

И.М. Тетерин¹, Н.Г. Топольский¹, Нгуен Туан Ань²
(¹Академия ГПС МЧС России, ²Вьетнам, адъюнкт Академии ГПС МЧС России;
e-mail: ntp-tsb@mail.ru)

О ПРЕДОТВРАЩЕНИИ ПОЖАРОВ НА ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТАХ ВЬЕТНАМА, ВЫЗВАННЫХ ТОКАМИ УТЕЧКИ

Проведён анализ пожаров на промышленных объектах Вьетнама, вызванных токами утечки в электрооборудовании. Дано предложение по повышению пожарной безопасности электрооборудования.

Ключевые слова: автоматизированная система, предотвращение пожаров, электрооборудование, ток утечки.

***I.M. Teterin, N.G. Topolskii, Nguyen Tuan Anh* ABOUT FIRE PREVENTION IN VIETNAM'S INDUSTRIAL ESTABLISHMENTS, CAUSED BY THE LEAKAGE OF ELECTRIC CURRENT**

Analysis of fire on industrial objects of Vietnam, caused by the leakage of electric current in electric equipment. Given to a proposal to improve fire safety of electric equipment.

Key words: automatization system, fire prevention, electric equipment, leakage of electric current.

Статья поступила в редакцию Интернет-журнала 11 декабря 2010 г.

В целях модернизации и индустриализации страны, в последние 20 лет во Вьетнаме создано большое количество промышленных объектов, на которых применяются горючие полимерные материалы, взрывоопасные вещества и пожароопасное электрооборудование. Это сопровождается ростом числа пожаров и взрывов газо-, паро- или пылевоздушных смесей и масштабов наносимого ими ущерба. При пожарах и взрывах на этих объектах разлетаются высокотемпературные осколки и пламя и вызывают воспламенение горючих материалов, выделяются многие вредные для людей продукты горения. Анализ пожаров на промышленных объектах позволил выявить наиболее характерные причины и наметить пути по повышению пожарной безопасности.

Анализ мировой пожарной статистики показывает, что ежегодно в мире регистрируется около 6,9 млн пожаров, на которых погибают примерно 69,3 тыс. человек. Каждый час при пожарах на нашей планете погибают 8 человек и несколько десятков человек получают травмы [1].

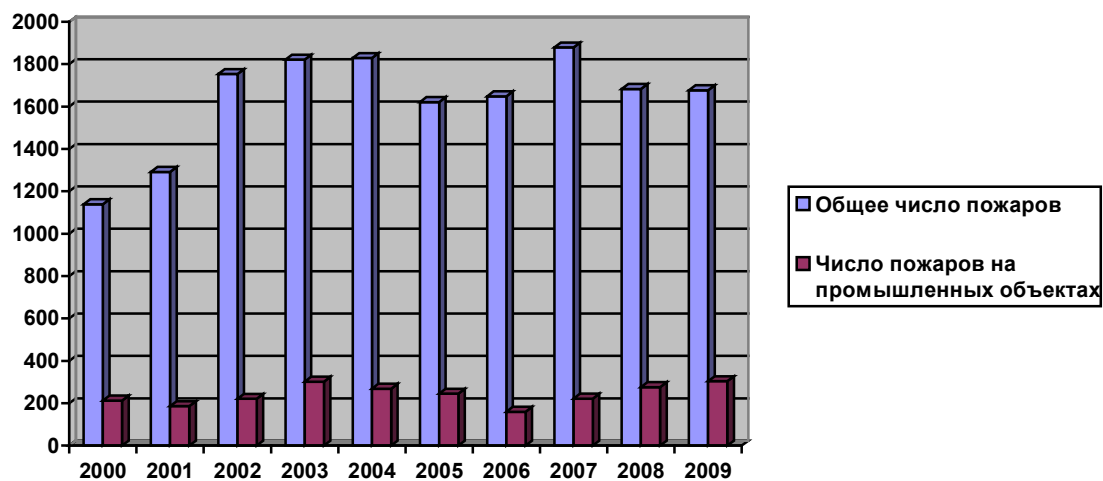
По статистическим данным Главного управления пожарной охраны Министерства общественной безопасности (МОБ) Вьетнама, за прошедшие 10 лет (2000-2009 гг.) в стране произошло более 16 тыс. пожаров (не включая лесные

пожары), на которых погибли 735 человек, около 1900 – ранены. Число пожаров на промышленных объектах составляет около 15 % от общего числа пожаров. Общая сумма убытков составляет 3.674.200 млн донгов (199 млн долларов). Итак, в среднем ежегодно было 1.634 пожаров, каждый из них нанёс материальный ущерб на сумму 225 млн донгов (12.160 долларов). Общий материальный ущерб от пожаров за год составляет в среднем 0,9 % от валового внутреннего продукта (ВВП) страны (табл. 1, рис. 1) [2].

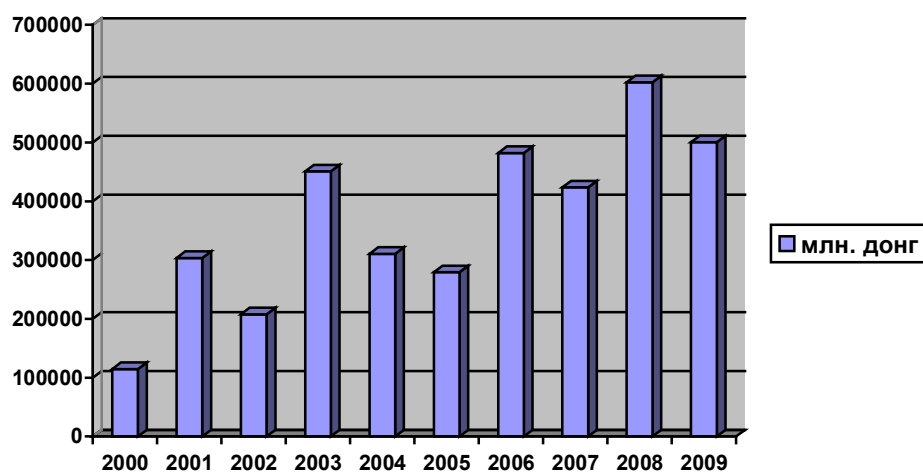
Таблица 1

Динамика числа пожаров, гибели людей и ущерба от них во Вьетнаме за период 2000-2009 гг.

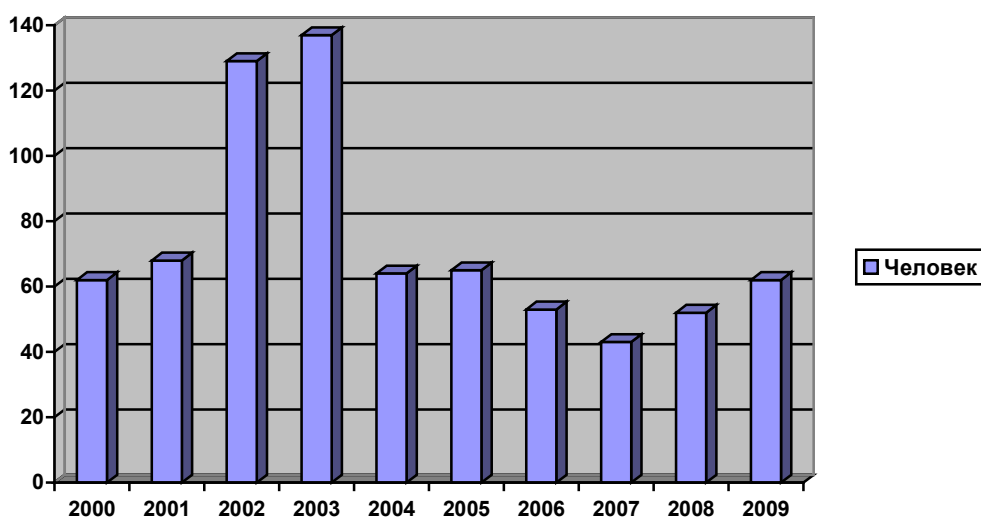
Год	Число пожаров			Ущерб от пожаров, млн донгов	Гибель на пожарах, чел.
	всего	на промышленных объектах	% (доля от общего числа пожаров)		
2000	1.139	213	18,7	114.447	62
2001	1.292	186	14,4	303.359	68
2002	1.753	221	12,6	207.860	129
2003	1.821	302	16,6	450.735	137
2004	1.829	269	14,7	310.502	64
2005	1.621	245	15,1	279.210	65
2006	1.648	160	9,7	481.893	53
2007	1.879	222	11,8	423.507	43
2008	1.683	276	16,4	602.443	52
2009	1.677	304	18,1	500.200	62
Итого	16.342	2398	14,7	3.674.200	735



а) число пожаров



б) ущерб от пожаров



в) число погибших людей

Рис. 1. Динамика числа пожаров (а), ущерба от них (б) и погибших при пожарах людей (в) во Вьетнаме за период 2000-2009 гг.

Анализ пожаров за период 2000-2009 гг. показывает, что в жилом секторе происходит 58,6 %, на промышленных объектах – 14,7 %, в торговле – 6,1 %, в административном секторе – 8,2 %, на транспорте – 3,7 % и на прочих объектах – 8,7 % (рис. 2).

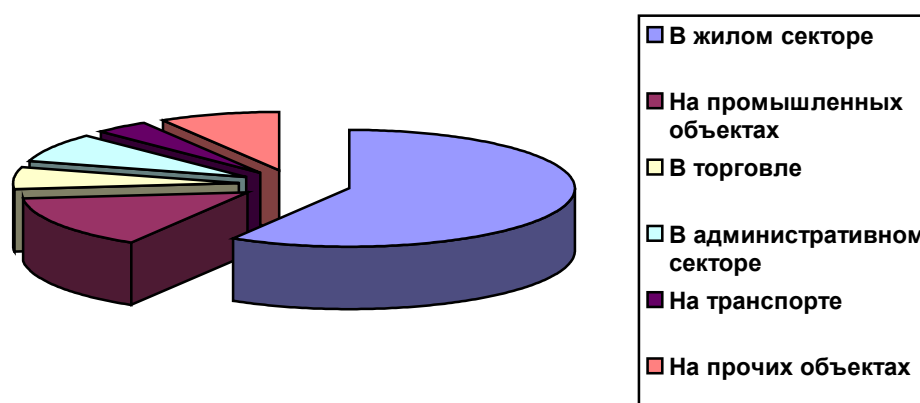


Рис. 2. Диаграмма распределения пожаров по различным объектам Вьетнама за период 2000-2009 гг.

По статистическим данным Главного управления пожарной охраны Вьетнама, число пожаров от возгораний электрооборудования за прошедшие 10 лет (2000-2009 гг.) составляет 31,8 % от общего числа пожаров, а число таких пожаров на промышленных объектах составляет более 60 % от общего числа таких пожаров, из них 40 % являются следствием появления токов утечки. В табл. 2 приведены статистические данные о пожарах от возгораний электрооборудования во Вьетнаме в период с 2000 г. по 2009 г.

На рис. 3 представлена динамика общего числа пожаров от возгораний электрооборудования, а на рис. 4 – число таких пожаров на промышленных объектах в период с 2000 г. по 2009 г.

Таблица 2

Статистические данные о пожарах от возгораний электрооборудования во Вьетнаме

Год	Общее количество пожаров			Количество пожаров на промышленных объектах		
	Всего	От электрооборудования	% (доля от общего числа пожаров)	Всего	От электрооборудования	% (доля от общего числа пожаров)
2000	1.139	326	28,6	213	125	58,7
2001	1.292	354	27,4	186	116	62,4
2002	1.753	624	35,6	221	133	60,2
2003	1.821	607	33,3	302	155	51,3
2004	1.829	638	34,9	269	177	65,7
2005	1.621	518	31,9	245	156	63,6
2006	1.648	495	30,0	160	101	62,9
2007	1.879	593	31,6	222	120	54,0
2008	1.683	518	30,8	276	154	55,9
2009	1.677	529	31,5	304	179	58,9
Итого	16.342	5.202	31,8	2.398	1.416	59,0

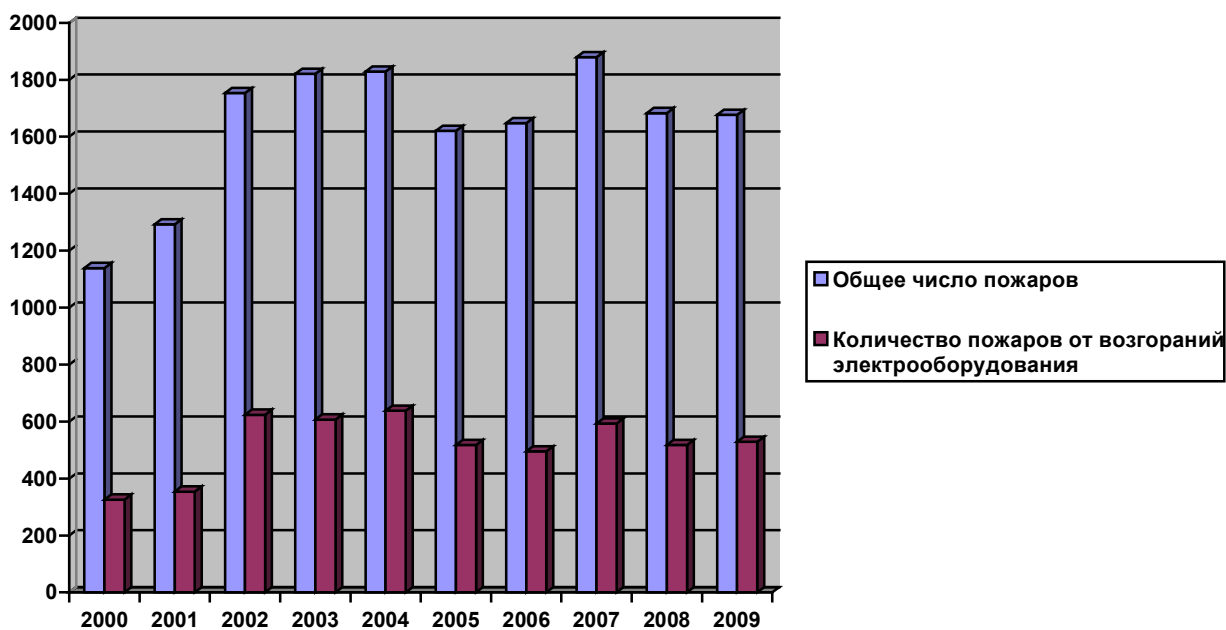


Рис. 3. Пожары от возгораний электрооборудования во Вьетнаме в период с 2000 г. по 2009 г.

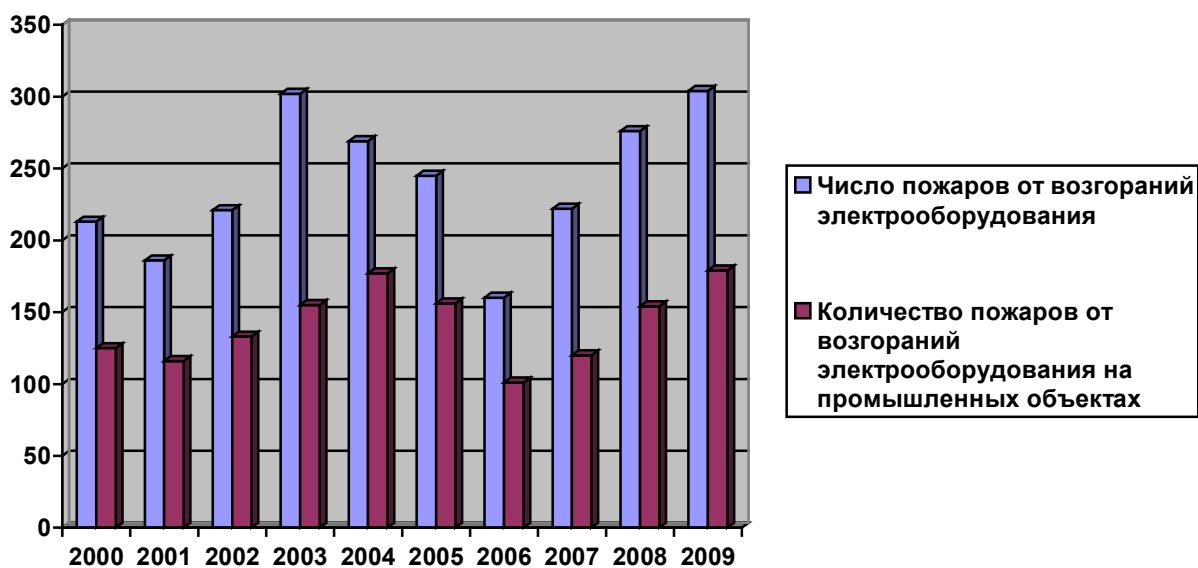


Рис. 4. Пожары от возгораний электрооборудования на промышленных объектах во Вьетнаме в период с 2000 г. по 2009 г.

Проведены исследования динамики роста пожаров по видам электротехнических изделий в 2009 г. (табл. 3).

Таблица 3

Количество пожаров от возгораний электротехнических изделий во Вьетнаме в 2009 г.

Виды изделий	Количество пожаров	% (доля от общего числа пожаров)
Автоматический выключатель	7	1,3
Электрораспределительный щит, счетчик	36	6,8
Выключатель, вилка, розетка	47	8,9
Электродвигатель	4	0,7
Электроосветительный прибор	23	4,3
Кабель, провод	309	58,4
ЭВМ	2	0,4
Трансформатор	9	1,7
Бытовой электронагревательный прибор	34	6,4
Холодильник	8	1,5
Кондиционер	2	0,4
Телевизор	34	6,4
Электрический утюг	6	1,1
Прочие изделия	8	1,5
Итого	529	100,0

Результаты анализа статистического материала показывают, что возгорания электрических кабелей и проводов являются причиной более 50 % всех пожаров от возгораний электротехнических изделий. Эти возгорания вызваны короткими замыканиями и токами утечки и обусловлены тепловым проявлением электрического тока и горючестью электроизоляционных материалов. Воспламенение горючей изоляции приводит к вторичным коротким замыканиям в электрических цепях.

При анализе пожарной опасности токов утечки [3] показано, что в местах утечек тока тепловая мощность определяется по формуле:

$$P_{ум} = I_{ум}^2 R_{из}, \quad (1)$$

где $R_{из}$ – сопротивление изоляции, а выделяемая теплота – по формуле

$$Q_{ум} = I_{ум}^2 R_{из} \tau = P_{ум} \tau, \quad (2)$$

где τ - продолжительность тепловыделения в зоне утечки.

При протекании электрического тока выделяемая энергия расходуется на изменение теплоемкости вещества. Учитывая быстроту протекания процесса, уравнение теплового баланса можно записать в виде:

$$mc dT = \frac{U_c^2}{R} dt, \quad (3)$$

где m – масса вещества, кг;
 c – удельная теплоемкость, Дж/кгК.

Выразив массу через геометрические размеры, получим:

$$cDV dT = \frac{U_c^2}{R} dt, \quad (4)$$

где D – удельная масса, кг/м³;
 V – объём, м³.

Выразим объём и электрическое сопротивление через геометрические размеры канала протекания тока:

$$cDSL_3 dT = \frac{U_c^2 \cdot S}{\rho \cdot L_3} dt, \quad (5)$$

где S – сечение канала протекания тока, м²;
 L_3 – длина канала, м;
 ρ – удельное электрическое сопротивление в канале, Ом.м.
Проведя преобразования, получим:

$$cD \frac{dT}{dt} = \frac{U_c^2}{\rho L_3^2}. \quad (6)$$

С учётом того, что $\frac{dT}{dt}$ – это скорость нарастания температуры (dv),

а $\frac{U}{L_3}$ – это напряжённость (E), получим:

$$cDv = \frac{E^2}{\rho}. \quad (7)$$

Получаем скорость роста температуры (v , Кс⁻¹):

$$v = \frac{E^2}{cD\rho}. \quad (8)$$

Таким образом, скорость роста температуры при протекании электрического тока прямо пропорциональна квадрату напряженности поля и обратно пропорциональна характеристике вещества.

Причинами возгораний электротехники на промышленных объектах Вьетнама являются:

- перегрев от короткого замыкания между жилами провода и жилами кабеля, их жилами и землей;
- токовая перегрузка и перегрев мест переходных соединений для кабелей и проводов;
- перегрев от коротких замыканий в обмотках, от коротких замыканий на корпус, от искрения в контактных кольцах, коллекторе, электродвигателях, трансформаторах, генераторах и т.д. [4].

Для обеспечения пожарной безопасности электрооборудования на промышленных объектах Вьетнама от электрических токов утечки предлагается:

- разработать автоматизированную систему предотвращения возгораний

электрооборудования на основе оценки его пожарной опасности, вариантов развития пожаров в зависимости от времени обнаружения возгораний и времени прибытия боевого расчета;

- разработать автоматизированную систему предотвращения аварийных предпожарных режимов (рис. 5) [5].

Автоматизированная система предотвращения аварийных предпожарных режимов (АСПАПР) с использованием защиты от токов утечки (ЗТУ) предназначена для раннего обнаружения места возникновения тока утечки в защищаемой силовой и осветительной группе и выдачи информации на дежурный пост [5].

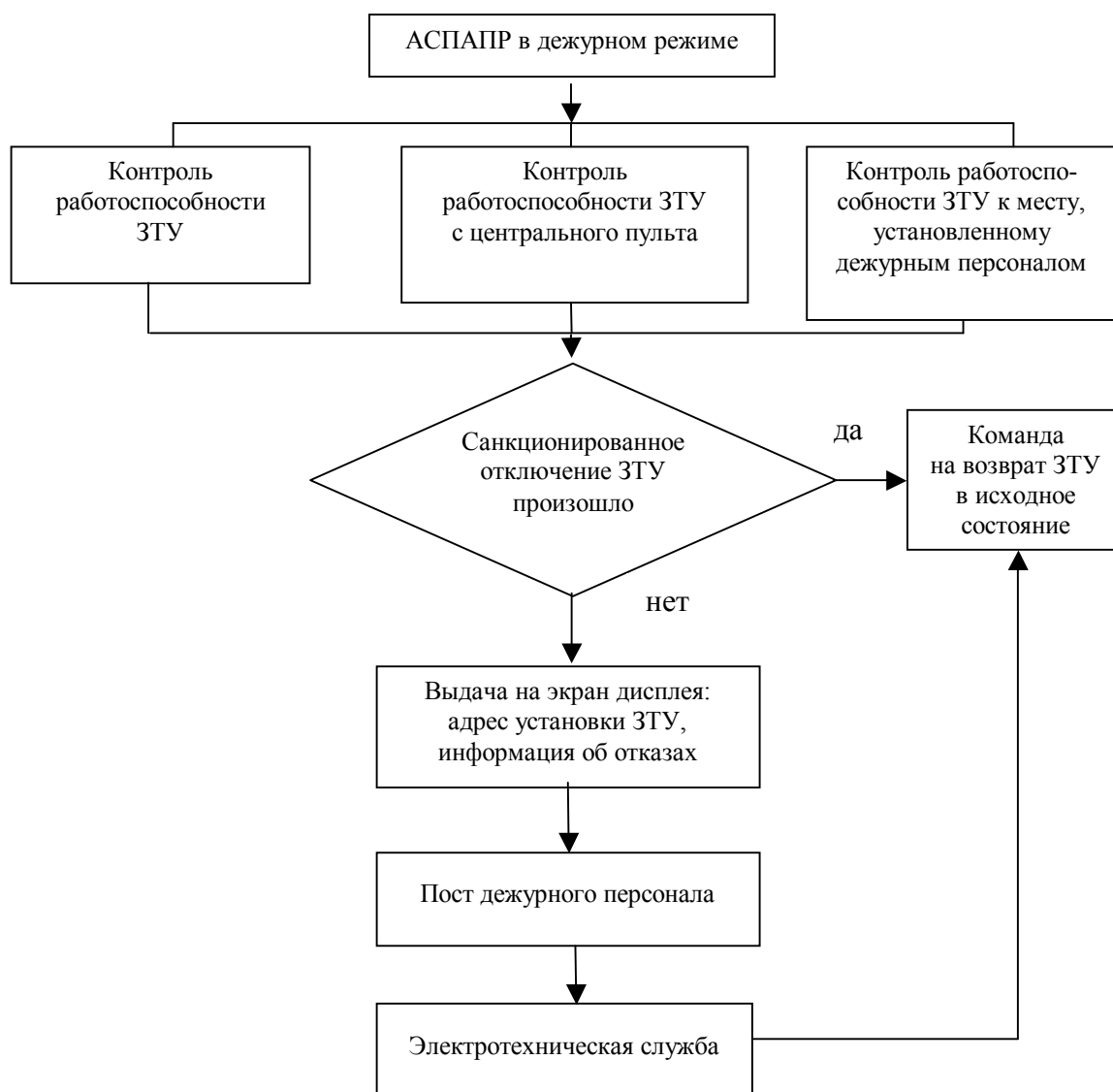


Рис. 5. Схема функционирования АСПАПР с использованием ЗТУ в режиме повседневной эксплуатации

Итоги разработки автоматизированной системы предотвращения возгораний электрооборудования на основе оценки его пожарной опасности будут рассмотрены дополнительно.

Литература

1. **Мировая** пожарная статистика. Отчёт № 10 ЦПС КТИФ, 2004. Академия ГПС МЧС России.
2. **Отчёт** по работе пожарной охраны за период с 1999 г. по 2009 гг. / ГУПО МОБ Вьетнама. Ханой, 2010.
3. **Отчёт** о НИР ВИПТШ МВД РФ № 1.319. Исследование и разработка автоматизированных средств предотвращения пожаров от электроустановок на промобъектах с использованием защиты от токов утечки. М.: ВИПТШ, 1994.
4. **Черкасов В.Н., Костарев Н.П.** Пожарная безопасность электроустановок: Учебник. М.: Академия ГПС МЧС России, 2002.
5. **Топольский Н.Г.** Основы автоматизированных систем пожаровзрывобезопасности объектов. М.: МИПБ МВД России, 1997.
6. **Смелков Г.И.** Пожарная опасность электропроводок при аварийных режимах. М.: Энергоатомиздат. 1984.
7. **АСУ** на промышленном предприятии: Методы создания: Справочник / Михалев С.Б., Седегов Р.С., Гринберг А.С. и др. М.: Энергоатомиздат, 1989.