



Оценка основных показателей боеспособности и боеготовности подразделений пожарной охраны (ППО) в населенных пунктах по результатам проверки Государственного Пожарного Надзора (ГПН)

*Самещенко Екатерина Андреевна,
Донской Государственный Технический
Университет, г.Ростов-на-Дону
E-mail: kat3678@mail.ru*

*Самещенко Анастасия Андреевна,
Донской Государственный Технический
Университет, г.Ростов-на-Дону
E-mail: nastiasameshenko@rambler.ru*

*Легконогих Александр Николаевич,
Донской Государственный Технический
Университет, г.Ростов-на-Дону*

*Денисов Олег Викторович,
Донской Государственный Технический
Университет, г.Ростов-на-Дону
E-mail: OVD63@mail.ru.*

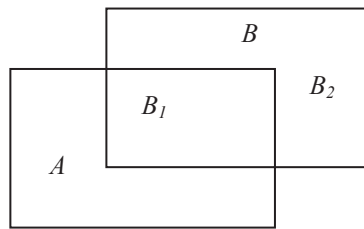
Аннотация: в исследовании рассматриваются основные показатели боеспособности и боеготовности подразделений пожарной охраны и производится оценка показателей на основе практических данных.

Ключевые слова: безопасность, пожарная охрана, пожарный надзор.

Понятие ББСП ДПО

В понятие ББСП ППО входят: технико-экономические характеристики; технология изготовления; надежность и долговечность; соответствие предполагаемому назначению; экологичность (соответствие требованиям защиты окружающей среды); эргономичность (учет свойств и особенностей человеческого организма); эстетичность (внешняя форма и вид, привлекательность, выразительность). Положим, что идеальные ББСП ППО - в математическом смысле – это множество В.

SCIENCE TIME



где A – совокупность характеристик, составляющих ББСП с точки зрения администрации ППО;

B – совокупность характеристик, составляющих ББСП с точки зрения требований ГПН ($B = B_1 + B_2$);

B_1 – характеристики, реальных ББСП (область пересечения множеств A и B);

B_2 – недостатки в боеспособности и боеготовности средств пожаротушения;

$(A - B_1)$ – характеристики ББСП, действительно присутствующие в них, но не соответствующие требованиям ГПН.

Для эффективного выполнения задач средства пожаротушения ДПО не обязательно должны иметь самый высокий технический уровень. Бывают такие ситуации, когда средства пожаротушения, отвечающие с технической точки зрения мировым образцам, не найдут активного применения на конкретном пожаре. Задача ГПН – формирование «образа» средства пожаротушения для разных ППО и на различных пожарах.

Для превращения средств пожаротушения ППО в идеальный объект, соответствующий требованиям необходим надзор пожарными инспекторами.

В целом формулу идеальных боеспособности и боеготовности средств пожаротушения (ББСП) ППО можно выразить так:

$$\text{ИДЕАЛЬНЫЕ ББСП} = \text{РЕАЛЬНЫЕ ББСП} + \text{НАДЗОР ГПН}$$

Оценка боеспособности и боеготовности средств пожаротушения ППО

При разработке требований к ББСП ГПН должен принять решение об уровне ББСП, которые будут обеспечивать защиту объектов.

Качество СП – совокупность свойств, обуславливающих способность отвечать определенным требованиям, в соответствии с ее назначением. Основными показателями качества являются точность сформированных физических свойств, выполненных размеров и формы элементов деталей, надежность.

Надежность СП – свойство выполнять заданные функции, сохраняя эксплуатационные показатели в допустимых пределах в течении требуемого промежутка времени. Надежность характеризуется частными показателями: безотказностью, ремонтпригодностью, сохраняемостью и долговечностью. Количественные характеристики этих показателей имеют вероятностный характер.

Безотказность определяется свойством СП сохранять работоспособность в течении некоторой наработки без вынужденных перерывов.

Ремонтпригодность – свойство СП, заключающееся в его приспособлении к предупреждению, обнаружению и устранению отказов и неисправностей путем проведения технического обслуживания и ремонта.

Сохраняемость - определяет свойство СП сохранять обусловленные эксплуатационные показатели в течении и после срока хранения и транспортирования, установленного технической документацией.

Долговечность - характеризует свойство СП длительно сохранять работоспособность в определенных режимах и условиях эксплуатации до разрушения или другого предельного состояния. Долговечность количественно оценивается техническим ресурсом, представляющим собой сумму интервалов времени безотказной работы системы или изделия за период эксплуатации до разрушения или другого предельного состояния. Для СП, износ которого в процессе эксплуатации происходит неравномерно и связан с периодическим выполнением определенных функций (включений, зарядов, циклов), долговечность может измеряться другими единицами (например, моточасами, на которые рассчитано СП до его износа).

Краткие сведения из теории по оценке показателей готовности СП объекта

Поддержание СП объекта в исправном состоянии в течение заданного срока его эксплуатации $t_э$, Вероятность нахождения СП объекта в момент включения $t_к$ в исправном состоянии называют обычно коэффициентом готовности k_r .

Подготовка к включению после получения команды и включение СП объекта за установленное время $\tau_{п}$. Вероятность подготовки и включения СП объекта $P(\tau_{п})$ характеризует надежность всех элементов

СП в период времени τ_{II} от момента поступления команды на включение и до выхода на рабочий (боевой) режим.

Работа СП объекта. Вероятность $P(\tau_{III})$ успешной работы СП объекта за время τ_{III} с выхода на рабочий (боевой) режим до момента санкционированного выключения характеризует надежность элементов СП за этот период времени. При необходимости этап работы СП объекта может быть представлен в виде характерных последовательных участков и для каждого участка работы установлен показатель надежности.

Показатели k_r , $P(\tau_{II})$, $P(\tau_{III})$ называются основными показателями надежности СП объекта. Для оценки степени выполнения всех этапов функционирования используется обобщенный показатель надежности, под которым понимается вероятность успешной работы СП объекта с заданными характеристиками при поступлении команды на включение в любой момент времени эксплуатации. **Обобщенный показатель** вычисляется как произведение основных показателей надежности:

$$P_k = k_r P(\tau_{II}) P(\tau_{III}) \quad (1)$$

Отказ - основное понятие в теории надежности, оно соответствует утрате работоспособности рассматриваемым объектом:

$$P(t_0) = 1 - m/n, \quad (2)$$

где m — число отказавших элементов.

Другим показателем надежности является интенсивность отказов:

$$\lambda(t) = \frac{1}{n(t)} \frac{\Delta m}{\Delta t}, \quad (3)$$

где Δm — число отказов, происшедших за единицу времени;

$n(t)$ — число не отказавших к данному моменту элементов. Для

широкого класса элементов $\lambda(t) = \lambda = const.$

SCIENCE TIME

Между вероятностью безотказной работы и интенсивностью отказов существует связь, которая для $\lambda = const$ характеризуется соотношением:

$$P(t) = e^{-\lambda t}. \quad (4)$$

При последовательном соединении элементов надежность системы P_c :

$$P_c(t) = \prod_{i=1}^s P_i(t), \quad (5)$$

где s — число последовательно соединенных в системе элементов.

Для экспоненциального закона интенсивность отказа системы при последовательном соединении элементов равна сумме интенсивностей отказов:

$$\lambda_c = \sum_{i=1}^s \lambda_i. \quad (6)$$

СП объекта за время эксплуатации t_3 , находится в состоянии установленной готовности в течение суммарного времени $T_{БГ}$ и в состоянии планового снижения готовности в течение суммарного времени $T_{П}$ и в состоянии непланового снижения готовности в течение суммарного времени $T_{НП}$:

$$t_3 = T_{БГ} + T_{П} + T_{НП}. \quad (7)$$

При поступлении команды на включение в любой момент времени коэффициент готовности может быть вычислен по соотношению:

$$k_{Г} = T_{БГ} / t_3. \quad (8)$$

SCIENCE TIME

Суммарное время планового снижения установленной боеготовности равно:

$$T_{II} = r_{\Sigma} (\tau_P + k_{III} \tau_{III}), \quad (9)$$

где r_{Σ} — число ремонтов СП (автоцистерн, автолестниц, автоподъёмников, насосных станций и др.) за установленный срок эксплуатации; k_{III} — число плановых периодических контрольных проверок за межремонтный период; τ_P, τ_{III} — соответственно продолжительность ремонтов и контрольной проверки.

Суммарное время непланового снижения готовности за время t_s , при условии исправного состояния ремонтного оборудования в период контроля и устранения неисправностей определяется:

$$T_{III} = \sum_{i=1}^{s_B} m_i \tau_{Bi}, \quad (10)$$

где τ_{Bi} — среднее время восстановления i -й детали СП; s_B — число восстанавливаемых деталей СП.

Математическая постановка задачи оценки технико-экономической эффективности, если в качестве целевой функции используется стоимость C_{Σ} , записывается в виде:

найти
$$\min_{\bar{X}, \bar{Z}, N_k} C_{\Sigma}(\bar{X}, \bar{Z}, N_k) \quad \forall t \in [t_0, t_k] W_{\Sigma}(\bar{X}, \bar{Y}, N_k) \geq W_{\Sigma_{mp}}. \quad (11)$$

Из постановки данной задачи следует, что оптимальные значения технико-экономических показателей могут быть найдены при оптимизации всей совокупности характеристик СП **объекта** ($\bar{P} \in \bar{X}$), определяющих его эффективность.

Рассмотрим подробнее целевую функцию и качественную связь ее составляющих с надежностью СП объекта.

Известно, что стоимость СП (всей программы) включает в себя

стоимости разработки (проектирования и экспериментальной отработки) $C_{разр}$, производства N_k (количество средств пожаротушения) $C_{пр}$ и их эксплуатации $C_{эк}$:

$$C_{\Sigma} = C_{разр} + C_{пр} + C_{эк}. \quad (12)$$

В простейшем случае раздельного резервирования, когда в **последовательной цепочке** из n равнонадежных элементов m раз резервируется каждый элемент, надежность системы P_c может быть определена по соотношению:

$$P_c = [1 - (1 - P_o)^m]^n, \quad (13)$$

где P_o — надежность элемента; m - кратность резервирования.

Для системы с общим резервированием, когда m раз резервируется цепочка из n элементов, надежность системы выражается формулой:

$$P_c = 1 - (1 - P_o^n)^m. \quad (14)$$

Литература:

1. Федеральный закон от 21.12.1994 г. № 69-ФЗ «О пожарной безопасности»; Постановление Правительства РФ от 21 декабря 2004 г. № 820 «О государственном пожарном надзоре»;
2. Таубкин С.И. «Пожар и взрыв, особенности их экспертизы», 2008 г.
3. Повзик Я. С. «Справочник РТП», 2000 г.