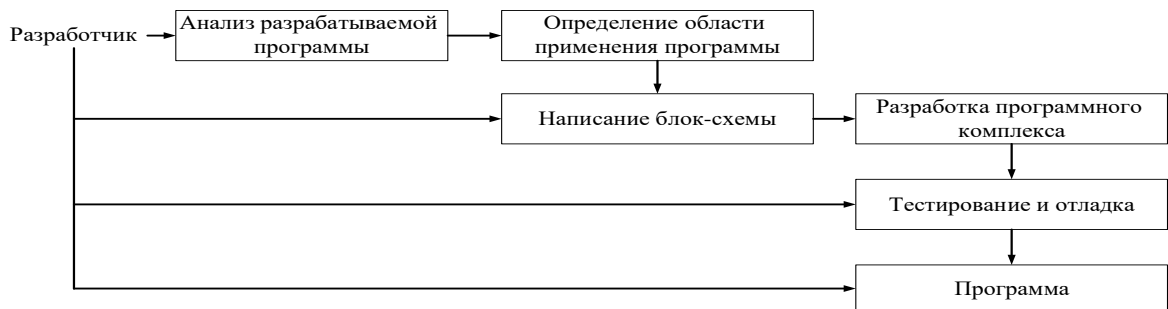


Рисунок 2.11 – Методология разработки ПО

Далее следует выбор области применения программы (потребность, аналоги, причины разработки подобного продукта), разработка блок-схемы (архитектура разрабатываемого проекта, алгоритм процесса разработки), разработка ПК для проведения ПСР (этапы разработки, подготовка репозитория), и последний шаг перед выходом готового продукта – тестирование и отладка (комплекс мер по поддержанию качества отладки багов, написания unit тестов, функциональное и отладочное тестирование). Предложена архитектура разработки методологии ПО (рис. 2.12).



Рисунок 2.12 – Архитектура разработки методологии ПО

Разработана функциональная структура информационной системы поддержки принятия управленческих решений во Вьетнаме на основе ПК для проведения ПСР (рис. 2.13).

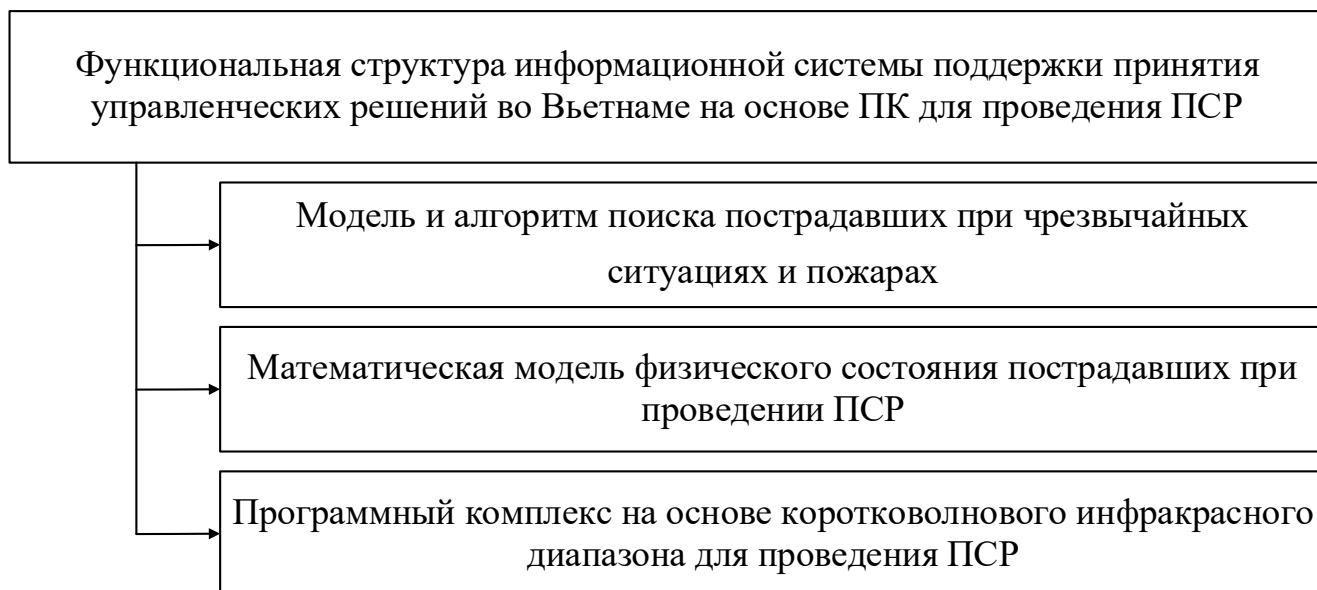


Рисунок 2.13 – Функциональная структура информационной системы поддержки принятия управленческих решений во Вьетнаме на основе ПК для проведения ПСР

Выводы по второй главе

1. Разработана математическая модель физического состояния пострадавшего при проведении поисково-спасательных работ на основе графов состояния пострадавшего и марковских процессов, что позволяет сократить время на принятие решения по выбору способа поиска и обнаружения пострадавших и увеличить вероятность извлечения живых пострадавших из завалов.

2. Разработаны модель и алгоритм поиска пострадавших при чрезвычайных ситуациях и пожарах с использованием диаграммы Вороного, позволившие минимизировать время обнаружения пострадавших.

3. Проанализированы языки программирования по следующим критериям: использование по назначению; императив; объектно-ориентированный;

функциональность; процедурный; общий; отражающий; событийный; другая парадигма; стандартизированный. На основе проведенного анализа выбран для реализации язык программирования TypeScript для разработки программного комплекса на основе системы коротковолнового инфракрасного диапазона для проведения поисково-спасательных работ.

4. Разработана математическая модель концептуальной схемы базы данных типовой программной системы информационной системы поддержки принятия управленческих решений во Вьетнаме на основе программного комплекса для проведения поисково-спасательных работ.

5. Проанализировано 10 баз данных. На основе проведенного анализа выбрана база данных PostgreSQL для решения задачи диссертационного исследования.

6. Проанализировано 3 фреймворка по 15 параметрам, выбран фреймворк React для удобства разработки и поддержки ПК для проведения ПСР.

7. Предложена функциональная структура информационной системы поддержки принятия управленческих решений во Вьетнаме на основе программного комплекса для проведения поисково-спасательных работ.

ГЛАВА 3. ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ПОИСКОВО-СПАСАТЕЛЬНЫХ РАБОТ В УСЛОВИЯХ ДЫМА, ТУМАНА, ДОЖДЯ

3.1. Модель и алгоритм работы информационной системы поддержки принятия управленческих решений

Поддержка принятия управленческих решений при проведении ПСР в условиях пожара является одним из важнейших путей снижения времени обнаружения пострадавших. Использование в практической деятельности информационных технологий, связанных с поддержкой принятия управленческих решений, позволяет принимать обоснованные профессиональные решения, снизить человеческий (эмоциональный) фактор, а также повысить качество управления силами и средствами, сократить время поиска.

Необходимость внедрения информационной системы в практическую деятельность вызвана увеличением числа спасенных при проведении ПСР в условиях пожара.

В работе [21] рассмотрен вопрос о физическом состоянии пострадавших при проведении ПСР, полученные результаты можно применить при проведении ПСР в условиях пожара (приложение Г).

Определена взаимосвязь условий, действий пожарных и программных средств информационной системы при проведении ПСР в условиях пожара [48], которая представлена в табл. 3.1.

Таблица 3.1 – Взаимосвязь условий, действий пожарных и информационной системы при проведении ПСР в условиях пожара

Анализ (условия)	Действия пожарных	Информационная система
1) Погодные условия 1.1. Ветер; а) слабый; б) сильный; 1.2. Дождь: а) слабый; б) сильный;	1) Визуальное обследование участка. Возможно при: 1.1; 1.2(А); 1.3(А); 2.3(частично); 2.4; 3; 4; 5	1) Связь: 1.1. Радиосвязь (при плохих погодных условиях использование радиосвязи невозможно или может быть затруднено). 2.2. Видеосвязь, возможна при: 1.1; 1.2(А); 1.3(А); 2.3; 2.4; 3; 4; 5; 6.
2) Видимость: 2.1. 0-30%; 2.2 0-60%; 2.3 60-100%.	2) Сведения очевидцев (если есть очевидцы). Невозможно при:5.4	2) Датчик местоположения пожарных. При потере сигнала местоположения звена ГДЗС с монитора отправляется дополнительное звено.
3) Ранг пожара: 3.1. первый; 3.2. второй; 3.3. третий; 3.4. четвёртый; 3.5. пятый.	3) Звуковой способ поиска (крики, звуки, просьбы о помощи). Невозможно при: 1.1(Б); 1.2(Б); 1.3(Б).	3) Таймер СИЗОД. При срабатывании таймера СИЗОД пожарный должен покинуть помещение с пониженным содержанием О ₂ . При условии: 5.5 повышенное содержание токсичных продуктов горения; При условии 5.4.
4. Класс функциональной пожарной опасности здания: А) Ф1 – здания предназначенные для постоянного проживания и временного пребывания людей; Б) Ф2 – здания зрелищных и культурно-просветительных учреждений; В) Ф3 – здания организаций по обслуживанию населения;	4) Использование специальных приборов. А) Квадрокоптер. Возможно при: 1.1 (А); 1.2(А); 2.3; 2.4; 3; 4; 5.4; 5.5.	4) Оповещение: 4.1. громкоговоритель; 4.2. СМС.

<p>Г) Ф4 – здания производственного или складского назначения (включая АЭС, ГЭС, ТЭЦ);</p> <p>Д) Ф5 – здания образовательных организаций, научных и проектных организаций, органов управления учреждений.</p>	<p>Б) Тепловизоры, радары, геофоны.</p>	
<p>5) Опасные факторы пожара:</p> <p>5.1. пламя и искры;</p> <p>5.2. тепловой поток;</p> <p>5.3. повыш. t окр. среды;</p> <p>5.4. повыш. содержание токсичных продуктов горения;</p> <p>5.5. пониж. содержание O₂.</p>		<p>5) План строения/сооружения.</p>
		<p>б) Повышение ранга пожара. При увеличение опасных факторов пожара (5 условие) увеличение ранга пожара 1-5.</p> <p>1.1. Вызов №0 – ложный вызов.</p> <p>1.2. Вызов №1 – 2 отделения ПО.</p> <p>1.3. Вызов №1 БИС – 4 отделения ПО.</p> <p>1.4. Вызов №2- 6 отделений ПО.</p> <p>1.5. Вызов №3-10 отделений ПО.</p> <p>1.6. Вызов №4-13 отделений ПО.</p> <p>1.7. Вызов №5-15 отделений ПО.</p>
		<p>7) Дополнительные силы и средства - необходимо при повышении ранга пожара.</p>

На основе полученных результатов разработана блок-схема алгоритма информационной системы поддержки принятия управленческих решений на основе ПК для проведения ПСР в условиях пожара, которая представлена на рис. 3.1.

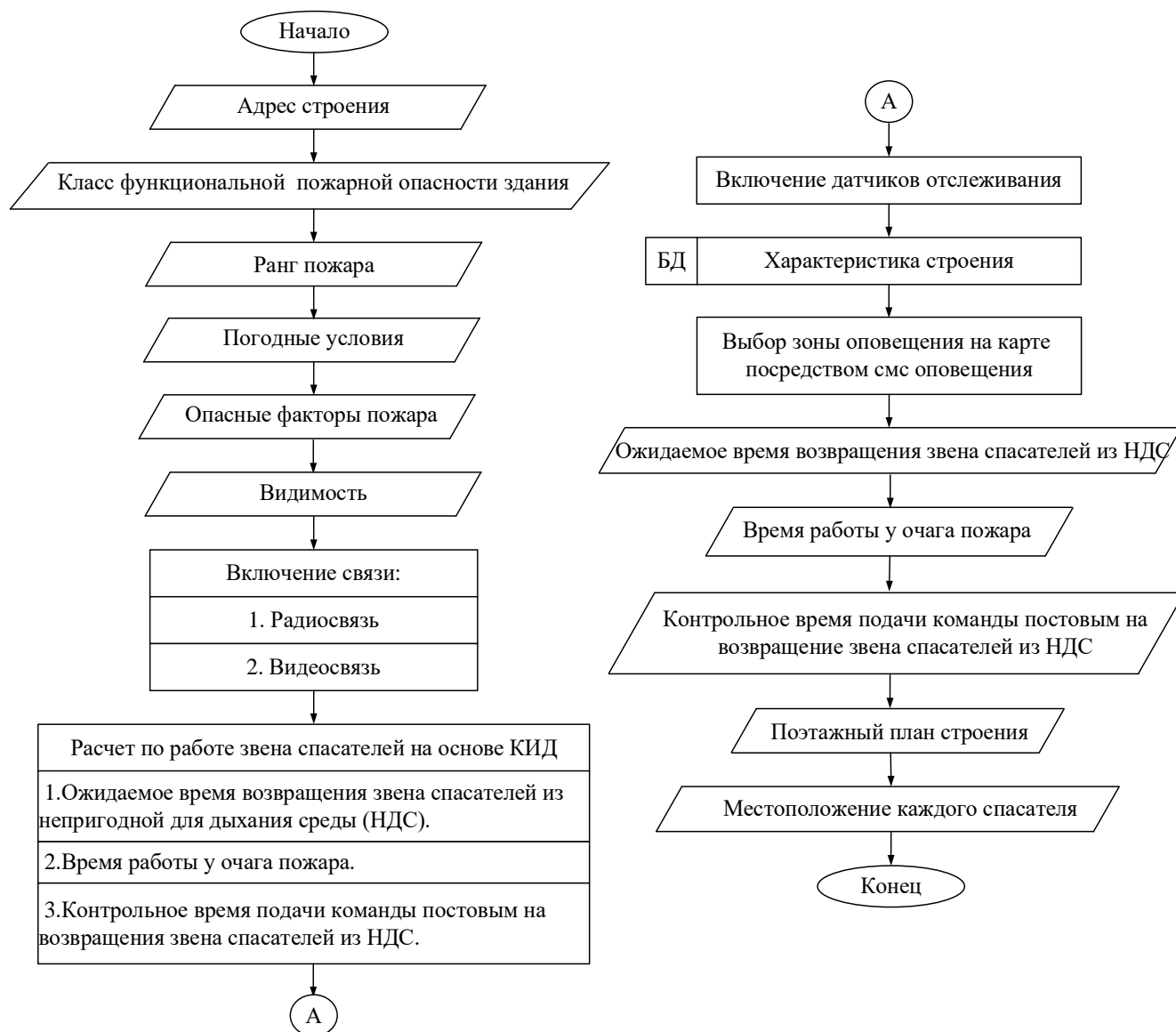


Рисунок 3.1 – Блок-схема алгоритма информационной системы поддержки принятия управленческих решений на основе ПК для проведения ПСР в условиях пожара

На основе предложенной блок-схемы алгоритма поддержки принятия управленческих решений при проведении ПСР в условиях пожара, тумана, дождя разработана модель информационной системы поддержки принятия управленческих решений при проведении ПСР в условиях дыма, тумана, дождя, которая представлена на рис. 3.2 [18].

Информационная система должна быть проста в использовании, отображать такие характеристики, как местонахождение пожарных, радио и видеосвязь, поэтажный план строения, подсистему оповещения, расчет по работе звена спасателей, возможность подключения к автоматизированным информационным системам здания.



Рисунок 3.2 – Модель информационной системы поддержки принятия управленческих решений при проведении ПСР в условиях дыма, тумана, дождя

Реализация модели с возможным последующим ее совершенствованием позволяет повысить координацию действий сил и средств, обосновать принятые управленческие решения, использовать полученный материал в научных и образовательных целях. Предполагается, что управление информационной системой осуществляет штаб пожаротушения.

3.2. Описание реализации программного комплекса поиска пострадавших при чрезвычайных ситуациях и пожарах

Разработка визуального интерфейса программы.

Разработан ПК для проведения ПСР при ЧС и пожарах на территории промышленного объекта с использованием БПЛА. Интерфейс основного главного экрана представлен на рис. 3.3.

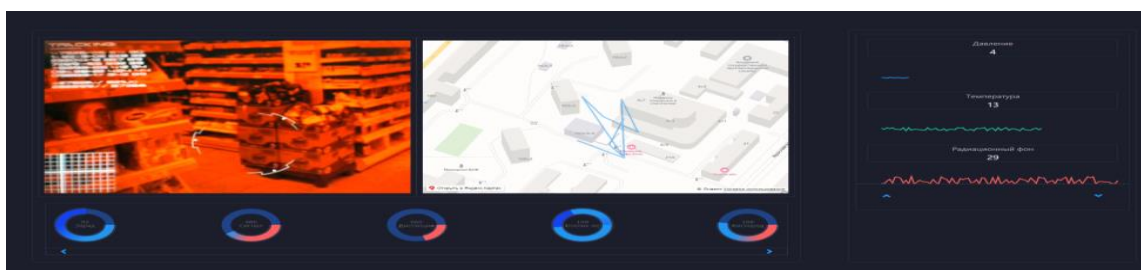


Рисунок 3.3 – Интерфейс основного главного экрана

Разработан ПК для проведения ПСР при ЧС и пожарах в помещении. Основной интерфейс главного экрана (звено ГДЗС) представлен на рис. 3.4.

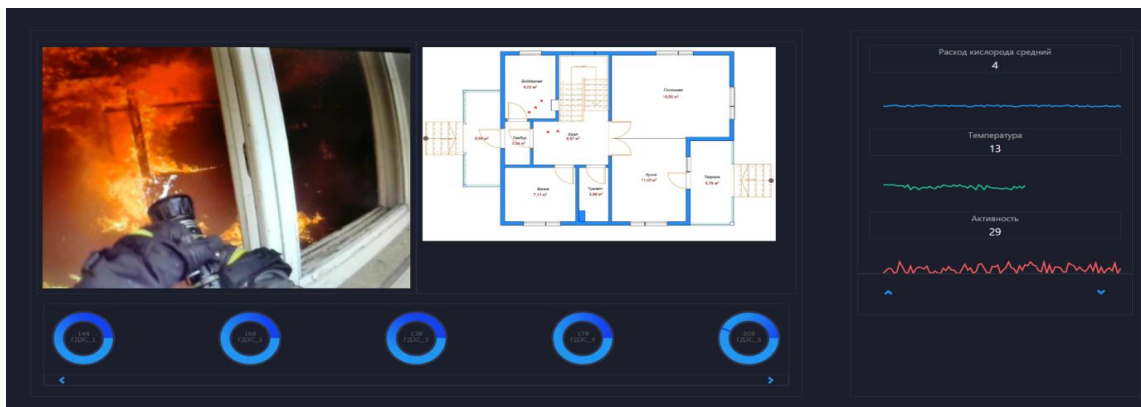


Рисунок 3.4 – Интерфейс основного главного экрана (звено ГДЗС)

На основном экране располагаются четыре основных области для визуализации полученных данных (рис. 3.5).

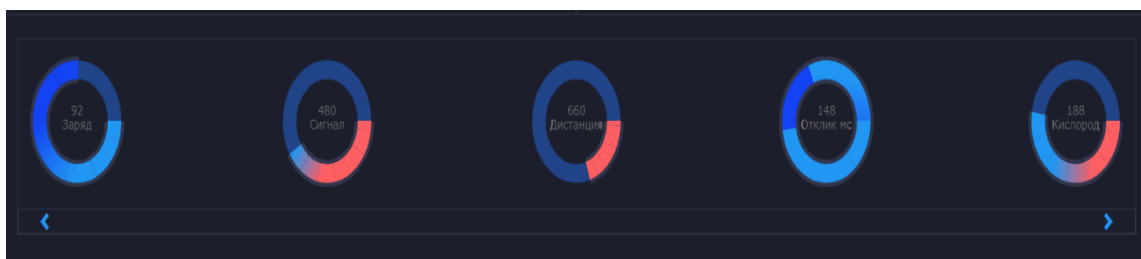


Рисунок 3.5 – Круговые диаграммы

Круговые диаграммы позволяют отслеживать состояния в режиме реального времени. Например, для робота на основе БПЛА, это следующие данные:

- удаленность от оператора, запас хода (максимальная дистанция, после которой нужно возвращаться обратно);
- время отклика (для удобства управления и понимания задержки сигнала для расчета правильности действий);
- сигнал с устройства (для понимания зон, в которых возможно потерять связь с управляемым устройством).

Цветовые индикаторы улучшают визуальное восприятие данных и упрощают работу с системой, а также помогают быстрее реагировать при критических значениях.

Диаграмма кислорода актуальна для датчиков, находящихся на баллонах звена и расчета ГДЗС (рис. 3.6) [71].

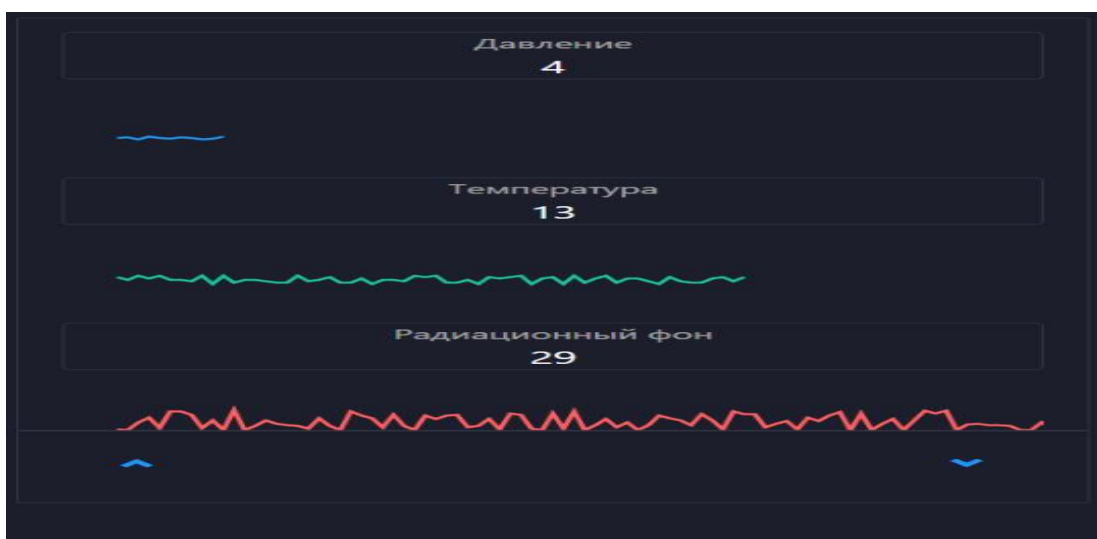


Рисунок 3.6 – Линейные графики

Данные графики позволяют визуализировать данные, полученные с датчиков, на носимых устройствах людей или с борта робота, что позволяет получать оперативную информацию по следующим опасным факторам окружающей среды:

- давление окружающей среды;
- температура (на пожаре для определения опасных факторов и угроз жизни личного состава и для принятия критичных решений при управлении персоналом);
- радиационный фон (для понимания возможности работы людей, а также продолжительности этой работы);
- концентрация вредных веществ (для понимания рисков, нахождения там личного состава).

Панель визуализации видеопотока (наземный робот) на складе промышленного предприятия представлена на рис. 3.7.

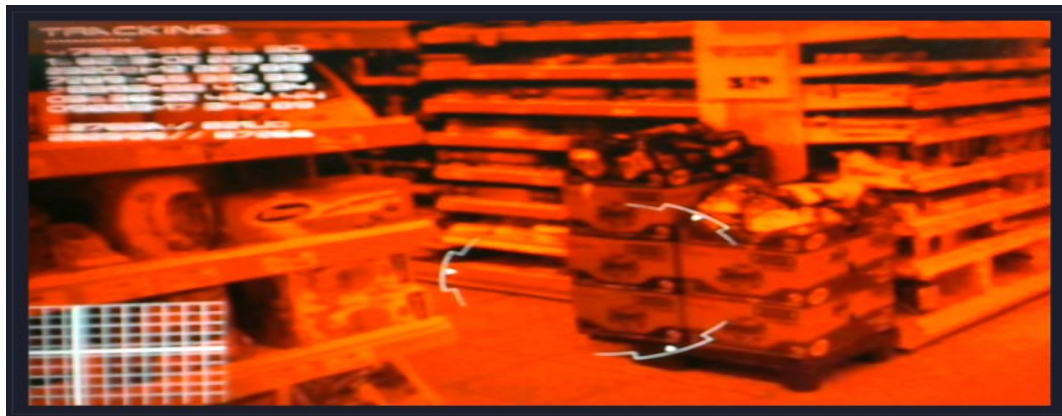


Рисунок 3.7 – Панель визуализации видеопотока (наземный робот) на складе промышленного предприятия



Рисунок 3.8 – Панель визуализации видео потока (ГДЗС)

В составе информационной системы объекта данные, получаемые с камеры робота, а также носимых устройств личного состава, в реальном времени отслеживают происходящее, контролируют работы оператора робота, а в случае переносимых устройств видят, контролируют, а также координируют работу звена ГДЗС или спасателей.

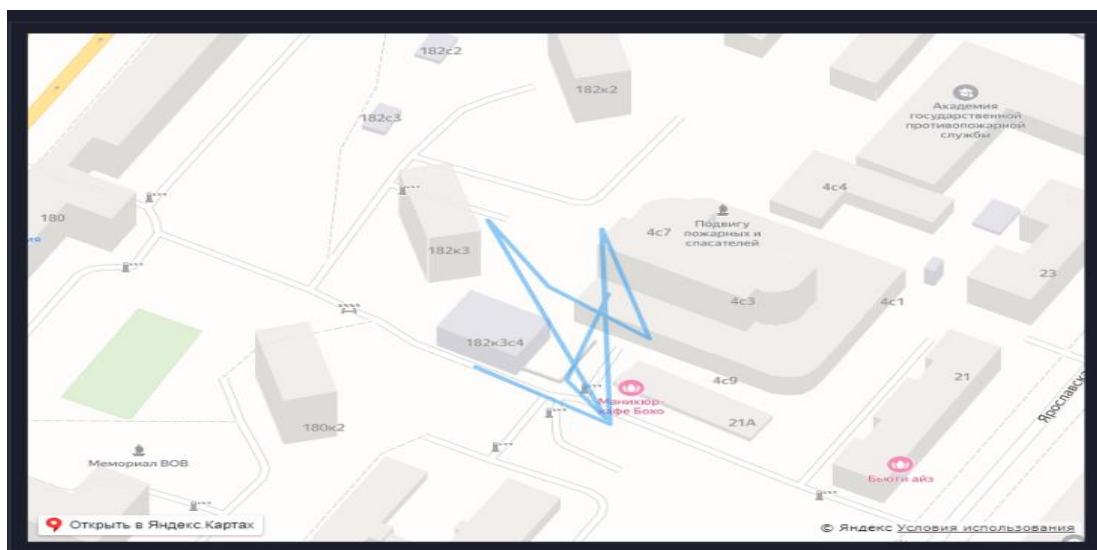


Рисунок 3.9 – Панель геолокации

В режиме реального времени руководитель тушения пожара, используя данные информационной системы отслеживает местоположение, получает информацию о позиции и пройденном пути пожарно-спасательного робота, в данном примере для правильного позиционирования на основе полученных координат визуализирует данные на карту при помощи YandexMap API. При этом программа позволяет использовать сторонние библиотеки или собственные наработки для геопозиционирования.

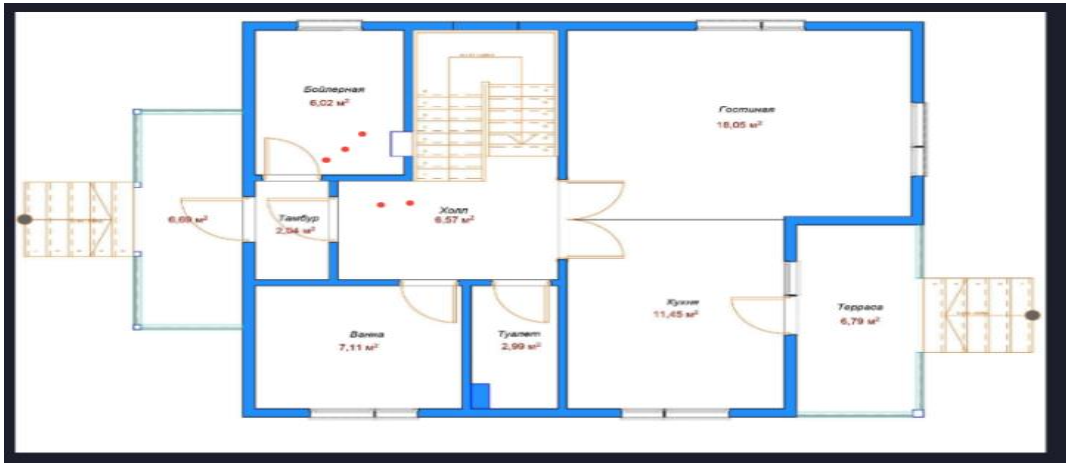


Рисунок 3.10 – Панель позиционирования по плану здания

Используя собственную систему визуализации позиционирования в составе информационной системы, для корректной работы подобной системы потребуются радиолокаторы и маячки для персонала. Это дополнительная задача, не входящая в данное диссертационное исследование. Она крайне перспективна, так как при обеспечении подобными тренерами рабочий персонал (заводов, других промышленных предприятий и т.д.) можно в режиме реального времени находить людей в зданиях на пожаре, не теряя драгоценное время. На рис. 3.10 видно позицию всех членов звена ГДЗС на плане здания, и все это происходит в режиме реального времени с минимальными задержками.

Использование программы информационной системы на мобильных устройствах

Использование ПК информационной системы для проведения ПСР при ЧС и пожарах представлено на рис. 3.11 (на планшете), и на рис. 3.12 (на мобильном телефоне).

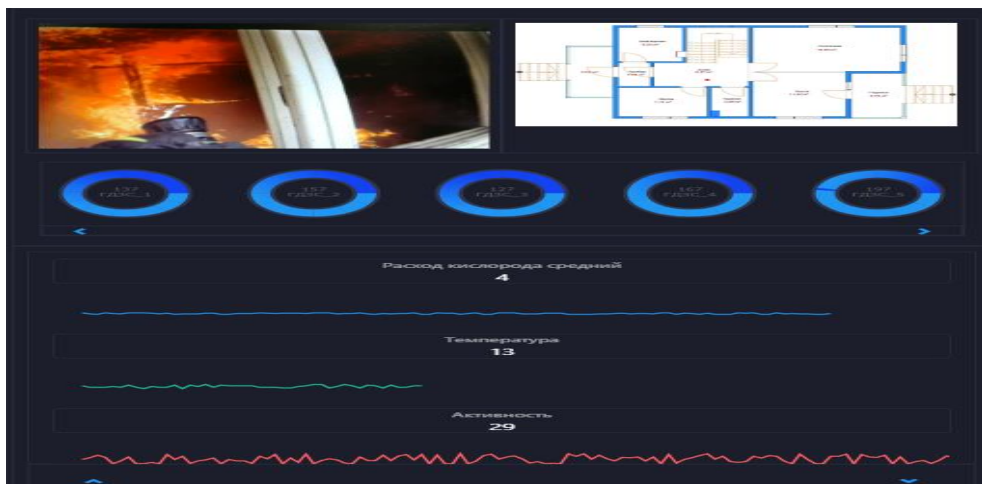


Рисунок 3.11 – Использование ПК на планшетах

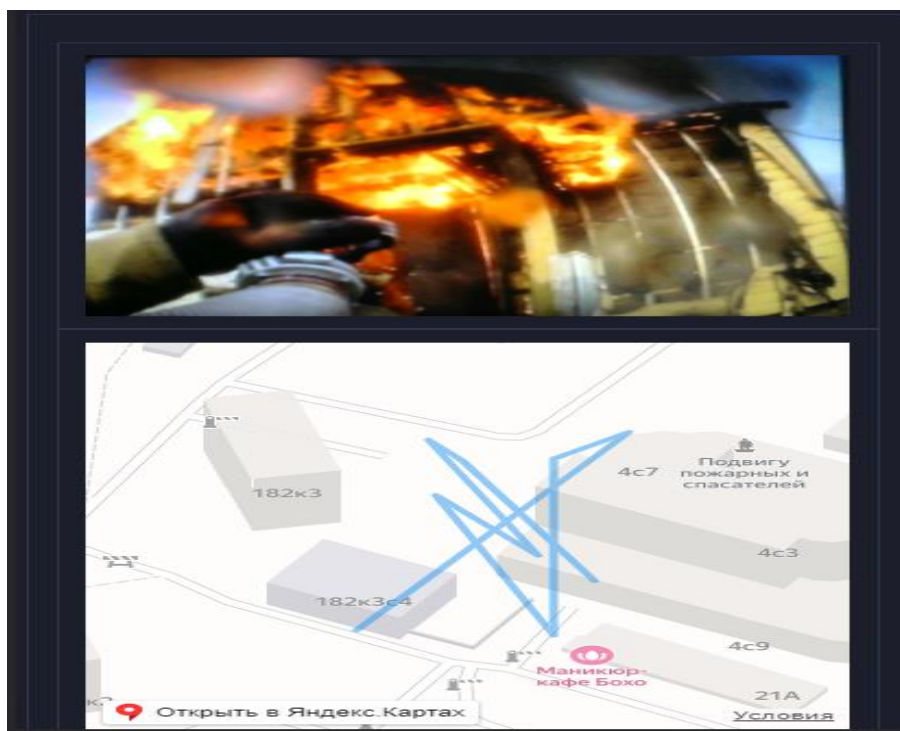


Рисунок 3.12 – Использование ПК на мобильных телефонах

Разработанный ПК информационной системы для проведения ПСР может быть запущен не только на стационарных компьютерах, но также и на других устройствах, что показывает универсальность и удобство использования программы в любых ЧС.

Архитектура проекта

Разработана архитектура проекта информационной системы поддержки принятия управленческих решений на основе ПК для проведения ПСР, которая представлена на рис. 3.13.

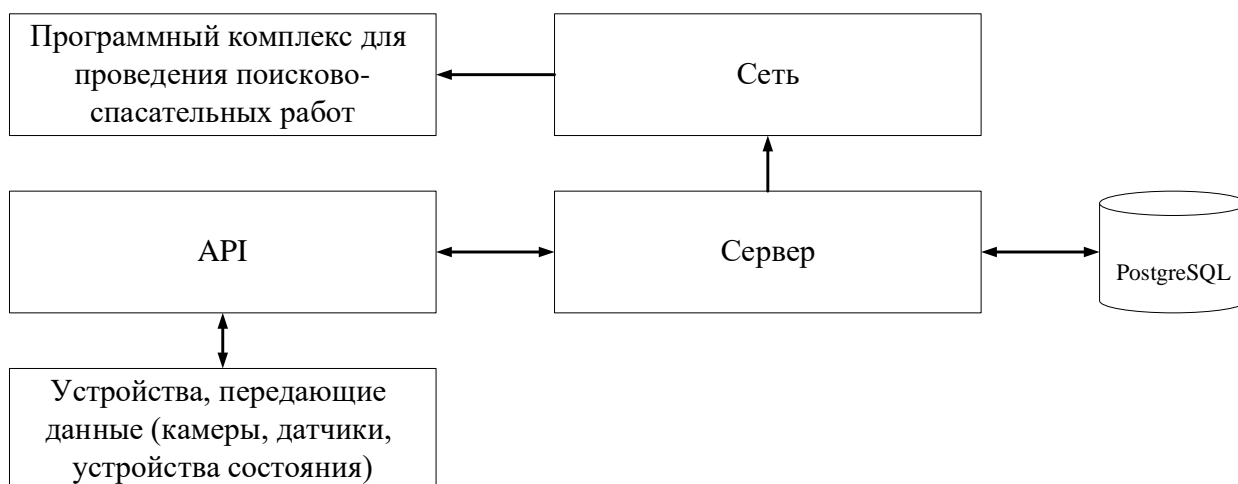


Рисунок 3.13 – Архитектура проекта информационной системы поддержки принятия управленческих решений на основе ПК для проведения ПСР

На рис. 3.14 представлен разработанный принцип работы информационной системы поддержки принятия управленческих решений на основе ПК для проведения ПСР.

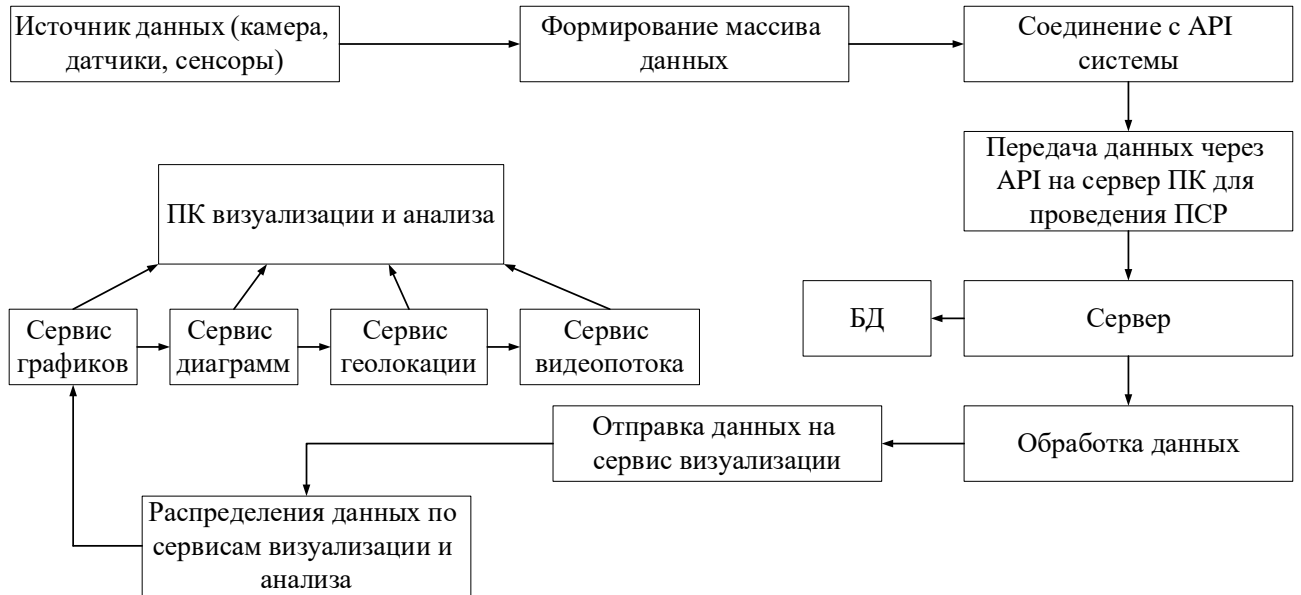


Рисунок 3.14 – Принцип работы информационной системы поддержки принятия управленческих решений на основе ПК для проведения ПСР

Разработана схема БД ТПС на основе теории множеств, которая представлена на рис. 3.15.

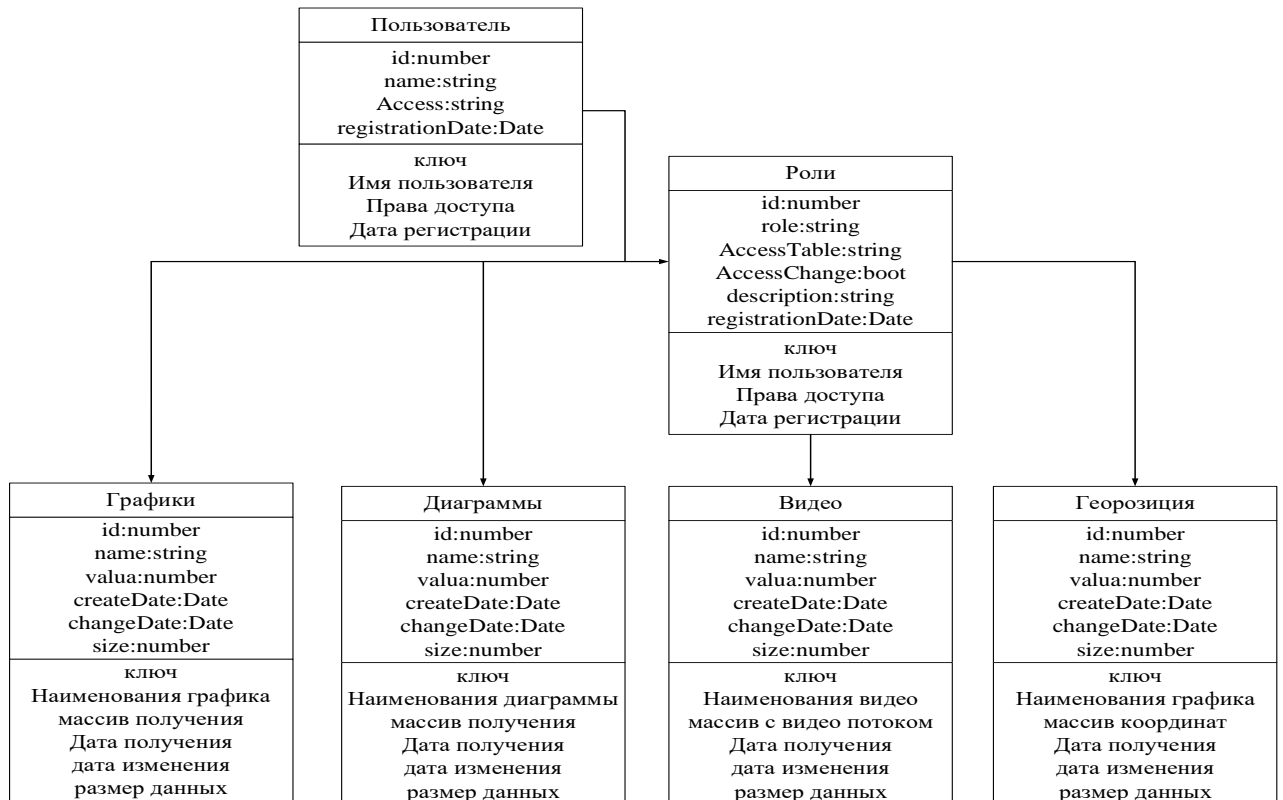


Рисунок 3.15 – Схема БД ТПС на основе теории множеств

Разработана файловая архитектура модели концептуальной схемы БД ТПС, которая представлена на рис. 3.16.

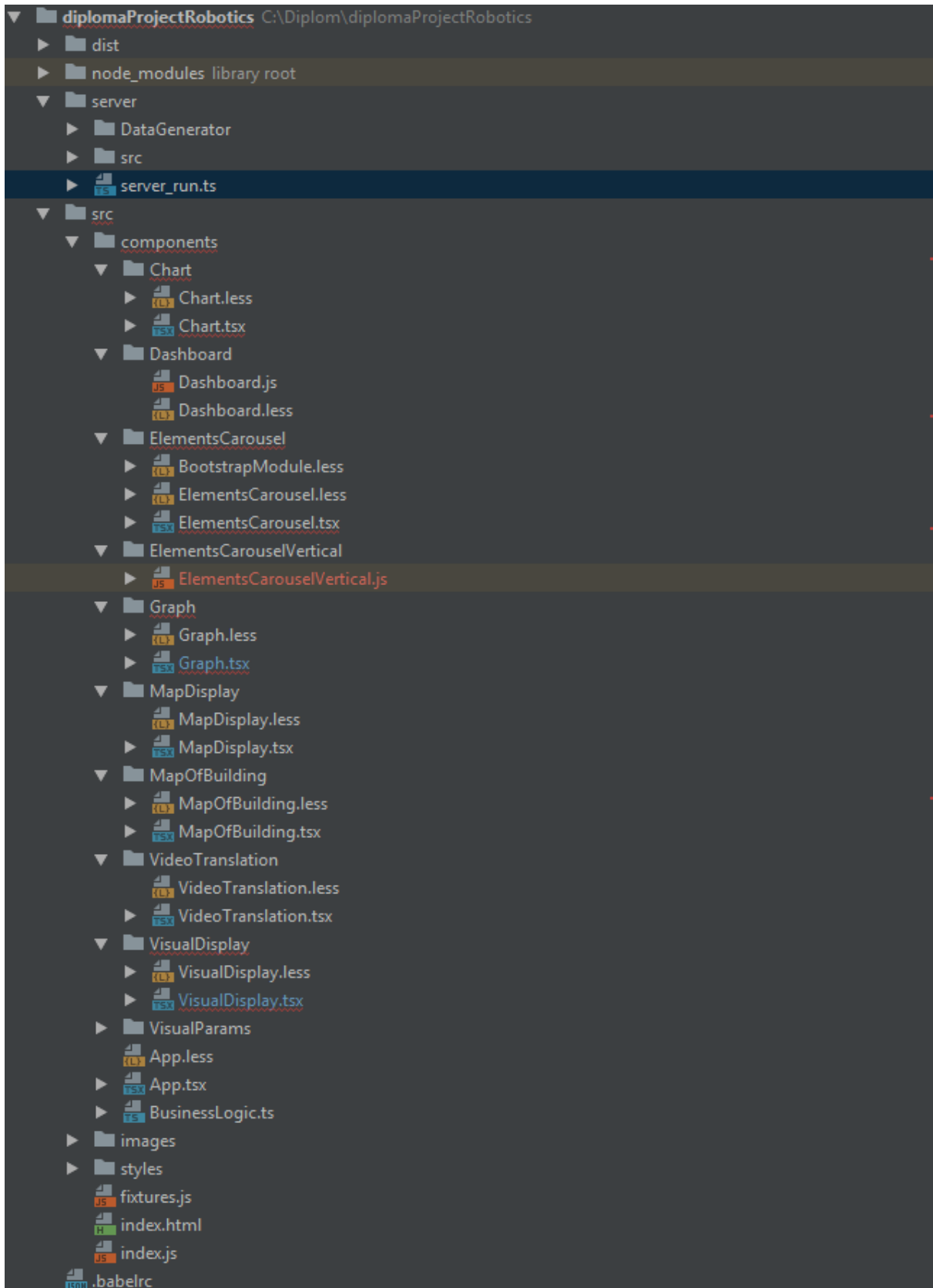


Рисунок 3.16 – Файловая архитектура модели концептуальной схемы БД ТПС

Основные фрагменты программного кода

Применение ПК информационной системы для проведения ПСР при ЧС и пожарах сокращает время поиска пострадавших. ПК информационной системы для проведения ПСР может быть запущен на различных устройствах. Разработан и написан программный код, который представлен ниже.

Код запуска сервера:

```
import SensorGenerator from './DataGenerator/SensorGenerator';
import StatusGenerator from './DataGenerator/StatusGenerator';
import ScreenplayGenerator from './DataGenerator/ScreenplayGenerator';
const express = require('express');
const io = require('socket.io') ();
const http = require('http');
const port = process.env.Port || 3000;
const app = express ();
const server = http.createServer(app);
io.on('connection', (client) => {
  client.on('setGraphsData', (interval, data) => {
    console.log ('setGraphsDataEvent', data);
    const generator = new StatusGenerator();
    setInterval(() => {
      const dataGraphs = generator.stubDataGraphsGenerator(6);
      io.emit('getGraphsData', { dataGraphs });
    }, interval);
  });
  client.on('setChartData', (interval, data) => {
    console.log ('setChartData', data);
    const generator = new SensorGenerator();
    setInterval(() => {
      const dataGraphs = generator.stubDataChartGenerator(5);
      io.emit('getChartData', { dataGraphs });
    }, interval);
  });
  client.on('setObjectPositionData', (interval, data) => {
```

```

console.log ('setObjectPositionData', data);
const generator = new ScreenplayGenerator();
if (! this.moveCheck) {
  this.moveX = 50;
  this.moveY = 160;
  this.moveCheck = 0;
  this.rand = 1;
}
setInterval(() => {
  const dataObjectPosition = generator.stubScreenplayGenerator(this.moveX,
this.moveY, this.moveCheck, this.rand);
  console.log (this.moveX, this.moveY, this.moveCheck, this.rand);
  this.moveX = dataObjectPosition.moveX;
  this.moveY = dataObjectPosition.moveY;
  this.moveCheck = dataObjectPosition.moveCheck;
  this.rand = dataObjectPosition.rand;
  io.emit('getObjectPositionData', {dataObjectPosition});
}, interval);
});
});
const portIO = 8010;
io.listen(portIO);
server.listen(port, () => console.log(`server started on port ${port}`));

```

В данном фрагменте программного кода производим инициализацию и запуск сервера командой `nodemon server_run.js run`

После запуска сервер открывает порты соединения через `socket.io`, что позволяет прокидывать данные в открытые сокеты, в режиме нон-стоп, далее сервер инициализирует модули обработки данных полученных с устройств, после чего получает пул соединений, которым необходимо отдать полученные и обработанные данные, полученные данные с устройств асинхронно записываются в БД ТПС на основе теории для возможности в последующем получить эти данные и обработать.

Код инициализации и запуска ПК для проведения ПСР визуализации и анализа данных:

```

import * as React from 'react';
import VisualDisplay from './VisualDisplay/VisualDisplay';
import 'bootstrap/dist/css/bootstrap.css'
import '../projectLibrary.css'
import VisualParams from "./VisualParams/VisualParams";
export default class App extends React.Component {
  constructor(props) {
    super(props);
  }
  state = {
    customers: [],
    timestamp: 'no timestamp yet'
  };
  render () {
    const border = {border: '1px solid black'};
    return (
      <div className="container-fluid MainTheme">
        <div className="row p-2 MainTheme_Menu">
          <VisualDisplay/>
          <VisualParams/>
        </div>
      </div>
    )
  }
  revert = () => this.setState({
    reverted: !this.state.reverted
  });
}
import * as React from 'react';
import ElementsCarousel from '../ElementsCarousel/ElementsCarousel'
import BusinessLogic from "../BusinessLogic";
import Chart from '../Chart/Chart';
import * as openSocket from 'socket.io-client';
const socket = openSocket('http://localhost:8010');

```

```

interface Interface {
}
/**
 * Компонент отображения
 */
export default class VisualParams extends React.Component {
  constructor(props) {
    super(props);
    this.state = {
      graphsDataArray: {},
    };
  }
  componentDidMount(){
    new BusinessLogic().getBIChartData(100, {test:
123},(data)=>{this.setState({graphsDataArray: data.dataGraphs})});
  }
  render () {
    let typePosition = "vertical";
    if (screen.width < 1024){
      typePosition = "horizontal"
    }
    return (
      <div className="col-lg-12 col-xl-3 col-md-12 col-12 container p-4
VisualParams">
        <ElementsCarousel source={this.state.graphsDataArray} template={Chart}
type={typePosition}/>
      </div>
    );
  }
}
import * as React from 'react';
import '../ElementsCarousel/BootstrapModule.css'
import ElementsCarousel from "../ElementsCarousel/ElementsCarousel";
import Dashboard from "../Dashboard/Dashboard";

```

```

import Graph from "../Graph/Graph";
import VideoTranslation from "../VideoTranslation/VideoTranslation";
import MapDisplay from "../MapDisplay/MapDisplay";
import MapOfBuilding from "../MapOfBuilding/MapOfBuilding";
import BusinessLogic from "../BusinessLogic";
import * as openSocket from 'socket.io-client';
const socket = openSocket('http://localhost:8010');
export default class VisualDisplay extends React.Component {
  constructor(props) {
    super(props);
    this.state = {
      graphsDataArray: {},
      mapObjectPosition: {}
    };
  }
  componentDidMount(){
    const BL = new BusinessLogic();
    BL.getBIGraphsData(1000, {testData: 'test'},(data)=>{
      this.setState({graphsDataArray: data.dataGraphs});
    });
    BL.getBIOBJECTPosition(50, {testData: 'test'},(data)=>{
      this.setState({mapObjectPosition: data});
    });
  }
  render () {
    return (
      <div className=" col-xl-8 col-md-12 col-12 container p-4 VisualDisplay">
        <div className="row card-body VisualDisplay_card">
          <VideoTranslation />
          { /*<MapDisplay/> */ }
          <MapOfBuilding source={this.state.mapObjectPosition.dataObjectPosition}
        />
        </div>
        <div className=' card-body VisualDisplay-Dashboard'>

```



```

    <ElementsCarousel source={this.state.graphsdataArray} template={Graph}
type="horizontal" />
    {/ * <ElementsCarouselHorizontal /> */}
  </div>
</div>
);
}
}

```

В данном фрагменте кода, производим инициализацию основных классов ПК для проведения ПСР, такие как построение графиков, диаграмм, карты геолокации и отображения видеопотока.

Код бизнес-логики работы с сервером и передачей данных ПК

```

import * as openSocket from 'socket.io-client';
const socket = openSocket('http://localhost:8010');
export default class BusinessLogic {
  /**
   * Запрос на бизнес-логику для получения данных и построения по ним графиков
   * @param interval частота обращения на бизнес-логику
   * @param data данные для отправки на сервер
   */
  getBIGraphsData(interval, data, callback) {
    socket.emit('setGraphsData', interval, data);
    socket.on('getGraphsData', (data) => {
      callback(data);
    });
  }
  /**
   * Запрос на бизнес-логику для получения данных и построения по ним графиков
   * @param interval частота обращения на бизнес-логику
   * @param data данные для отправки на сервер
   */
  getBIChartData(interval, data, callback) {
    socket.emit('setChartData', interval, data);
    socket.on('getChartData', (data) => {

```

```

        callback(data);
    });
}
/**
 * Запрос на бизнес-логику для получения данных геопозиционирования на
плане здания
 * @param interval частота обращения на бизнес-логику
 * @param data данные для отправки на сервер
 */
getBlObjectPosition(interval, data, callback) {
    socket.emit('setObjectPositionData', interval, data);
    socket.on('getObjectPositionData', (data) => {
        callback(data);
    });
}
}

```

В данном классе произвели запрос к серверу для получения данных по графикам, диаграммам, геолокации, видеопотоку.

3.3. Результаты проведения полевых испытаний программного комплекса с использованием приборов коротковолнового инфракрасного диапазона на испытательном полигоне МОБ Вьетнама

Проведены полевые испытания ПК на основе КИД на испытательном полигоне МОБ Вьетнама в г. Хоабинь с 12.01.2020 г. по 25.02.2020 г. При этом получены следующие результаты измерения дальности обнаружения пострадавших на открытой местности в условиях дыма, тумана, дождя (рис. 3.17).

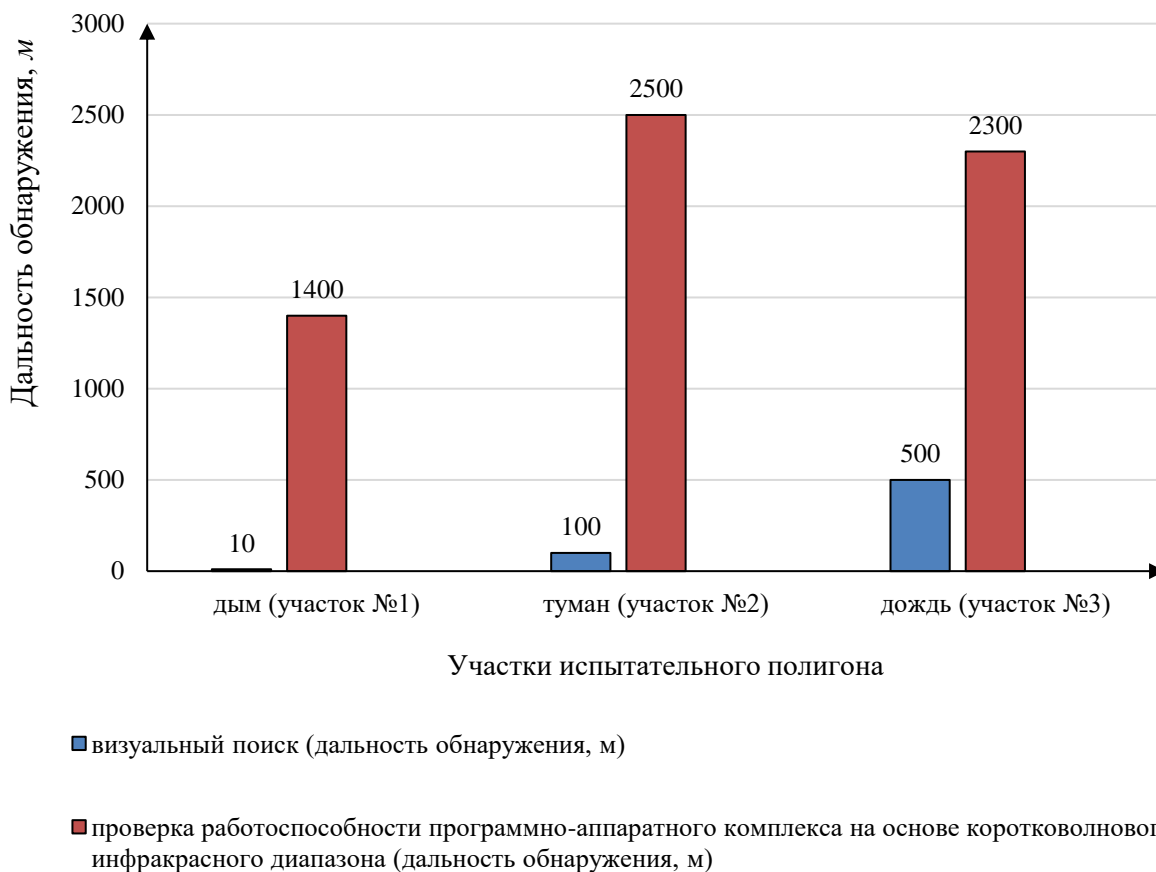


Рисунок 3.17 – Результаты измерений на трёх участках испытательного полигона

МОБ Вьетнама в г. Хоабинь

Характеристики ПК для проведения ПСР на основе КИД представлены в табл. 3.2.

Таблица 3.2 – Характеристики ПК для проведения ПСР на основе КИД

Механический	
Размеры	Серия ENC: 2,0 x 2,0 x 2,43 дюйма, 50,8 x 50,8 x 61,7 мм OEM Series: 1,65 x 1,60 x 1,60 дюйма, 41,9 x 40,6 x 40,6 мм
Вес	≤ 235 г в комплекте, ≤ 120 г OEM
Крепление объектива	M42x1 крепление
Разъем для подключения камеры	3M SDR26 Разъем закрыт
Pixel Pitch	2,5 мкм
Массив фокальной плоскости	1280 x 1024 пикселей
Активная область	16,0 мм x 12,8 мм x 20,5 мм
Оптический фактор заполнения	100 %
Спектральный отклик	Стандартный, от 0,9 до 1,7 мкм, NIR / SWIR, от 0,7 до 1,7 мкм, VIS / SWIR от 0,5 до 1,7 мкм.

Квантовая Эффективность	Стандарт, $\geq 65\%$ от 1 мкм до 1,6 мкм, NIR / SWIR, $\geq 65\%$ от 0,9 мкм до 1,6 мкм, VIS / SWIR, $\geq 65\%$ от 0,7 мкм до 1,6 мкм
Средняя обнаруживаемость, D *	$2,8 \times 10^{13} \text{ см} \sqrt{\text{Гц}} / \text{Вт}$ (типично)
Шумовое эквивалентное излучение *	$1,2 \times 10^9$ фотон / $\text{см}^2 \cdot \text{с}$
Шум (RMS) *	25 электронов (типично)
Динамический диапазон**	1850: 1
работоспособность	$\geq 99\%$
Время экспозиции ***	От 30 мкс до 16,5 мс
Коррекция изображения	2 точки (смещение и усиление) пиксель за пикселем, выбирается пользователем
Формат цифрового выхода	12-битная базовая камера Link®
Формат аналогового выхода	N / A
Частота кадров цифрового выхода	60 кадров в секунду
Режим сканирования	Непрерывный или 3 внешних запускаемых режима
* $\lambda = 1,55$ мкм, время экспозиции = 16,5 мс, заданное значение ТЕС 17 °С, высокое усиление, без объектива, цифровое усиление x1 с усилением, АРУ и коррекцией выключены.	
** В настройках OPR с высоким динамическим диапазоном, 17 °С. Способен достичь 750: 1 при настройке OPR с максимальной чувствительностью.	
*** Стандартная конфигурация Время экспозиции = 200 мкс при настройке OPR с наименьшей чувствительностью.	

В ходе полевых испытаний проводилось обнаружение человека на трёх участках испытательного полигона МОБ Вьетнама в г. Хоабинь.

Для испытания ПК на основе КИД были использованы дымовые ящики (рис. 3.18) в количестве 6 ед., расставленные каждые 200м.



Рисунок 3.18 – Дымовой ящик

Характеристики дымового ящика представлены в табл. 3.3.

Таблица 3.3 – Характеристики дымового ящика

Характеристики	НРК-2,5
Общий вес (кг)	Около 2,2
Количество дыма (кг)	Около 1,8
Цвет оболочки	Зеленый или черный
Цвет дыма	Белый
Время розжига (с)	2-4 (электрическое зажигание) / 6-10 (огненная полоса)
Эффективное время выброса дыма (минут)	Около 5
Плотность дымового покрытия (m^2)	50 – 70
Срок годности (лет)	7

1. В условиях дыма (участок № 1)

На рис. 3.19 представлена схема проведения полевых испытаний ПК на основе КИД.

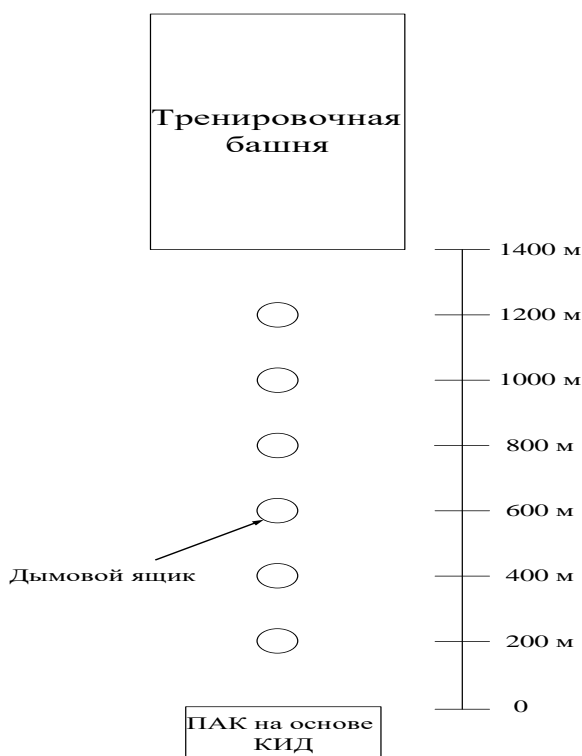


Рисунок 3.19 – Схема проведения полевых испытаний ПК на основе КИД



Рисунок 3.20 – В нормальных условиях



Рисунок 3.21 – В условиях задымленности
(визуальный поиск)

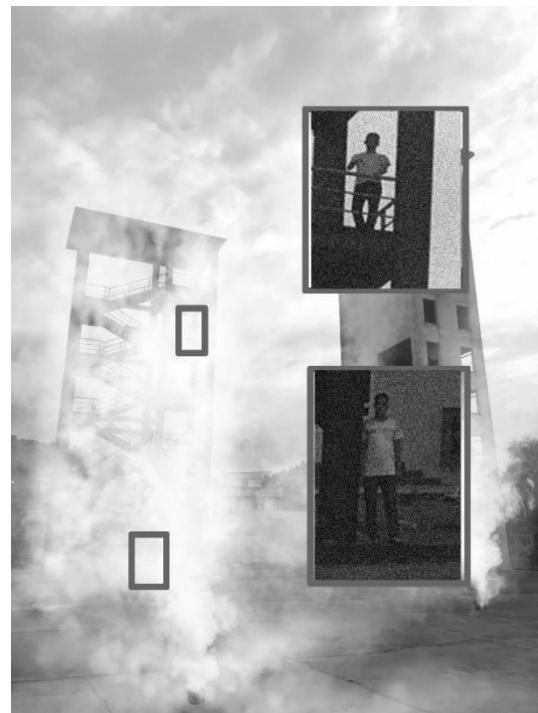


Рисунок 3.22 – В условиях задымленности
с использованием ПК на основе КИД

2. В условиях тумана (участок № 2)

На рис. 3.23 представлена схема проведения полевых испытаний ПК на основе КИД.

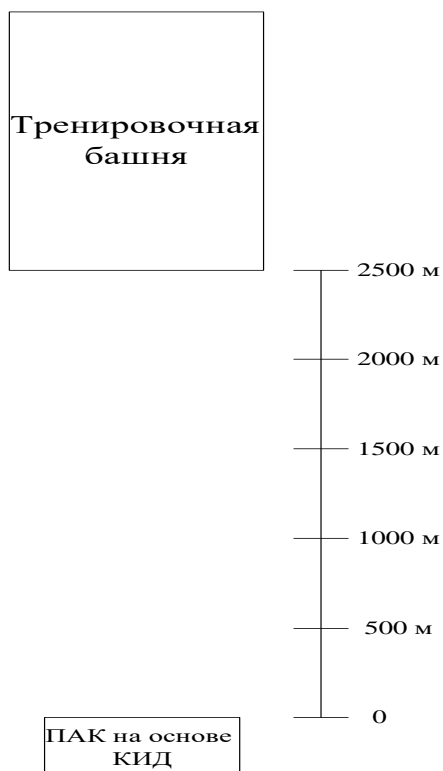


Рисунок 3.23 – Схема проведения полевых испытаний ПК на основе КИД



Рисунок 3.24 – В нормальных условиях



Рисунок 3.25 – В условиях тумана
(визуальный поиск)

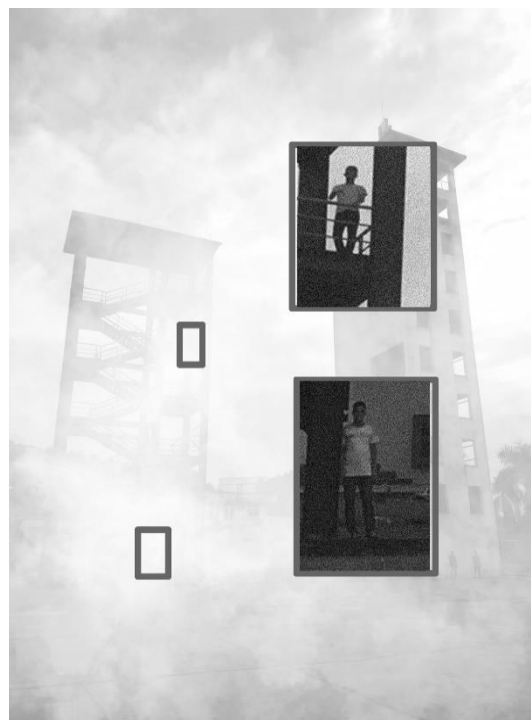


Рисунок 3.26 – В условиях тумана
с использованием ПК на основе КИД

3. Под дождём (участок № 3)

На рис. 3.27 представлена схема проведения полевых испытаний ПК на основе КИД.

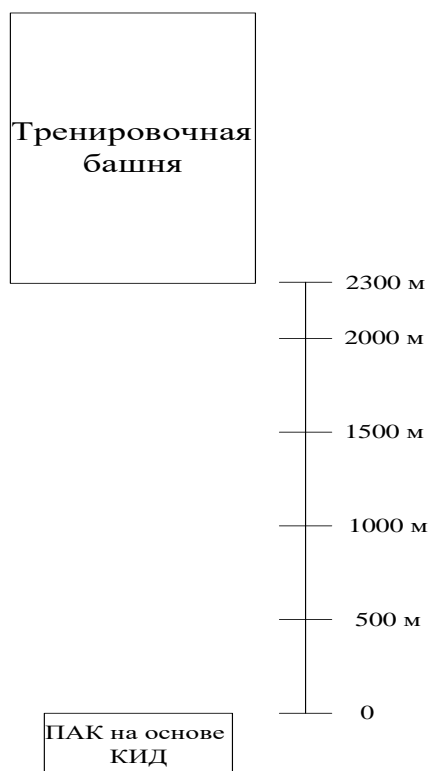


Рисунок 3.27 – Схема проведения полевых испытаний ПК на основе КИД



Рисунок 3.28 – В нормальных условиях



Рисунок 3.29 – В условиях дождя
(визуальный поиск)



Рисунок 3.30 – В условиях дождя
с использованием ПК на основе КИД

В результате испытаний ПК для проведения ПСР на основе КИД получены следующие результаты:

1. Не выявлено ложных срабатываний ни на одном из трёх участков испытательного полигона МОБ Вьетнама в г. Хоабинь.

2. Обнаружен пострадавший на участке № 1 испытательного полигона в условиях дыма:

- при визуальном поиске дальность обнаружения составила 10 м, а при проверке ПК для проведения ПСР на основе КИД дальность обнаружения составила 1400 м;

3. Обнаружен пострадавший на участке № 2 испытательного полигона в условиях тумана:

- при визуальном поиске дальность обнаружения составила 100 м, а при проверке ПК для проведения ПСР на основе КИД дальность обнаружения составила 2500 м;

4. Обнаружен пострадавший на участке № 3 испытательного полигона в условиях дождя:

- при визуальном поиске дальность обнаружения составила 500 м, а при проверке ПК для проведения ПСР на основе КИД дальность обнаружения составила 2300 м;

Таким образом, полевые испытания программных средств обнаружения пострадавших на основе ПК с использованием приборов коротковолнового инфракрасного диапазона на испытательном полигоне МОБ Вьетнама показали высокую эффективность при обнаружении пострадавших.

Выводы по третьей главе

1. Разработан алгоритм поддержки принятия управленческих решений во Вьетнаме на основе программного комплекса для проведения поисково-спасательных работ.

2. Предложена модель информационной системы поддержки принятия управленческих решений при проведении поисково-спасательных работ в условиях дыма, тумана, дождя.

3. Предложен и реализован ряд программных решений для информационной системы. Получено свидетельство Роспатента о государственной регистрации программного комплекса расчета сил и средств пожарно-спасательных подразделений для поиска пострадавших при пожарах и ЧС.

4. Проведены полевые испытания программных средств обнаружения пострадавших на основе приборов коротковолнового инфракрасного диапазона на испытательном полигоне МОБ Вьетнама, показавшие высокую эффективность при обнаружении пострадавших.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В диссертации решена научная задача по разработке моделей и алгоритмов поддержки управления проведением поисково-спасательных работ во Вьетнаме. Основные результаты диссертационной работы сводятся к следующему:

1. Проведен анализ проведения поисково-спасательных работ с учётом региональных особенностей Вьетнама.

2. Разработана математическая модель физического состояния пострадавших при проведении поисково-спасательных работ на основе графов состояния пострадавшего и марковских процессов, что позволяет сократить время на принятие решения по выбору способа поиска и обнаружения пострадавших и увеличить вероятность извлечения живых пострадавших из завалов.

3. Разработаны модель и алгоритм поиска пострадавших при чрезвычайных ситуациях и пожарах с использованием диаграммы Вороного, позволяющие осуществлять поиск и обнаружение пострадавших в условиях дыма, тумана, дождя.

4. Разработана математическая модель концептуальной схемы базы данных типовой программной системы информационной системы поддержки принятия управленческих решений на основе программного комплекса для проведения поисково-спасательных работ.

5. Разработана информационная система поддержки принятия управленческих решений на основе программного комплекса, позволяющая визуализировать нахождение пострадавших в условиях дыма, тумана, дождя. Составлен и отлажен комплекс машинных программ, реализующих эти модели и алгоритмы, зарегистрированный Роспатентом.

6. Проведены полевые испытания программных средств обнаружения пострадавших на основе приборов коротковолнового инфракрасного диапазона на испытательном полигоне Министерства общественной безопасности Вьетнама, подтвердившие работоспособность и эффективность моделей, алгоритмов, программ и программных средств.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

АСР	Аварийно-спасательные работы
БД	База данных
БПЛА	Беспилотный летательный аппарат
БКЗА	Базовый класс задач автоматизации
ГДЗС	Газодымозащитная служба
ДАСВ	Дыхательный аппарат со сжатым воздухом
ДИСП	Дерево информационной схемы приложения
ИЕХ	Информационная единица хранения
ЛПР	Лицо, принимающее решение
МОБ	Министерство общественной безопасности
МРК-РП	Мобильный радиотехнический комплекс разведки и пожаротушения
НДС	Непригодная для дыхания среда
ОС	Операционная система
ПК	Программный комплекс
ПО	Программное обеспечение
ПСР	Поисково-спасательные работы
ПСКР	Поисково-спасательный кинологический расчет
СБ	Системы безопасности
СРВ	Социалистическая Республика Вьетнам
СПО	Специальное программное обеспечение
СИЗОД	Средство индивидуальной защиты органов дыхания
СУБД	Системы управления базой данных
ТПС	Типовая программная система
ТЗ	Техническое задание
ЧС	Чрезвычайная ситуация

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абросимов, А.А. Автоматизированные системы пожаровзрывобезопасности нефтеперерабатывающих производств [Текст] / А.А. Абросимов, Н.Г. Топольский, А.В. Федоров. – М.: Академия ГПС МВД России, 2000. – 239 с.
2. Агафонов, В.Н. Спецификация программ: понятийные средства и их организация [Текст] / В.Н. Агафонов. – Новосибирск: Наука, 1987. – 240 с.
3. Агафонова, В.Н. Языки и средства спецификации программ, сб. Требования и спецификации в разработке программ [Текст] / сб. статей, пер. с англ. под ред. В.Н. Агафонова. – М.: Мир, 1984. – 346 с.
4. Архипова, Н.И. Управление в чрезвычайных ситуациях: учебное пособие 3-е изд., перераб. и доп. [Текст] / Н.И. Архипова, В.В. Кульба. – М.: РГТУ, 2008. – 474 с.
5. Боевой устав пожарной охраны Вьетнама [Текст]. – Ханой: МОБ Вьетнама, 1984. – 59 с.
6. Брушлинский, Н.Н. Моделирование оперативной деятельности пожарной службы [Текст] / Н.Н. Брушлинский. – М.: Стройиздат, 1981. – 96 с.
7. Брушлинский, Н.Н. Оценка рисков пожаров и катастроф. [Текст] / Н.Н. Брушлинский, Глуховенко Ю.М. // Проблемы безопасности при чрезвычайных ситуациях. – М.: ВИНТИ, 1992. – № 1 – С. 13–39.
8. Брушлинский, Н.Н. Человечество и пожары [Текст] / Н.Н. Брушлинский, С.В. Соколов., П. Вагнер. – М.: ИПЦ Маска, 2007. – 140 с.
9. Воронин, В.Г. Управленческие решения: Учебно-практическое пособие [Текст] / В.Г. Воронин, Б.А. Кобулов, Л.В. Гайдаренко. – М.: МГУТУ, 2004. – 135 с.
10. Вендров, А.М. Проектирование программного обеспечения экономических информационных систем [Текст] / А.М. Вендров. – М.: Финансы и

статистика, 2005. – 544 с.

11. Вьетнам – страна и люди [Текст]. – Ханой: Издательство Тхезьой, 2004. 78 с.

12. ГОСТ Р 22.0.01-2016. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Основные положения. – М.: Изд-во стандартов, 2016. – 8 с.

13. ГОСТ Р 22.0.02-2016. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Термины и определения основных понятий. – М.: Изд-во стандартов, 2016. – 12 с.

14. ГОСТ Р 22.1.01-95. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Мониторинг и прогнозирование. Основные положения. – М.: Изд-во стандартов, 1995. – 7 с.

15. Годовой доклад УПО МОБ СРВ [Текст]. – Ханой: МОБ Вьетнама, 2019.

16. До Хоанг Тхань. Алгоритм принятия решений при поиске пострадавших под завалами [Текст] / А.В. Мокшанцев, До Хоанг Тхань, А.Т. Мамаев // Инновационные методы исследований в технике и технологиях: Сборник статей по итогам международной научно-практической конференции (Магнитогорск, 18 сентября 2017). – Стерлитамак: АМИ. – С. 39–41.

17. До Хоанг Тхань. Анализ проведения аварийно-спасательных работ [Текст] / До Хоанг Тхань, А.В. Мокшанцев, Д.С. Береснев // Материалы 8-й международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов «Проблемы техносферной безопасности 2019». – М.: Академия ГПС МЧС России. – 2019. – С. 147–151.

18. До Хоанг Тхань. Модели и алгоритмы автоматизации поддержки управления проведением поисково-спасательных работ [Электронный ресурс] / Н.Г. Топольский, А.В. Мокшанцев А.В., До Хоанг Тхань [и др.] // Технологии техносферной безопасности. – 2020. – № 3 (89). – Режим доступа: <http://agps-2006.narod.ru/ttb/2020-3/07-03-20.ttb.pdf>.

19. До Хоанг Тхань. Модель и алгоритм поиска пострадавших при чрезвычайных ситуациях и пожарах с использованием диаграммы Вороного [Электронный ресурс] / Н.Г. Топольский, А.В. Мокшанцев, До Хоанг Тхань //

Технологии техносферной безопасности. – 2019. – № 4 (86). – Режим доступа: <http://agps-2006.narod.ru/ttb/2019-4/11-04-19.ttb.pdf>.

20. До Хоанг Тхань. Модель информационной системы поддержки принятия управленческих решений при проведении поисковых работ в условиях пожара [Текст] / А.В. Мокшанцев, Н.Г. Топольский, До Хоанг Тхань // Исторический опыт, современные проблемы и перспективы образовательной и научной деятельности в области обеспечения пожарной безопасности: сборник тезисов докладов международной научно-практической конференции. – М.: Академия ГПС МЧС России. – 2018. – С. 543–547. ISBN 978-5-9229-0170-3.

21. До Хоанг Тхань. О физическом состоянии пострадавших при проведении поисковых работ [Текст] / А.В. Мокшанцев, До Хоанг Тхань, Д.С. Береснев // Проблемы обеспечения безопасности при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций: сб. статей по материалам IV Всероссийской науч.-практической конференции с международным участием 15-16 дек. 2015 г.: в 2-х ч. ФГБОУ ВО Воронежский институт ГПС МЧС России. – Воронеж. – 2015. – С. 375–378.

22. До Хоанг Тхань. Оценка устойчивости специального программного обеспечения автоматизированных интегрированных систем комплексной безопасности объектов [Электронный ресурс] / Н.Г. Топольский, И.М. Тетерин, До Хоанг Тхань [и др.] // Технологии техносферной безопасности. – 2018. – № 2 (78). – Режим доступа: <http://agps-2006.narod.ru/ttb/2018-2/01-02-18.ttb.pdf>.

23. До Хоанг Тхань. Поддержка принятия управленческих решений при проведении поисковых работ при пожарах во Вьетнаме: дис. маг. – М., 2017. – 81 с.

24. До Хоанг Тхань. Поиск газодымозащитной службой пострадавших с использованием инфракрасных технологий на основе алгоритма определения выпуклой оболочки [Электронный ресурс] / Н.Г. Топольский, А.В. Мокшанцев, До Хоанг Тхань [и др.] // Технологии техносферной безопасности. – 2019. – № 3 (85). – Режим доступа: <http://agps-2006.narod.ru/ttb/2019-3/05-03-19.ttb.pdf>.

25. До Хоанг Тхань. Программный комплекс расчета сил и средств пожарно-спасательных подразделений для поиска пострадавших под завалами при пожарах и чрезвычайных ситуациях / А.В. Мокшанцев, И.М. Тетерин, Н.Г.

Топольский, До Хоанг Тхань // Свидетельство Роспатента о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2018662319 от 5 октября 2018 года.

26. До Хоанг Тхань. Специальное программное обеспечение автоматизированных систем пожаровзрывобезопасности нефтеперерабатывающих производств [Текст] / Н.Г. Топольский, До Хоанг Тхань [и др.] // Материалы 25 международной научно-технической конференции «Системы безопасности 2016». – М.: Академия ГПС МЧС России. – 2016. – С. 569–571.

27. До Хоанг Тхань. Информационно-аналитические технологии в работе пожарно-спасательных формирований с использованием радаров и инфракрасных технологий [Текст]: монография / А.В. Мокшанцев, До Хоанг Тхань, И.В. Самарин; под общ. ред. д.т.н., проф. Н.Г. Топольского. – М.: Академия ГПС МЧС России, 2019. – 163 с.

28. Доклад начальника УПО МОБ СВВ О перспективе развития пожарных техник за период 2015 – 2020 гг. [Текст]. – Ханой. – 2014. – 24 с.

29. Доклад УПО МОБ СВВ О состоянии пожарных автомобилей. – Ханой, 2019. – 30 с.

30. Избачков, Ю.С. Информационные системы. Учебник для ВУЗов [Текст] / Ю.С. Избачков, В.Н. Петров. – Питер: издание 2-е, СПб., 2005. – 655 с.

31. Карнадская, Н.Л. Принятие управленческих решений: Учебник для вузов [Текст] / Н.Л. Карнадская. – М.: Изд. ЮНИТИ, 1999. – 237 с.

32. Кормен, Т. Алгоритмы. Построение и анализ [Текст] / Т. Кормен, Ч. Лейзерсон, Р. Ривест, К. Штайн. – М.: Вильямс, 2005. 1296 с.

33. Коровин, Е.Н. Алгоритмизация информационной поддержки принятия управленческих решений на основе многовариантного моделирования и прогнозирования в социальной сфере региона [Текст] / Е.Н. Коровин, О.В. Родионов, Е.Д. Федорков. – Воронеж: ВГТУ, 2002. – 100с.

34. Крючков, А.В. Обобщение опыта синтеза специального программного обеспечения на различных инструментальных средствах [Электронный ресурс] / А.В. Крючков // Технологии техносферной безопасности. – 2015. – № 3 (61). – Режим доступа: <http://agps-2006.narod.ru/ttb/2015-3/41-03-15.ttb.pdf>.

35. Лебедев, Г.Н. Методы принятия оперативных решений в задачах управления и контроля [Текст] / Г.Н. Лебедев. – М.: Изд-во МАИ, 1992. – 120 с.
36. Макаров, И.М. Теория выбора и принятие решений [Текст] / И.М. Макаров, Т.М. Виноградская, А.А. Рубчинский, В.Б. Соколов. – М.: Наука, 1982. – 328 с.
37. Мазырин, В.М. Вьетнамская экономика сегодня [Текст] / В.М. Мазырин. – М.: ИД «ФОРУМ», 2013. – 384 с.
38. Макконнелл, С. Совершенный код [Текст] / С. Макконнелл. – М.: Издательство Русская редакция, 2010. – 889 с.
39. Максименко, Ю. Корпоративная база данных: вопросы разработки и внедрения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.klerk.ru/soft/articles/4183/>.
40. Материалы X съезда КПВ [Текст]. – Ханой: Издательство Тхезьой, 2006.
41. Мешалкин, Е.А. Применение методов многомерного статистического анализа при решении организационно-управленческих проблем [Текст] / В.М. Гаврилей, Г.И. Дураев, Е.А. Мешалкин. – М: ГИЦ МВД СССР, 1987. – № 5 – 50 с.
42. Мильнер, Б.З. Теория организации [Текст] / Б.З. Мильнер. – М.: Учебник, 2000. – 400 с.
43. Мокшанцев, А.В. Комплексный подход при планировании поисково-спасательных работ [Текст] / А.В. Мокшанцев, Д.С. Береснев // Материалы V международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов «Проблемы техносферной безопасности–2016». – М.: Академия ГПС МЧС России, 2016. – 382 с.
44. Мокшанцев, А.В. Модели и алгоритмы поддержки принятия управленческих решений при поиске пострадавших под завалами: дис. ... канд. тех. наук: 05.13.10 / Мокшанцев Александр Владимирович. – М., 2013. – 153 с.
45. Мокшанцев, А.В. Модели, методы и алгоритмы поддержки принятия управленческих решений при поиске и обнаружении пострадавших под завалами, образовавшимися в результате чрезвычайных ситуаций, аварий, пожаров и взрывов

[Электронный ресурс] / И.М. Тетерин, Н.Г. Топольский, А.В. Мокшанцев // Технологии техносферной безопасности. – 2013. – № 5 (51). – Режим доступа: <http://agps-2006.narod.ru/ttb/2013-5/19-05-13.ttb.pdf>.

46. Мокшанцев, А.В. Оценка вероятности местонахождения объекта поиска проведения поисково-спасательных работ в природной среде [Текст] / А.В. Мокшанцев, Д.С. Береснев // Фундаментальные проблемы системной безопасности: материалы III школы-семинара молодых ученых 26–28 мая 2016 г. – Елец: Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина, 2016. – 251 с.

47. Неровных, А.Н. Управление силами РСЧС в условиях чрезвычайных ситуаций: учеб. пособие [Текст] / А.Н. Неровных, А.М. Земляков, В.М. Аношин. – М.: Академия ГПС МЧС России, 2010. – 158 с.

48. Одинцов, Л.Г. Технология ведения аварийно-спасательных работ при ликвидации чрезвычайных ситуаций МЧС России / Л.Г. Одинцов, С.П. Чумак, А.Ю. Виноградов [и др.]. – М.: ФГУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2011. – 286 с.

49. Отчет по противопожарной работе Управления охраны МОБ Вьетнама за 2009–2019 гг. – Ханой: МОБ Вьетнама.

50. Отчет правительства СРВ о социально-экономической ситуации во Вьетнаме в 2019 г. и задачах в 2020 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://baodientu.chinhphu.vn>.

51. Постановление № 30/2017/ Правительства СРВ от 21/3/2017 г. Положение об организации и деятельности реагирования на происшествия, природа и поиска жителя. – Ханой, 2017. – 28 с.

52. Постановление № 42/2009/ Правительства СРВ от 07/5/2009 г. О классификации городов во Вьетнаме. – Ханой, 2009. – 15 с.

53. Постановление № 77/2009/ Правительства СРВ от 15/9/2009 г. О функциях и структуре МОБ Вьетнама. – Ханой, 2014. – 28 с.

54. Постановление министра МОБ СРВ о задачах и структуре УПО Вьетнама. – Ханой, 2006. – 12 с.

55. Постановление МОБ Вьетнама 173/2005/QĐ-ВСА от 23-го февраля 2005 г. Об утверждении плана-проекта построения системы пожарной охраны и

аварийно-спасательных служб на 2010 г. и будущего развития до 2020 г. – Ханой, 2006. – 10 с.

56. Постановление Правительства РФ от 30 декабря 2003 г. N 794 О единой государственной системе предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций. [Электронный ресурс] // ООО «Дистрибьюторский центр «Кодекс» [сайт]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/9014381>.

57. Радоуцкий, В.Ю. Организация и ведение аварийно-спасательных работ: учеб. пособие [Текст] / В.П. Полуянов, под ред. В.Ю. Радоуцкого. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2010. – 156 с.

58. Решение № 145/2004/ Премьер-министра СРВ от 13/8/2004 г. Об основных направлениях социально-экономического развития ключевых экономических регионов на севере до 2010 г. и прогноз до 2020 г. – Ханой, 2004 г. – 7 с.

59. Решение № 445/2009/ Премьер-министра СРВ от 07/4/2009 г. О корректировке планов городского развития Вьетнама до 2025 г. и прогнозах до 2050 г. – Ханой, 2009 г. – 5 с.

60. Решение № 46/2006/ Премьер-министра СРВ от 28/2/2006 г. Об утверждении проекта по всем поисково-спасательным министерствам до 2015 г. и прогноз до 2020 г. – Ханой, 2006 г. – 16 с.

61. Решение № 63/2000/ Премьер-министра СРВ от 07/6/2000 г. О переименовании службы, добавлении персонала и поручении других задач этой службе. По этому решению, Национальный комитет по поиску и спасанию на море и в воздухе официально переименован в Национальный комитет по поиску и спасанию. – Ханой, 2000 г. – 5 с.

62. Решение № 76/2009/Премьер-министра СРВ от 11/5/2009 г. О совершенствовании Государственной поисково-спасательной службы и поисково-спасательных систем Министерств, отделов центрального комитета и областных служб. – Ханой, 2009 г. – 9 с.

63. Онг С. Спектроскопия изображений для обнаружения, оценки и мониторинга природных и техногенных опасностей [Текст] / В. Каррер, С. Чабриллат, Р. Кларк, Т. Хофен, Р. Кокалы, С.Р. Соуза Филю, Г. Суэйзи, Д.Р.

Томпсон [Электронный ресурс]. – Режим доступа:
<https://link.springer.com/article/10.1007/s10712-019-09523-1>.

64. Селиванова, А.И. Аналитическое обеспечение принятия управленческого решения: учебное пособие [Текст] / А.И. Селиванова. – М.: ИПК-гос службы, 2005. – 160 с.

65. Селиванов, А.И. Аналитическое обеспечение принятия управленческого решения: учебное пособие [Текст] / Под редакцией д.ф.н., проф., А.И. Селиванова. – М.: ИПК-госслужбы, 2005. – 160 с.

66. Симаков, В.В. Модуль ближней радиолокации в автоматизированных системах предупреждения и ликвидации ЧС [Текст] / В.В. Симаков, И.М. Тетерин, Н.Г. Топольский, А.В. Мокшанцев [и др.] // Материалы 21 научно-технической конференции «Системы безопасности 2012» – М.: Академия ГПС МЧС России, 2012. – С. 5–9.

67. Скворцов, А.В. Триангуляция Делоне и ее применение [Текст] / А.В. Скворцов. – Томск: Издательство том. ун-та, 2002. – 128 с.

68. Тербнев, В.В. Пожарная тактика: Основы тушения пожаров: учеб. пособие [Текст] / В. В. Тербнев, А. В. Подгрушный. – М.: Академия ГПС МЧС России, 2012. – 322 с.

69. Тиори, Т. Проектирование структур баз данных [Текст] / Т. Тиори, Дж. Фрай // 2т., – М.: Мир. 1982, 1984. – 320 с.

70. Топольский, Н. Г. Использование инфракрасных технологий при разведке пожара звеньями газодымозащитной службы [Текст] / Н.Г. Топольский, Д.В. Тараканов, К.А. Михайлов, А.В. Мокшанцев // Матер. 25-й науч.-техн. конф. "Системы безопасности 2016". – М.: Академия ГПС МЧС России, 2016. – С. 611–613.

71. Топольский, Н.Г. Информационная поддержка управления безопасностью участников тушения пожара при работе в непригодной для дыхания среда [Текст]: монография / Д.В. Тараканов, Б.Б. Гринченко, Д.Н. Шалявин, под общей редакцией д-ра техн. наук, профессора Н. Г. Топольского. – М.: Академия ГПС МЧС России, 2020. – 213 с.

72. Топольский, Н.Г. Информационные системы и технологии при предупреждении и ликвидации чрезвычайных ситуаций и пожаров [Текст] / Н.Г. Топольский, А.В. Мокшанцев // Актуальные вопросы совершенствования инженерных систем обеспечения пожарной безопасности объектов: сборник материалов VI Всероссийской научно-практической конференции, Иваново, 17 апреля 2019 г. – Иваново: ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2019. – С. 365–367.

73. Топольский, Н.Г. Коротковолновые инфракрасные технологии автоматизированных систем мониторинга, предупреждения и ликвидации ЧС и пожаров [Текст] / Н.Г. Топольский, А.В. Мокшанцев, К.А. Михайлов // Матер. 25-й междунар. науч.-техн. конф. "Системы безопасности 2016". – М.: Академия ГПС МЧС России, 2016. – С. 606–610.

74. Топольский, Н.Г. Методика планирования поисково-спасательных работ в природной среде [Электронный ресурс] / Н.Г. Топольский, Д.С. Береснев, А.А. Рыженко, А.В. Мокшанцев // Технологии техносферной безопасности. – 2016. – № 3 (67). – Режим доступа: <http://agps-2006.narod.ru/ttb/2016-3/33-03-16.ttb.pdf>.

75. Топольский, Н.Г. О применении модуля ближней радиолокации в автоматизированных системах предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций [Электронный ресурс] / Н.Г. Топольский, В.В. Симаков, И.М. Тетерин, А.Д. Зеркаль, А.В. Мокшанцев, Нгуен Тханг Куанг // Технологии техносферной безопасности. – 2012. – № 2 (42). – Режим доступа: <http://agps-2006.narod.ru/ttb/2012-2/11-02-12.ttb.pdf>.

76. Топольский, Н.Г. Основы автоматизированных систем пожаровзрывобезопасности объектов [Текст] / Н.Г. Топольский. – М.: МИПБ МВД России, 1997. – 164 с.

77. Топольский, Н.Г. Перспективные направления развития информационных технологий предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций: учебное пособие [Текст] / И.М. Тетерин [и др.], под общей редакцией д.т.н., проф. Топольского Н. Г. – М.: Академия ГПС МЧС России, 2011. – 269 с.

78. Топольский, Н.Г. Система информационного обеспечения и управления полётами воздушных судов при мониторинге чрезвычайных ситуаций и пожаров [Электронный ресурс] / Н.Г. Топольский, А.Н. Коротоношко В.В, Симаков., А.В. Мокшанцев // Технологии техносферной безопасности. – 2020. – № 1 (87). – Режим доступа: <http://agps-2006.narod.ru/ttb/2020-1/03-01-20.ttb.pdf>.

79. Топольский, Н.Г. Совершенствование информационного обеспечения групп разведки пожара при его мониторинге в здании с использованием инфракрасных технологий [Текст] / Н.Г. Топольский, Д.В. Тараканов, К.А. Михайлов, А.В. Мокшанцев. – М.: Академия ГПС МЧС России, 2019. – № 3. – С. 89–97. <https://doi.org/10.18322/PVB.2019.28.03.89-97>.

80. Топольский, Н.Г. Теоретические основы поддержки управления пожарными подразделениями на основе мониторинга динамики пожара в здании [Текст]: монография / Д.В. Тараканов, К.А. Михайлов, под общей редакцией д-ра техн. наук, профессора Н. Г. Топольского. – М.: Академия ГПС МЧС России, 2019. – 320 с.

81. Трахтенгерц, Э.А. Компьютерная поддержка принятия решений: Научно-практическое издание. сер. информатизация России на пороге XXI века [Текст] / Э.А. Трахтенгерц. – М.: СИНТЕГ, 1998. – 376 с.

82. Фатхудинов, Р.А. Разработка управленческого решения: учебник для вузов [Текст] / Р.А. Фатхудинов. – М.: ЗАО Бизнес-школа Ентел-Синтез, 1998. – 272 с.

83. Федеральный закон «Об аварийно-спасательных службах и статусе спасателей» от 22.08.1995 N 151-ФЗ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/9013096>.

84. Хаджинов, В.В. Информационно-вычислительные системы принятия решений [Текст] / В.В. Хаджинов, В.А. Быков, И.А. Храмова, В.Г. Усачев // АН Украины. ин-т пробл. регистрации информ. – Киев: Наука думка, 1993. – 138 с.

85. Цыгичко, В.Н. Руководитель – о принятии решений [Текст] / В.Н. Цыгичко. – М.: ИНФРА-М, 1996. – 272 с.

86. Чернявская Наталья, Чернявский Юрий. Требования к проекту. Классификация – первый шаг к пониманию [Электронный ресурс] / Чернявская

Наталья, Чернявский Юрий. – 2005. – Режим доступа:
<http://citforum.ru/SE/project/classification/>.

87. Чумак, С.П. Аварийно-спасательные работы в условиях разрушенных зданий. Особенности технологии, организации и управления [Текст]: монография / С.П. Чумак. – М.: ФГУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2010. – 232 с.

88. Шойгу, С.К. Учебник спасателя [Текст] / С.К. Шойгу, М.И. Фалеев, Г.Н. Кириллов и др., под общ. ред. Ю.Л. Воробьева // 2-е изд., перераб. и доп. – Краснодар: «Сов. Кубань», 2002. – 528 с.

89. Шикин, Е. В. Математические методы и модели в управлении: учеб. пособие [Текст] / Е.В. Шикин, А.Г. Чхартишвили // 2-е изд., испр. – М.: Дело, 2002. – 440 с.

90. Юсупов, Н.Ю. Автоматизированные системы принятия решений [Текст] / Н.Ю. Юсупов. – М.: Наука, 1983. – 88 с.

91. Andrew A. M. Another efficient algorithm for convex hulls in two dimensions [Текст] / A. M. Andrew. – Information Processing Letters, 1979. – Volume 9, Issue 5. – Pp. 216–219.

92. Официальный сайт Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий [Электронный ресурс]. – Режим доступа:
<http://www.mchs.gov.ru>.

93. <http://drach.pro/blog/hi-tech/item/145>.

94. <https://ru.wikipedia.org/wiki/React>.

95. <https://ru.wikipedia.org/wiki/TypeScript>.

Приложение А

Обзор тепловизоров, применяемых при поиске пострадавших

В процессе поиска пострадавших при ЧС и пожарах спасатели используют тепловые приборы для поиска пострадавших в местах, в которых невооруженным глазом их невозможно обнаружить. Такими приборами являются тепловизоры, которые позволяют искать и находить пострадавших в задымленных местах. Приведен обзор тепловизоров [18].

Тепловизор Flir ONE Pro iOS представлен на рис. 1.



Рисунок 1 - Тепловизор Flir ONE Pro iOS

Характеристики тепловизора Flir ONE Pro iOS представлены в табл. 1.

Таблица 1 - Характеристики тепловизора Flir ONE Pro iOS

Характеристики	Наименование
Тип	Тепловизор
Единицы измерения	По Фаренгейту, по Цельсию
Элементы питания	аккумулятор
Разрешение дисплея	+/- 0,1
Погрешность измерения	3 %
Минимальная определяемая температура	-20 °C
Максимальная определяемая температура	400 °C
Стоимость	30990 руб.

Тепловизор Flir TG56 Spot IR Thermometer with Thermocouple 30:1 представлен на рис. 2.



Рисунок 2. Тепловизор Flir TG56 Spot IR Thermometer with Thermocouple 30:1
Стоимость: 16590 руб.

Тепловизор Flir TG54 Spot IR Thermometer 24:1 представлен на рис. 3.



Рисунок 3 - Тепловизор Flir TG54 Spot IR Thermometer 24:1

Характеристики тепловизора Flir TG54 Spot IR Thermometer 24:1 представлены в табл. 2.

Таблица 2 - Характеристики тепловизора Flir ONE Pro iOS

Характеристики	Наименование
Бренд	Flir
Материал	ABS-пластик

Гарантия	1 год
Работа от аккумулятора	До 8 часов
Разрешение дисплея	128 x 128
Температурный диапазон	-30° - +650 °С
Спектральный диапазон	5 – 14 μ
Стоимость	12225 руб.

Тепловизор Flir TG165 представлен на рис. 4.



Рисунок 4 - Тепловизор Flir TG165

Характеристики тепловизора Flir TG165 представлены в табл. 3.

Таблица 3 - Характеристики тепловизора Flir TG165

Характеристики	Наименование
Диапазон измерений	от -25 до 380 °С
Спектральный диапазон	От 8 до 14 мкм
Температурная чувствительность	150 мК
Разрешение	4,800 пикселей (80 x 60) 24:1
Погрешность измерения температуры	+/- 1,5% или 1,5 °С
Оптическое поле зрения	50° x 38.6°
Тип детектора	FLIR Lepton™ матрица в фокальной плоскости (FPA)
Коэффициент излучения	4 предустановленных уровня с пользовательской регулировкой, от 0,1 до 0,99
Палитра	2 (серая шкала, цвета каления железа)
Дисплей	2,0 дюйма (50,8 мм) TFT LC D 38,720 пикселей (176 x 220)
Память	Микро SD карта на 8 Гб
Частота кадров	9 Гц
Размеры	186 x 55 x 94 мм (7,3 x 2,2 x 3,7 дюйма)
Рабочая температура	От -10 до 45°С
Период работы без подзарядки батареи	Типовое использование: пять 8-часовых рабочих дней Непрерывное использование 8 часов
Выдерживает падение с высоты	2 м
Крепление к штативу	От 1/4 до 20 дюймов на нижней части рукоятки
Файловые форматы изображений	Bitmap (BMP) снимок с температурными данными и коэффициентом излучения
Гарантия	2 года на изделие, 10 лет на детектор, при условии регистрации в течение 60 дней с даты покупки
Разрешающая способность измерительной системы	0,1°С / °F
Время реакции	150 миллисекунд
Целеуказатель	Сдвоенный лазерный целеуказатель
Затвор	Встроенный автоматический затвор
Верхний фоновый диапазон	127°С, 260°F (400К)

Функция автоматического выключения питания	Настраиваемое отключение
Сертификаты	CE / CB / FCC / FDA
Стоимость	32308 руб.

Тепловизор FLIR TG167 представлен на рис. 5.



Рисунок 5 - Тепловизор FLIR TG167

Характеристики тепловизора FLIR TG167 представлены в табл. 4.

Таблица 4 - Характеристики тепловизора FLIR TG167

Характеристики	Наименование	
Параметр	Значение	
	FLIR TG165	FLIR TG167
Оптические характеристики и параметры изображения		
Поле зрения	50° x 38,6°	25° x 19,6°
Минимальное расстояние фокусировки	0,1 м	
Частота смены кадров	9 Гц	
Фокусировка	Фиксированная	
Дисплей	2,0 дюйма ЖК TFT-дисплей	
Данные датчика		
Тип датчика	Матрица в фокальной плоскости, неохлаждаемый микроболометр	
Спектральный диапазон	8-14 мкм	
Измерения		
Диапазон температур объекта	От -25 до +380 °C	
Отношение расстояния к размеру источника излучения	24:1	
Центральная точка	Да	
Цветовые палитры	«Жидкий чугун», «Радуга», «Оттенка серого»	
Хранение изображений		
Тип памяти	Карта Micro SD	
Емкость памяти изображений	75 000 изображений при использовании карты Micro SD на 8 ГБ	
Расширение памяти	Карта SD емкостью максимум 32ГБ	
Формат сохраняемого изображения	Растровое изображение (BMP) с температурной и излучающей способностью	
Лазерные указатели		

Лазер	Сдвоенные лазерные целеуказатели на область измерения температуры активируются нажатием на спусковую кнопку
Время зарядки	4 часа до 90%, 6 часов до 100%
Управление электроританием	Регулируемое; OFF (Выкл.), 1 мин, 2 мин, 5 мин, 10 мин.
Условия эксплуатации	
Масса камеры с батареей	0,312 кг
Размер камеры (Д x Ш x В)	186 x 55 x 94 мм
Установка на штативе	Крепление 1/4-20 внизу на рукоятке
Стоимость	32334 руб.

Тепловизор Flir C2 представлен на рис. 6.



Рисунок 6 - Тепловизор Flir C2

Стоимость: 43659 руб.

Тепловизор FLIR C3 представлен на рис. 7.

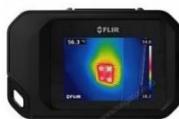


Рисунок 7 - Тепловизор Flir C3

Характеристики тепловизора Flir C3 представлены в табл. 5.

Таблица 5 - Характеристики тепловизора Flir C3

Характеристики	Наименование
Спектральный диапазон	От 7,5 до 14,0 мкм
Цифровая камера	640 × 480 пикселей
Фокусировка цифровой камеры	Фиксированная
Представление изображений	
Режимы изображений	Тепловое, обычное, MSX®, наложение изображений
Галерея изображений	Да
MSX®	Наложение деталей обычного изображения на тепловое с полным разрешением
Цветовые палитры	«Железо», «Радужная», «Радужная интенсивная», «Оттенки серого»
Автоориентация	Да
Сенсорный экран	Да
Фотометр областей	Вкл./выкл.

Область	Выделение области для измерения максимальных или минимальных значений
Коррекция излучающей способности	Да. Матовый, полуматовый, полуглянцевый варианты, а также пользовательские значения.
Коррекция измерений	Поправка на излучающую способность и отраженную эффективную температуру
Хранение и передача изображений	
Носитель данных	Внутренняя память не менее чем на 500 наборов изображений
Формат изображения	Стандартный JPEG с 14-битными данными измерений
Потоковая передача нерадиометрического инфракрасного видеоизображения	Да
Передача обычного потокового видео	Да
Передача данных и интерфейсы подключения	
Интерфейсы обмена данными	Wi-Fi, USB
Wi-Fi	В одноранговых (самоорганизующихся) или инфраструктурных сетях
USB 2.0	Разъем USB Micro-B для обмена данными с компьютером
Дополнительные сведения	
Тип аккумулятора	Перезаряжаемый литий-ионный полимерный аккумулятор
Время работы от аккумулятора	2 ч
Система зарядки	Зарядка внутри камеры
Время зарядки	1,5 ч
Питание от внешнего источника	Адаптер перем. тока, входное напряжение: 90–260 В перем. тока, выходное напряжение
Масса	0,13 кг
Габаритные размеры	125 × 80 × 24 мм
Стоимость	61123 руб.

Flir One Android USB-C представлен на рис. 8.



Рисунок 8 - Тепловизор Flir One Android USB-C

Характеристики тепловизора Flir One Android USB-C представлены в табл. 6.

Таблица 6 - Характеристики тепловизора Flir One Android USB-C

Характеристики	Наименование
Диапазон измерений	от -25 °C до 120 °C;
Камера видимого диапазона	стандарт VGA (используется для мультиспектральной динамической визуализации);
Разрешение видео и фотоизображения	1440x1080;
Размеры	67 мм x 34 мм x 14 мм;
Рабочая температура	от 32°F до 113 °F (от 0 °C до 45 °C);
Масса	34 г;
Период работы без подзарядки	батареи 350 мА/ч настройки позволяют заряжать аккумулятор смартфона/планшета от аккумулятора тепловизора — максимальная длительность использования аккумулятора устройства в непрерывном режиме составляет, примерно, 1 час);
Стандарты безопасности	FCC, CE, RoHS;
Ядро тепловизора	FLIR Lepton 80 на 60 пикселей
Частота смены кадров	9 Гц;
Поле зрения	50°±1° / 38°±1°;
Встроенные приложения	FLIR ONE MX;
Комплект поставки:	- тепловизор FLIR ONE, - USB-кабель, - чехол.
Стоимость	22300 руб.

Тепловизор FLIR E4 представлен на рис. 9.



Рисунок 9 - Тепловизор Flir E4

Характеристики тепловизора Flir E4 представлены в табл. 7.

Таблица 7 - Характеристики тепловизора Flir E4

Характеристики	Наименование
Тип	Тепловизор
Бренд	FLIR
Вид измерительного инструмента	Электронный
Страна-изготовитель	Эстония
Дальность измерения, м	В зависимости от размеров измеряемого объекта
Артикул	63906-0604
Принцип действия	Оптический
Цвет	Черно-серый
Макс. температура, °C	+250
Мин. температура, °C	-20

Класс защиты	IP43
Название	Тепловизор FLIR E4
Размеры, мм	247 x 100 x 93
Вес товара, г	600
Гарантия	2 года
Вес в упаковке, г	2600
Стоимость	87318 руб.

Flir E5 Wi-Fi представлен на рис. 10.



Рисунок 10 - Тепловизор Flir E5 Wi-Fi

Характеристики тепловизора Flir E5 Wi-Fi представлены в табл. 8.

Таблица 8 - Характеристики тепловизора Flir E5 Wi-Fi

Характеристики	Наименование
Оптические характеристики и характеристики изображения	
ИК-датчик	120 × 90 (10800 пикселей)
разрешение по MSX технологии	320 x 240 (76800 пикселей)
Тепловая чувствительность	0,10 °C
Поле обзора	45° x 34°
Частота смены кадров	9 Гц
-дюймовый дисплей (цветной)	3320 × 240 пикселей
Измерения	
Диапазон температур объекта	-20...250 °C
Точность	±2 °C или 2 %, в зависимости от того, какая величина больше, при номинальной температуре 25 °C
Диапазон рабочих температур	-10...50 °C
Масса	0,58 кг
Размер (Д × Ш × В)	244 x 95 x 140 мм
WiFi	802.11 b/g/n 2400-2480 MHz + 5150-5260 MHz 18 dBm
Комплект поставки	Инфракрасная камера; Батарея съемная; жесткий кейс; Блок питания/зарядка с вилкой стандарта ЕС; Великобритании, США, Канады и Австралии • Печатное руководство по началу работы • Карта памяти USB с документацией; компакт-диск с документацией • USB-кабель
Стоимость	139500 руб.

Тепловизор Flir E6xt представлен на рис. 11.



Рисунок 11 - Тепловизор Flir E6xt

Характеристики тепловизора Flir E6xt представлены в табл. 9.

Таблица 9 - Характеристики тепловизора Flir E6xt

Характеристики	Наименование
Цвет	Черный
Бренд	Flir
Вес, кг	0.57
Гарантия	1 год
Размер	244 x 140 x 95 мм
Разрешение дисплея	320x240
Температурный диапазон	-20° +550° C
Спектральный диапазон	7.5 – 13 μ
Стоимость	174549 руб.

Тепловизионная камера Flir ThermaCAM E45 представлен на рис. 12.



Рисунок 12 - Тепловизор Flir ThermaCAM E45

Характеристики тепловизора Flir ThermaCAM E45 представлены в табл. 10.

Таблица 10 - Характеристики тепловизора Flir ThermaCAM E45

Характеристики	Наименование
Гарантия	2 года
Дисплей	2,5-дюймовый цветной ЖКД, 16000 цветов
Вес	Менее 700 г
Температурная чувствительность (NETD)	0,10°C при 25°C
Тип аккумуляторной батареи	Литий-ионная, перезаряжаемая (зарядка аккумулятора производится без извлечения его из камеры)
Точность	±2 °C или ± 2% (большее из них)
Размеры	258мм x 80мм x 105мм
Рабочая температура	-15°C до +45°C
Частота обновления кадров (Гц)	50
Класс защиты	IP54
Стоимость	40000 руб.

Тепловизор FLIR K2 представлен на рис. 13.



Рисунок 13 - Тепловизор Flir K2

Тепловизор FLIR K33 представлен на рис. 14.



Рисунок 14 - Тепловизор Flir K33

Характеристики тепловизора Flir K33 представлены в табл. 11.

Таблица 11 - Характеристики тепловизора Flir K33

Характеристики	Наименование	
Сертификация		
Соответствие спецификации NFPA 1801:2013	Нет	Да
Формирование изображения и оптические характеристики		
Разрешение в инфракрасном диапазоне	240 × 180 пикселей	320 x 240 пикселей
Оптимизация контрастности	Цифровое улучшение изображений, функция FSX	
Поле зрения/фокусировка	51 × 38°/фиксированная	
Частота смены кадров	60 Гц	
Увеличение (K45, K55 и K65)	2-кратное цифровое	
увеличение (K33 и K53)	Нет	
Сохранение изображений	До 200 изображений в формате JPEG во внутренней памяти (недоступно для модели K33)	
Сохранение видео	Нет	Всего 200 файлов, максимальная продолжительность одного видеоролика 5 минут
Формат записываемого видео	Нет	MPEG-4 (нерадиометрическое изображение) с сохранением во внутренней флеш-памяти
Вывод изображения		
Экран	ЖК, 4 дюйма, 320 × 240 пикселей, с подсветкой	
Режимы изображений для K33/K53	Базовый тепловизионный режим	
Автоматический выбор диапазона	Да, в зависимости от режима	
Экспонометр	1	
Изотерма	Да, в соответствии с NFPA и в зависимости от режима	
Интерфейсы обмена данными		

Интерфейсы	Mini-USB
USB	Mini-USB, тип В: двусторонний обмен несжатым цветным видео с компьютером
Питание	
Аккумулятор	Литийионный, время работы 4 ч
Электромагнитная совместимость	EN 61000-6-2:2005 (помехоустойчивость) •EN 61000-6-3:2011 (излучение) •FCC 47 CFR, часть 15, класс В (излучение)
Магнитные поля	EN 61 000-4-8, уровень проверки постоянного магнитного поля 5 (жесткие промышленные условия)
Степень защиты	IP67 (IEC 60529)
Ударостойкость	25 g (МЭК 60068-2-27)
Вибростойкость	2 g (МЭК 60068-2-6)
Допустимая высота падения	2 м, бетонный пол (МЭК 60068-2-31)
Безопасность (блок питания)	CE/EN/UL/CSA/PSE 60950-1
Штативное гнездо	UNC ¼"-20
Упаковка	
Упаковка, комплект поставки	<p>Модели К45, К55 и К65: инфракрасная камера, аккумулятор (2 шт.), зарядное устройство, жесткий футляр, блок питания, печатная документация, USB-кабель, руководство пользователя</p> <p>В комплект поставки моделей К33, К45, К53 и К55 (не К65) также входит ремень на запястье, нашейный ремень, блокирующее устройство для защиты от падения с высоты</p> <p>В комплект поставки для модели К65 также входит отвертка с наконечником звездообразной формы (Т20)</p>
Аксессуары	Дополнительный аккумулятор, зарядное устройство, жесткий футляр, блокирующее устройство для защиты от падения с высоты, ремень на запястье, нашейный ремень, USB-кабель, адаптер для установки на штатив, автомобильное зарядное устройство

Тепловизор FLIR K40 представлен на рис. 15.



Рисунок 15 - Тепловизор Flir K40

Тепловизор FLIR K45 представлен на рис. 16.



Рисунок 16 - Тепловизор Flir K45

Тепловизор FLIR K50 представлен на рис. 17.



Рисунок 17 - Тепловизор Flir K50

Тепловизор FLIR K53 представлен на рис. 18.



Рисунок 18 - Тепловизор Flir K53

Тепловизор FLIR K55 представлен на рис. 19.



Рисунок 19 - Тепловизор Flir K55

Взрывозащищенный тепловизор FLIR K65 представлен на рис. 20.



Рисунок 20 - Взрывозащищенный тепловизор FLIR K65

Тепловизор FLIR KF6 представлен на рис. 21.



Рисунок 21 - Тепловизор FLIR KF6

Характеристики тепловизора FLIR KF6 представлены в табл. 12.

Таблица 12 - Характеристики тепловизора FLIR KF6

Характеристики	Наименование
ИК-изображения и оптические характеристики	
Разрешение в ИК-диапазоне	640 × 480
Фотометр областей	1
Изотерма	Да
Конфигурация	
Стандарт видеосигнала	NTSC
Установка	На крыше
Композитное видео	
Видеовыход	Композитный видеовыход, поддержка NTSC
Питание	
Вход питания	10,5–32,0 В пост. тока (ISO 7637-2)
Время запуска	Менее 20 секунд
Энергопотребление	В среднем менее 5 Вт при напряжении питания 28 В пост. тока
ЭМС	EN 61000-6-2:2005 (помехоустойчивость) EN 61000-6-3:2011 (излучение) FCC 47 CFR Part 15 В (излучение) ISO7637-2 Дорожные транспортные средства — электрооборудование
	Возмущение при проводимости и соединении часть 2: мгновенно возникающие неустановившиеся токи только вдоль питающих линий (помехоустойчивость)
Степень защиты корпуса	IP67 (IEC 605 29)
Ударостойкость	IEC 600 68-2-27, пиковая полусинусоидальная волна 25 g
Вибростойкость	IEC 600 68-2-6, 0,15 мм, 10–58 Гц и синусоидальная волна 2 g 58–500 Гц
Физические характеристики	
Масса	(1,2 ± 0,1) кг
Габаритные размеры (Д × Ш × В)	158 × 112 × 89 мм
Материал корпуса	Алюминий
Цвет	Белый и черный

Тепловизионная камера HALO представлен на рис. 22.



Рисунок 22 - Тепловизор камера HALO

Характеристики тепловизора камера HALO представлены в табл. 13.

Таблица 13 - Характеристики тепловизора камера HALO

Характеристики	Наименование
соответствие стандартам	
Электромагнитная совместимость	EMC BS EN 61000-6-3:2007
Устойчивость к ЭМпомехам	EN61000-6-2:2005
Качество изображения	
Тип сенсора	Неохлаждаемый микроболометр с цифровой обработкой изображения
Формат матрицы	160 x 120 пикселей
Материал детектора	Аморфный кремний (aSi)
Частота кадров	30 Гц
Видеовыход	NTSC
Порог чувствительности	<50 мК / <0.05 °С
Динамический диапазон	600 °С, номинальный
Размер элемента	30 мкм
Материал объектива	Германий с высокоэффективным антибликовым покрытием
Фокусное расстояние	Минимальное расстояние фокусировки 1 м, оптимально 4 м
Поле зрения	37.5° (по вертикали) x 50° (по горизонтали)
Вывод изображения	
Дисплей	2.5 дюйма высокого разрешения
Разрешение	640 x 480 пикселей
Подсветка	Светодиодная
Угол обзора	51°
Питание	
Тип батареи	Литиево-ионная
Степень защиты	IP67, выдерживает кратковременное погружение в воду
Ударопрочность	Камера выдерживает падение с высоты 2 м на бетон
Температура хранения	от -20 °С до +40 °С
Физические характеристики	
Размеры камеры (ВхШхГ)	60 x 70 x 125 мм
Масса камеры	390 г с батареей

Тепловизор Seek Thermal Reveal PRO представлен на рис. 23.



Рисунок 23 - Тепловизор Seek Thermal Reveal PRO

Характеристики тепловизора Seek Thermal Reveal PRO представлены в табл. 14.

Таблица 14 - Характеристики тепловизора Seek Thermal Reveal PRO

Характеристики	Наименование
Тип	тепловизор
Единицы измерения	по Кельвину, по Фаренгейту, по Цельсию
Элементы питания	аккумулятор
Минимальная определяемая температура	-40 °C
Максимальная определяемая температура	330 °C
Стоимость	59900 руб.

Тепловизор Seek Thermal Compact (для iOS) представлен на рис. 24.



Рисунок 24 - Тепловизор Seek Thermal Compact (для iOS)

Характеристики тепловизора Seek Thermal Compact (для iOS) представлены в табл. 15.

Таблица 15 - Характеристики тепловизора Seek Thermal Compact (для iOS)

Характеристики	Наименование
Тип	тепловизор
Минимальная определяемая температура	-40 °C
Максимальная определяемая температура	330 °C
Стоимость	22900 руб.

Тепловизор Seek Thermal Compact (для Android) представлен на рис. 25.



Рисунок 25 - Тепловизор Seek Thermal Compact (для Android)

Характеристики тепловизора Seek Thermal Compact (для Android) представлены в табл. 16.

Таблица 16 - Характеристики тепловизора Seek Thermal Compact (для Android)

Характеристики	Наименование
Тип	тепловизор
Минимальная определяемая температура	-40 °C
Максимальная определяемая температура	330 °C
Стоимость	22 900 руб.

Тепловизор Seek Thermal Compact PRO (для Android) представлен на рис. 26.



Рисунок 26 - Тепловизор Seek Thermal Compact PRO (для Android)

Характеристики тепловизора Seek Thermal Compact PRO (для Android) представлены в табл. 17.

Таблица 17 - Характеристики тепловизора Seek Thermal Compact PRO (для Android)

Характеристики	Наименование
Тип	тепловизор
Минимальная определяемая температура	-40 °C
Максимальная определяемая температура	330 °C
Стоимость	49 900 руб.

Тепловизор Seek Thermal Compact XR (для Android) представлен на рис. 27.



Рисунок 27 - Тепловизор Seek Thermal Compact XR (для Android)

Характеристики тепловизора Seek Thermal Compact XR (для Android) представлены в табл. 18.

Таблица 18 - Характеристики тепловизора Seek Thermal Compact XR (для Android)

Характеристики	Наименование
Тип	тепловизор
Минимальная определяемая температура	-40 °C
Максимальная определяемая температура	330 °C
Стоимость	21990 руб.

Тепловизор Seek Thermal Reveal представлен на рис. 28.



Рисунок 28 - Тепловизор Seek Thermal Reveal

Характеристики тепловизора Seek Thermal Reveal представлены в табл. 19.

Таблица 19 - Характеристики тепловизора Seek Thermal Reveal

Характеристики	Наименование
Тип	тепловизор
Элементы питания	аккумулятор
Минимальная определяемая температура	-40 °C
Максимальная определяемая температура	330 °C
Стоимость	27488 руб.

Тепловизор Seek Thermal Compact PRO (для iOS) представлен на рис. 29.



Рисунок 29 - Тепловизор Seek Thermal Compact PRO (для iOS)

Характеристики тепловизора Seek Thermal Compact PRO (для iOS) представлены в табл. 20.

Таблица 20 - Характеристики тепловизора Seek Thermal Compact PRO (для iOS)

Характеристики	Наименование
Тип	тепловизор
Минимальная определяемая температура	-40 °C
Максимальная определяемая температура	330 °C
Стоимость	49900 руб.

Тепловизор BOSCH GTC 400 C представлен на рис. 30.



Рисунок 30 - Тепловизор BOSCH GTC 400 C

Характеристики тепловизора BOSCH GTC 400 C представлены в табл. 21.

Таблица 21 - Характеристики тепловизора BOSCH GTC 400 C

Характеристики	Наименование
Тип	тепловизор
Степень защиты	IP 53
Единицы измерения	по Цельсию
Элементы питания	батарейки
Разрешение дисплея	+/- 0,1
Погрешность измерения	3 %
Минимальная определяемая температура	-10 °C
Максимальная определяемая температура	400 °C
Стоимость	62063 руб.

Тепловизор Seek Thermal Reveal XR Camo представлен на рис. 31.

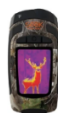


Рисунок 31 - Тепловизор Seek Thermal Reveal XR Camo

Характеристики тепловизора Seek Thermal Reveal XR Camo представлены в табл. 22.

Таблица 22 - Характеристики тепловизора Seek Thermal Reveal XR Camo

Характеристики	Наименование
тип	тепловизор
минимальная определяемая температура	-40 °C
максимальная определяемая температура	330 °C
Стоимость	33988 руб.

Тепловизор Seek Thermal Compact XR (для iOS) представлен на рис. 32.



Рисунок 32 - Тепловизор Seek Thermal Compact XR (для iOS)

Характеристики тепловизора Seek Thermal Compact XR (для iOS) представлены в табл. 23.

Таблица 23 - Характеристики тепловизора Seek Thermal Compact XR (для iOS)

Характеристики	Наименование
Тип	тепловизор
Минимальная определяемая температура	-40 °C
Максимальная определяемая температура	330 °C
Стоимость	21990 руб.

Тепловизор ADA instruments TemPro VISION представлен на рис. 33.



Рисунок 33 - Тепловизор ADA instruments TemPro VISION

Характеристики тепловизора ADA instruments TemPro VISION представлены в табл. 24.

Таблица 24 - Характеристики тепловизора ADA instruments TemPro VISION

Характеристики	Наименование
Тип	тепловизор
Единицы измерения	по Цельсию
Элементы питания	батарейки
Минимальная определяемая температура	-20 °C
Максимальная определяемая температура	300 °C
Стоимость	34990 руб.

Тепловизор Seek Thermal Shot представлен на рис. 34.



Рисунок 34 - Тепловизор Seek Thermal Shot

Характеристики тепловизора Seek Thermal Shot представлены в табл. 25.

Таблица 25 - Характеристики тепловизора Seek Thermal Shot

Характеристики	Наименование
Тип	тепловизор
Степень защиты	IP 54
Минимальная определяемая температура	-40 °C
Максимальная определяемая температура	330 °C
Стоимость	49900 руб.

Тепловизор Seek Thermal Shot PRO представлен на рис. 35.



Рисунок 35 - Тепловизор Seek Thermal Shot PRO

Стоимость: 69900 руб.

Тепловизор Seek Thermal Reveal XR (Black) представлен на рис. 36.



Рисунок 36 - Тепловизор Seek Thermal Reveal XR (Black)

Характеристики тепловизора Seek Thermal Reveal XR (Black) представлены в табл. 26.

Таблица 26 - Характеристики тепловизора Seek Thermal Reveal XR (Black)

Характеристики	Наименование
тип	тепловизор
минимальная определяемая температура	-40 °C
максимальная определяемая температура	330 °C
Стоимость	33416 руб.

Тепловизор СЕМ DT-870 представлен на рис. 37.



Рисунок 37 - Тепловизор СЕМ DT-870

Характеристики тепловизора СЕМ DT-870 представлены в табл. 27.

Таблица 27 - Характеристики тепловизора СЕМ DT-870

Характеристики	Наименование
тип	тепловизор
единицы измерения	по Фаренгейту, по Цельсию
элементы питания	аккумулятор
погрешность измерения	2 %
минимальная определяемая температура	-20 °C
максимальная определяемая температура	380 °C
Стоимость	31900 руб.

Тепловизор измерительный AMF101 представлен на рис. 38.



Рисунок 38 - Тепловизор измерительный AMF101

Характеристики тепловизора измерительного AMF101 представлены в табл. 28.

Таблица 28 - Характеристики тепловизора измерительного AMF101

Характеристики	Наименование
Температурная чувствительность	0.15°C
Режим измерения	инфракрасное измерение температуры в фокальной плоскости
Диапазон измерений	- 20 до +300°C, погрешность: ±2°C
Диапазон длины волны	8-14 μm
Частота изображения	8 Гц
Коэффициент оптического излучения	0.1 - 1.0 (регулируемый)
Режим фокусировки	Фиксированный
Рабочие профили палитры	цветной металл, радуга, черный и белый
Запись и хранение данных	карта памяти SD 32 Гб, тип файла JPG
Питание	батарейки тип AA (4 штук) нет в комплекте
Условия применения	температура от 0 до +50°C
Условия хранения	температура от - 40 до +70°C, влажность не более 90%RH
Условия транспортировки	вибрация не более 2G, соответствие стандарту IEC 60068-2-6
Размеры (мм)	230x80x52
Вес (грамм)	410
Стоимость	38890 руб.

Тепловизор FLUKE TIR представлен на рис. 39.



Рисунок 39 - Тепловизор FLUKE TIR

Характеристики тепловизора FLUKE TIR представлены в табл. 29.

Таблица 29 - Характеристики тепловизора FLUKE TIR

Характеристики	Наименование
Производитель	Fluke
Диапазон рабочих температур	-20 - +150 °C
Размер детектора, пикселей	640 x 480
Стоимость	179901 руб.

Тепловизор FLUKE TIR1 представлен на рис. 40.



Рисунок 40 - Тепловизор FLUKE TIR

Стоимость: 249957 руб.

Строительный тепловизор FLUKE TIR3 /FT10-20 /7.5 представлен на рис. 41.



Рисунок 41 - Строительный тепловизор fluke tir3 /ft10-20 /7.5

Характеристики строительного тепловизора Fluke Tir3/ft10-20/7.5 представлены в табл. 30.

Таблица 30 - Характеристики строительного тепловизора Fluke Tir3/ft10-20/7.5

Характеристики	Наименование
Производитель	Fluke
Диапазон рабочих температур	-20 - +100 °C
Размер детектора, пикселей	320 x 240
Вес, кг	1.2
Стоимость	1 373 763 руб.

Тепловизор для диагностики зданий FLUKE TIR27 представлен на рис. 42.



Рисунок 42 - Тепловизор для диагностики зданий Fluke Tir27

Стоимость: 392574 руб.

Тепловизор FLUKE TiRx Inspector представлен на рис. 43.



Рисунок 43 - Тепловизор FLUKE TiRx Inspector

Стоимость: 142 372 руб.

Тепловизор FLUKE TiR29 представлен на рис. 44.



Рисунок 44 - Тепловизор FLUKE TiR29

Характеристики тепловизора FLUKE TiR29 представлены в табл. 31.

Таблица 31 - Характеристики тепловизора FLUKE TiR29

Характеристики	Наименование
Производитель	Fluke
Диапазон рабочих температур	-20 - +150 °C
Размер детектора, пикселей	240 x 180
Стоимость	427 213 руб.

Строительный тепловизор FLUKE TIR32 представлен на рис. 45.



Рисунок 45 - Строительный тепловизор FLUKE TIR32

Характеристики строительного тепловизора FLUKE TIR32 представлены в табл. 32.

Таблица 32 - Характеристики строительного тепловизора FLUKE TIR32

Характеристики	Наименование
Производитель	Fluke
Диапазон рабочих температур	-20 - +150 °C
Размер детектора, пикселей	320 x 240
Стоимость	395300 руб.

Тепловизор FLUKE TIS10 представлен на рис. 46.



Рисунок 46 - Тепловизор FLUKE TIS10

Характеристики тепловизора FLUKE TIS10 представлены в табл. 33.

Таблица 33 - Характеристики тепловизора FLUKE TIS10

Характеристики	Наименование
Тип аккумуляторной батареи	Li-Ion
Встроенная цифровая камера	Есть
Габариты	267x101x145 мм
Диапазон измерения температур	от -20 до 250 °C
Класс защиты	IP54
Масса	0,72 кг
Рабочая температура	от -10 до 50 °C
Размер детектора	80 x 60 пикселей
Стоимость	77917 руб.

Тепловизор FLUKE TIR105 представлен на рис. 47.



Рисунок 47 - Тепловизор FLUKE TIR105

Характеристики тепловизора FLUKE TIR105 представлены в табл. 34.

Таблица 34 - Характеристики тепловизора FLUKE TIR105

Характеристики	Наименование
Производитель	Fluke
Размер детектора, пикселей	160 x 120
Стоимость	192 720 руб.

Строительный тепловизор FLUKE TIR110 представлен на рис. 48.



Рисунок 48 - Строительный тепловизор FLUKE TIR110

Характеристики строительного тепловизора FLUKE TIR110 представлены в табл. 35.

Таблица 35 - Характеристики строительного тепловизора FLUKE TIR110

Характеристики	Наименование
Производитель	Fluke
Диапазон рабочих температур	-20 - +150 °C
Размер детектора, пикселей	160 x 120
Стоимость	260544 руб.

Строительный тепловизор FLUKE TIR125 представлен на рис. 49.



Рисунок 49 - Строительный тепловизор FLUKE TIR125

Характеристики строительного тепловизора FLUKE TIR125 представлены в табл. 36.

Таблица 36 - Характеристики строительного тепловизора FLUKE TIR125

Характеристики	Наименование
Производитель	Fluke
Диапазон рабочих температур	-20 - +150 °C
Размер детектора, пикселей	160 x 120
Стоимость	325 680 руб.

Тепловизор FLUKE TiS40 представлен на рис. 50.



Рисунок 50 - Тепловизор FLUKE TiS40

Характеристики тепловизора FLUKE TiS40 представлены в табл. 37.

Таблица 37 - Характеристики тепловизора FLUKE TiS40

Характеристики	Наименование
тип	тепловизор
степень защиты	IP 54
единицы измерения	по Фаренгейту, по Цельсию
элементы питания	аккумулятор
погрешность измерения	2 %

минимальная определяемая температура	-20 °C
максимальная определяемая температура	350 °C
Стоимость	138315 руб.

Тепловизор FLUKE TIS45 представлен на рис. 51.



Рисунок 51 - Тепловизор FLUKE TIS45

Характеристики тепловизора FLUKE TIS45 представлены в табл. 38.

Таблица 38 - Характеристики тепловизора FLUKE TIS45

Характеристики	Наименование
тип	тепловизор
степень защиты	IP 54
единицы измерения	по Фаренгейту, по Цельсию
элементы питания	аккумулятор
погрешность измерения	2 %
минимальная определяемая температура	-20 °C
максимальная определяемая температура	350 °C
Стоимость	176640 руб.

Тепловизор Fluke TiS20 представлен на рис. 52.



Рисунок 52 - Тепловизор FLUKE TIS20

Стоимость: 94341 руб.

Промышленный тепловизор FLUKE TIS50 9HZ представлен на рис. 53.



Рисунок 53 - Промышленный тепловизор FLUKE TIS50 9HZ

Характеристики промышленного тепловизора FLUKE TIS50 9HZ представлены в табл. 39.

Таблица 39 - Характеристики промышленного тепловизора FLUKE TIS50 9HZ

Характеристики	Наименование
Производитель	Fluke
Диапазон рабочих температур	-20 ~ +450 °C
Размер детектора, пикселей	220x165
Вес, кг	0.726
Стоимость	320068 руб.

Тепловизор Fluke TiS55 представлен на рис. 54.



Рисунок 54 - Тепловизор FLUKE TIS55

Стоимость: 293224 руб.

Промышленный тепловизор FLUKE TIS60 9HZ представлен на рис. 55.



Рисунок 55 - Промышленный тепловизор FLUKE TIS60 9HZ

Характеристики промышленного тепловизора FLUKE TIS60 9HZ представлены в табл. 40.

Таблица 40 - Характеристики промышленного тепловизора FLUKE TIS60 9HZ

Характеристики	Наименование
Производитель	Fluke
Диапазон рабочих температур	-20 ~ +450 °C
Размер детектора, пикселей	260x195
Вес, кг	0.720
Стоимость	400250 руб.

Промышленный тепловизор FLUKE TIS65 9HZ представлен на рис. 56.



Рисунок 56 - Промышленный тепловизор FLUKE TIS65 9HZ

Характеристики промышленного тепловизора FLUKE TIS65 9HZ представлены в табл. 41.

Таблица 41 - Характеристики промышленного тепловизора FLUKE TIS65 9HZ

Характеристики	Наименование
Производитель	Fluke
Диапазон рабочих температур	-20 - +550 °C
Размер детектора, пикселей	260x195
Вес, кг	0.770
Стоимость	440341 руб.

Промышленный тепловизор FLUKE TIS75 9HZ представлен на рис. 57.



Рисунок 57 - Промышленный тепловизор FLUKE TIS75 9HZ

Характеристики промышленного тепловизора FLUKE TIS75 9HZ представлены в табл. 42.

Таблица 42 - Характеристики промышленного тепловизора FLUKE TIS75 9HZ

Характеристики	Наименование
Производитель	Fluke
Диапазон рабочих температур	-20 - +550 °C
Размер детектора, пикселей	320x240
Вес, кг	0.770
Стоимость	504347 руб.

Тепловизор FLUKE TI9 представлен на рис. 58.



Рисунок 58 - Тепловизор FLUKE TI9

Характеристики тепловизора FLUKE TI9 представлены в табл. 43.

Таблица 43 - Характеристики тепловизора FLUKE TI9

Характеристики	Наименование
Производитель	Fluke
Диапазон рабочих температур	-20 - +250 °C
Размер детектора, пикселей	160 x 120
Стоимость	125887 руб.

Тепловизор FLUKE Ti50FT-10/20 представлен на рис. 59.



Рисунок 59 - Тепловизор FLUKE Ti50FT-10/20

Стоимость: 1 541 512 руб.

Промышленный тепловизор Fluke Ti27 представлен на рис. 60.



Рисунок 60 - Промышленный тепловизор FLUKE Ti27

Характеристики промышленного тепловизора FLUKE Ti27 представлены в табл. 44.

Таблица 44 - Характеристики промышленного тепловизора FLUKE Ti27

Характеристики	Наименование
Матрица	240 x 180
Поле зрения °	23 x 17
Термочув.мК	0,05

t диапазон °С	-20 - +600 °С
Спектруб. диап μm	7.5 ...14
Класс защиты	IP54
Вес кг	1.05
Частота кадров Гц	9
Госреестр	Да
Стоимость	413236 руб.

Тепловизор FLUKE Ti55FT-10/20 представлен на рис. 61.



Рисунок 61 - Тепловизор FLUKE Ti55FT-10/20

Стоимость: 1 758 527 руб.

Промышленный тепловизор FLUKE TI90 9HZ представлен на рис. 62.



Рисунок 62 - Промышленный тепловизор FLUKE TI90 9HZ

Характеристики промышленного тепловизора FLUKE TI90 9HZ представлены в табл. 45.

Таблица 45 - Характеристики промышленного тепловизора FLUKE TI90 9HZ

Характеристики	Наименование
Производитель	Fluke
Диапазон рабочих температур	-20 ~ +250 °С
Размер детектора, пикселей	80x60
Вес, кг	0.726
Стоимость	80349 руб.

Промышленный тепловизор FLUKE TI95 9HZ представлен на рис. 63.



Рисунок 63 - Промышленный тепловизор FLUKE TI95 9HZ

Характеристики промышленного тепловизора FLUKE TI95 9HZ представлены в табл. 46.

Таблица 46 - Характеристики промышленного тепловизора FLUKE TI95 9HZ

Характеристики	Наименование
Производитель	Fluke
Диапазон рабочих температур	-20 - +250 °C
Размер детектора, пикселей	80x80
Вес, кг	0.726
Стоимость	105 076 руб.

Тепловизор Fluke Ti100 представлен на рис. 64.



Рисунок 64 - Тепловизор FLUKE Ti100

Характеристики тепловизора FLUKE Ti100 представлены в табл. 47.

Таблица 47 - Характеристики тепловизора FLUKE Ti100

Характеристики	Наименование
Технология IR-Fusion®	Нет, только полностью ИК
Цветовая индикация	-
Стандартные палитры	Сине-красная, нагретое железо, серая, желтая
Палитры Ultra Contrast™	-
Маркеры горячих/холодных участков	-
Пользовательские маркеры областей	Только в ПО SmartView®
Центральный прямоугольник (мин./средн./макс.)	-
Минимальное расстояние ИК-Фокусировки	1,2м
Вес	0,726 кг
Габариты	28,4 x 8,6 x 13,5 см
ЖК-дисплей	Диагональ 3,5'' (книжная ориентация)
Камера видимого диапазона	Нет
Минимальный параплекс	Нет
Система аннотаций IR-PhotoNotes™	-
Лазерный указатель	Да
Фонарик	-
Электронный компас	-
Коррекция излучающей способности	Да
Коррекция передачи	-
Комплексация (отраженного) Фона	Да
Звуковая аннотация (аудио)	-
Несколько режимов вывода видео	-

Несколько режимов видеозаписи (формат AVI с кодированием MPEG)	-
Несколько режимов видеозаписи (радиометрический IS3)	-
Просмотр содержимого памяти	просмотр эскизов
Батарея (быстро сменная, перезаряжаемая)	1 шт.
Период работы без подзарядки батареи	Более 4 часов (от каждой батареи) *
Ударопрочность	2 м
Степень защиты IP (IEC 60529)	IP 54
Рекомендуемая периодичность калибровки	2 года
Многофункциональное устройство для чтения карт памяти	-
Память	Карта памяти SD, 2 ГБ
Рабочая температура	от -10 до 50 °C
Температура хранения	от -20 до 50 °C
Виброустойчивость	2G, IEC 68-2-26 и 25G, IEC 68-2-29
Стандарты безопасности	CSA (для США и Канады): C22.2 № 61010-1-04, UL: UL STD 61010-1 (2-е издание), ISA: 82.02.01
Маркировка С Tick	IEC/EN 61326-1
Защищенность	EN61326-1; FCC, часть 5
Стоимость	140449 руб.

Тепловизор FLUKE Ti105 представлен на рис. 65.



Рисунок 65 - Тепловизор FLUKE Ti105

Характеристики тепловизора FLUKE Ti105 представлены в табл. 48.

Таблица 48 - Характеристики тепловизора FLUKE Ti105

Характеристики	Наименование
Модель	Ti105
Артикул	4275090
Погрешность	°C, ±2
Размер детектора	пикс160x120
Рабочая температура	-10...+50°C
Диапазон измерений	-20...+250°C
Габариты, мм	284x86x135
Вес, кг	0.726
Стоимость	183084 руб.

Тепловизор FLUKE TI110 представлен на рис. 66.



Рисунок 66 - Тепловизор FLUKE Ti110

Характеристики тепловизора FLUKE Ti110 представлены в табл. 49.

Таблица 49 - Характеристики тепловизора FLUKE Ti110

Характеристики	Наименование
Производитель	Fluke
Размер детектора, пикселей	160 x 120
Стоимость	260544 руб.

Тепловизор FLUKE TI125 представлен на рис. 67.



Рисунок 67 - Тепловизор FLUKE Ti125

Характеристики тепловизора FLUKE Ti125 представлены в табл. 50.

Таблица 50 - Характеристики тепловизора FLUKE Ti125

Характеристики	Наименование
Производитель	Fluke
Размер детектора, пикселей	160 x 120
Стоимость	325 680 руб.

Тепловизор FLUKE TI200 представлен на рис. 68.



Рисунок 68 - Тепловизор FLUKE Ti200

Характеристики тепловизора FLUKE Ti200 представлены в табл. 51.

Таблица 51 - Характеристики тепловизора FLUKE Ti200

Характеристики	Наименование
Картинка в картинке (PIP)	Да
Встроенная цифровая камера	Промышленная, разрешение 5,0 мегапикселя
Диапазон измеряемых температур	от -20 до +650 °C
Поле зрения	24 ° по горизонтали, 17 ° по вертикали
Рабочая температура	от -10 °C до +50 °C
Разрешение	200 x 150 (30 000 пикселей)
Частота кадров	9 Гц или 60 Гц
Картинка в картинке (PIP)	Да
Стоимость	475724 руб.

Тепловизор Fluke Ti300 представлен на рис. 69.



Рисунок 69 - Тепловизор FLUKE Ti300

Стоимость: 502065 руб.

Строительный тепловизор Fluke FLK-TI300-PRO 9HZ представлен на рис. 70.



Рисунок 70 - Строительный тепловизор Fluke FLK-TI300-PRO 9HZ

Характеристики строительного тепловизора Fluke FLK-TI300-PRO 9HZ представлены в табл. 52.

Таблица 52 - Характеристики строительного тепловизора Fluke FLK-TI300-PRO 9HZ

Характеристики	Наименование
Дисплей	640 × 480 ЖК
Матрица	240 x 180
t° диапазон С°	-20 до +650 °C
Частота Гц	9
Стандартный объектив	24° × 17°
Размеры мм	277 × 122 × 167
Стоимость	555983 руб.

Тепловизор Fluke Ti400 представлен на рис. 71.



Рисунок 71 - Тепловизор FLUKE Ti400

Стоимость: 517127 руб.

Тепловизор FLUKE TI401 PRO представлен на рис. 72.



Рисунок 72 - Тепловизор FLUKE TI401 PRO

Характеристики тепловизора FLUKE TI401 Pro представлены в табл. 53.

Таблица 53 - Характеристики тепловизора FLUKE Ti401 Pro

Характеристики	Наименование
Встроенная цифровая камера	Для промышленного применения, 5 мегапикселей
Диапазон измеряемых температур	от $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+650\text{ }^{\circ}\text{C}$
Поле зрения	34° по горизонтали \times 24° по вертикали
Рабочая температура	от -10 до $+50\text{ }^{\circ}\text{C}$
Разрешение	640×480 (307 200 пикселей)
Частота кадров	Исполнения с частотой 60 или 9 Гц
Стоимость	572174 руб.

Тепловизор FLUKE TI480 представлен на рис. 73.



Рисунок 73 - Тепловизор Fluke TI480

Характеристики тепловизора Fluke TI480 представлены в табл. 54.

Таблица 54 - Характеристики тепловизора Fluke TI480

Характеристики	Наименование
Картинка в картинке (PIP)	Да
Встроенная цифровая камера	Промышленная, разрешение 5,0 мегапикселя
Диапазон измеряемых температур	от -20 до $+800\text{ }^{\circ}\text{C}$
Поле зрения	34° по горизонтали \times 24° по вертикали
Рабочая температура	от $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+50\text{ }^{\circ}\text{C}$
Разрешение	640×480
Частота кадров	9 Гц или 60 Гц
Стоимость	828 165 руб.

Тепловизор Fluke TIX500 представлен на рис. 74.

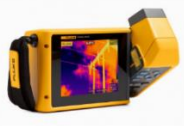


Рисунок 74 - Тепловизор Fluke TIX500

Характеристики тепловизора Fluke TIX500 представлены в табл. 55.

Таблица 55 - Характеристики тепловизора Fluke TIX500

Характеристики	Наименование
	5. 7"
Матрица	320×240 (640×480)
Стандартный объектив	$24^{\circ} \times 17^{\circ}$
	$\text{NETD} \leq 0, 05\text{ }^{\circ}\text{C}$
Стоимость	721 891 руб.

Тепловизор FLUKE TIX560 9HZ представлен на рис. 75.



Рисунок 75 - Тепловизор FLUKE TIX560 9HZ

Стоимость: 1 297 742 руб.

Строительный тепловизор Fluke FLK-TI450-PRO 9HZ представлен на рис. 76.



Рисунок 76 - Строительный тепловизор Fluke FLK-TI450-PRO 9HZ

Характеристики строительного тепловизора Fluke FLK-TI450-PRO 9HZ представлены в табл. 56.

Таблица 56 - Характеристики строительного тепловизора Fluke FLK-TI450-PRO 9HZ

Характеристики	Наименование
Дисплей	640 × 480 ЖК
Размеры мм	277 × 122 × 167
Вес кг	1.04
Спектральный диапазон	7,5 до 14 мкм
t °C хранения	-20 до +50
Влажность %	10 до 95
Вибрация	0,03 г2/Гц (3,8 g), 2,5 g IEC 68-2-6
Рабочая t °C	-10 до +50 °C
Стоимость	755 631 руб.

Промышленный тепловизор FLUKE TIX520 9HZ/NFC представлен на рис. 77.



Рисунок 77 - Промышленный тепловизор Fluke TIX520 9HZ/NFC

Характеристики промышленного тепловизора Fluke TIX520 9HZ/NFC представлены в табл. 57.

Таблица 57 - Характеристики промышленного тепловизора Fluke TIX520 9HZ/NFC

Характеристики	Наименование
Производитель	Fluke
Диапазон рабочих температур	-20 - +850 °C
Размер детектора, пикселей	320×240
Вес, кг	1.5
Стоимость	1040063 руб.

Тепловизор Fluke TiX501 представлен на рис. 78.



Рисунок 78 - Тепловизор Fluke TiX501

Стоимость: 728640 руб.

Fluke PTi120 - карманный тепловизор Fluke FLK-PTi120 9HZ представлен на рис. 79.



Рисунок 79 - Fluke PTi120 - карманный тепловизор Fluke FLK-PTi120 9HZ

Характеристики Fluke PTi120 - карманный тепловизор Fluke FLK-PTi120 9HZ представлены в табл. 58.

Таблица 58 - Характеристики тепловизор Fluke PTi120 - карманного тепловизора Fluke FLK-PTi120 9HZ

Характеристики	Наименование
Шесть цветовых палитр;	
Выдерживает падение с высоты	до 1 метра
Степень защиты корпуса	IP54
Стоимость	65518 руб.

Мультиметр-тепловизор FLUKE 279FC представлен на рис. 80.



Рисунок 80 - Мультиметр-тепловизор Fluke 279FC

Стоимость: 110676 руб.

Промышленный тепловизор Fluke TiX580 представлен на рис. 81.



Рисунок 81 - Промышленный тепловизор Fluke TiX580

Характеристики промышленного тепловизора Fluke TiX580 представлены в табл. 59.

Таблица 59 - Характеристики промышленного тепловизора Fluke TiX580

Характеристики	Наименование
Матрица	1280 x 960
Поле зрения °	34 × 24
Термочув.мК	≤0,05
t диапазон °С	20 +800 °С
Кол-во пикс.	640 × 480

Спектр. диап μm	7,5 до 14
Класс защиты	IP54
Вес кг	1.04
Точность $^{\circ}C/\%$	± 2 $^{\circ}C$ или 2 %
Лазерная указка, класс, блина волны	есть
Дисплей	Ландшафтный ЖК-диагональю 5,7 дюйма (14,4 см)
Размеры мм	273 x 159 x 97
Частота кадров Гц	60 или 9
Стоимость	1159200 руб.

Промышленный тепловизор Fluke Tix1000 представлен на рис. 82.



Рисунок 82 - Промышленный тепловизор Fluke Tix1000
Стоимость: 3882937 руб.

Промышленный тепловизор Fluke RTi120 представлен на рис. 83.



Рисунок 83 - Промышленный тепловизор Fluke RTi120
Характеристики промышленного тепловизора Fluke RTi120 представлены в табл. 60.
Таблица 60 - Характеристики промышленного тепловизора Fluke RTi120

Характеристики	Наименование
Система фокусировки	Нерегулируемая фокусировка, минимальное расстояние фокусировки — 22,8 см
USB	Мини-USB для передачи изображений на ПК
Wi-Fi	Да
Качество изображения	
Технология IR-Fusion	Да, добавляет подробности из изображения в видимом спектре к инфракрасному
Режим AutoBlend	Постоянное совмещение в диапазоне от 0 до 100 %
Тепловая чувствительность (NETD)	60 мК
Частота кадров	Исполнение с частотой 9 Гц
Хранение данных и регистрация изображений	
Память	Встроенная флеш-память ≥ 2 Гбайт

Экспорт данных при помощи ПО в файлы форматов	JPG, IS2
Диапазон измерений	от $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $150\text{ }^{\circ}\text{C}$
Питание от батареи	
Батареи (заряжаемые)	Внутренняя аккумуляторная литий-ионная батарея
Время работы от батареи	≥ 2 часов при непрерывной эксплуатации (без Wi-Fi)
Время заряда батареи	$\leq 1,5$ часа
Способ заряда батареи	Шнур с разъемом микро-USB от прибора до ПК
Работа от сети переменного тока	Через отдельный блок питания с USB-разъемом. В комплект поставки не входит
Энергосбережение	Автоматическое отключение: Через 5, 10, 15, 20 минут либо без отключения
Выбор- и ударостойкость	2G, МЭК 68-2-6 и 25G, МЭК 68-2-29
Стоимость	65519 руб.

Тепловизор Pulsar Axion KEY XM22 представлен на рис. 84.



Рисунок 84 - Тепловизор Pulsar Axion KEY XM22

Характеристики тепловизора Pulsar Axion KEY XM22 представлены в табл. 61.

Таблица 61 - Характеристики тепловизора Pulsar Axion KEY XM22

Характеристики	Наименование
Тип прибора	Монокуляр
Разрешение матрицы, пиксели	320x240
Диаметр объектива, мм	22
Максимальная дистанция обнаружения	950
Тип детектора	Неохлаждаемый микроболометр
Частота обновления кадров, Гц	50
Диапзон ручной фокусировки	От – м до бесконечности
Ручная фокусировка	Да
Дисплей	LCOS 960x720
Видео выход	-
Палитра	Цветная
Возможность фото/видео съемки	Нет
Формат сохранения изображения	-
Формат сохранения видео	-
Интерфейс	Графический
Гнездо под штатив	Да
Источник питания	B-Pack APS3 (Li-Ion)

Время работы	4 часа
Класс защиты	IPX7
Герметичность	Да
Устойчивость к ударам	Да
Габариты прибора, мм	137x41x69
Габариты упаковки, мм	-
Вес, г	250
Транспортный вес, г	-
Страна происхождения	Российская федерация
Цели использования	Охота, наблюдение, охрана, поиск
Стоимость	69900 руб.

Тепловизор Pulsar Axion Key XM30 представлен на рис. 85.



Рисунок 85 - Тепловизор Pulsar Axion KEY XM30

Стоимость: 89900 руб.

Тепловизор Pulsar Axion XM38 представлен на рис. 86.



Рисунок 86 - Тепловизор Pulsar Axion KEY XM38

Характеристики тепловизора Pulsar Axion KEY XM38 представлены в табл. 62.

Таблица 62 - Характеристики тепловизора Pulsar Axion KEY XM38

Характеристики	Наименование
Разрешение сенсора	320x240 пикс.
Тип сенсора	Неохлаждаемый микроболометр
Частота обновления кадров	50 Гц
Характеристики дисплея	
Тип матрицы	AMOLED
Разрешение матрицы	1024x768 пикс.
Оптические характеристики	
Максимальная дистанция обнаружения	1700 м
Диаметр объектива	38 мм
Относительное отверстие	1:1.2
Увеличение	5.5 - 22x
Цифровое увеличение	да
Горизонтальное поле зрения	5.8 °

Вертикальное поле зрения	4.3 °
Физические и эксплуатационные характеристики	
Защита от влаги и пыли	да
Водонепроницаемость	да
Материал корпуса	магниевый сплав
Диапазон эксплуатационных температур	-25-40 °C
Время непрерывной работы	4+ ч
Питание	
Тип элементов питания	Li-Ion Battery Pack APS3
Вес	270 г
Стоимость	139900 руб.

Тепловизор Pulsar Helion XQ38F представлен на рис. 87.



Рисунок 87 - Тепловизор Pulsar Helion XQ38F

Характеристики тепловизора Pulsar Helion XQ38F представлены в табл. 63.

Таблица 63 - Характеристики тепловизора Pulsar Helion XQ38F

Характеристики	Наименование
Диапазон ручной фокусировки	От 3м до бескончности
Ручная фокусировка	Да
Видео выход	microUSB
Палитра	Цветная
Возможность фото/видео съемки	Да
Формат сохранения изображения	.jpg
Формат сохранения видео	.avi
Интерфейс	Графический
Гнездо под штатив	Да
Источник питания	B-Pack (Li-ion)
Время работы, ч	8
Рабочий диапазон температур, °C	-25°C - +50°C
Диапазон температур хранения, °C	-25°C - +50°C
Влажность (эксплуатация и хранение)	98%
Класс защиты	IPX7
Герметичность	Да
Устойчивость к ударам	Да
Цели использования	Охота, наблюдение, поиск, видеосъемка
Стоимость	163900 руб.

Тепловизор Pulsar Helion XQ50F представлен на рис. 88.



Рисунок 88 - Тепловизор Pulsar Helion XQ50F

Характеристики тепловизора Pulsar Helion XQ50F представлены в табл. 64.

Таблица 64 - Характеристики тепловизора Pulsar Helion XQ50F

Характеристики	Наименование
Диапазон ручной фокусировки	от 5 м до бесконечности
Ручная фокусировка	Да
Дисплей	AMOLED 640x480
Видео выход	microUSB
Палитра	Цветная
Возможность фото/видео съемки	Да
Формат сохранения изображения	.jpg
Формат сохранения видео	.avi
Интерфейс	Графический
Гнездо под штатив	Да
Источник питания	B-Pack (Li-ion)
Класс защиты	IPX7
Герметичность	Да
Устойчивость к ударам	Да
Страна происхождения	Российская Федерация
Стоимость	193900 руб.

Тепловизор Helion XP28 (77403) представлен на рис. 89.



Рисунок 89 - Тепловизор Helion XP28 (77403)

Характеристики тепловизора Helion XP28 (77403) представлены в табл. 65.

Таблица 65 - Характеристики тепловизора Helion XP28 (77403)

Характеристики	Наименование
Тип дисплея	AMOLED
Разрешение дисплея, пикс.	640x480
Увеличение, x	1,4
Цифровой зум, x	2x, 4x, 8x
Объектив	F28/1,2
Ресурс батареи, час	8
Внешнее питание	5В (USB)
Размеры, мм	226x55x58
Стоимость	215000 руб.

Тепловизор RGK TL-70 представлен на рис. 90.



Рисунок 90 - Тепловизор RGK TL-70

Стоимость: 54900 руб.

Тепловизор Pulsar Accolade LRF XP50 представлен на рис. 91.



Рисунок 91 - Тепловизор Pulsar Accolade LRF XP50

Характеристики тепловизора Pulsar Accolade LRF XP50 представлены в табл. 66.

Таблица 66 - Характеристики тепловизора Pulsar Accolade LRF XP50

Характеристики	Наименование
Разрешение сенсора	640x480 <i>пикс.</i>
Тип сенсора	Неохлаждаемый микроболومتر
Частота обновления кадров	50 <i>Гц</i>
Диаметр объектива	50 <i>мм</i>
Относительное отверстие	1:1.2
Увеличение	2.5 - 20x
Цифровое увеличение	да
Горизонтальное поле зрения	12.4 °
Вертикальное поле зрения	9.3 °
Минимальная дистанция фокусировки	3 <i>м</i>
Физические и эксплуатационные характеристики	
Защита от влаги и пыли	да
Водонепроницаемость	да
Вес	600 <i>г</i>
Стоимость	269900 <i>руб.</i>

Тепловизор Iray Xeye E2N представлен на рис. 92.



Рисунок 92 - Тепловизор Iray Xeye E2N

Характеристики тепловизора Iray Xeye E2N представлены в табл. 67.

Таблица 67 - Характеристики тепловизора Iray Xeye E2N

Характеристики	Наименование
Палитра	Горячий белый, Горячий черный, Горячий красный, Радужный
Возможность фото/видео съемки	Нет
Формат сохранения изображения	-
Формат сохранения видео	-
Интерфейс	-
Гнездо под штатив	Да
Источник питания	Литиево-ионный аккумулятор, mini USB
Время работы, ч	7
Класс защиты	IP65
Герметичность	Да
Устойчивость к ударам	Да
Страна происхождения	Китай
Стоимость	69200 руб.

Тепловизор Iray Xeye E3M представлен на рис. 93.



Рисунок 93 - Тепловизор Iray Xeye E3M

Характеристики тепловизора Iray Xeye E3M представлены в табл. 68.

Таблица 68 - Характеристики тепловизора Iray Xeye E3M

Характеристики	Наименование
Диапазон ручной фокусировки	От – м до бесконечности
Ручная фокусировка	Нет
Дисплей	Цветной OLED 720x540
Видео выход	Аналоговый, PAL
Палитра	Горячий белый, Горячий черный, Горячий красный, Радужный
Возможность фото/видео съемки	Нет
Формат сохранения изображения	-
Формат сохранения видео	-
Интерфейс	-
Гнездо под штатив	Да
Источник питания	Литиево-ионный аккумулятор, mini USB
Время работы, ч	7
Класс защиты	IP65
Герметичность	Да
Устойчивость к ударам	Да
Габариты прибора, мм	170x65x65
Габариты упаковки, мм	-
Страна происхождения	Китай
Цели использования	Охота, наблюдение, охрана, поиск
Стоимость	89900 руб.

Тепловизор RGK TL-80 представлен на рис. 94.



Рисунок 94 - Тепловизор RGK TL-80

Стоимость: 64900 руб.

Тепловизор Iray Xeye E3 PRO (WI-FI) представлен на рис. 95.



Рисунок 95 - Тепловизор Iray Xeye E3 PRO (WI-FI)

Характеристики тепловизора Iray Xeye E3 PRO (WI-FI) представлены в табл. 69.

Таблица 69 - Характеристики тепловизора Iray Xeye E3 PRO (WI-FI)

Характеристики	Наименование
Ручная фокусировка	Да
Дисплей	Цветной OLED 720x540
Видео выход	Аналоговый, PAL
Палитра	Горячий белый, Горячий черный, Горячий красный, Радужный
Возможность фото/видео съемки	Да
Формат сохранения изображения	JPG
Формат сохранения видео	AVI
Интерфейс	-
Гнездо под штатив	Да
Источник питания	mini USB
Влажность (эксплуатация и хранение)	95
Класс защиты	IP66
Герметичность	Да
Устойчивость к ударам	Да
Страна происхождения	Китай
Цели использования	Охота, наблюдение, охрана, поиск
Стоимость	129900 руб.

Тепловизор Pulsar Helion XP28 представлен на рис. 96.



Рисунок 96 - Тепловизор Pulsar Helion XP28

Характеристики тепловизора Pulsar Helion XP28 представлены в табл. 70.

Таблица 70 - Характеристики тепловизора Pulsar Helion XP28

Характеристики	Наименование
Разрешение сенсора	640x480 <i>пикс.</i>
Тип сенсора	Неохлаждаемый микроболометр
Частота обновления кадров	50 <i>Гц</i>
Спектральный диапазон чувствительности	8-14 <i>мкм</i>
Диаметр объектива	28 <i>мм</i>
Относительное отверстие	1:1.2
Увеличение	1.4 - 11.2 <i>х</i>
Цифровое увеличение	да
Горизонтальное поле зрения	22 °
Вертикальное поле зрения	16.6 °
Минимальная дистанция фокусировки	3 <i>м</i>
Водонепроницаемость	да
Ударопрочный корпус	да
Материал корпуса	углепластик
Покрытие корпуса	лакокрасочное
Диапазон эксплуатационных температур	-25-50 °C
Вес	400 <i>г</i>
Стоимость	215000 <i>руб.</i>

Тепловизор Helion XP38 представлен на рис. 97.



Рисунок 97 - Тепловизор Helion XP38

Характеристики тепловизора Helion XP38 представлены в табл. 71.

Таблица 71 - Характеристики тепловизора Helion XP38

Характеристики	Наименование
Тип дисплея	AMOLED
Разрешение дисплея, пикс.	640x480
Увеличение, <i>x</i>	1,9
Цифровой zoom, <i>x</i>	2 <i>x</i> , 4 <i>x</i>
Объектив	F38/1.2
Ресурс батареи, <i>час</i>	8
Внешнее питание	5 <i>B</i> (USB)
Размеры, мм	226x55x58
Стоимость	209900 <i>руб.</i>

Тепловизор Pulsar Helion XP50 представлен на рис. 98.



Рисунок 98 - Тепловизор Pulsar Helion XP50

Характеристики тепловизора Pulsar Helion XP50 представлены в табл. 72.

Таблица 72 - Характеристики тепловизора Pulsar Helion XP50

Характеристики	Наименование
Тип дисплея	AMOLED
Разрешение дисплея	640x480 <i>пикс.</i>
Увеличение	2,5 x
Цифровой zoom	2x, 4x
Объектив	F50/1.2
Стоимость	275000 <i>руб.</i>

Тепловизор Helion XQ38F представлен на рис. 99.



Рисунок 99 - Тепловизор Helion XQ38F

Характеристики тепловизора Helion XQ38F представлены в табл. 73.

Таблица 73 - Характеристики тепловизора Helion XQ38F

Характеристики	Наименование
Модель (SKU)	77394
Разрешение митроболометра	384x288
частота сиены кадров, <i>Гц</i>	50
Тип дисплея	AMOLED
Разрешение дисплея, <i>пике</i>	640x480
Стоимость	163900 <i>руб.</i>

Тепловизор Guide IR510 N2 WIFI представлен на рис. 100.



Рисунок 100 - Тепловизор Guide IR510 N2 WIFI

Характеристики тепловизора Guide IR510 N2 WIFI представлены в табл. 74.

Таблица 74 - Характеристики тепловизора Guide IR510 N2 WIFI

Характеристики	Наименование
Матрица	400x300 <i>с шагом 17 мкм</i>
Высокая частота обновления кадра	50 <i>Гц</i>
Возможность присоединения экстендера	2x (приобретается отдельно)
Возможность сохранения изображений, их просмотр и удаление	

Встроенная память	4 Гб
Режим изотерма	выделения теплых объектов красным цветом
Цифровой зум	2x, 4x
Наличие диоптрийной настройки	
Тихая автоматическая калибровка	
Встроенный лазерный целеуказатель	
Режим улучшения изображения	
Видеовыход - возможность трансляции видео на сторонние устройства через кабель	
Передача файлов и прямых трансляций по Wi-Fi	
Штативный разъем	1/4"
Высокая температурная стойкость	от -20°C до +50°C
Выдерживает падение с высоты	1 метр
Стоимость	108990 руб.

Тепловизор Guide TRACKIR 25 MM представлен на рис. 101.



Рисунок 101 - Тепловизор Guide TRACKIR 25 MM

Характеристики тепловизора Guide TRACKIR 25 MM представлены в табл. 75.

Таблица 75 - Характеристики тепловизора TRACKIR 25 MM

Характеристики	Наименование
Палитра	Горячий белый, горячий черный, горячий красный 1, горячий красный 2, горячий красный 3
Возможность фото/видео съемки	Да
Формат сохранения изображения	-
Формат сохранения видео	-
Интерфейс	-
Гнездо под штатив	Да
Источник питания	Встроенная литий-ионная батарея (2x18650,6000 мАч)
Время работы, ч	5
Класс защиты	IP66
Герметичность	Нет
Устойчивость к ударам	Да
Страна происхождения	Китай
Цели использования	Охота, наблюдение, охрана, поиск, видеосъемка
Стоимость	149000 руб.

Тепловизор Guide TRACKIR 35 MM представлен на рис. 102.



Рисунок 102 - Тепловизор Guide TRACKIR 35 MM

Характеристики тепловизора Guide TRACKIR 35 MM представлены в табл. 76.

Таблица 76 - Характеристики тепловизора TRACKIR 35 MM

Характеристики	Наименование
Тип прибора	Монокуляр
Разрешение матрицы, пиксели	400x300
Фокусное расстояние объектива, мм	35
мм Дальность обнаружения фигуры человека, м	1000
Тип детектора	Неохлаждаемый микроболометр
Палитра	Горячий белый горячий черный, горячий красный 1, горячий красный 2, горячий красный 3
Возможность фото/видео съемки	Да
Формат сохранения изображения	-
Формат сохранения видео	-
Интерфейс	-
Гнездо под штатив	Да
Источник питания	Встроенная литий-ионная батарея (2x18650,6000 мач)
Класс защиты	IP66
Герметичность	нет
Устойчивость к ударам	Да
Страна происхождения	Китай
Цели использования	Охота, наблюдение, охрана, поиск, видеосъемка
Стоимость	179000 руб.

Тепловизор Quantum Lite XQ23V представлен на рис. 103.



Рисунок 103 - Тепловизор Quantum Lite XQ23V

Стоимость: 92 900 руб.

Тепловизор Pulsar Quantum LITE XQ30V представлен на рис. 104.



Рисунок 104 - Тепловизор Pulsar Quantum LITE XQ30V

Характеристики тепловизора Pulsar Quantum LITE XQ30V представлены в табл. 77.

Таблица 77 - Характеристики тепловизора Pulsar Quantum LITE XQ30V

Характеристики	Наименование
Диапазон ручной фокусировки	от от 3 м до бесконечности м до бесконечности
Ручная фокусировка	Да
Диоптрийная настройка, <i>диоптрии</i>	+/-5
Увеличение.крат	2.5-10
Цифровое увеличение, <i>крат</i>	2х, 4х
Время старта, <i>с</i>	-
Дисплей	AMOLED 640x480
Видео выход	Jack 3.5 mm (PAL/NTSC)
Палитра	Цветная
Возможность фото/видео съемки	Да
Формат сохранения изображения	-
Формат сохранения видео	Запись на внешние носители
Интерфейс	-
Гнездо под штатив	Да
Страна происхождения	Республика Беларусь
Цели использования	Охота, наблюдение, поиск, видеосъемка
Стоимость	79000 руб.

Тепловизор DALI S240-19 представлен на рис. 105.



Рисунок 105 - Тепловизор DALI S240-19

Характеристики тепловизора DALI S240-19 представлены в табл. 78.

Таблица 78 - Характеристики тепловизора DALI S240-19

Характеристики	Наименование
Таблица 64. Характеристики тепловизор DALI S240-19 Матрица	Неохлаждаемая, 384x288 пикселей
Частота, <i>Гц</i>	50

Цифровое увеличение, x	2-4
Спектральная чувствительность, мкм	8-14
Дисплей	LCD 640x480
Цветовые палитры	Black Hot, White Hot, Red Hot
Функция отслеживания самых горячих точек	Есть
Модуль Wi-Fi	Нет
Запись фото и видео	Нет
Продолжительность автономной работы, ч	5
Подключение внешнего питания	Есть (USB)
Диапазон рабочих температур, $^{\circ}C$	-20...+50
Класс защищенности	IP66
Масса, г	менее 500 г
Габариты, мм	180x70x70
Стоимость	79900 руб.

Монокюляр тепловизионный Veber Night Eagle M13/240 представлен на рис. 106.



Рисунок 106 - Монокюляр тепловизионный Veber Night Eagle M13/240

Характеристики монокюляра тепловизионного Veber Night Eagle M13/240 представлены в табл. 79.

Таблица 79 - Характеристики монокюляра тепловизионного Veber Night Eagle M13/240

Характеристики	Наименование
Дальность обнаружения	1183
Дальность распознавания	297
Разрешение сенсора	240x180 пикселей
Размер пикселя	17 мкм
Объектив	F13/1.0, диаметр объектива 13 мм
Поле зрения	17 $^{\circ}$ x13 $^{\circ}$
Окулярный дисплей	720x540 пикселей
Частота обновления изображения	50 Гц
Видеовыход	есть
Цифровой зум	2x
Светодиодный фонарь	есть
Режимы изображения	4 режима
Степень пыле-влагозащищенности	IP66
Диапазон рабочих температур	от -20 $^{\circ}C$ до +50 $^{\circ}C$
Вес	350 г
Габариты	170x62x62
Стоимость	69190 руб.

Монокуляр тепловизионный Veber Night Eagle M35/384 WiFi представлен на рис. 107.



Рисунок 107 - Монокуляр тепловизионный Veber Night Eagle M35/384 WiFi

Характеристики монокуляра тепловизионного Veber Night Eagle M35/384 WiFi представлены в табл. 80.

Таблица 80 - Характеристики монокуляра тепловизионного Veber Night Eagle M35/384 WiFi

Характеристики	Наименование
Дальность обнаружения	3218 м
Дальность распознавания	804 м
Разрешение сенсора	384x288 пикселей
Размер пикселя	17 мкм
Объектив	Диаметр объектива 35 мм
Поле зрения	10°x8°
Окулярный дисплей	720x540 пикселей
Частота обновления изображения	50 Гц
Видеовыход	есть
Цифровой зум	2x / 4x
Режимы изображения	4 режима
Степень пыле- влагозащищённости	IP66
Диапазон рабочих температур	от -20°С до +50°С
Вес	430 г
Габариты	185x62x62
Стоимость	129250 руб.

Тепловизор Testo 865 представлен на рис. 108.



Рисунок 108 - Тепловизор Testo 865

Характеристики тепловизора Testo 865 представлены в табл. 81.

Таблица 81 - Характеристики тепловизора Testo 865

Характеристики	Наименование
Поверка	Да
Элементы питания	встроенный аккумулятор съемный Li-ion аккумулятор
Погрешность	2
Автоматическое распознавание гор/хол точки	есть

Телеобъектив	Нет
Внесен в госреестр	Да
Тип зонда	инфракрасный
Габариты, мм	219x96x95
Ручная фокусировка	Нет
Рабочая температура, °C	От -15 до +50 °C
Стоимость	86500 руб.

Тепловизор Testo 868 представлен на рис. 109.



Рисунок 109 - Тепловизор Testo 868

Стоимость: 110000 руб.

Тепловизор Testo 869 представлен на рис. 110.



Рисунок 110 - Тепловизор Testo 869

Характеристики тепловизора Testo 869 представлены в табл. 82.

Таблица 82 - Характеристики тепловизора Testo 869

Характеристики	Наименование
Комплект поставки	
-	Тепловизор Testo 869
Програмное обеспечение	
-	Микро-ПО для тепловизоров testo (версия 1.9)
-	Программное обеспечение (IRSoft) для тепловизоров всех моделей
Технические данные	
Вес, г	550
Диапазон измерений, °C	-20 ... +280
Класс защиты	IP54
Материал корпуса	ABS, поликарбонат
Память	Встроенная память (1.6 Гб /> 2.000 изображений)
Питание от сети	Есть
Погрешность	±3 °C, ±3 % от изм. зн.

Рабочая температура, °C	- 15...+ 40
Размеры, мм	219 x 96 x 95
Ресурс батареи	4 часа
Температура хранения, °C	-30 - +60
Технология testo SuperResolution	160 x 120 пикселей, 3,68 мрад
Тип батареи	Быстро заряжаемый литиево-ионный аккумулятор
Фокус	Фиксированный, <0,5м
Стоимость	65000 руб.

Тепловизор Testo 870-1 представлен на рис. 111.



Рисунок 111 - Тепловизор Testo 870-1

Характеристики тепловизора Testo 870-1 представлены в табл. 83.

Таблица 83 - Характеристики тепловизора Testo 870-1

Характеристики	Наименование
Диапазон измерений	-20°C ... +280°C
Температурная чувствительности	<100 мК
Разрешение	160 x 120
	320 x 240 с технологией SuperResolution (опция)
Оптическое поле зрения	34° x 26°
Встроенная цифровая камера	Нет
Дисплей	3.5''
По	Есть
Распознавание горюб. /хол. точки	Есть
Стоимость	106950 руб.

Тепловизор Testo 871 представлен на рис. 112.



Рисунок 112 - Тепловизор Testo 871

Характеристики тепловизора Testo 871 представлены в табл. 84.

Таблица 84 - Характеристики тепловизора Testo 871

Характеристики	Наименование
Комплект поставки	Тепловизор Testo 871 Беспроводной модуль Протокол заводской калибровки Кейс
Программное обеспечение	
-	Микро-ПО для тепловизоров testo (версия 1.9)
-	Программное обеспечение (IRSoft) для тепловизоров всех моделей
Технические данные	
IFOV warner	да
Вариант зарядки	В приборе/зарядном устройстве (опция)
Вес, г	510
Вибрация	2G
Диапазон измерений, °C	-30 ... +100/0 ... +650
Диапазон измерения температуры, мК	90
Директива	EMC: 2014/30/EU RED: 2014/53/EU
Интерфейс	USB 2.0 Micro B
Класс защиты	IP54
Материал корпуса	ABS
Объектив, °	35 x 26
Память	Встроенная память (2.8 Гб)
Питание от сети	да
Погрешность	±2 °C, ±2 % от изм. знач.
Полноэкранный режим	да
Рабочая влажность	20 ... 80 % без конденсации
Рабочая температура, °C	-15 ... +50
Размеры, мм	219 x 96 x 95
Ресурс батареи	4 часа
Температура хранения, °C	-30 ... +60
Технология testo SuperResolution	320 x 240 пикселей 2.1 мрад
Тип батареи	Литиево-ионный аккумулятор
Фокус	35° x 26° / <0.5 м Фиксированный фокус
Функция testo ScaleAssist	да
Хранение изображений в JPG	Да
Стоимость	179000 руб.

Тепловизор Testo 872 представлен на рис. 113.



Рисунок 113 - Тепловизор Testo 872

Стоимость: 240000 руб.

Строительный тепловизор Testo 875-1i представлен на рис. 114.



Рисунок 114 - Строительный тепловизор Testo 875-1i

Характеристики строительного тепловизора Testo 875-1i представлены в табл. 85.

Таблица 85 - Характеристики строительного тепловизора Testo 875-1i

Характеристики	Наименование
Дисплей	320 x 240
Матрица	160 x 120
Встроенная цифровая камера	есть
LED-подсветка	-
Детектор, пикс.	160 x 120
Поле зрения °	32 x 23
Фокусировка	ручная
Размеры, мм	152 x 108 x 262
Вес, кг	0.9
Класс защиты	IP54
Стоимость	199000 руб.

Тепловизор TESTO 875-2 I представлен на рис. 115.



Рисунок 115 - Тепловизор Testo 875-2 I

Характеристики тепловизора Testo 875-2 I представлены в табл. 86.

Таблица 86 - Характеристики тепловизора Testo 875-2 I

Характеристики	Наименование
Тип аккумуляторной батареи	Li-Ion
Встроенная цифровая камера	Есть
Габариты	152x108x262 мм
Диапазон измерения температур	от -30 до 350 °C
Класс защиты	IP54
Масса	0,9 кг
Рабочая температура	от -15 до 40 °C
Стоимость	249000 руб.

Промышленный тепловизор Testo 881-2 комплект представлен на рис. 116.



Рисунок 116 - Промышленный тепловизор Testo 881-2 комплект

Характеристики промышленного тепловизора Testo 881-2 комплект представлены в табл.87.

Таблица 87 - Характеристики промышленного тепловизора Testo 881-2

Характеристики	Наименование
Матрица	160 x 120
Поле зрения °	32 x 23
t диапазон °C	-20 ...+350°C
Вес, кг	0.9
Частота кадров, Гц	9
Госреестр	Да
Стоимость	219000 руб.

Тепловизор с NETD TESTO 882 представлен на рис. 117.



Рисунок 117 - Тепловизор с NETD TESTO 882

Комплект Testo 885-2 - Тепловизор с супер-телеобъективом представлен на рис. 118.



Рисунок 118 - Комплект Testo 885-2 - Тепловизор с супер-телеобъективом

Тепловизор Testo 890-1 представлен на рис. 119.



Рисунок 119 - Тепловизор Testo 890-1

Характеристики тепловизора Testo 890-1 представлены в табл. 88.

Таблица 88 - Характеристики тепловизора Testo 890-1

Характеристики	Наименование
Производитель	<u>Testo AG</u>
Диапазон рабочих температур	0 - +350 °С
Время отклика, с	0.15
Размер детектора, пикселей	640 x 480
Стоимость	1100000 руб.

Комплект Testo 890-2 - Тепловизор с супер-телеобъективом представлен на рис. 120.



Рисунок 120 - Комплект Testo 885-2 - Тепловизор с супер-телеобъективом
Стоимость: 1200000 руб.

Тепловизор Guide IR517V-80 представлен на рис. 121.



Рисунок 121 - Тепловизор Guide IR517V-80

Характеристики тепловизора Guide IR517V-80 представлены в табл. 89.

Таблица 89 - Характеристики тепловизора Guide IR517V-80

Характеристики	Наименование	
Модели тепловизоров:	IR517V IR517V Pro	IR517G IR517G Pro
Тип детектора	UFPA 640×512, размер пикселя 17μm	UFPA 400×300, размер пикселя 25μm
Спектральный диапазон	8~14 мкм	
Фокусное расстояние	35 мм (стандартное) /19 мм/65 мм/80 мм (дополнительно) ручной фокус	
Поле зрения	17.3°×13.2°(стандартное)/29.8°×23.2°/ 9.5°×7.3°/7.7°×5.9°(дополнительно)	15.3°×11.6°(стандартное)/26.8°×20.8°/ 8.4°×6.3°/6.8°×5.1°(дополнительно)
Дальность обнаружения	1000 м/500 м/1800 м/2200 м	500 м/400 м/1200 м/1500 м
Дисплей	Цветной LCOS, разрешение 1280×960	
Окуляр	С регулируемой светосилой (-5 ~ +5)	
Частота кадров	PAL (25 Гц) / NTSC (30 Гц)	
Электронный масштаб	2x / 4x	
Усиление	1.5 (35 мм), 0.8 (19 мм), 2.8 (65 мм), 3.4 (80 мм)	

Палитра	Черный-горячий, белый-горячий, красный-горячий (определяется пользователями с помощью программного приложения)			
Память	–	16/32 Гб дополнительно формат JPG и AVI	–	16/32 Гб дополнительно формат JPG и AVI
GPS/микрофон	–	Да	–	Да
Выход	Аналоговый видео PAL/NTSC			
Штатив	Стандартный 1/4 дюйма-20			
Рабочая температура	От -30°C~50°C			
Температура хранения	От -50°C~70°C			
Масса	800 г (с объективом 35 мм)			
Размеры	218×80×71 мм (с объективом 35 мм)			
Стоимость	459900 руб.			

Тепловизор Condrol IR-CAM1 (-50 +1000C) представлен на рис. 122.



Рисунок 122 - Тепловизор Condrol IR-CAM1 (-50 +1000C)

Стоимость: 18 971 руб.

Тепловизор Condrol IR-CAM 2 представлен на рис. 123.



Рисунок 123 - Тепловизор Condrol IR-CAM 2

Характеристики тепловизора Condrol IR-CAM 2 представлены в табл. 90.

Таблица 90 - Характеристики тепловизора Condrol IR-CAM 2

Характеристики	Наименование
Степень защиты от пыли и влаги	IP 20
Диагональ экрана, дюймы	2.4 "
Дисплей	LED
Стоимость	26990 руб.

Тепловизор Condrol IR-CAM 3 3-17-022 представлен на рис. 124.



Рисунок 124 - Тепловизор Condrol IR-CAM 3 3-17-022

Характеристики тепловизора Condrol IR-CAM 3 3-17-022 представлены в табл. 91.

Таблица 91 - Характеристики тепловизора Condrol IR-CAM 3 3-17-022

Характеристики	Наименование
Мин. температура	-20°C
Разрешение детектора	120x120
Дисплей	да
Макс. температура	250°C
Точность измерений температуры	2°C
Вес брутто	1.345 кг
Стоимость	69900 руб.

Тепловизор Condrol IR-CAM 4 3-17-024 представлен на рис. 125.



Рисунок 125 - Тепловизор Condrol IR-CAM 4 3-17-024

Характеристики тепловизора Condrol IR-CAM 4 3-17-024 представлены в табл. 92.

Таблица 92 - Характеристики тепловизора Condrol IR-CAM 4 3-17-024

Характеристики	Наименование
Дисплей	да
Вес брутто	2.4 кг
Стоимость	99990 руб.

Тепловизор DJI ZENMUSE XT2 ZXT2A19SR, 9Hz, 19mm представлен на рис. 126.



Рисунок 126 - Тепловизор DJI ZENMUSE XT2 ZXT2A19SR, 9Hz

Характеристики тепловизора DJI ZENMUSE XT2 ZXT2A19SR, 9Hz представлены в табл. 93.

Таблица 93 - Характеристики тепловизора DJI ZENMUSE XT2 ZXT2A19SR, 9Hz

Характеристики	Наименование
Тепловизор	Неохлаждаемый VOx микроболометр
Разрешение	640×512
Цифровое увеличение	640×512: 1x, 2x, 4x, 8x
Диапазон температур (высокий коэффициент усиления)	640×512: -25° до +135°C
Диапазон сцен (низкий коэффициент усиления)	-40° до +550°C
Файловое хранилище	Карта MicroSD
Формат фото	JPEG, TIFF, R-JPEG
Формат видео	8 бит: MOV, MP4 14 бит: TIFF Sequence, SEQ
Стоимость	1019990 руб.

Цифровой тепловизор MILWAUKEE M12 TD-201B представлен на рис. 127.



Рисунок 127 - Цифровой тепловизор MILWAUKEE M12 TD-201B

Характеристики цифрового тепловизора MILWAUKEE M12 TD-201B представлены в табл. 94.

Таблица 94 - Характеристики цифрового тепловизора MILWAUKEE M12 TD-201B

Характеристики	Наименование
Напряжение (В)	12
Тип аккумулятора	Li-ion
Уровень температуры (°)	-10 - +330
Экран	Цветной LCD
Разрешение экрана (пиксели)	102 x 77
Класс защиты IP	54
Общий вес (кг)	0.4
Стоимость	82300 руб.

Тепловизор Amtast AFF 101 представлен на рис. 128.



Рисунок 128 - Тепловизор Amtast AFF 101

Характеристики тепловизора Amtast AFF 101 представлены в табл. 95.

Таблица 95 - Характеристики тепловизора Amtast AFF 101

Характеристики	Наименование
Производитель	AMTAST (США)
Индикатор разряда батареи	Есть
Температурная чувствительность	0.15°C
Диапазон длины волны	8-14μm
Режим измерения	Инфракрасное измерение температуры в фокальной плоскости
Диапазон измерения	От -20°C до +300°C, погрешность: ±2°C
Частота изображения	8 Гц
Коэффициент оптического излучения	0.1 – 1.0, регулируемый
Режим фокусировки	фиксированный
Рабочие профили палитры	Цветной металл, радуга, черный и белый
Запись и хранение данных	Карта памяти SD 32 Гб тип файла JPG
Условия окружающей среды	От 0 до +50°C
Питание	Батарея AA, 4 шт
Температура хранения, °C	От -40 до +70, влажность не более 90%RH

Условия транспортировки	вибрация не более 2, соответствие стандарту IEC 60068-2-6
Размеры (мм)	230x80x52
Вес (г)	410
Гарантия	1 год
Стоимость	29990 руб.

Dedal Tracker-T4.642 представлен на рис. 129.



Рисунок 129 - Dedal Tracker-T4.642

Характеристики Dedal Tracker-T4.642 представлены в табл. 96.

Таблица 96 - Характеристики Dedal Tracker-T4.642

Характеристики	Наименование
Тип прибора	бинокляр
Встроенный дальномер	да
Матрица	
Разрешение матрицы	640x480
Частота матрицы, Гц	25
Дистанция обнаружения, м (объект 1,7x0.5м)	3700
Спектральный диапазон чувствительности, мкм	8.0-14.0
Температурная чувствительность (NETD), мК	<70
Принцип калибровки	без затвора
Время запуска, сек	3
Оптические характеристики	
Объектив	100 мм, F/1.6
Оптическое увеличение, крат	3.4
Цифровое увеличение	2x/4x/8x
Минимальная дистанция фокусировки, м	5
Фокусировка объектива	ручная
Поле зрения °	6.2x4.7
Экран и окуляр	
Тип дисплея	OLED
Разрешение дисплея, пикс.	800x600
Фокусировка окуляра, дптр	±3
Питание	
Время работы на комплекте батарей, час	4
Тип элементов питания	CR123
Дополнительные возможности	
Формат выходного видеосигнала	PAL/NTSC
Габариты и вес	
Вес (с аккумулятором)	640 грамм
Размеры (Д × Ш × В)	200x150x77 мм
Эксплуатация	
Диапазон эксплуатационных температур, °С	от -40°С до +50°С
Класс защищенности	IPX6
Стоимость	656100 руб.

Тепловизор СЕМ DT-9875 представлен на рис. 130.



Рисунок 130 - Тепловизор СЕМ DT-9875

Характеристики тепловизора СЕМ DT-9875 представлены в табл. 97.

Таблица 97 - Характеристики тепловизора СЕМ DT-9875

Характеристики	Наименование
Вращение	0°-360°, непрерывное, с шагом 1°
Фокусное расстояние	7,5 мм
Матрица видеопреобразователя (FPA) / Спектральный диапазон	Неохлаждаемый микроболометр / 8-14 мкм
Детектор (ИК)	160 x 120 пикселей
Точка	3
Линия	2 линии (горизонтальная и вертикальная)
Область	3 зоны с мин./макс / средним значением температуры
Автоматическое определение горячей/холодной точки	Маркеры
Изотерма	Высокая/низкая/промежуточная температуры
Хранение видеозаписей	
Устройство хранения	4ГГбит Micro SD карта
Видео формат файлов	Стандартный MPEG-4, 640x480 при 30 кадрах/сек, на карте памяти > 60 мин.
Стоимость	225000 руб.

Тепловизор для охоты Fortuna General 25M3 представлен на рис. 131.



Рисунок 131 - Тепловизор для охоты Fortuna General 25M3

Характеристики тепловизора для охоты Fortuna General 25M3 представлены в табл. 98.

Таблица 98 - Характеристики тепловизора для охоты Fortuna General 25M3

Характеристики	Наименование
Тепловизионный модуль	384x288 пикселей, 17 мкм
Спектральный диапазон	7,5 ... 14 мкм
Частота	50 Гц
Чувствительность	50 мК
Стоимость	249900 руб.

Тепловизор СЕМ DT-9868 представлен на рис. 132.



Рисунок 132 - Тепловизор СЕМ DT-9868

Характеристики тепловизора СЕМ DT-9868 представлены в табл. 99.

Таблица 99 - Характеристики тепловизора СЕМ DT-9868

Характеристики	Наименование
тип	тепловизор
функция фиксации значений	
единицы измерения	по Цельсию
карта памяти	
элементы питания	аккумулятор
погрешность измерения	2 %
минимальная определяемая температура	-20 °С
максимальная определяемая температура	300 °С
Стоимость	33500 руб.

Тепловизор XINTEST HT-02 представлен на рис. 133.



Рисунок 133 - Тепловизор XINTEST HT-02

Характеристики тепловизора XINTEST HT-02 представлены в табл. 100.

Таблица 100 - Характеристики тепловизора XINTEST HT-02

Характеристики	Наименование
Тип	устройства Бесконтактный тепловизор
Модель	HT02
Диапазон измерения температур	от -20°С до 300°С
Встроенная память	4 Гб
Точность измерения	±2% (± 2°С)
Размер	21x95x62 мм
Стоимость	19900 руб.

Тепловизор Wahl HSI 4000M представлен на рис. 134.



Рисунок 134 - Тепловизор Wahl HSI 4000M

Характеристики тепловизора Wahl HSI 4000M представлены в табл. 101.

Таблица 101 - Характеристики тепловизора Wahl HSI 4000M

Характеристики	Наименование
Повторяемость	$\leq 0,2 \text{ } ^\circ\text{C}$
Время отклика	$\leq 0,06 \text{ секунды}$
Сигнализация	Звуковая и видимая
Видео выход	Через компьютер
Выход тревоги	Да
Видимая камера	600 строк, 2 мегапикселя
Передача данных	RJ-45, MPEG-4 / Оригинальные данные тепловых измерений
Размеры камеры	13,58 x 7,44 x 6,06 дюйма (345 x 189 x 154 мм)
Вес	5 кг (11 фунтов)
Операционная система	Совместимая с Windows 7
Стоимость	2932300 руб.

Тепловизор Wahl HEAT SPY A170 представлен на рис. 135.



Рисунок 135 - Тепловизор Wahl HEAT SPY A170

Характеристики тепловизора Wahl HEAT SPY A170 представлены в табл. 102.

Таблица 102 - Характеристики тепловизора Wahl HEAT SPY A170

Характеристики	Наименование
Температурный диапа зон	$-20^\circ \dots 350^\circ\text{C}$, $100^\circ \dots 650^\circ\text{C}$, $400^\circ \dots 2000^\circ\text{C}$
Погрешность	$\pm 2\%$ измеренной величины
Единица измерения	$^\circ\text{C}$, $^\circ\text{F}$, $^\circ\text{K}$
Температурные курсоры	Max, min и 2 регулируемых
Целеуказатель	Лазерный - класс 2.635 мвт. красный
Настройка диапазона измеряемой температуры	Автоматическая или ручная
Режимы измерения	5 режимов: области, районы, линии, изотермы, дельта температур области
количество режимов измерений	Один горячий, один холодный, два регулируемых
количество областей измерений	Пять областей
коэффициент эмиссии	изменяемый от 0.01 до 1.00 со встроенной в таблицу излучения
Сигнализация	визуальная и звуковая, изотерма и максимум
Стоимость	498500 руб.

Анализ характеристик тепловизоров показывает, что преимущества тепловых устройств заключаются в высоком качестве изображения, высокой отказоустойчивости и прочности, отличной эргономике и простоты управления. Однако они обнаруживают пострадавших только на малом расстоянии.

Приложение Б

Программный код

В приложении приведен программный код, используемый в ПК информационной системы для проведения ПСР при ЧС и пожарах. На основе проведенного анализа выбран для реализации язык программирования TypeScript для разработки ПК на основе КИД для проведения ПСР, а также выбрана БД PostgreSQL для решения задачи диссертационного исследования по разработке математической модели концептуальной схемы БД ТПС. Выбран фреймворк React для удобства разработки и поддержки ПК для проведения ПСР.

Разработан программный код ПК для проведения ПСР, который представлен ниже.

index.html

```
<!DOCTYPE html>
<html lang="en">
<head>
  <meta charset="UTF-8">
  <meta name="viewport" content="width=device-width, initial-scale=1.0">
  <meta http-equiv="X-UA-Compatible" content="ie=edge">
  <title>React Boilerplate</title>
</head>
<body>
<div id="root">
</div>
</body>
</html>
```

Index.js

```
import React from "react";
import ReactDOM from "react-dom";
import App from "./components/App.js";
ReactDOM.render(<App />, document.getElementById("root"));
```

App.tsx

```
import * as React from 'react';
import VisualDisplay from './VisualDisplay/VisualDisplay';
import 'bootstrap/dist/css/bootstrap.css'
import '../projectLibrary.css'
import VisualParams from './VisualParams/VisualParams';
export default class App extends React.Component {
  constructor(props) {
    super(props);
  }
  state = {
    customers: [],
```

```

    timestamp: 'no timestamp yet'
  };
  render() {
    const border = {border: '1px solid black'};
    return (
      <div className="container-fluid MainTheme">
        <div className="row p-2 MainTheme_Menu">
          <VisualDisplay/>
          <VisualParams/>
        </div>
      </div>
    )
  }
  revert = () => this.setState({
    reverted: !this.state.reverted
  });
}

```

App.less

```

.MainTheme{
background-color: #1C1F2B;
min-height: 100vh;
display: flex;
flex-direction: column;
justify-content: center;
&_Menu{
}
}

```

BuisnesLogic.ts

```

import * as openSocket from 'socket.io-client';
const socket = openSocket('http://localhost:8010');
export default class BusinessLogic {
  /**
   * Запрос на бизнес-логику для получения данных и построения по ним графиков
   * @param interval частота обращения на бизнес-логику
   * @param data данные для отправки на сервер
   */
  getBIGraphsData(interval, data, callback) {
    socket.emit('setGraphsData', interval, data);
    socket.on('getGraphsData', (data) => {
      callback(data);
    });
  }
  /**
   * Запрос на бизнес-логику для получения данных и построения по ним графиков
   * @param interval частота обращения на бизнес-логику
   * @param data данные для отправки на сервер
   */
  getBIChartData(interval, data, callback) {
    socket.emit('setChartData', interval, data);
    socket.on('getChartData', (data) => {
      callback(data);
    });
  }
}

```

```

    });
  }
  /**
   * Запрос на бизнес-логику для получения данных геопозиционирования на плане здания
   * @param interval частота обращения на бизнес-логику
   * @param data данные для отправки на сервер
   */
  getBIObjectPosition(interval, data, callback) {
    socket.emit('setObjectPositionData', interval, data);
    socket.on('getObjectPositionData', (data) => {
      callback(data);
    });
  }
}
}
VisualParams.tsx
import * as React from 'react';
import ElementsCarousel from '../ElementsCarousel/ElementsCarousel';
import BusinessLogic from '../BusinessLogic';
import Chart from '../Chart/Chart';
import * as openSocket from 'socket.io-client';
const socket = openSocket('http://localhost:8010');
interface Interface {
}
/**
 * Компонент отображения
 */
export default class VisualParams extends React.Component {
  constructor(props) {
    super(props);
    this.state = {
      graphsdataArray: {},
    };
  }
  componentDidMount() {
    new BusinessLogic().getBIChartData(100, {test: 123}, (data) => { this.setState({graphsdataArray: data.dataGraphs})});
  }
  render() {
    let typePosition = "vertical";
    if(screen.width < 1024){
      typePosition = "horizontal"
    }
    return(
      <div className="col-lg-12 col-xl-3 col-md-12 col-12 container p-4 VisualParams">
        <ElementsCarousel source={this.state.graphsdataArray} template={Chart} type={typePosition}/>
      </div>
    );
  }
}

```

```

        </div>
    );
}
}

```

VisualParams.less

```

.VisualParams{
  border: 1px solid;
  color: #30354A;
}

```

VisualDisplay.tsx

```

import * as React from 'react';
import '../ElementsCarousel/BootstrapModule.css'
import ElementsCarousel from '../ElementsCarousel/ElementsCarousel';
import Dashboard from '../Dashboard/Dashboard';
import Graph from '../Graph/Graph';
import VideoTranslation from '../VideoTranslation/VideoTranslation';
import MapDisplay from '../MapDisplay/MapDisplay';
import MapOfBuilding from '../MapOfBuilding/MapOfBuilding';
import BusinessLogic from '../BusinessLogic';
import * as openSocket from 'socket.io-client';
const socket = openSocket('http://localhost:8010');
export default class VisualDisplay extends React.Component {
  constructor(props) {
    super(props);
    this.state = {
      graphsdataArray: {},
      mapObjectPosition: {}
    };
  }
  componentDidMount(){
    const BL = new BusinessLogic();
    BL.getBlGraphsData(1000, {testData: 'test'},(data)=>{
      this.setState({ graphsdataArray: data.dataGraphs });
    });
    BL.getBlObjectPosition(50, {testData: 'test'},(data)=>{
      this.setState({ mapObjectPosition: data });
    });
  }
  render() {
    return (
      <div className=" col-xl-8 col-md-12 col-12 container p-4 VisualDisplay">
        <div className="row card-body VisualDisplay_card">
          <VideoTranslation />
          { /*<MapDisplay/> */ }
          <MapOfBuilding source={ this.state.mapObjectPosition.dataObjectPosition } />
        </div>
      </div>
    );
  }
}

```

```

    </div>
    <div className=' card-body VisualDisplay-Dashboard'>
      <ElementsCarousel source={this.state.graphsdataArray} template={Graph}
type="horizontal" />
      { /*<ElementsCarouselHorizontal/> */ }
    </div>
  </div>
);
}
}

```

VisualDisplay.less

```

.VisualDisplay{
border: 1px solid;
color: #30354A;
display: flex;
flex-direction: column;
@media(max-height: 700px){
height: 61em;
}
&-Dashboard{
display: flex;
align-items: center;
justify-content: space-between;
width: inherit;
}
}

```

VideoTranslation.tsx

```

import * as React from 'react';
export default class VideoTranslation extends React.Component {
  componentDidMount() {
    const canvas = document.querySelector('#canvas');
    let ctx = canvas.getContext('2d');
    setInterval((a) => {
      this.cameraRecording(this.ctx);
    }, 1000);
    setInterval((a) => {
      this.drawCanvasCamera(ctx);
    }, 100);
  }
  drawCanvasCamera(ctx) {
    let videoImg = document.querySelector('video');
    ctx.drawImage(videoImg, 0, 0);
    var data = ctx.getImageData(0, 0, canvas.width, canvas.height);
    // инвертируем каждый пиксель
    /* for (let n = 0; n < data.width * data.height; n++) {

```



```

    var index = n * 4;
    data.data[index + 0] = 255 - data.data[index + 0];
    data.data[index + 1] = 255 - data.data[index + 1];
    data.data[index + 2] = 255 - data.data[index + 2];
    //don't touch the alpha
  }*/
// устанавливаем данные обратно
  ctx.putImageData(data, 0, 0);
}
cameraRecording() {
  if (navigator.webkitGetUserMedia !== null) {
    var options = {
      video: true,
      audio: true
    };
    // запрашиваем доступ к веб-камере
    navigator.webkitGetUserMedia(options,
      function(stream) {
        // получаем тег video
        var video = document.querySelector('video');
        // включаем поток в магический URL
        video.srcObject = stream;
        video.play();

      },
      function(e) {
        console.log('error happened');
      }
    );
  }
}
render() {
  return (
    <div className="dataVisualisation card-body col-lg-6 col-12">
      <video width="100%" height="480" id="id" style={{ display: 'none' }}></video>
      <canvas width="640" height="480" className="canvasVideo" id="canvas"></canvas>
      {/}*<img src={require('../images/camera.png')} className="canvasVideo" alt="fireSpot"/>*/}
      <br/>
      {/}*<button onClick={e => this.startBroadcasting()}>Start Broadcasting</button>*/}
      {/}*<button onClick={e => this.stopBroadcasting()}>Stop Broadcasting</button>*/}
    </div>
  );
}
}

```

VideoTranslation.less

```
.canvasVideo {
width: 100%;
height: 100%;
}
.dataVisualisation{
border: 1px solid;
}
```

MapOfBuilding.tsx

```
import * as React from 'react';
import { YMaps, Map, Placemark, Polyline } from "react-yandex-maps";
export default class MapOfBuilding extends React.Component {
  constructor(props) {
    super(props);
    this.state = {
      coordinate: []
    };
  }
  componentDidMount(prevProps) {
    setInterval(() => {
      if(this.props.source) {
        this.createCanvas(this.props.source);
      }
    }, 10);
  }
  /**
   * Метод создания Canvas
   * @param idCanvas
   * @param speedDrawn скорость отрисовки
   */
  createCanvas( data: object): void {
    var img = new Image();
    img.src = data.img_src;
    this.canvas = document.getElementById('canvas_1777');
    // контекст, через который происходит управления содержимым canvas
    const width = document.getElementsByClassName('dataVisualisation')[1].offsetWidth * 0.93;
    const height = document.getElementsByClassName('dataVisualisation')[1].offsetHeight * 0.77;
    this.setState({ width: width, height: height });
    const contextCanvas = this.canvas.getContext('2d');
    img.onload = ()=> {
      // оператор try..catch позволяет производить обработку ошибок, например если холст не найден
      // в некоторых случаях было замечено ошибочный вызов исключений при получении холста
      try {
        // процесс получения контента холста
        // Рисуем изображение от точки с координатами 10, 40
        contextCanvas.drawImage(img, 0, 0, width, height);
      }
    }
  }
}
```

```

    contextCanvas.beginPath();
    contextCanvas.arc(data.moveX, data.moveY, 2, 0, 2 * Math.PI, false);
    contextCanvas.fillStyle = 'red';
    contextCanvas.fill();
    contextCanvas.lineWidth = 1;
    contextCanvas.strokeStyle = 'red';
    contextCanvas.stroke();
  }
  catch (err) {
    // ВЫВОДИТ НЕОБХОДИМУЮ ОШИБКУ
    console.log('Ошибка');
  }
}
}
render() {
  return (
    <div className="dataVisualisation card-body col-lg-6 col-md-12 col-12">
      <canvas id='canvas_1777' width={this.state.width} height={this.state.height}></canvas>
    </div>
  )
}
}

```

MapOfBuilding.less

```

#map{
  width: inherit;
}

```

MapDisplay.tsx

```

import * as React from 'react';
import { YMaps, Map, Placemark, Polyline } from "react-yandex-maps";
const mapData = {
  center: [55.824604, 37.648588],
  zoom: 18,
};
const coordinates = [
  [55.824604, 37.648588],
  [55.825120, 37.649305]
];
export default class MapDisplay extends React.Component {
  constructor(props) {
    super(props);
    this.state = {
      coordinate: []
    };
  }
  componentDidMount(prevProps) {

```

```

setInterval(() => {
  this.mapUpdate();
}, 500)
}
componentDidUpdate(prevProps) {
  // console.log('componentDidUpdate');
}
getRandomInt(max) {
  return Math.floor(Math.random(max) * Math.floor(max));
}
mapUpdate() {
  this.state.coordinate =[this.state.coordinate[1] || [55.824604, 37.648588],
  this.state.coordinate[2] || [55.824604, 37.648588],
  this.state.coordinate[3] || [55.824604, 37.648588],
  this.state.coordinate[4] || [55.824604, 37.648588],
  this.state.coordinate[5] || [55.824604, 37.648588],
  this.state.coordinate[6] || [55.824604, 37.648588],
  this.state.coordinate[7] || [55.824604, 37.648588],
  this.state.coordinate[8] || [55.824604, 37.648588],
  this._returnArrayLine());
  if (this.state.coordinate.length < 100) {
  }
  this.setState({ coordinate: this.state.coordinate });
}
_returnArrayLine(){
  let randomNumberX = this.getRandomInt(999);
  let randomNumberY = this.getRandomInt(999);
  const x = "55.824"+randomNumberX;
  const y = "37.648"+randomNumberY;
  return [x,y]
}
render() {
  return (
    <div className="dataVisualisation card-body col-lg-6 col-md-12 col-12">
      <YMaps className="dataVisualisation">
        <Map defaultState={mapData} style={{ width: '100%', height: '100%' }}>
          <Polyline
            geometry={ this.state.coordinate }
            options={{
              balloonCloseButton: false,
              strokeColor: '#2196f3',
              strokeWidth: 4,
              strokeOpacity: 0.5,
            }}
          />

```

```

        </Map>
      </YMaps>
    <div id="map"></div>
  </div>
)
}
}

```

MapDisplay.less

```

#map{
  width: inherit;
}

```

Graph.tsx

```

import * as React from 'react';
import * as openSocket from 'socket.io-client';
const socket = openSocket('http://localhost:8010');
/**
 * Компонент построения графиков в режиме реального времени
 */
export default class Chart extends React.Component {
  constructor(props) {
    super(props);
    this.state = {};
  }
  canvas: object;
  x_position: number;
  y_position: number;
  _canvasData: object;
  componentDidMount() {
    //Для детальной обрисовки необходимо произвести настройки запросов на сервере и времени
    рисования Canvas
    setInterval(() => {
      //Движение графиков может отличаться в зависимости от сгенерированных случайно чисел
      this.createCanvas(this.props.id, 2000);
    }, 400);
  }
  /**
   * Нахождение максимального числа в массиве
   * @param arrayData
   * @returns {any}
   */
  maxDataNumber(arrayData: number): number {
    arrayData = arrayData ? arrayData : 0;
    let min = arrayData[0];
    let max = min;
    for (let i = 1; i < arrayData.length; ++i) {

```

```

    if (arrayData[i] > max) max = arrayData[i];
    if (arrayData[i] < min) min = arrayData[i];
  }
  //Так как при возвращении цифры 0 текст не обрисовывается то возвращаем текст 0 чтобы
не происходила не планируемая перерисовка компонента
  if (!max) {
    max = "0";
  }
  return max;
}
getRandomInt(max, delay) {
  let negativeValue = 1;
  let resultNumber = Math.floor(Math.random() * Math.floor(max * negativeValue));
  if (delay && resultNumber % delay === 0) {
    resultNumber = null;
  }
  if (resultNumber % 7) {
    resultNumber *= -1;
  }
  return resultNumber;
}
/**
 * Метод создания Canvas
 * @param idCanvas
 * @param speedDrawn скорость отрисовки
 */
createCanvas(idCanvas: number, speedDrawn: number, data: object): void {
  this.canvas = document.getElementById('canvas_' + idCanvas);
  // контекст, через который будем управлять содержимым canvas
  const contextCanvas = this.canvas.getContext('2d');
  this.setCanvas(contextCanvas, idCanvas, speedDrawn, data);
}
/**
 * Метод настройки создаваемого Canvas
 * @param contextCanvas
 * @param idCanvas
 * @param speedDrawn скорость отрисовки
 */
setCanvas(contextCanvas: CanvasRenderingContext2D, idCanvas: number, speedDrawn: number,
data: object): void {
  // объект содержащий настройки
  this['Canvas_' + idCanvas] = {};
  this['Canvas_' + idCanvas].options = {};
  const canvasOptions = this['Canvas_' + idCanvas].options;
  // центр по горизонтали и вертикали

```

```

this.x_position = this.canvas.width / 2;
this.y_position = this.canvas.height / 2;
this.canvasData = data;
let count = 0;
// длительность отрисовки одного сектора
canvasOptions.duration = speedDrawn,
  // массив со значениями цвета начала и конца градиента секторов
  canvasOptions.colors = ['#1343F3', '#2196f3', '#1CC39C', '#FF5F62'];
// шаг отрисовки цветов (размер сектора) в радианах
// получаем угол начала прогресс бара в радианах
canvasOptions.start = Math.PI / 180;
// ширина прогресс бара в px
canvasOptions.width = 20,
  // радиус прогресс бара в px
  canvasOptions.r = this.x_position - canvasOptions.width;
// очищаем canvas
contextCanvas.clearRect(0, 0, this.canvas.width, this.canvas.height);
// рисуем подложку без анимации
let valueGraph = this.props.value.stubGraphsData;
if (typeof valueGraph === "object") {
  valueGraph = this.maxDataNumber(valueGraph);
}
canvasOptions.start = 0;
canvasOptions.step = this.getRadians(valueGraph);
contextCanvas.clearRect(0, 0, this.canvas.width, this.canvas.height);
// рисуем подложку без анимации
if (!this.props.value.startValue) {
  this.drawSector('#214387', canvasOptions.width, null, contextCanvas, canvasOptions);
}
else {
  //Вычисляем значение датчиков в процентах
  this._percentageValue = this.props.value.startValue/(this.props.value.maxValue/100);
  valueGraph = this.props.value.startValue;
  canvasOptions.step = this.getRadians(this._percentageValue);
  if (this._percentageValue > 75) {
    canvasOptions.colors = ['#2196f3', '#2196f3', '#1343F3', '#1343F3'];
  }
  else if (this._percentageValue > 60) {
    canvasOptions.colors = ['#FF5F62', '#FF5F62', '#2196f3', '#2196f3'];
  }
  else if (this._percentageValue > 35) {
    canvasOptions.colors = ['#FF5F62', '#FF5F62', '#FF5F62', '#2196f3'];
  }
  else if (this._percentageValue <= 35) {
    canvasOptions.colors = ['#FF5F62', '#FF5F62', '#FF5F62', '#FF5F62'];
  }
}

```

```

    }
    this.drawSector('#214387', canvasOptions.width, null, contextCanvas, canvasOptions);
  }
  this.draw(count, contextCanvas, canvasOptions)
}
/**
 * Метод перевода градусов в радианы
 * @param deg градусы
 */
getRadians(deg: number): number {
  // переводим градусы в радианы
  return Math.PI / 180 * deg;
}
/**
 * Метод отрисовки Canvas
 * @param count
 * @param contextCanvas
 * @param canvasOptions
 */
draw(count: number, contextCanvas: CanvasRenderingContext2D, canvasOptions: object): void {
  // получаем из массива пару цветов, которые будет использоваться
  // для создания градиента sectorNumber-го сектора прогресс бара
  let startColor = canvasOptions.colors[count],
    endColor = canvasOptions.colors[count + 1];
  const startPosition = canvasOptions.start;
  const radius = canvasOptions.r;
  // получаем координаты X, Y точек начала и конца sectorNumber-го сектора прогресс бара
  let x0 = this.x_position + Math.cos(startPosition) * radius,
    y0 = this.y_position + Math.sin(startPosition) * radius,
    x1 = this.x_position + Math.cos(startPosition + canvasOptions.step) * radius,
    y1 = this.y_position + Math.sin(startPosition + canvasOptions.step) * radius;
  // используя метод createLinearGradient, создаём объект линейного градиента,
  // в качестве аргументов метод принимает значения координат начала и конца
  // сектора, к которому он будет применён
  let gradient = contextCanvas.createLinearGradient(x0, y0, x1, y1);
  // используя метод addColorStop определяем цвет
  // в начале объекта градиента
  gradient.addColorStop(0, startColor);
  // в конце объекта градиента
  gradient.addColorStop(1.0, endColor);
  // старт анимации отрисовки одного сектора
  let start = new Date().getTime();
  let fn = () => {
    // время прошедшее от начала отрисовки сектора
    let now = new Date().getTime() - start;
  }
}

```



```

// если текущее время превысило время анимации, присваиваем ему значение
// времени анимации, в противном случае, сектор может получиться
// большего размера, чем планировалось
now = (now < canvasOptions.duration) ? now : canvasOptions.duration;
// на сколько должен быть отрисован текущий сектор
let renderingDegree = canvasOptions.step * now / canvasOptions.duration;
// предварительно закрашиваем текущий сектор белым цветом на угол равный
renderingDegree
// толщину берём на 2px больше, чтобы закрасить возможные артефакты
this.drawSector('#31364c', canvasOptions.width + 8, renderingDegree, contextCanvas,
canvasOptions);
// закрашиваем текущий сектор градиентом на угол равный renderingDegree
this.drawSector(gradient, canvasOptions.width, renderingDegree, contextCanvas,
canvasOptions);
this.showPercents(count, renderingDegree, contextCanvas, canvasOptions);
// закрашиваем стыки секторов
this.drawLine(count, contextCanvas, canvasOptions);
// если текущее время меньше времени анимации, продолжаем
// рисование текущего сектора
if (now < canvasOptions.duration) {
  requestAnimationFrame(fn);
} else {
  // увеличиваем индекс на единицу, чтобы выбрать из массива цветов следующую пару
  count++;
  // все сектора отрисованы, заканчиваем работу функции
  if (count >= canvasOptions.colors.length - 1) {
    // разрабатываем кнопку запуска прогресс бара неактивно
    // this.buttonStart.classList.add('disable');
    // удаляем зарегистрированный обработчик события
    // this.buttonStart.removeEventListener('click', () => {
    //   this.draw()
    // });
    // выходим из функции рисования прогресс бара
    return;
  }
  ;
  if (this.props.value.startValue) {
    canvasOptions.start += this.getRadians(this._percentageValue);
  } else {
    // угол, с которого начинает отрисовываться следующий сектор
    canvasOptions.start += canvasOptions.step;
  }
  // запускаем рисование следующего сектора, рекурсивно
  // вызывая функцию draw
  return this.draw(count, contextCanvas, canvasOptions);

```

```

    }
  };
  // старт анимации отрисовки одного сектора
  requestAnimationFrame(fn);
}

/**
 * Метод отрисовка сектора на Canvas
 * @param colorFill
 * @param widthWheel
 * @param renderingDegree на сколько должен быть отрисован текущий сектор
 * @param contextCanvas
 * @param canvasOptions
 */
drawSector(colorFill: string, widthWheel: number, renderingDegree: number | null, contextCanvas:
CanvasRenderingContext2D, canvasOptions: object): null {
  // beginPath используется чтобы начать серию действий, описывающих отрисовку фигуры.
  // каждый новый вызов этого метода сбрасывает все действия предыдущего и начинает
  // рисовать заново
  contextCanvas.beginPath();
  // устанавливаем цвет или стиль, используемый при выполнении обводки
  contextCanvas.strokeStyle = colorFill;
  // устанавливается ширина линии, которой будет рисоваться дуга
  contextCanvas.lineWidth = widthWheel;
  // вычисляем конечный угол, если renderingDegree не задан, значит рисуется подложка
  // и задаётся конечный угол прогресс бара
  let end = (renderingDegree === null) ? this.getRadians(427.5) : canvasOptions.start + renderingDegree;
  if (this.props.value.startValue) {
    end = (renderingDegree === null) ? this.getRadians(427.5) : canvasOptions.start + renderingDegree;
  }
  // создаётся дуга, где x_position и y_position центр окружности, далее радиус, начальный и
  конечный угол
  // проверка, если точка начала больше точки конца значит унас идут данные на уменьшение
  if (canvasOptions.start > end) {
    contextCanvas.arc(this.x_position, this.y_position, canvasOptions.r, end, canvasOptions.start);
  }
  else {
    contextCanvas.arc(this.x_position, this.y_position, canvasOptions.r, canvasOptions.start, end);
  }
  // рисуется дуга (часть сектора), с параметрами заданными с помощью
  // strokeStyle, lineWidth и arc
  contextCanvas.stroke();
  return;
}
/**

```

```

* Метод отрисовка процентов в центре Диаграммы
* @param sectorNumber номер рисуемого сектора
* @param renderingDegree
* @param contextCanvas на сколько должен быть отрисован текущий сектор
* @param canvasOptions
*/

```

```

showPercents(sectorNumber: number, renderingDegree: number, contextCanvas:
CanvasRenderingContext2D, canvasOptions: object): void {
  // угол в радианах, на который отрисован прогресс бар
  // на текущий момент
  let angle = canvasOptions.step * sectorNumber + renderingDegree,
    // получаем проценты, где 0.0549779 результат деления
    // options.step * 7 на 100
    percents = Math.ceil(angle / 0.0549779);
  // цвет текста
  contextCanvas.fillStyle = '#666';
  // параметры шрифта и текста
  contextCanvas.font = '100 14px Verdana';
  // центрирование текста по горизонтали
  contextCanvas.textAlign = 'center';
  // центрирование текста по вертикали
  contextCanvas.textBaseline = 'center';
  // очищаем область canvas в которую будет выведен текст
  // область представлена в виде прямоугольника заданного
  // начальной точкой (120px,125px), шириной и высотой (60px,30px)
  // отсчёт координат идёт от верхнего левого угла canvas
  contextCanvas.clearRect(43, 50, 65, 50);
  // выводим текст в центр canvas
  let valueGraph = this.props.value.stubGraphsData;
  if (typeof valueGraph === "object") {
    valueGraph = 'MAX ' + this.maxDataNumber(valueGraph);
  }
  if (this.props.value.startValue) {
    valueGraph = this.props.value.startValue;
  }
  contextCanvas.fillText(valueGraph, this.x_position * 1, this.y_position * 0.9);
  contextCanvas.fillText(this.props.value.stubGraphsName, this.x_position, this.y_position * 1.1);
}
/**

```

** отрисовка линии между секторами для того чтобы скрыть разрыв и диаграмма казалась бесшовной*

```

* @param sectorNumber номер рисуемого сектора
* @param renderingDegree
* @param contextCanvas на сколько должен быть отрисован текущий сектор
* @param canvasOptions

```

```

*/
drawLine(sectorNumber: number, contextCanvas: CanvasRenderingContext2D, canvasOptions:
object): null {
  const start = canvasOptions.start;
  const radius = canvasOptions.r;
  // определяем координаты начала и конца линии границы текущего сектора
  let x0 = this.x_position + Math.cos(start) * (radius + 10),
      y0 = this.y_position + Math.sin(start) * (radius + 10),
      x1 = this.x_position + Math.cos(start) * (radius - 10),
      y1 = this.y_position + Math.sin(start) * (radius - 10);

  contextCanvas.beginPath();
  // Вариант 1 - назначаем цвет границы стыка всех секторов
  //contextCanvas.strokeStyle = '#fff';
  // Вариант 2 - выбираем цвет стыка текущего и следующего секторов из массива
  contextCanvas.strokeStyle = canvasOptions.colors[sectorNumber];
  // устанавливаем координаты начала и конца рисуемой линии и
  // её толщину
  contextCanvas.moveTo(x0, y0);
  contextCanvas.lineTo(x1, y1);
  contextCanvas.lineWidth = 1;
  // рисуем границу секторов
  contextCanvas.stroke();
  return;
}
render() {
  return (
    <div key="canvas" className="Graphs">
      <canvas id={'canvas_' + this.props.id} width="150" height="150"></canvas>
    </div>
  );
}
}
Graph.less
canvas {
  display: block;
  margin: 0 auto 10px;
}
.wrap {
  width:360px;
  margin:0 auto;
  padding-top:30px;
}
.button {
  width:100px;

```

```

height:30px;
display:block;
font-weight:500;
font-size:12px;
line-height:30px;
font-family:Roboto, sans-serif;
color:#eee;
text-transform:uppercase;
text-align:center;
margin:0 auto;
border:solid 1px #357ebd;
-webkit-border-radius:3px;
border-radius:3px;
outline:none;
-webkit-user-select:none;
user-select:none;
background-color:#428bca;
cursor:pointer;
transition:all 0.3s;
}
.button:hover {
border-color:#285e8e;
background-color:#3276b1;
}
.disable, .disable:hover {
border:solid 1px #357ebd;
background-color:#428bca;
opacity:0.4;
cursor:default;
}
.Graphs{
width: max-content;
}

```

ElementCarousel.tsx

```
import * as React from 'react';
```

```
//TODO доделать горизонтальный и переключение опциями
```

```
/**
```

```
* Универсальный компонент слайдера (вертикальный / горизонтальный)
```

```
*/
```

```
export default class ElementsCarousel extends React.Component {
  constructor(props) {
    super(props);
    this.state = {
      elementShiftVertical: 0,
      elementShiftHorizontal: 0,

```

```

};
}
carouselMoveDown(length: number) {
  this.setState({ elementShiftVertical: this.state.elementShiftVertical - 150});
  if (this.state.elementShiftVertical <= -length) {
    this.setState({ elementShiftVertical: 0});
  }
}
carouselMoveUp() {
  this.setState({ elementShiftVertical: this.state.elementShiftVertical - 150});
  if (this.state.elementShiftVertical <= 0) {
    this.setState({ elementShiftVertical: 0});
  }
}
carouselMoveLeft() {
  this.setState({ elementShiftHorizontal: this.state.elementShiftHorizontal + 128});
  if (this.state.elementShiftHorizontal >= 0) {
    this.setState({ elementShiftHorizontal: 0});
  }
}
carouselMoveRight(length) {
  this.setState({ elementShiftHorizontal: this.state.elementShiftHorizontal - 128});
  if (this.state.elementShiftHorizontal <= -length) {
    this.setState({ elementShiftHorizontal: 0});
  }
}
getVerticalCarousel(componentRender, lengthArrayData, style) {
  const ComponentRender = componentRender;
  let countIDElement = 0;
  return (
    <div>
      <div className="carousel_vertical card-body card col-12 sensorsList list-group-flush">
        <div style={style} className="carousel_vertical_line">
          {
            Object.keys(this.props.source).map((objectData) =>
              {
                return <ComponentRender value={ this.props.source[objectData]}
                  id={countIDElement++}
                  key={countIDElement}/>
              }
            )
          }
        </div>
      </div>
      <div className="control_position carousel_vertical card-body">
        <a className="carousel-control_left left carousel-control" href="#carousel-id" role="button"

```

```

    data-slide="prev">
      <span className="carousel-control_left_glyphicon_chevron_glyphicon_glyphicon-chevron-up"
        aria-hidden="true" onClick={e => this.carouselMoveUp()}></span>
    </a>
    <a className=" carousel-control_right_right carousel-control" href="#carousel-id" role="button"
      data-slide="next">
      <span className="carousel-control_right_glyphicon_chevron_glyphicon_glyphicon-chevron-down"
        aria-hidden="true" onClick={e =>
this.carouselMoveDown(lengthArrayData)}></span>
    </a>
  </div>
</div>
);
}
getHorizontalCarousel(componentRender, lengthArrayData, style) {
  const ComponentRender = componentRender;
  let countIDElement = 0;
  return (
    <div className="carousel_horizontal">
      <div className=" card-body col-12">
        <div style={style} className="carousel_horizontal_line">
          {
            Object.keys(this.props.source).map((objectData) =>
              {
                return <ComponentRender value={ this.props.source[objectData]}
                  id={countIDElement++}
                  key={countIDElement}/>
              })
          }
        </div>
        {/*return <ComponentRender name={this.props.source[objectData].name}
id={this.props.source[objectData].id} key={this.props.source[objectData].id}/>*/}
        </div>
        <div className="carousel-control_position carousel_horizontal card-body col-12 ">
          <a className="carousel-control_left left carousel-control" href="#carousel-id" role="button"
            data-slide="prev">
            <span className="carousel-control_left_glyphicon_chevron_glyphicon_glyphicon-chevron-left"
              aria-hidden="true" onClick={e => this.carouselMoveLeft()}></span>
          </a>
          <a className=" carousel-control_right_right carousel-control" href="#carousel-id"
            role="button"
            data-slide="next">

```

```

        <span className="carousel-control_right_glyphicon_chevron_glyphicon_glyphicon-
chevron-right"
            aria-hidden="true" onClick={e =>
this.carouselMoveRight(lengthArrayData)}></span>
        </a>
    </div>
</div>
);
}
render() {
    const styleVertical = {top: this.state.elementShiftVertical};
    const styleHorizontal = {left: this.state.elementShiftHorizontal};
    //TODO эти данные должен отдавать сервер
    const elementContainerWidth = 300;
    const lengthArrayData = this.props.source.length * elementContainerWidth;
    const ComponentRender = this.props.template;
    const type = this.props.type;
    if (type === "vertical") {
        return this.getVerticalCarousel(ComponentRender, lengthArrayData, styleVertical);
    }
    if (type === "horizontal") {
        return this.getHorizontalCarousel(ComponentRender, lengthArrayData, styleHorizontal);
    }
}
}
}
ElementCarusel.less
.carousel_vertical {
    @media(max-height: 700px){
        max-height: 45em;
    }
    max-height: 60em;
    overflow: hidden; //почитать
    background-color: #1C1F2B;
    border: 1px solid;
    &_line {
        hidden: 5000px;
        min-width: 200px;
        position: relative;
        left: 0;
        transition: all ease 1s; //почитать
        &_elements::after {
            content: "";
            display: block;
            clear: both;
        }
    }
}

```



```

&_element {
  background-color: #1C1F2B;
  margin-bottom: 1em;
  min-height: 50px;
  display: flex;
  flex-direction: column;
  justify-content: center;
  align-items: center;
  &__dataContainer {
    border: 1px solid;
    border-radius: 5px;
    width: 100%;
    &-name {
      color: rgba(255, 255, 255, 0.6);
      text-align: center;
      font-size: 20px;
    }
    &-value {
      color: white;
      text-align: center;
      font-size: 25px;
    }
  }
}
}
}
}
.carousel-control {
  width: 3.5em;
  filter: none;
  opacity: 1;
  text-shadow: none;
  &:hover {
    filter: none;
    opacity: 1;
    text-shadow: none;
  }
}
.buttonSettings {
  background-image: none;
  position: inherit;
  color: #2196f3;
  &_glyphicon_chevron {
    font-size: 16px;
    height: 32px;
    line-height: 32px;
    width: 32px;
    @media (min-width: 768px) {

```

```

    font-size: 20px;
    height: 50px;
    line-height: 50px;
    margin-top: -25px;
    width: 50px;
  }
}
}
&_right {
  .buttonSettings;
  margin: 1em;
}
&_left {
  .buttonSettings;
  margin: 1em;
}
}
}
.carousel_horizontal {
width: 100%;
overflow: hidden; //почитать
background-color: #1C1F2B;
border: 1px solid;
&_line {
  top: 0px;
  display: flex;
  flex-direction: row;
  justify-content: space-between;
  width: 100%;
  min-width: 200px;
  position: relative;
  left: 0;
  transition: all ease 1s; //почитать
  &_elements::after {
    content: "";
    display: block;
    clear: both;
  }
  &_element {
    background-color: #1C1F2B;
    border: 1px solid;
    margin-right: 1em;
    width: 10em;
    height: 10em;
  }
}

```



```

/**
 * Компонент построения графиков в режиме реального времени
 */
export default class Chart extends React.Component {
  constructor(props) {
    super(props);
    this.state = {};
  }
  componentDidMount() {
    setInterval(()=>{
this.parseData(this.props.value.stubGraphsName,this.props.value.stubGraphsData,this.props.id);},100
)
  }
  /**
   * Отрисовка графиков на Canvas
   * @param idCanvas
   * @param dataGraphs данные с для отрисовки
   * @param color цвет линии графика
   */
  drawsGraphs(idCanvas: number, dataGraphs: number | [], color: number): void {
    //цвета линий
    const colors = ['#2196f3', '#1CC39C', '#FF5F62', '#2196f3'];
    const canvas = document.getElementById(idCanvas);
    const gr = canvas.getContext('2d');
    // Текущий размер окна, где располагается график, чтобы отрисовать размеры canvas
    const bodySizeWidth =
document.getElementsByClassName('carousel_vertical_line_element__dataContainer')[0];
    const bodySizeHeight = document.getElementsByClassName('list-group-item
carousel_vertical_line_element')[0];
    canvas.setAttribute('width', bodySizeWidth.offsetWidth);
    canvas.setAttribute('height', bodySizeHeight.offsetHeight * 0.6);
    const maxCount = 35 + 10;
    const x0 = 30;
    const y0 = 60;
    const width = canvas.width - 200;
    const height = canvas.height - 100;
    const stepY = Math.round(height / bodySizeHeight.offsetHeight * 10);
    const stepX = Math.round(width / bodySizeWidth.offsetWidth * 10);
    //рисуются кривые
    gr.beginPath();
    for (let counData in dataGraphs) {
      const count = dataGraphs[counData];
      const x = x0 + ((counData - 1) * stepX);
      const y = y0 + (height - count * stepY);
      if (1 == counData) {

```

```

        gr.moveTo(x, y);
    } else {
        gr.lineTo(x, y);
    }
}
gr.strokeStyle = colors[color]; //цвет линии
gr.lineWidth = 3; //толщина линии
gr.stroke();
}
/**
 * Нахождение максимального числа в массиве
 * @param arrayData
 * @returns {any}
 */
maxDataNumber(arrayData: number): number {
    let min = arrayData[0];
    let max = min;
    for (let i = 1; i < arrayData.length; ++i) {
        if (arrayData[i] > max) max = arrayData[i];
        if (arrayData[i] < min) min = arrayData[i];
    }
    //Так как при возвращении цифры 0 текст не отрисовывается, то возвращаем текст 0, чтобы
не происходило не планируемая перерисовка компонента
    if (!max) {
        max = "0";
    }
    return max;
}
/**
 * Записываем данные по контролю с графиками в state
 * @param graphsName
 * @param graphValue
 * @param serialNumber if графика, чтобы манипулировать его цветом и порядком
 */
parseData(graphsName: string, graphValue: number, serialNumber: number): void {
    //Чистим графики
    if (this.state[graphsName] && this.state[graphsName].length > 120) {
        this.state[graphsName] = [];
    }
    //Инициализируем массив, если его еще нет, в который будет пушить данные с сервера
    if (!this.state[graphsName]) {
        this.state[graphsName] = [];
    }
    if (typeof graphValue === 'number') {
        this.state[graphsName].push(graphValue);
    }
}

```

```

    }
    if ((typeof graphValue === 'object') && graphValue !== null) {
      this.state[graphsName] = (graphValue);
    }
    this.setState({
      [graphsName]: this.state[graphsName],
      ['maxValueGraphs_' + serialNumber]: this.maxDataNumber(this.state[graphsName])
    });
    this.drawsGraphs(serialNumber, this.state[graphsName], serialNumber);
  }
  render() {
    return (
      <div>
        <div key={this.props.id} className="list-group-item carousel_vertical_line_element">
          <div className="carousel_vertical_line_element__dataContainer">
            <div
              className="carousel_vertical_line_element__dataContainer-
name">{this.props.value.stubGraphsName}</div>
            <div
              className="carousel_vertical_line_element__dataContainer-
value">{this.state['maxValueGraphs_' + this.props.id]}</div>
            </div>
            <canvas id={this.props.id}></canvas>
          </div>
        </div>
      );
    }
  }

```

Chart.less

```

.carousel_vertical {
  max-height: 70em;
  overflow: hidden; //почитать
  background-color: #1C1F2B;
  border: 1px solid;
  &_line {
    hidden: 5000px;
    min-width: 200px;
    position: relative;
    left: 0;
    transition: all ease 1s; //почитать
  }
  &_elements::after {
    content: "";
    display: block;
    clear: both;
  }
}

```

```
&_element {
  background-color: #1C1F2B;
  margin-bottom: 1em;
  min-height: 50px;
  display: flex;
  flex-direction: column;
  justify-content: center;
  align-items: center;
  &__dataContainer {
    border: 1px solid;
    border-radius: 5px;
    width: 100%;
    &-name {
      color: rgba(255, 255, 255, 0.6);
      text-align: center;
      font-size: 20px;
    }
    &-value {
      color: white;
      text-align: center;
      font-size: 25px;
    }
  }
}

.carousel-control {
  width: 3.5em;
  filter: none;
  opacity: 1;
  text-shadow: none;
  &:hover {
    filter: none;
    opacity: 1;
    text-shadow: none;
  }
}

.buttonSettings {
  background-image: none;
  position: inherit;
  color: #2196f3;
  &_glyphicon_chevron {
    font-size: 16px;
    height: 32px;
    line-height: 32px;
    width: 32px;
    @media (min-width: 768px) {
```

```
font-size: 20px;
height: 50px;
line-height: 50px;
margin-top: -25px;
width: 50px;
}
}
}
&_right {
  .buttonSettings;
  margin: 1em;
}
&_left {
  .buttonSettings;
  margin: 1em;
}
}
}
}
.control_position {
  justify-content: space-between;
  display: flex;
}
}
```


Приложение В

**Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ –
Программный комплекс расчета сил и средств пожарно-спасательных
подразделений для поиска пострадавших под завалами при пожарах и
чрезвычайных ситуациях**

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



СВИДЕТЕЛЬСТВО
о государственной регистрации программы для ЭВМ
№ 2018662319

**«Программный комплекс расчета сил и средств
пожарно-спасательных подразделений для поиска
пострадавших под завалами при пожарах и чрезвычайных
ситуациях»**

Правообладатели: *Мокшанцев Александр Владимирович (RU),
Тетерин Иван Михайлович (RU), Топольский Николай
Григорьевич (RU), До Хоанг Тхань (VN)*

Авторы: *До Хоанг Тхань (VN), Мокшанцев Александр
Владимирович (RU), Тетерин Иван Михайлович (RU), Топольский
Николай Григорьевич (RU)*

Заявка № **2018619956**
Дата поступления **18 сентября 2018 г.**
Дата государственной регистрации
в Реестре программ для ЭВМ **05 октября 2018 г.**

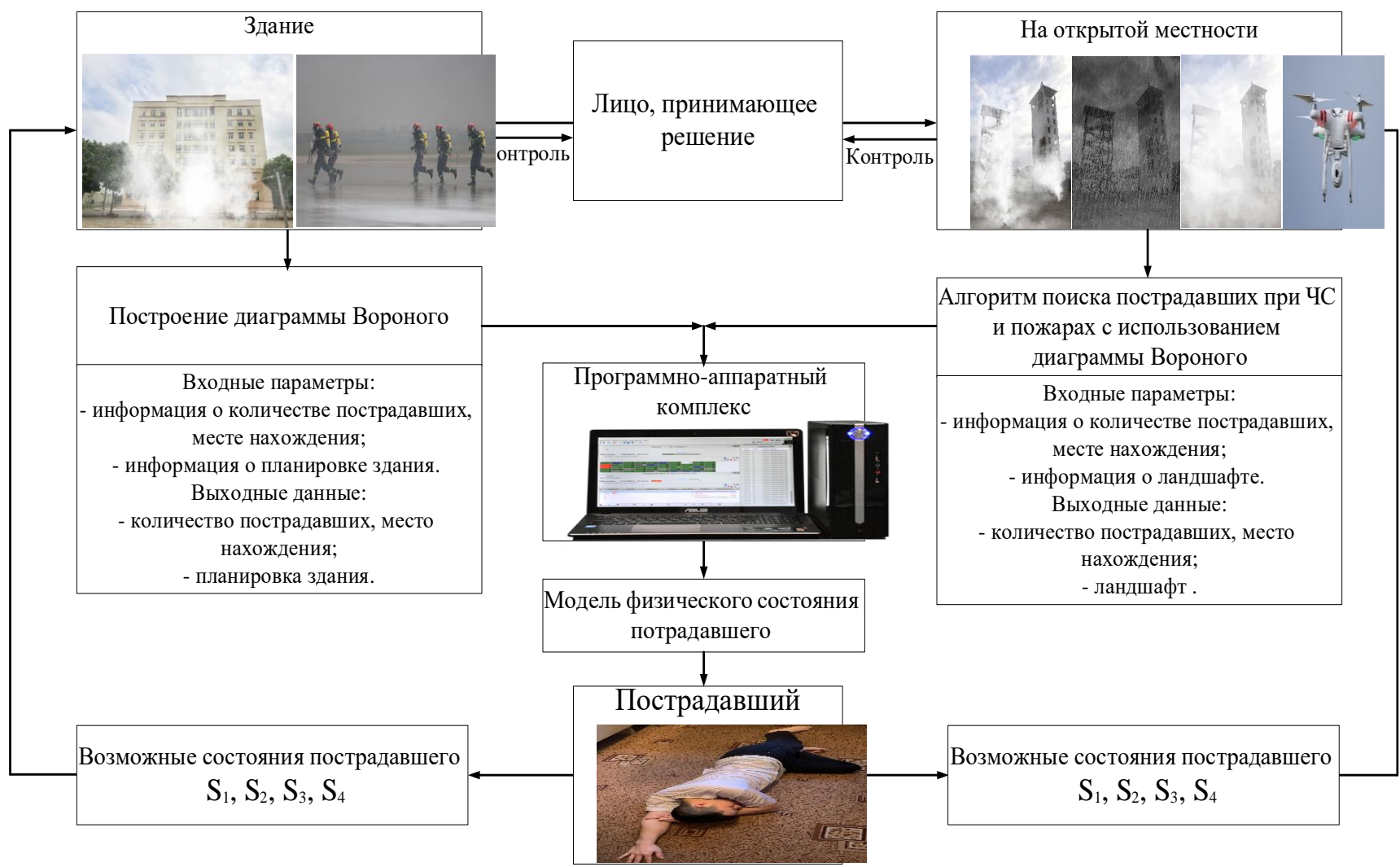
Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности



Г.П. Ивлиев Г.П. Ивлиев

Организационно-функциональная схема обнаружения пострадавших с использованием ПК

Приложение Г



Приложение Д

Акты внедрения

«УТВЕРЖДАЮ»

Начальника института пожарной
безопасности МОБ СРВ
к.т.н., генерал-майор милиции



Ле Куанг Бон

« 13 » *Мая* 2020 г.

АКТ

о внедрении результатов диссертационной работы адъюнкта Академии
ГПС МЧС России До Хоанг Тхань, представленной к защите по
специальности 05.13.10 – Управление в социальных и экономических
системах (технические науки, отрасль – промышленность)

Комиссия в составе:

Председатель – полковник милиции, к.т.н. Ву Ван Тхюй, начальника факультета аварийно-спасательной работы ИПБ Вьетнама.

Члены комиссии:

майор милиции, к.т.н., Чу Куок Минь, сотрудник учебного отдела ИПБ МОБ Вьетнама

майор милиции, к.т.п., Фан Ань, начальник кафедры пожарной безопасности в строительстве ИПБ МОБ Вьетнама

подтверждает, что в Институте пожарной безопасности МОБ СР Вьетнама с целью повышения уровня подготовки специалистов внедрены в учебный процесс результаты 2-й главы диссертации «Модели и алгоритмы поддержки управления проведением поисковых работ в условиях пожара», а именно:

1. Результаты анализа процесса поддержки управления проведением аварийно-спасательных работ.
2. Результаты анализа и синтеза модели и алгоритмы поддержки управления проведением поисковых работ в условиях пожара.
3. Разработка информационной системой поддержки принятия

управленческих решений при проведении поисковых работ в условиях пожара.

Начальник факультета аварийно-спасательной
работы
к.т.н.,
полковник милиции



Vu Ван Тхюй

Сотрудник учебного отдела
к.т.н.,
майор милиции



Chu Куок Минь

Начальник кафедры ПБС
к.т.н.,
майор милиции



Phan Ань

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель начальника ГУПО
и АСС МОБ СРВ

к.т.н., старший полковник



Нгуен Минь Хьонг

« 17 » мая 2020 г.

АКТ

о внедрении результатов диссертационной работы адъюнкта Академии ГПС
МЧС России До Хоанг Тхань, представленной к защите по специальности
05.13.10 – Управление в социальных и экономических системах
(технические науки)

Комиссия в составе:

Председателя - полковника милиции Нгуен Чи Дунг, заместителя
начальника отдела аварийно-спасательной работы ГУПО и АСС Вьетнама;

Членов комиссии:

к.т.н., майора милиции Хоанг Тхо Дык, заместителя начальника отдела
исследования технических наук ГУПО и АСС Вьетнама;

капитана милиции Буй Конг Чинь, сотрудника отдела аварийно-
спасательной работы ГУПО и АСС Вьетнама;

составили настоящий акт о том, что результаты диссертационного
исследования капитана До Хоанг Тхань на тему «Модели и алгоритмы
поддержки управления проведением аварийно-спасательных работ»
использованы:

- при разработке перспективных планов для размещения, также
развития сил и средств противопожарной и аварийно-спасательной службы
Вьетнама;

- при подготовке кадров для противопожарной и аварийно-
спасательной службы Вьетнама.

Председатель комиссии:

Заместитель начальника отдела аварийно-спасательной работы ГУПО и АСС Вьетнама
полковник милиции



Нгуен Чи Дунг

Члены комиссии:

Заместитель начальника отдела исследования технических наук ГУПО и АСС Вьетнама
майор милиции



Хоанг Тхо Дык

Сотрудник отдела аварийно-спасательной работы ГУПО и АСС Вьетнама
капитан милиции



Буй Конг Чинь

Утверждаю
Заместитель начальника Академии
ГПС МЧС России по учебной работе



В. И. доцент

М. В. Бедило

2020 г.

АКТ

о внедрении результатов диссертационной работы До Хоанг Тхань «Модели и алгоритмы поддержки управления проведением поисково-спасательных работ во Вьетнаме», представленной к защите по специальности 05.13.10 - управление в социальных и экономических системах (технические науки)

Комиссия в составе председателя - начальника кафедры ИТ УНК АСИТ, к.т.н., доцента Сатина Алексея Петровича, и членов комиссии – профессора кафедры ИТ, д.т.н., доцента, Бутузова Станислава Юрьевича, доцента кафедры ИТ УНК АСИТ, к.т.н., доцента Рыженко Алексея Алексеевича подтверждает, что результаты диссертационной работы До Хоанг Тхань, внедрены в учебный процесс кафедры информационных технологий Академии Государственной противопожарной службы МЧС России при подготовке лекций и проведении практических занятий по дисциплинам «Информационные технологии управления в РСЧС», «Системы поддержки принятия решений».

Председатель комиссии
Начальник кафедры ИТ УНК АСИТ
к.т.н., доцент

А.П. Сатин

Члены комиссии
Профессор кафедры ИТ УНК АСИТ
к.т.н., доцент

С.Ю. Бутузов

Доцент кафедры ИТ УНК АСИТ
к.т.н., доцент

А. А. Рыженко