

УДК 697.97+614.844: 614.838

## О МОДЕЛИ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРИМЕНЕНИЯ СПЛИТ-СИСТЕМ ДЛЯ ПОЖАРОВЗРЫВОЗАЩИТЫ КВАРТИР МНОГОЭТАЖНЫХ ЗДАНИЙ И ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ЖИЛЫХ ДОМОВ

Сухова Я.В., Белоzerov В.В.

*Донской государственный технический университет, Ростов-на-Дону, e-mail: firemen@list.ru*

В статье представлено развитие методологии «интеллектуализации» бытовых электроприборов, сплит-систем в частности, на предмет диагностики опасных факторов пожара и взрыва от утечек бытового газа в многоквартирных жилых зданиях и индивидуальных домах. На примере анализа достоинств и недостатков разработанной ранее модели сплит-системы-пожарного извещателя, в котором установлены модули термоэлектронной защиты, дымовой и газовой датчики, обнаруживающие опасные факторы пожара и утечку бытового газа, доказывается необходимость применения мульти сплит-систем с двумя или тремя внутренними блоками, один из которых в обязательном порядке устанавливается в кухне и комплексируется с газовым счетчиком, имеющим электромагнитный клапан перекрытия подачи бытового газа, а также с термомангнитным сепаратором воздуха, который при включении, «высасывает» и выводит наружу кислород, обеспечивая предотвращение взрыва или распространения пожара, формируя звуковой сигнал тревоги и SMS-вызов соответствующей аварийной службы. Полученные результаты свидетельствуют об эффективности применения модифицированным таким образом мульти сплит-систем, не только для вентиляции и кондиционирования в квартирах многоэтажных зданий и в индивидуальных жилых домах, но и для их пожаровзрывозащиты.

**Ключевые слова:** сплит-система, термомангнитный сепаратор воздуха, опасные факторы пожара и взрыва, газоразделение, газовый счетчик, электромагнитный клапан

## ABOUT MODEL OF AUTOMATION OF SPLIT SYSTEMS FOR FIRE AND EXPLOSION PROTECTION OF APARTMENTS OF MULTI-STOREY BUILDINGS AND INDIVIDUAL HOUSES

Suchova Y.V., Belozerov V.V.

*Don Sate technical university, Rostov-on-Don, e-mail: firemen@list.ru*

The article presents the development of the «intellectualization» methodology for household electrical appliances, split-systems in particular, for diagnostics of dangerous factors of fire and explosion from household gas leaks in apartment residential buildings and individual houses. Using the analysis of the advantages and disadvantages of a previously developed split-system-fire detector model, in which thermoelectronic protection modules, smoke and gas sensors are installed, which detect dangerous fire factors and leakage of household gas, the need to use multi-split systems with two or three internal units is proved one of which is mandatory installed in the kitchen and is combined with a gas meter having an electromagnetic valve for shutting off the supply of domestic gas, as well as thermomagnetic separator of air, which when turned on, «sucks» and brings out the oxygen, ensuring the prevention of an explosion or the spread of fire, forming an audible alarm and SMS-call the appropriate emergency service. The obtained results testify to the effectiveness of the use of multi-split systems modified in this way, not only for ventilation and air conditioning in apartments of high-rise buildings and in individual residential buildings, but also for their fire and explosion protection.

**Keywords:** split system, thermomagnetic separator of air, dangerous factors of the fire and explosion, gas separation, gas meter, solenoid valve

Сегодня практически в каждом жилом доме или квартире (рис. 1) используются сплит-системы, которые создают комфортную среду в помещениях, где установлен внутренний блок.



Рис. 1. Сплит-системы в многоэтажном жилом здании и в индивидуальном доме

Как следует из проведенных ранее исследований [1–3], в ДГТУ была создана модель сплит-системы-пожарного извещателя (ССПИ) для индивидуальных домов и квартир многоэтажных жилых зданий, на основе технологии «интеллектуализации безопасности электроприборов» [4,5], путем доработки сплит-системы, которая включала в себя защиту самого прибора от пожароопасных отказов с помощью модулей термоэлектронной защиты, а также установку автономного дымового извещателя пожарного (ДИП) с GSM-модемом

во внутреннем блоке ССПИ (рис. 1), т.е. «превращения» его в аспирационный пожарный извещатель, который обеспечивает раннее обнаружение пожара и передает сигнал в пожарную часть, резко сокращая социально-экономические потери от пожаров [6].

Было доказано (табл. 1, 2), что в этом случае при небольшом снижении эксплуатационного ресурса, пожаробезопасный ресурс увеличивается на порядок, что делает его соизмеримым с техническим ресурсом сплит-системы [1, 3].

Таблица 1  
Эксплуатационный и пожаробезопасный ресурс внутреннего блока с защитой

Наименование изделия, блока, класса и типа	Ср. значения в изделии				Ср. интенсивность в группе				Вероятность в группе					
	Т-ра воспл.	Рек. Нагр.	Выводов	Кол-во ЭРЭ	Отказов номин.	Отказов фактич.	Воспла-менения	Пож. опас. отказов	Кор. замык-я	Об-рыва	Проб-оя	Воспла-менения	Распр-я огна	Пожара ЭРЭ
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1. Внутр. Блок, в т. ч.:	250,9			125		8,82E-06						2,79E-06		7,22E-09
Диод	256,3	0,35	2	16	2,10E-07	2,92E-06	1,68E-08	2,54E-07	0,047	0,264	0,040	1,10E-06	2,22E-03	2,45E-09
Резистор	253,0	0,55	2	58	4,50E-08	1,08E-06	1,87E-09	2,92E-08	0,027	0,192	0,000	1,123E-07	2,56E-04	3,14E-11
транзистор	316,1	0,35	3	11	8,40E-07	2,56E-06	4,20E-09	7,87E-07	0,077	0,227	0,230	2,76E-07	6,88E-03	1,90E-09
конденсатор	224,3	0,60	2	33	5,20E-08	7,06E-07	4,57E-09	1,45E-07	0,130	0,000	0,075	3,00E-07	1,27E-03	3,80E-10
Оптрон	256,3	0,35	2	4	2,10E-07	7,30E-07	4,20E-09	6,35E-08	0,047	0,264	0,040	2,75E-07	5,56E-04	1,53E-10
Дроссель	316,1	0,80	8	1	1,00E-06	2,48E-07	2,27E-09	1,98E-07	0,500	0,100	0,300	1,49E-07	1,70E-03	2,59E-10
микросхема	368,7	0,85	14	1	1,30E-08	1,92E-08	5,56E-09	1,13E-08	0,370	0,240	0,220	3,64E-08	9,94E-05	3,62E-12
вентилятор	306,5	0,80	2	1	2,25E-06	5,51E-07	8,08E-09	4,41E-07	0,500	0,100	0,300	5,30E-07	3,86E-03	2,04E-09
Модуль МТ-2, вт. ч.:				12		8,57E-07						2,04E-05		2,24E-09
– микро-схемы	368,7	0,85	14	1	1,30E-08	1,92E-08	5,56E-10	1,13E-08	0,370	0,240	0,220	4,87E-06	9,94E-05	4,84E-10
– тиристоры	507,8	0,35	3	1	5,00E-07	1,18E-07	3,36E-10	1,02E-08	0,047	0,264	0,040	2,95E-05	8,97E-05	2,64E-10
– стабилизаторы	256,3	0,35	2	1	2,10E-07	1,82E-07	1,05E-09	1,59E-08	0,047	0,264	0,040	9,20E-05	1,39E-04	1,28E-09
– резисторы	253,0	0,55	2	5	4,50E-08	9,34E-08	1,61E-10	2,52E-09	0,027	0,192	0,000	1,41E-05	2,21E-05	3,12E-11
– конденсаторы	224,3	0,60	2	2	5,20E-08	2,18E-08	1,41E-10	4,48E-09	0,130	0,000	0,075	1,24E-05	3,92E-05	4,86E-11
– разъемы	358,2	0,65	4	1	1,00E-06	1,90E-07	5,20E-10	1,81E-08	0,095	0,000	0,000	4,56E-07	1,58E-04	7,22E-11
– позистор	507,8	0,65	5	1	1,25E-06	2,32E-07	3,31E-11	2,20E-08	0,095	0,000	0,000	2,90E-07	1,93E-04	6,61E-11
Провода	232,5	0,65	1	12	1,50E-08	6,60E-07	9,41E-11	1,27E-08	0,192	0,027	0,000	6,17E-08	1,11E-04	6,85E-12
Монтажные соединения (пайки)	274,6	0,65	1	331	2,00E-08	1,60E-06	2,49E-08	8,02E-07	0,400	0,400	0,100	1,63E-06	7,01E-03	1,14E-08
Всего по блоку:				149		1,13E-05						2,49E-05		2,09E-08
Стандартное отклонение						8,7E-07								2,7E-09
Безотказность / пожарная устойчивость:					0,89843329				0,99999998					
Технический / пожаро-безопасный ресурс, лет:						9,34	--	10,89				42,4	--	54,9

**Таблица 2**  
Эксплуатационный и пожаробезопасный ресурс внешнего блока с защитой

Наименование изделия, блока, класса и типа	Ср. значения в изделии				Ср. интенсивность в группе				Вероятность в группе					
	Т-ра воспл.	Рек. Нагр.	Выводов	Кол-во ЭРЭ	Отказов номин.	Отказов фактич.	Воспла-нения	Пож. опас. от-казов	Кор. за-мык.	Об-рыва	Про-боя	Воспла-менения	Распр-я огня	Пожара ЭРЭ
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1. Внешн. Блок, в т. ч.:	255,59			181		1,03E-05						3,86E-06		2,03E-07
Резистор	253,0	0,55	2	86	4,50E-08	1,61E-06	2,77E-09	4,34E-08	0,027	0,192	0,000	2,57E-07	3,80E-04	9,78E-11
Конденсатор	224,3	0,60	2	63	5,20E-08	1,70E-06	1,10E-08	3,48E-07	0,130	0,000	0,075	1,02E-06	3,04E-03	3,10E-11
Транзистор	316,1	0,35	3	7	8,40E-07	1,63E-06	2,67E-09	5,01E-07	0,077	0,227	0,230	2,48E-07	4,38E-03	1,09E-09
Диод	256,3	0,35	2	13	2,10E-07	2,37E-06	1,36E-08	2,06E-07	0,047	0,264	0,040	1,27E-06	1,81E-03	2,29E-09
позистор	507,8	0,65	5	7	1,25E-06	1,64E-06	2,34E-10	1,56E-07	0,095	0,000	0,000	2,17E-08	1,36E-03	2,96E-11
реле	507,8	0,65	5	1	1,25E-06	2,73E-07	3,89E-11	2,59E-08	0,095	0,000	0,000	3,61E-09	2,27E-04	8,21E-13
оптрон	265,3	0,35	2	3	2,10E-07	5,47E-07	3,15E-09	4,76E-08	0,047	0,264	0,040	2,92E-07	4,17E-04	1,22E-10
вентилятор	306,5	0,80	2	1	2,25E-06	5,51E-07	8,08E-09	4,41E-07	0,500	0,100	0,300	7,50E-07	3,86E-03	2,89E-09
Модуль МТ-2, в т. ч.:				12		1,21E-06						2,07E-07		1,05E-10
– транзисторы	316,1	0,35	3	2	8,40E-07	4,66E-07	7,64E-10	1,43E-07	0,077	0,227	0,230	7,09E-08	1,25E-03	8,89E-11
– стабилизаторы	256,3	0,35	2	1	2,10E-07	1,82E-07	1,05E-09	1,59E-08	0,047	0,264	0,040	9,74E-08	1,39E-04	1,36E-11
– резисторы	253,0	0,55	2	7	4,50E-08	1,31E-07	2,26E-10	3,53E-09	0,027	0,192	0,000	2,09E-08	3,09E-05	6,48E-13
– конденсаторы	224,3	0,60	2	1	5,20E-08	1,09E-08	7,06E-11	2,24E-09	0,130	0,000	0,075	6,56E-09	1,96E-05	1,29E-13
– разъемы	358,2	0,65	4	1	1,00E-06	1,90E-07	5,20E-11	1,81E-08	0,095	0,000	0,000	4,83E-09	1,58E-04	7,64E-13
– реле	507,8	0,65	5	1	1,25E-06	2,34E-07	6,39E-11	2,22E-08	0,095	0,000	0,000	5,93E-09	1,95E-04	1,15E-12
Провода	232,5	0,65	1	7	1,50E-08	3,85E-08	5,49E-10	7,39E-09	0,192	0,027	0,000	5,09E-08	6,48E-05	3,30E-12
Монтажные соединения (пайки)	274,6	0,65	1	405	2,00E-08	3,59E-06	1,33E-07	1,79E-06	0,400	0,400	0,100	1,24E-05	1,56E-02	1,93E-07
Всего по блоку:				201		1,52E-05								3,95E-07
Стандартное отклонение						1,0E-06								4,7E-08
Безотказность / пожарная устойчивость:	0,86794895								0,99999956					
Технический / пожаробезопасный ресурс, лет:						7,06	-:-	8,06				2,26	-:-	2,87

Так для внутреннего блока было получено снижение технического ресурса до 10 лет, а увеличение пожаробезопасного – до 60 лет (табл.1).

Для внешнего блока технический ресурс уменьшился до 7 лет, а пожаробезопасный ресурс увеличился до 3 лет.

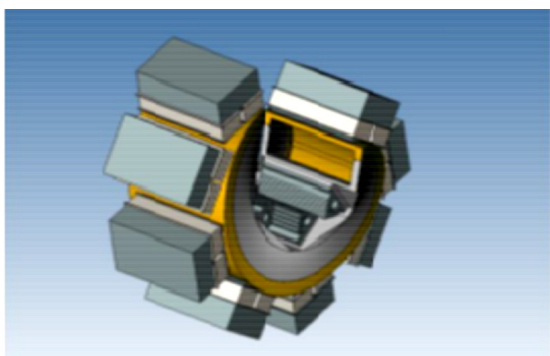
15 лет назад учеными Ростовского государственного университета, в рамках гранта

по безопасности автотранспорта [5] был разработан метод термомагнитной сепарации воздуха [6] и на термомагнитный сепаратор воздуха (ТМСВ) был получен патент РФ на изобретение [7], на основе которых, модель ССПИ была дополнена [2] счетчиком на бытовой газ с электромагнитным клапаном, перекрывающим подачу бытового газа при его утечке (рис. 2), и ТМСВ (рис. 3).



Рис. 2. Газовый счетчик и электромагнитным клапаном (а) и ТМСВ (б)

а



б

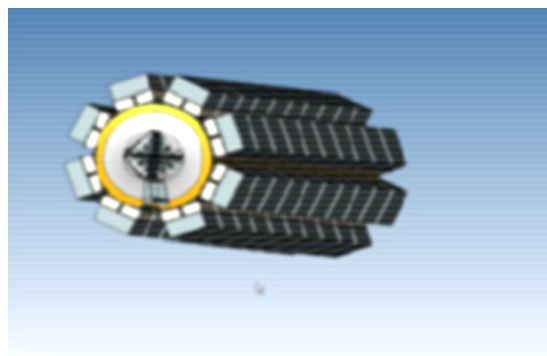


Рис. 3. Виток (а) и термомагнитный сепаратор воздуха в сборе (б)

Анализ модифицированной таким образом ССПИ [2] показал, что модель не выполняет в полном объеме пожаро-взрывозащиту квартиры в многоквартирном жилом здании или индивидуальном жилом доме, по следующим причинам:

во-первых, одним внутренним блоком, который устанавливается в комнате, практически невозможно обнаружить опасные факторы пожара и взрыва (ОФПВ) при утечке бытового газа на кухне;

во-вторых, без отключения электропитания квартиры/индивидуального дома в момент обнаружения ОФПВ, невозможно гарантировать, что от искры в электроустановочных изделиях взрыв не произойдет;

в-третьих, расположенный в комнате внутренний блок, в котором установлен ТМСВ, не успеет понизить концентрацию кислорода во всех помещениях квартиры/индивидуального дома до уровня, при котором взрыв или распространения огня станет невозможным.

Для устранения указанных выше причин, принимая во внимание выпуск мульти сплит-систем с 2 и более блоками при од-

ном – внешнем (рис. 4), модель ССПИ была доработана следующим образом.

Чтобы осуществить раннее обнаружение ОФПВ, один из внутренних блоков с ТМСВ и датчиками ОФПВ устанавливается на кухне, и в нем предусматривается симистор (триак), который отключает электропитание в квартире/индивидуальном доме, при обнаружении ОФПВ. А для того, чтобы все внутренние блоки продолжали работать при отключении электроэнергии, в каждый из них встраивается аккумулятор с соответствующим преобразователем, обеспечивающим работу внутреннего блока при пропадании электроэнергии, а также заряжающий его при её наличии.

Остальные внутренние блоки, располагающиеся в остальных жилых комнатах квартиры/индивидуального дома (рис. 4), модифицируются так же, как ССПИ по той же блок-схеме и алгоритмам работы (рис. 5).

Таким образом, «интеллектуализация» мульти сплит-системы позволяет создать надежную и автономную систему пожаро-взрывозащиты квартиры в многоквартирном жилом здании или в индивидуальном жилом доме.

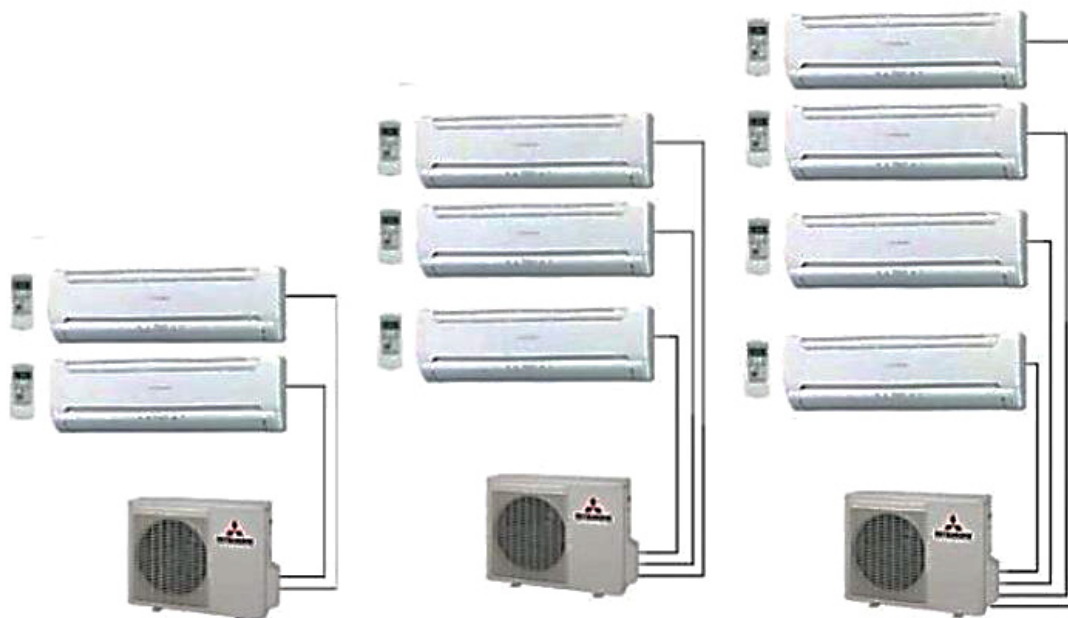


Рис. 3. Мульти сплит-системы



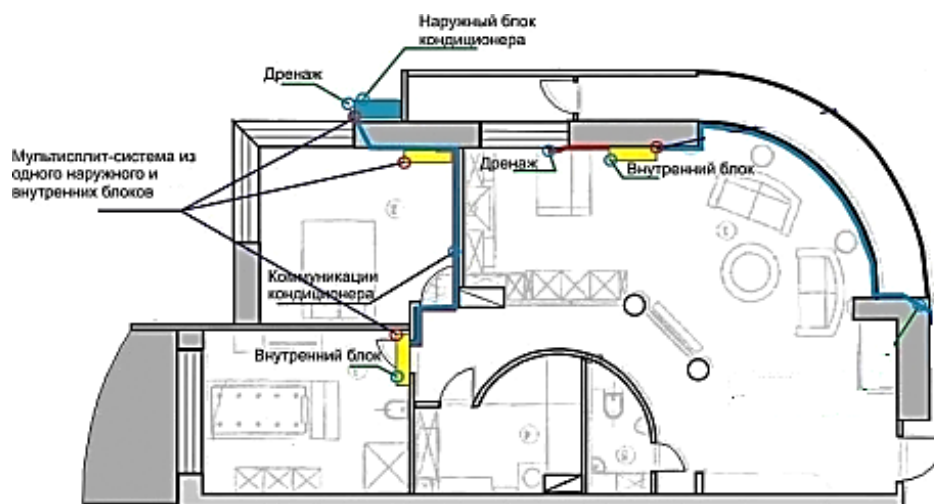


Рис. 4. Планировка квартиры/индивидуального дома с мульти ССПИ



Рис. 5. Алгоритм работы внутреннего блока ССПИ

### Список литературы

1. Кулягин И.А. Модель интеллектуализации сплит-систем для обеспечения пожарной безопасности // Международный студенческий научный вестник – 2017. – № 5-1. – С. 120–122.
2. Кулягин И.А., Белозеров В.В. Автоматизация пожаровзрывозащиты жилого сектора с помощью сплит-систем // Электроника и электротехника. – 2018. – № 3. – С. 59–65. DOI: 10.7256/2453–8884.2018.3.27744.
3. Кулягин И.А. Интеллектуализация безопасности электротехнических установок (на примере сплит-систем) // Электроника и электротехника. – 2018. – № 1ю – С. 19–26; DOI: 10.7256/2453–8884.2018.1.25832.
4. Богуславский Е.И., Белозеров В.В., Богуславский Н.Е. Прогнозирование, оценка и анализ пожарной безопасности / под ред. проф. Богуславского Е.И., рек. УМО Ми-

нообразования РФ для строительных ВУЗов. – Ростов н/Д: РГСУ, 2004.-151с.

5. Азаров А.Д., Бадалян Л.Х., Баранов П.П., Белозеров В.В., Белозеров В.В., Гапонов В.Л., Денисенко П.Ф., Загускин С.Л., Рейзенкинд Я.А., Пашинская В.В., Строкань Г.П. Модель адаптивной системы безопасности дорожного движения: отчет о НИР № ТОО-13.0–2500 и ТОО-13.0–2501 от 02.02.2000 (Министерство образования и науки РФ). – 255 с.
6. Белозеров В.В., Бушкова Е.С., Денисенко П.Ф., Кравченко А.Н., Лыженков В.Н., Пашинская В.В. Модель сепарации и подавления токсичности автотранспортных средств // Безопасность жизнедеятельности. Охрана труда и окружающей среды. – 2001. – № 5. – С.104–107.
7. Белозеров В.В., Босый С.И. и др. Способ термомангнитной сепарации воздуха и устройство для его осуществления: Патент на изобретение RUS 2428242 12.10.2006.