

---

## Анализ возможностей восстановления техники связи

*В.А.Буров, А.А.Сафонов, С.В.Ревунов*

*Новочеркасский инженерно-мелиоративный институт имени А.К. Кортунова «Донской  
государственный аграрный университет»*

**Аннотация:** выход из строя техники связи и автоматизированных систем управления в пожарных частях ГПС МЧС РФ, приводит к значительному снижению укомплектованности ею и, в следствии этого, к срыву выполнения поставленных задач. Предложенный обобщенный анализ позволяет учесть все факторы влияющие на процесс восстановления как отдельного образца так и системы связи в целом и сформировать концептуальную модель процесса восстановления техники связи ремонтными органами системы технического обеспечения связи и АСУ ГПС МЧС РФ.

**Ключевые слова:** связь, техника связи и автоматизированные системы управления, техническое обеспечение связи и автоматизированных систем управления, система восстановления, ремонт, ремонтпригодность.

Система связи Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий (ГПС МЧС РФ) является элементом системы управления и предназначена для решения задач сбора, обработки и обмена информацией в интересах пользователей [1] (должностных лиц органов управления ГПС МЧС РФ).

Количество задействованных в системе связи техники связи и автоматизированных систем управления (ТС и АСУ, далее ТС) определяются требованиями предъявляемые к системе управления силами и средствами ГПС МЧС РФ в ходе применения по своему назначению, основным из которых является—устойчивость.

Анализ работ, посвященных исследованию устойчивости функционирования системы связи в прогнозируемых условиях воздействия, показывает, что показатели устойчивости, характеризующие процесс

---

управления силами и средствами, зависят от различных видов избыточности, закладываемой как в отдельный образец ТС, так и в систему связи в целом.

Вводимая для повышения устойчивости в систему связи определенная избыточность в виде резерва сил и средств связи, предназначена как для оперативного восстановления системы связи, так и решения случайно возникающих задач на оперативно-техническом уровне восстановления системы связи. Теоретически можно считать, что:

$$K_{y_{cc}} = K_{y_{tc}} + K_{рез CC}$$

где  $K_{y_{cc}}$  – коэффициент устойчивости системы связи;

$K_{y_{tc}}$  – коэффициент устойчивости средств связи;

$K_{рез CC}$  – резерв СС

Не трудно увидеть, что резервный ресурс сил и средств связи в зависимости от интенсивности воздействия негативных факторов на систему связи, через определенное время будет исчерпан полностью, если не принимать меры по его восполнению.

Для этой цели в составе системы связи создается и функционирует система технического обеспечения связи и автоматизированного управления (ТОС и АУ), в задачу которой и входит содержание и восполнение резерва средств связи за счет создаваемых подсистем снабжения [2-3] и восстановления, а так же поддержание в работоспособном состоянии задействованных в системе связи средств.

Система ТОС и АУ функционирует в рамках системы связи при сочетании принципов единства и автономности. Для оценки ее роли, как подсистемы системы связи, проведем краткий анализ последней.

---



Выход из строя техники связи и автоматизированных систем управления в пожарных частях ГПС МЧС РФ, в результате неблагоприятных воздействий среды применения, физико-географических и климатических условий в зоне ответственности использования противопожарных сил и средств, а также по причине эксплуатационных отказов и низкой квалификации личного состава, приводит к значительному снижению укомплектованности ею и, вследствие этого, к срыву выполнения поставленных задач.

Поэтому, в целях поддержания требуемой укомплектованности ТС, возникает необходимость восполнения потерь в технике связи и проведения мероприятий по поддержанию её в готовности к применению, обеспечению безотказной работы, быстрого восстановления (ремонта) при повреждениях и возвращения в строй, которые возложены на систему технического обеспечения [4-7] связи и автоматизированного управления.

Одной из важных задач системы ТОС и АУ по восполнению потерь в ходе выполнения задач по назначению, является восстановление поврежденной (отказавшей) техники связи в ремонтных органах. Эффективность восстановления ТС, наряду с такими факторами как ее ремонтпригодность, квалификация персонала, совершенство технологии ремонта, во многом зависит от наличия и рациональной структуры ЗИП, и его использования в процессе ремонта.

Система восстановления (СВ), являясь подсистемой ТОС и АУ, реализующая процесс восстановления ТС, относится к классу больших и сложных систем, что диктует необходимость рассмотрения проблемы повышения его эффективности с позиций системного подхода. Только он позволяет связать внутренние и внешние факторы, влияющие на процесс восстановления, учесть требования, предъявляемые вышестоящей системой, подсистемой которой является рассматриваемая система восстановления.

---

Использование такого подхода позволяет выделить рассматриваемую систему из окружающей среды и получить информацию, необходимую в дальнейшем для определения природы и целевого состояния среды системы, формирования на этой основе критерия эффективности функционирования СВ и целевой функции, неуправляемых и управляемых переменных и ограничений, и, в конечном итоге, разработать модель для принятия окончательных решений.

Так как объектом исследования является СВ, то представляется значимым провести некоторый анализ ее структуры, протекающих в ней процессов, а так же определиться с терминологией. Учитывая наличие различных определений терминов "восстановление" и "ремонт", необходимо уточнить их содержание и соотношение.

Общепринятое представление термина восстановление технических систем определяется как процесс перевода объекта в работоспособное состояние [8] из неработоспособного и включает в себя операции, идентификацию отказа, наладку или замену отказавшего модуля, регулировку и контроль технического состояния элементов объекта и операцию контроля работоспособности объекта в целом. В этих же источниках приводится определение процесса ремонта, под которым понимается перевод объекта как из неработоспособного состояния в работоспособное, так и из предельного состояния в работоспособное при котором происходит восстановление ресурса объекта в целом. Причём, наряду с разборкой, дефектовкой, сборкой и др. операциями, в него входит и восстановление путём наладки или замены отдельных блоков, деталей и сборочных единиц. Иными словами, единичное восстановление рассматривается как составная часть любого вида ремонта в различных условиях действий сил и средств ГПС.

---

В ряде руководящих документов [9], в различных работах по вопросам технического обеспечения термин восстановление рассматривается как понятие, охватывающее весьма широкий круг операций, эвакуация, ремонт повреждённой техники и ее возвращение (доставка) месту применения. В данном случае с системных позиций процесс восстановления может рассматриваться как процесс обеспечения требуемых состояний совокупности ТС. То есть, в этом случае, понятие восстановления обладает большей общностью по сравнению с ремонтом отдельных образцов ТС, поэтому, учитывая предмет исследования, а именно технологическую сторону восстановления ТС, в дальнейшем будет рассматриваться представление процесса восстановления в соответствии с и систему его реализующую.

Система восстановления, ее структура зависит прежде всего от ожидаемых воздействий на систему связи при ее использовании по назначению, приводящих к материальным потерям в виде поврежденных образцов ТС, различной степени сложности восстановления. Проведенные расчёты по методикам выхода из строя ТС при различных видах и способов применения средств пожаротушения, а при оценке потребностей в восстановлении ТС использовались вероятности выхода из строя в соответствии с, а так же учитывались существующие взгляды развитых стран мира по преимущественному выходу из строя объектов системы связи и нарушения управления ПЧ ГПС.

Исследования показали [10-11], что одной из важных причин низкой производительности ремонтных органов является несоответствие существующих, предлагаемых в комплектов ЗИП потребностям данных органов в типовых элементах замены (ТЭЗ), используемых для восстановления. В этом случае (при использовании данных комплектов в ремонтных органах), для поддержания требуемой укомплектованности

---

---

система ТОС и АУ вынуждена компенсировать низкую производительность ремонтного органа за счет поставки в систему связи работоспособных образцов, в силу чего терпит затраты на их содержание, связанные с созданием запасов, хранением, транспортировкой, обслуживанием, ремонтом, а в ходе выполнения задач по предназначению, ее своевременную доставку и ввод в эксплуатацию.

Это обстоятельство обусловлено тем, что комплекты ЗИП-Р1 формируются на основе статистических данных эксплуатационной надежности рассматриваемой аппаратуры, а предлагаемая методика создания ЗИП не учитывает многие факторы кратных дефектов и повреждений ТС. Основными из них являются:

– структура комплектов не отвечает реальным потребностям ремонтных органов в ТЭЗ при восстановлении поврежденной техники. Так при повреждениях базовых несущих конструкций (БНК) РЭМ закладываемых в ЗИП приводит к ситуациям, когда для восстановления работоспособного состояния образца необходимы ТЭЗ верхнего уровня разукрупнения;

– несогласованность номенклатуры ТЭЗ с технологическими возможностями ремонтных органов по их замене и структурой ТС. Данное обстоятельство сказывается на времени восстановления образцов и на производительности ремонтного органа, особенно в периоды применение подразделений ГПС, когда повышаются требования к временным рамкам, отводимым на ремонт ТС;

– не учитывался тот факт, что РЭМ как и в целом образцы ТС могут иметь различную степень повреждения, и как следствие, различную потребность в ТЭЗ для восстановления работоспособности техники связи.

Проведенные исследования показывают [12-13], что общее количество ТС, предназначенное для обеспечения управления действиями пожарных

частей (ПЧ) превышает по основным наименованиям более 100 наименований. Кроме того, в силу экономических причин, обуславливающих невозможность одновременного перевооружения всех частей на новые (перспективные) образцы ТС, следует ожидать, что в ходе проведения операций по своему применению будут использоваться различные поколения ТС. Таким образом, учитывая разное назначение, возможности и способы использования ТС, наличие существенных отличительных особенностей образцов этого вооружения различных поколений, в ГПС находит применение более 300 его типов.

Обеспеченность процесса восстановления ТС в ремонтных органах наряду с другими факторами является важнейшей предпосылкой для достижения высокой их производительности и определяется, в том числе, уровнем внедрения результатов научных разработок вопросов управления запасами, в перечень которых входят вопросы формирования, комплектации и оперативное распределение создаваемых ЗИП для обеспечения процесса восстановления техники связи.

### **Выводы**

1. Проведенные исследования показали, что одной из основных и нерешенных на сегодняшний день задач обеспечения процесса восстановления поврежденной ТС в ремонтных органах является задача оперативного управления при распределении имеющегося количества ТЭЗ различного уровня разукрупнения в ЗИП при ремонте группы однотипных объектов.

2. Исходя из этого, возникает необходимость рассмотрения совокупности взаимоувязанных задач возникающих в подсистеме обеспечения, решение которых и позволит повысить производительность ремонтных органов и эффективность функционирования системы ТОС и АУ системы связи ГПС МЧС РФ.

### **Литература**

1. M.Racanelli, P.Kempf. SiGe BiCMOS Technology for Communication Products // Jazz Semiconductors, May, 2007, 320 p.



2. Зыков В.И., Командиров А.В., Мосягин А.Б, Автоматизированные системы управления и связь: учебник. –М.: Академия ГПС МЧС России, 2006. С.632–655.
3. Надежность и живучесть систем связи . Дудник Б.Я., Овчаренко В.Ф., Орлов В.К. и др. Под ред. Б.Я. Дудника. М.: Радио и связь, 1984. 243 с.
4. Надежность и эффективность в технике: справочник в 10 т. Т. 8. Эксплуатация и ремонт. Под редакцией В.И. Кузнецова и Е.Ю. Барзилович.- М.: Машиностроение, 1990. 319 с.
5. Надежность и эффективность в технике – справочник в 10 т. Т. 3. Эксплуатация и ремонт. Под редакцией В.И. Кузнецова и Е.Ю. Барзиловича. М.: Машиностроение, 1990. -319 с.
6. Головин И.Н., Чуварыгин Б.В., Шура-Бура А.Э. Расчет и оптимизация комплектов запасных элементов радиоэлектронных систем. - М.: Радио и связь. 1984. 175 с.
7. Диагностирование средств связи и управления при эксплуатационных и множественных аварийных повреждениях. Под ред. С.П. Ксенза. - Л.: ВАС, 1987. 170 с.
8. Флейшман Б.С. Основы системологии. - М.: Радио и связь. 1982. - 272 с.
9. Новиков О.А., Петухов С.И. Прикладные вопросы теории массового обслуживания. -М.: Советское радио, 1969. 398 с.
10. Кульбак Л.И. Основы расчета обеспечения электронной аппаратуры запасными элементами. - М.: Советское радио: 1970. 206 с.





11. Омелянчук Е.В., Тихомиров А.В., Кривошеев А.В. Особенности проектирования систем связи миллиметрового диапазона радиоволн // Инженерный вестник Дона, 2013, №2, URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2013/1742

12. Шурховецкий А.Н. Многоканальная частотно-избирательная система свч диапазона на основе направленных фильтров бегущей волны // Инженерный вестник Дона, 2010, №4, URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2010/292

13. G. Vita, F. Bellatalla, G. Iannaccone Ultra-low power PSK backscatter modulaor for UHF and microwave RFID transponders / - Microelectronics, 2001, pp. 325-350

### References

1. M.Racanelli, P.Kempf. SiGe BiCMOS Technology for Communication Products // Jazz Semiconductors, June, 2009, 320 p.

2. Zykov V.I., Komandirov A.V., Mosjagin A.B, Avtomatizirovannye sistemy upravlenija i svjaz' [Automated control systems and communication]: uchebnik /Pod red. V.I.Zykova. M.: Akademija GPS MChS Rossii, 2006. pp. 632–655.

3. Dudnik B.Ja., Ovcharenko V.F., Orlov V.K. i dr. Nadezhnost' i zhivuchest' sistem svjazi [Reliability and survivability of communication systems]. Pod red. B.Ja. Dudnika. M.: Radio i svjaz', 1984. 243 p.

4. Nadezhnost' i jeffektivnost' v tehnikе [The reliability and the effectiveness of the technique]: spravochnik v 10t. T. 8. Jekspluatacija i remont. Pod redakciej V.I. Kuznecova, E.Ju. Barzilovich. M.: Mashinostroenie, 1990. 319 p.

5. Nadezhnost' i jeffektivnost' v tehnikе [The reliability and the effectiveness of the technique]: spravochnik v 10 t. T. 3. Jekspluatacija i remont. Pod redakciej V.I. Kuznecova i E.Ju. Barzilovicha. M.: Mashinostroenie, 1990. 319 p.

---

6. Golovin I.N., Chuvarugin B.V., Shura-Bura A.Je. Raschet i optimizacija komplektov zapasnyh jelementov radioelektronnyh sistem [Calculation and optimization of a set of spare elements of electronic systems]. M.: Radio i svjaz'. 1984. 175 p.
  7. Diagnostirovanie sredstv svjazi i upravlenija pri jekspluatacionnyh i mnozhestvennyh avarijnyh povrezhdenijah [Diagnosis and management of communications with multiple operational and accidental damage]. Pod red. S.P. Ksenza. L.: VAS, 1987. 170 p.
  8. Flejshman B.S. Osnovy sistemologii [Basics systemology]. M.: Radio i svjaz'. 1982. 272 p.
  9. Novikov O.A., Petuhov S.I. Prikladnye voprosy teorii massovogo obsluzhivanija [Applied problems in the theory of queuing]. M.: Sovetskoe radio, 1969. 398 p.
  10. Kul'bak L.I. Osnovy rascheta obespechenija jelektronnoj apparatury zapasnymi jelementami [Basis of calculation for the electronic equipment spare elements]. M.: Sovetskoe radio, 1970. 206 p.
  11. Omel'janchuk E.V., Tihomirov A.V., Krivosheev A.V. Inženernyj vestnik Dona (Rus), 2013, №2 URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2013/1742](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2013/1742)
  12. Shurhoveckij A.N. Inženernyj vestnik Dona (Rus), 2010, №4, URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2010/292](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2010/292)
  13. G. Vita, F. Bellatalla, G. Iannaccone Ultra-low power PSK backscatter modulaor for UHF and microwave RFID transponders. Microelectronics, 2001, pp. 325-350
-