

Т.С. Станкевич, С.Ю. Бутузов, А.А. Рыженко
(Академия ГПС МЧС России"; e-mail: nadezdastan39@mail.ru)

ДИАГНОСТИКА СИСТЕМЫ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ КАЛИНИНГРАДСКОГО МОРСКОГО ТОРГОВОГО ПОРТА

Представлены результаты диагностики системы пожарной безопасности Калининградского морского торгового порта. Предложено на базе нечётких нейронных сетей разработать систему информационно-аналитической поддержки управления при тушении пожаров в морских портах.

Ключевые слова: пожар, морской порт, безопасность, метод анализа иерархий.

T.S. Stankevich, A.A. Ryzhenko, S.Yu. Butuzov **DIAGNOSTICS OF FIRE SAFETY SYSTEM OF KALININGRAD SEA COMMERCIAL PORT**

The findings of diagnostics of fire safety system of Kaliningrad Sea Commercial Port are given. It is proposed on the basis of fuzzy neural networks develop a system of information and analytical support for management of fire fighting in seaports.

Key words: fire, seaport, safety, analytic hierarchy process.

Статья поступила в редакцию Интернет-журнала 23 сентября 2015 г.

Введение

В настоящее время интенсивное развитие морских перевозок повышает актуальность проблем обеспечения **пожарной безопасности (ПБ)** на таких объектах стратегического значения, как морские порты. Морской порт представляет собой сложную систему, включающую объекты инфраструктуры, размещённые на специально отведённых территориях и акваториях и предназначенные для обслуживания судов и пассажиров, осуществления операций с грузами и иных услуг, а также взаимодействия с другими видами транспорта [1]. Морские порты относятся к особо опасным и технически сложным объектам [2] с большим количеством потенциальных источников возникновения опасных событий. Согласно [3], в Российской Федерации уровень пожарной безопасности портов оценивается как недостаточный, что определяет высокую вероятность возникновения пожаров на их территории.

Система обеспечения пожарной безопасности морского порта

Калининградский морской торговый порт (КМТП) является крупнейшим предприятием портового комплекса Калининградского региона как по объёму выполняемых работ, так и по техническому обеспечению и комплексу услуг для грузовладельцев [4]. Общая характеристика КМТП представлена в табл. 1 [4-5]. Организационная структура объекта отображена на рис. 1.

Общая характеристика КМТП

Наименование показателя	Значение показателя
Период навигации	круглогодичный
Основные технические характеристики морского терминала	универсальный терминал
Площадь территории морского терминала (га)	66,27
Площадь акватории морского терминала (км ²)	0,46
Количество причалов морского терминала	15
Площадь крытых складов (тыс. м ²)	46,8
Площадь открытых складов (тыс. м ²)	227
Пропускная способность грузового морского терминала всего (тыс. тонн в год)	6800
в том числе:	
наливные (тыс. тонн в год)	800
сухие (тыс. тонн в год)	3600
контейнеры (тыс. единиц в двадцатифутовом эквиваленте в год)	200
Пропускная способность пассажирского морского терминала (пассажиров в год)	-
Ёмкости резервуаров для хранения нефтепродуктов (тыс. тонн)	9
Максимальные габариты судов, обрабатываемых у морского терминала (осадка, длина, ширина) (м)	8 / 175 / 25
Длина причального фронта морского терминала (п. м)	2475,6
Сведения о персонале:	
общая численность (чел);	610
наибольшая рабочая смена (чел)	1 смена – 310; 2 смена – 75
Пожаровзрывоопасные вещества:	
продовольственные грузы (мука, сахар)	до 3 000 тонн
непродовольственные грузы	до 30 000 тонн
пиломатериалы в складах	до 5 000 м ³
лесоматериалы	до 40 м ³
дизельное топливо	до 30 м ³
топочный мазут	до 100 м ³
аммиак	-
радиоактивные вещества	-

Для обеспечения ПБ в КМТП создана **система пожарной безопасности (СПБ)**, приспособленная к данному предприятию с учётом особенностей его функционирования, расположения и других факторов [7].

СПБ КМТП представляет собой совокупность сил, средств и мер правового, организационного, экономического, социального и научно-технического характера, направленных на борьбу с пожарами. СПБ КМТП включает в свой состав (рис. 2): систему предотвращения пожара; систему противопожарной защиты; комплекс организационно-технических мероприятий по обеспечению ПБ.

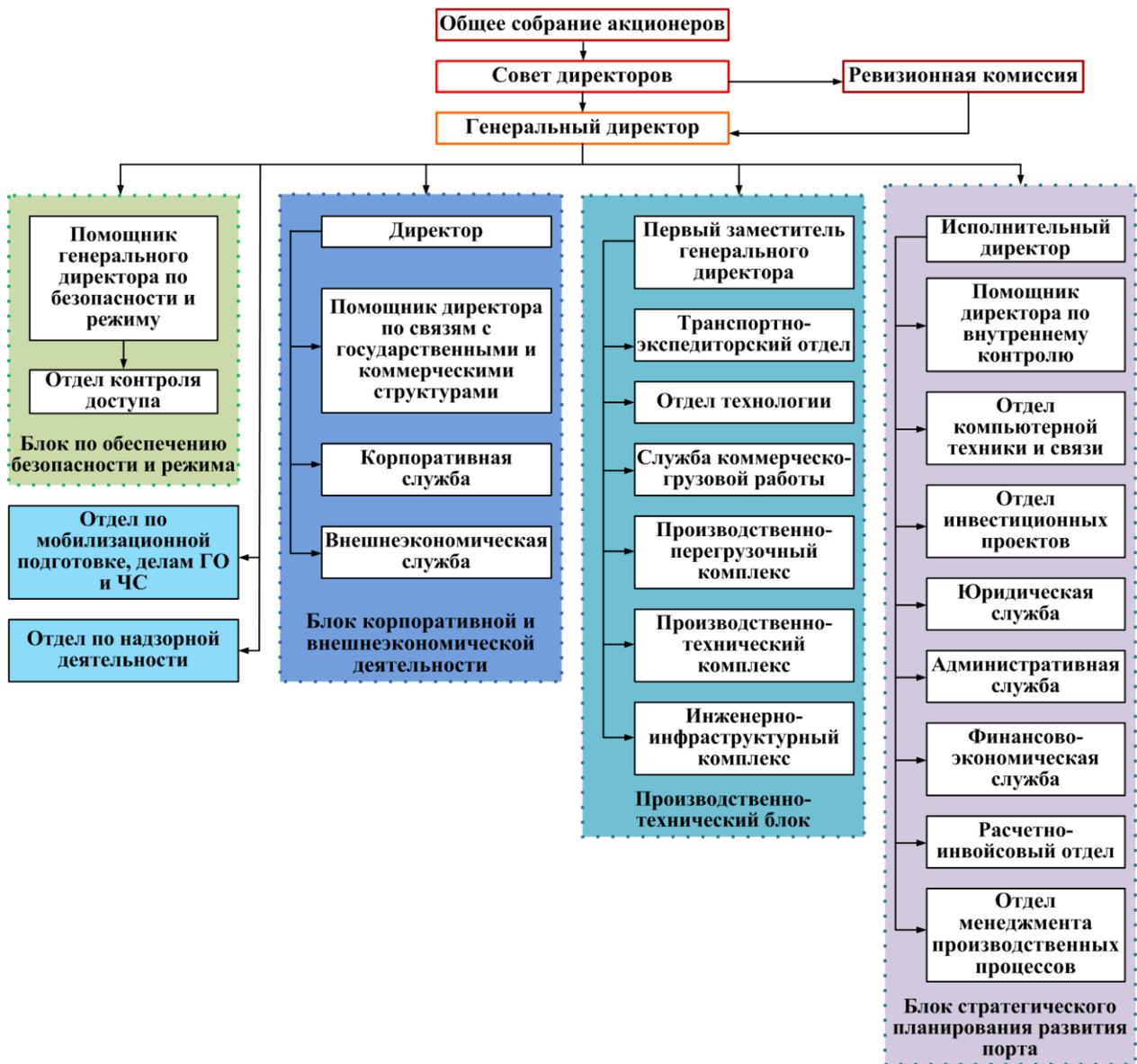


Рис. 1. Организационная структура КМТП

Оценка эффективности системы пожарной безопасности КМТП

Для оценки эффективности СПБ КМТП использована методика, основанная на анализе иерархий и изложенная в [9]. В ходе оценки эффективности СПБ КМТП определены основные критерии и показатели уровня обеспечения ПБ объекта (табл. 2-4) путём системного анализа и синтеза, где $K_1, K_2, K_3, K_4, K_5, K_6$ – критерии оценки ПБ объекта; $P_{11}, P_{12}, P_{21}, P_{22}, P_{31}-P_{311}, P_{41}-P_{45}, P_{51}-P_{53}, P_{61}-P_{63}$ – показатели первого уровня критериев оценки ПБ объекта; $P_{111}-P_{119}, P_{121}-P_{127}, P_{211}-P_{216}, P_{221}-P_{227}$ – показатели второго уровня критериев оценки ПБ объекта. В соответствии с выбранными критериями и показателями построена иерархия для оценки уровня ПБ КМТП. На основе полученной иерархии для каждого её уровня и для каждой группы критериев и показателей сформированы таблицы попарных сравнений с указанием векторов приоритета.

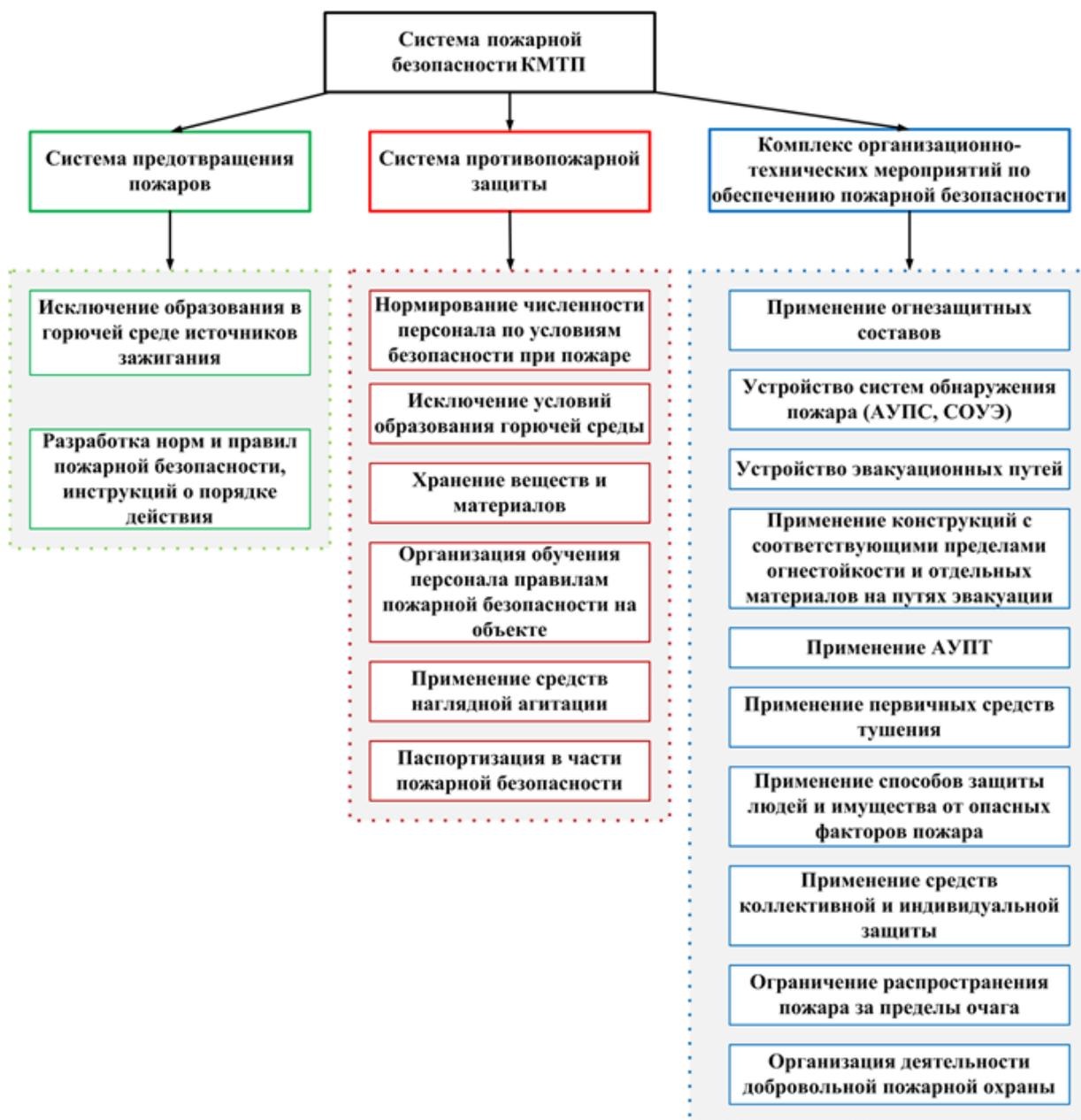


Рис. 2. Структура системы пожарной безопасности КМТП

После расчёта векторов приоритета определен уровень субъективизма – отношение согласованности в соответствии с алгоритмом, описанным в [9]. Полученные результаты отображены в табл. 5, где M_1 – таблица попарных сравнений для критериев оценки ПБ; $M_2, M_3, M_4, M_5, M_6, M_7$ – таблица попарных сравнений для показателей первого уровня критериев $K_1, K_2, K_3, K_4, K_5, K_6$ соответственно; M_8, M_9, M_{10}, M_{11} – таблица попарных сравнений для показателей второго уровня критерия $K_{11}, K_{12}, K_{21}, K_{22}$ соответственно.

Критерии оценки пожарной безопасности КМТП

Номер критерия	Наименование критерия
K_1	Управленческая деятельность по вопросам обеспечения ПБ
K_2	Проверка состояния конструктивной защиты зданий (сооружений)
K_3	Требования к системам противопожарной защиты
K_4	Требования пожарной безопасности к системе водоснабжения и огнетушителям
K_5	Требования ПБ к содержанию территории
K_6	Совершенствование объекта

Показатели первого уровня критериев оценки пожарной безопасности КМТП

Номер показателя	Наименование показателя
Критерий K_1	
P_{11}	Организационные мероприятия по ПБ и определяющие порядок их исполнения руководящие, отчётные документы и информационные материалы
P_{12}	Подготовка персонала в области ПБ
Критерий K_2	
P_{21}	Пути эвакуации
P_{22}	Требования к объёмно-планировочным решениям
Критерий K_3	
P_{31}	Наличие системы автоматической пожарной сигнализации
P_{32}	Соответствие системы автоматической пожарной сигнализации требованиям ПБ
P_{33}	Наличие системы автоматического пожаротушения
P_{34}	Соответствие системы автоматического пожаротушения требованиям ПБ
P_{35}	Наличие системы оповещения и управления эвакуацией в случае пожара
P_{36}	Соответствие системы оповещения и управления эвакуацией в случае пожара требованиям ПБ
P_{37}	Наличие системы вентиляции и кондиционирования воздуха
P_{38}	Соответствие системы вентиляции и кондиционирования воздуха в случае пожара требованиям ПБ
P_{39}	Наличие системы дымоудаления
P_{310}	Соответствие системы дымоудаления в случае пожара требованиям ПБ
P_{311}	Заключение договора на обслуживание систем противопожарной защиты
Критерий K_4	
P_{41}	Наличие наружного пожарного водопровода
P_{42}	Соответствие установленного наружного пожарного водопровода требованиям ПБ
P_{43}	Наличие внутреннего пожарного водопровода
P_{44}	Соответствие установленного внутреннего пожарного водопровода требованиям ПБ
P_{45}	Наличие огнетушителей и их содержание в соответствии с требованиями ПБ
Критерий K_5	
P_{51}	Наличие подъездов и проездов к объектам защиты
P_{52}	Соответствие подъездов и проездов к объектам защиты требованиям ПБ
P_{53}	Соответствие содержания территории требованиям пожарной безопасности
Критерий K_6	
P_{61}	Совершенствование системы предотвращения пожаров
P_{62}	Совершенствование системы противопожарной защиты
P_{63}	Совершенствование комплекса организационно-технических мероприятий по обеспечению ПБ

Показатели второго уровня критериев оценки пожарной безопасности КМТП

Номер показателя	Наименование показателя
<i>Критерий К₁</i>	
<i>P₁₁₁</i>	Наличие приказов, определяющих ответственность в области ПБ
<i>P₁₁₂</i>	Наличие требований по ПБ, определяемых приказом, в содержании должностной инструкции
<i>P₁₁₃</i>	Наличие планов ПБ на год, на весенне-летний, на осенне-зимний периоды
<i>P₁₁₄</i>	Наличие инструкций по мерам ПБ для пожароопасных помещений
<i>P₁₁₅</i>	Наличие табличек с номером телефона вызова пожарной охраны
<i>P₁₁₆</i>	Наличие отчётов с результатами определения категории пожарной, взрывопожарной опасности, классу зоны по федеральному закону № 123
<i>P₁₁₇</i>	Наличие табличек на дверях помещений производственного и складского назначения, с нанесением на них данных категории пожарной, взрывопожарной опасности, классу зоны по федеральному закону № 123
<i>P₁₁₈</i>	Наличие утверждённого перечня документации, оформляемой в структурном подразделении по ПБ, её образцов и форм ведения
<i>P₁₁₉</i>	Наличие документации, оформленной в структурных единицах
<i>P₁₂₁</i>	Наличие утверждённого перечня должностей обучаемых по программе пожарно-технического минимума в центре обучения Управление развития персонала общества
<i>P₁₂₂</i>	Наличие плана подготовки персонала обучаемого по пожарно-технического минимума в центре обучения Управление развития персонала общества
<i>P₁₂₃</i>	Наличие журналов регистрации инструктажей по ПБ
<i>P₁₂₄</i>	Наличие утверждённых программ для проведения вводного, первичного на рабочем месте инструктажей по ПБ
<i>P₁₂₅</i>	Наличие отчётных документов по проведению целевого, внепланового инструктажей
<i>P₁₂₆</i>	Наличие утверждённых документов, подтверждающих проведение занятий по безопасной эвакуации персонала в случае пожара не менее 2 раз в год
<i>P₁₂₇</i>	Алгоритмы работы дежурно-диспетчерских служб по слаженным действиям в случае пожара
<i>Критерий К₂</i>	
<i>P₂₁₁</i>	Наличие планов (схем эвакуации) при пожаре
<i>P₂₁₂</i>	Наличие инструкций по действиям персонала в случае пожара
<i>P₂₁₃</i>	Наличие достаточного количества путей эвакуации при пожаре с этажей здания
<i>P₂₁₄</i>	Соответствие ширины и высоты прохода на путях эвакуации
<i>P₂₁₅</i>	Наличие знаков пожарной безопасности на путях эвакуации
<i>P₂₁₆</i>	Наличие планов обследования путей эвакуации на предмет наличия горючих отделочных материалов на их покрытиях
<i>P₂₂₁</i>	Соответствие противопожарных разрывов между зданиями требованиям ПБ
<i>P₂₂₂</i>	Соответствие противопожарных отсеков требованиям ПБ
<i>P₂₂₁₃</i>	Соответствие конструктивных элементов зданий по их функциональному назначению требованиям ПБ
<i>P₂₂₄</i>	Соответствие установки перегородок с требуемым пределом огнестойкости для разделения помещений с различными классами функциональной пожарной опасности требованиям ПБ
<i>P₂₂₅</i>	Соответствие установки перегородок с требуемым пределом огнестойкости для разделения помещений с различными категориями по пожарной, взрывопожарной опасности требованиям ПБ
<i>P₂₂₆</i>	Соответствие установки перегородок с требуемым пределом огнестойкости для разделения длинных коридоров требованиям ПБ
<i>P₂₂₇</i>	План проведения мероприятий по огнезащитной обработке горючих материалов, воздуховодов

Следующим этапом являются оценки ПБ каждого i -го подразделения (блок корпоративной и внешнеэкономической деятельности порта; блок по обеспечению безопасности и режима порта; блок стратегического планирования развития порта; производственно-технический блок порта). Для этого экспертами заполняется таблица текущих значений показателей значениями от 0 до 1, в зависимости от выполнения того или иного показателя.

Общий вид коэффициента ПБ $K_{ПБi}$ i -го структурного подразделения (для блока корпоративной и внешнеэкономической деятельности порта – $K_{ПБ1}$; для блока по обеспечению безопасности и режима порта – $K_{ПБ2}$; для блока стратегического планирования развития порта – $K_{ПБ3}$; для производственно-технического блока порта – $K_{ПБ4}$) определяется по формулам [10]:

$$K_{ПБi} = K_1 \cdot P_1 + K_2 \cdot P_2 + K_3 \cdot P_3 + K_4 \cdot P_4 + K_5 \cdot P_5 + K_6 \cdot P_6;$$

$$P_1 = \Pi_{11} \cdot P_{11} + \Pi_{12} \cdot P_{12};$$

$$P_{11} = \Pi_{111} \cdot r_{111} + \Pi_{112} \cdot r_{112} + \dots + \Pi_{119} \cdot r_{119};$$

$$P_{12} = \Pi_{121} \cdot r_{121} + \Pi_{122} \cdot r_{122} + \dots + \Pi_{127} \cdot r_{127};$$

$$P_2 = \Pi_{21} \cdot P_{21} + \Pi_{22} \cdot P_{22};$$

$$P_{21} = \Pi_{211} \cdot r_{211} + \Pi_{212} \cdot r_{212} + \dots + \Pi_{216} \cdot r_{216};$$

$$P_{22} = \Pi_{221} \cdot r_{221} + \Pi_{222} \cdot r_{222} + \dots + \Pi_{227} \cdot r_{227};$$

$$P_3 = \Pi_{31} \cdot r_{31} + \Pi_{32} \cdot r_{32} + \dots + \Pi_{311} \cdot r_{311};$$

$$P_4 = \Pi_{41} \cdot r_{41} + \Pi_{42} \cdot r_{42} + \Pi_{43} \cdot r_{43} + \Pi_{44} \cdot r_{44} + \Pi_{45} \cdot r_{45};$$

$$P_5 = \Pi_{51} \cdot P_{51} + \Pi_{52} \cdot P_{52} + \Pi_{53} \cdot P_{53};$$

$$P_6 = \Pi_{61} \cdot P_{61} + \Pi_{62} \cdot P_{62} + \Pi_{63} \cdot P_{63},$$

где r_j – значения, выставляемые экспертом i -му подразделению.

При определении коэффициента ПБ порта $K_{ПБ}$ вместо показателя r_j используется показатель R_j уровня соответствия тому или иному показателю за все подразделения КМТП [10]:

$$K_{ПБ} = K_1 \cdot P_1^* + K_2 \cdot P_2^* + K_3 \cdot P_3^* + K_4 \cdot P_4^* + K_5 \cdot P_5^* + K_6 \cdot P_6^*.$$

На основании полученных результатов определено состояние ПБ для каждого структурного подразделения КМТП и состояния пожарной безопасности предприятия в целом:

- для блока корпоративной и внешнеэкономической деятельности порта – $K_{ПБ1} = 0,96$;
- для блока обеспечения безопасности и режима порта – $K_{ПБ2} = 0,96$;
- для блока стратегического планирования развития порта – $K_{ПБ3} = 0,96$;
- для производственно-технического блока порта – $K_{ПБ4} = 0,96$;
- для КМТП в целом – $K_{ПБ} = 0,96$.

В результате анализа полученных данных выявлены наиболее уязвимые места в организации ПБ и в планировании мероприятий КМТП. На основании полученных результатов для повышения эффективности СПБ КМТП предложено разработать и применять систему информационно-аналитической поддержки управления при тушении пожаров в морских портах на базе нечётких нейронных сетей. Данная система позволит повысить эффективность управленческих решений руководителей в процессе тушения пожара и, следовательно, повысить уровень:

- безопасности работающего персонала;
- бесперебойной работы применяемого технологического оборудования;
- сохранности материальных средств;
- безопасности окружающей среды от воздействия опасных факторов пожара.

Заключение

Проведена диагностика системы пожарной безопасности для каждого структурного подразделения КМТП и всего предприятия в целом. На основании полученных результатов предложено разработать и применять систему информационно-аналитической поддержки управления при тушении пожаров в морских портах на базе нечётких нейронных сетей.

Литература

1. **Федеральный** закон Российской Федерации от 30 апреля 1999 г. № 81-ФЗ "Кодекс торгового мореплавания Российской Федерации".
2. **Федеральный** закон Российской Федерации от 29 декабря 2004 г. № 190-ФЗ "Градостроительный кодекс Российской Федерации".
3. **О системе** обеспечения безопасности судоходства на водном транспорте и роли государственного морского и речного надзора // Материалы государственной службы по надзору в сфере морского и речного транспорта, 2008. <http://council.gov.ru/files/journalsf/item/20090924133814.pdf>.
4. **Калининградский** морской торговый порт. <http://www.kscport.ru>.
5. **Реестр** морских портов Российской Федерации // Министерство транспорта, Федеральное агентство морского и речного транспорта. http://www.morflot.ru/deyatelnost/morskoy_transport/reestr_mp.html.
6. **Рыжова В.А.** Проектирование и исследование комплексных систем безопасности. СПб: НИУ ИТМО, 2012. 157 с.
7. **Матюшин А.В., Гвоздев Е.В.** Моделирование деятельности специалистов по управлению системой пожарной безопасности предприятия // Технологии техносферной безопасности. Вып. 6 (58). 2014. С. 207-210.
8. **Федеральный** закон Российской Федерации от 21 декабря 1994 г. № 69-ФЗ "О пожарной безопасности".
9. **Гвоздев Е.В.** Формирование рациональной структуры и состава отдела пожарной безопасности предприятия // Технологии техносферной безопасности. Вып. 2 (54). 2014. С. 176-182.
10. **Гвоздев Е.В., Рыбаков А.В.** О методике оценки состояния пожарной безопасности на предприятии МОСВОДОКАНАЛ // Научные и образовательные проблемы гражданской защиты. 2014. № 3 (22). С. 68-80.