

ВОЕННАЯ АКАДЕМИЯ СВЯЗИ
имени маршала Советского Союза С.М. Буденного

НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
«Проблемы технического обеспечения войск
в современных условиях»

ТРУДЫ КОНФЕРЕНЦИИ

Санкт-Петербург
2016

УДК 621.39
ББК 68.8я43
С30

Сборник трудов издан под научной редакцией
доктора технических наук доцента
Семенова Сергея Сергеевича

Проблемы технического обеспечения войск в современных условиях: межвузовская научно-практическая конференция: материалы докладов (Санкт-Петербург, 9 февраля 2016 г.) / Под ред. С. С. Семенова. – СПб: Научное обеспечение технологий, 2016. – 411 с. (1 CD).

ISBN 978-5-9906429-1-1

В Военной академии связи на кафедре №42 (технического обеспечения связи и автоматизации) 9 февраля 2016 года проведена межвузовская научно-практическая конференция на тему «Проблемы технического обеспечения войск в современных условиях».

Цели конференции:

апробировать результаты исследований, проводимых на кафедре и в других учебно-научных заведениях научно-преподавательским составом, адъюнктами и слушателями, обучающихся по направлению «Управление техническим обеспечением войск (сил)»;

опубликовать результаты исследований в сборнике трудов конференции;

обменяться мнениями по вопросам совершенствования системы технического обеспечения войск;

выработать единое понимание перспектив развития;

найти направления для совместных научных исследований;

поделиться опытом в решении проблем в предметной области;

наладить общение по вопросам образовательной и научной деятельности.

В конференции приняли участие: представители 16 ЦНИИ МО РФ, Академии ФСО, ВА МТО, ВИ (ИТ) ВА МТО, ВА РВСН имени Петра Великого, ВКА, ВА ВПВО, ЧВВИУР, УВЦ СПбГУТ, ВУНЦ ВВС, ВУНЦ ВМФ, МБАА, профессорско-преподавательский состав, адъюнкты и слушатели ВАС.

Статьи и доклады публикуются в авторской редакции.

Электронное издание

Издательство «Научное обеспечение технологий»

Объем 25,5 печ. л. Тираж 500 экз.

ISBN 978-5-9906429-1-1

СОДЕРЖАНИЕ

16 Центральный научно-исследовательский испытательный ордена Красной звезды институт имени маршала войск связи А.И.Белова, г. Мытищи.

Слабуха В.Н., Таранов А.И.

Основные принципы формирования запасов запасных частей, входящих в состав ЗИП-Г для обеспечения текущего ремонта техники связи 12

Сутолкин О.П., Таранов А.И.

Исходные методические основы расчета норм накопления и оценки достаточности запасов запасных частей, входящих в состав комплектов ЗИП-Г для обеспечения ремонта техники связи 17

Академия ФСО России, г. Орел

Аристархов А.А., Слесарчик К.Ф., Шульгин Р.Н.

Обнаружение низкоинтенсивных DDOS атак методами нейронного анализа 22

Белов А.С., Рязанцев С.В., Зверев А.Е.

Проблемы, возникающие при организации технического обеспечения в подразделениях связи 27

Белов А.С., Скубьев А.В., Колкунов А.М.

Способ мониторинга сети связи, функционирующей на распределенной территории..... 30

Берлизев А.В., Булгаков Г.Н., Любимов В.А.

Обоснование трудоемкости технического обслуживания средств связи и автоматизации 34

Булгаков Г.Н., Лазарев С.Н., Любимов В.А.

Сравнительная оценка вариантов выбора мобильных средств технического обеспечения 37

Волощенко И.С., Лазарев С.Н.

Основные направления совершенствования военной автомобильной техники 40

Гречишников Е.В., Добрышин М.М.

Оценка способности узла виртуальной частной сети предоставлять услуги связи в условиях противодействия и DDoS-атакам 44

Гречишников Е.В., Добрышин М.М.

Алгоритм мониторинга защищенности узла виртуальной частной сети от DDoS-атак в условиях эксплуатационных отказов и сбоях 48

Демин А.Ю., Черепков С.А.

Систематизация требований, предъявляемых к современной военной автомобильной технике 52

Збиянков А.Н., Зелепукин С.А., Максаков С.А.

Об одном из подходов повышения надежности телекоммуникационных систем..... 56

Збиянков А.Н., Каличко М.А., Максаков С.А.

Тепловой метод неразрушающего контроля технического состояния средств связи и АСУ 59

Левчук К.В., Сидоренко А.В.

Методика выбора средств подвижности вооружения силовых структур... 63

Орешин Н.А., Шершнев В.И., Шумилин В.С.

Систематизация требований, предъявляемых к подвижным средствам технического обслуживания и эвакуации автомобильной техники 68

Военная академия материально-технического обеспечения имени генерала армии А.В. Хрулёва, г. Санкт-Петербург

Брославец В.Н., Перевозник Ю.Я.

Применение технологии WiMAX для решения проблемы последней мили 71

Военная академия РВСН имени Петра Великого, г. Москва

Затонский О.А.

Роль автоматизации системы управления связью в системе управления войсками и оружием 77

Чулков Д.Н.

Модель угроз информационно-технических воздействий на информационные объекты – как основа создания комплексной системы обеспечения безопасности 82

Военная академия связи, г. Санкт-Петербург

Абайулы Б., Будко П.А., Кислицина Е.К., Ткаченко В.Ю.

Тепловые методы неразрушающего контроля в диагностике состояния радиоэлектронной аппаратуры 87

Абайулы Б., Будко П.А., Литвинов А.И., Ткаченко В.Ю.

Модель неразрушающего контроля технического состояния радиоэлектронной аппаратуры 92

Алешин С.Л., Баринов М.А., Будко П.А., Чихачев А.В.

Повышение эффективности декаметровых радиолиний за счет применения адаптивных компенсаторов помех 98

Алешин С.Л., Бибарсов М.Р.

Рекуррентный алгоритм адаптации для антенной решетки систем космической связи в нестационарных условиях приема сигнала 106

Алисеви́ч Е.А., Ворожищев К.В.

Подход к формированию номенклатуры средств измерений в подвижную лабораторию измерительной техники..... 111

Андреянов С.Н., Киселев Д.В., Педан А.В., Семенов С.С., Стукалов И.В.

Способ контроля состояния волоконно-оптических линейных трактов .. 116

Баринов М.А., Спирин С.В.

Магистрально-модульное построение радиоэлектронных средств – стратегическое направление развития техники связи военного назначения 121

Боговик А.В., Галикбаров А.С., Гудилин А.И.

Проблемы и перспективы развития системы технического обеспечения связи и автоматизированных систем управления в группировке войск (сил) на театре военных действий в современных операциях..... 126

Болычевский С.К., Бурлаков А.А., Прошкин А.А., Фадеев И.В.

Применение военно-экономической оценки для оптимизации системы восстановления ВВТ 132

Борзыкин Д.В., Заяц С.В., Згерский Р.В.

Перспективные средства технического обслуживания и ремонта средств связи в полевых условиях 138

Борзыкин Д.В., Згерский Р.В., Семенов С.С.

Технологии резервного копирования и хранения данных 144

Будко В.Н.

Концептуальная модель применения прикладного программного обеспечения лингвоориентированной компьютерной военной игры 149

Будко В.Н.

Роль и место лингвоориентированной компьютерной военной игры в языковой подготовке курсантов военного вуза 155

Бурлаков А.А., Гурьянов С.М., Мегера Ю.А., Фадеев И.В.

Место и роль запаса ЗИП в обеспечении укомплектованности войск работоспособной техникой связи и АСУ..... 160

Вылегжанин А.Н., Калинин Т.В., Педан А.В., Солонин Д.Н.

Обоснование применения метода многопорогового декодирования в системах космической радиосвязи. 166

Винограденко А.М., Кузнецов А.В.

Система мониторинга технического состояния технологических объектов военного назначения с использованием беспроводных технологий..... 173

Галикбаров А.С., Гудилин А.И., Добровольский В.С.

Порядок восстановления техники связи и автоматизированных систем управления..... 177

Головин А.Г., Демьяненко А.А., Сычёв И.А.

Методика использования современных средств мониторинга подвижных объектов для решения задач технического обеспечения 180

Гусев А.П., Демьяненко А.А., Сычев И.А.

Формирование требований к структуре и составу оборудования аппаратных технического обеспечения техники связи 184

Гусев А.П., Иванов Р.М.

Проблемные вопросы обеспечения единства измерений в сфере обороны и безопасности..... 189

Гусев А.П., Плут М.Н., Прошкин А.А., Семенов С.С., Смолева А. В.

Актуальность разработки методики обоснования объема резерва и ресурса восстановления программно-аппаратных комплексов связи..... 193

Демьяненко А.А., Сычёв И.А., Ткаченко В.Ю.

Применение современных средств и методик диагностики 199

Дорошенко Г.П., Харченко Е.Б., Чихачев А.В.

Анализ состояния и перспективы развития системы технического обеспечения связи и автоматизации..... 205

Жамгарян А.Г., Плут М.Н.

Оценка эффективности восстановления ВОЛС и кабельных линий связи за
счет применения новых технологий 209

Заяц С.В., Чихачёв А.В.

Проблемы управления жизненным циклом средств (комплексов) связи и
автоматизированных систем управления 214

Киселев Д.В., Коморников П.М., Морозов Р.В., Семенов С.С.

О подходах в оценке надежности аппаратно-программных средств связи
..... 217

Киселев Д.В., Седличенко В.Г., Семенов С.С.

Актуальные вопросы надежности программно-аппаратных средств и
комплексов связи 222

Плотников Ю.В., Чихачёв А.В.

Анализ перспективных средств технического обеспечения связи и
автоматизации, поступающих на снабжение войск связи ВС РФ 225

Плотников Ю.В., Чихачёв А.В.

Концептуальная модель восстановления средств связи оперативного
объединения агрегатным методом ремонта 230

Сирко Н.Н., Степанова Т.С., Чихачёв А.В.

Подготовка специалистов-ремонтников в ОВС НАТО 236

Сирко Н.Н., Чихачёв А.В.

Тыловое обеспечение войск стран НАТО 240

Военный институт (инженерно-технический) ВА МТО, г. Санкт-Петербург

Владимиров Д.Р., Сухарь Г.А., Фоминич Э.Н.

Анализ угроз и методы защиты технических средств от
сверхширокополосных импульсов 245

Вязников А.В., Панасюк В.Н., Сухарь Г.А.

Высшие гармоники в системах электроснабжения специальных объектов
МО РФ и средства их компенсации 250

Жерновой Д.А., Сухарь Г.А., Тишков А.А.

Автоматизация контроля состояния и поиска повреждений изоляции в
распределительной сети систем электроснабжения с изолированной
нейтралью 255

Лапшин Г.А.

Проблемы базирования систем противовоздушной (противоракетной) обороны и способы их решения. 261

Лапшин Г.А., Челноков А.В.

Выбор оптимальной конструкции защищенного стартового сооружения огневого комплекса базы ПРО стационарного типа 266

Ольховский А.Е., Фоминич Э.Н.

Защита установок гарантированного питания статического типа от мощных электромагнитных воздействий источников естественного и искусственного происхождения 271

Ольховский А.Е., Фоминич Э.Н.

Современное состояние устройств защиты систем электроснабжения от импульсных перенапряжений естественного и искусственного происхождения 276

Ольховский А.Е., Фоминич Э.Н.

Установки гарантированного питания статического типа в специальном исполнении 281

Военно-космическая академия имени А.Ф. Можайского, г. Санкт-Петербург

Квасов М.Н., Уткин Д.Р.

Подход к прогнозированию интенсивности нагрузки в сети спутниковой связи при поступлении нестационарного трафика 286

Макаренко С.И.

Направление снижения влияния радиоэлектронного функционального подавления на сетевые системы управления 290

Макаров А.А., Семёнов А.А.

Вопросы частотно-временного обеспечения при создании Единого информационного пространства Космических войск Воздушно-космических сил 292

Ушанев К.В.

Направление снижения структурной сложности трафика в целях повышения качества его обслуживания 296

ВУНЦ ВВС «ВВА имени профессора Н.Е.Жуковского и Ю.А. Гагарина», г. Воронеж

Антонов А.В., Ведищев С.Ю., Назмутдинов И.С.

Методика выбора способов формализации функций управления сложных радиотехнических систем 300

Безрядин В.А., Офтаев А.С.

Методический подход к оценке эффективности радиоконтроля каналов радиосвязи 304

Безрядин В.А., Офтаев А.С.

Порядок оценки информативности линий радиосвязи в интересах планирования радиоконтроля объектов защиты 309

Блинов А.В., Ивануткин А.Г.

Основные требования к техническому обеспечению системы радиотехнического обеспечения полетов государственной авиации 314

Васильев В.А., Ведищев С.Ю., Мосин А.И.

Методика оценки достоверности результатов автоматизированного контроля технического состояния средств связи 318

Данилин М.А., Ивануткин А.Г., Файзулин Р.Г.

Проблемные вопросы технического обеспечения мобильных систем дальней радионавигации и пути их решения. 321

Данилин М.А., Игумнов М.А., Стафеев М.А.

Особенности оценки технического состояния техники связи и радиотехнического обеспечения полетов 324

Дьяченко Ю.В., Назмутдинов И.С., Щербаков А.А.

Анализ возможностей автоматизации процессов управления системы технического обеспечения 327

Журавков В.М., Рябов А.В.

Проблемы обеспечения помехозащищенности систем авиационной радиосвязи 332

Ивануткин А.Г., Сурков В.В.

Проблемные вопросы технического обеспечения системы радиотехнического обеспечения полетов на аэродромах государственной авиации и пути их решения..... 337

Игумнов М.А., Стафеев М.А.

Повышение качества управления техническим обеспечением связи и радиотехническим обеспечением полетов авиации..... 340

Казьмин А.И., Манин В.А., Федюнин П.А.

Повышение эффективности технического обслуживания защитных покрытий авиационных комплексов. 343

Симирский А.С., Стафеев М.А.

Анализ состояния технического обеспечения подсистемы радиотехнического обеспечения полетов морской авиации 348

ВУНЦ ВМФ «Военно-морская академия», г. Санкт-Петербург

Лукашов С.В.

Некоторые проблемы технического обеспечения АС ВМФ..... 353

Михайловская военная артиллерийская академия, г. Санкт-Петербург

Бегунов М.Л., Бондаренко В.С.

Методика прогнозирования потребности в средствах погрузочно-разгрузочных работ с контейнерами для хранения и перевозки артиллерийских боеприпасов для обеспечения РВиА..... 357

Вырвич А.А., Дюдя Ю.В.

Оценка эффективности функционирования системы эксплуатации ракетно-артиллерийского вооружения в условиях взаимодействия с сервисными предприятиями промышленности 359

Дубовский В.А.

Методика обоснования требований к аппаратуре контроля и диагностирования технического состояния систем управления перспективных оперативно-тактических ракет..... 364

Кулешов Е.А., Ларькин В.В., Мысяков К.А.

Направление повышения оперативности управления артиллерийско-техническим обеспечением..... 369

Кулешов Е.А., Мысяков К.А., Хрулев В.Л.

Роль и место арсеналов комплексного хранения ракет и боеприпасов в системе обеспечения войск артиллерийскими боеприпасами 371

Кулешов Е.А., Савекин Ф.Н.

Некоторые аспекты планирования в автоматизированном режиме обеспечивающих действий формирований РВиА сухопутных войск 374

Кулешов Е.А., Савекин Ф.Н., Тихонов Н.А.

К вопросу применения моделей, методик, алгоритмов и программ при планировании обеспечивающих действий формирований РВиА сухопутных войск 377

Лукашин Ю.А.

Надежность электроснабжения мастерской ремонтно-слесарной артиллерийской МРС-АР в полевых условиях 381

Николаев С.Г.

Методика оценки результативности функционирования системы обеспечения качества образцов РАВ в условиях дискретного производства 385

Таран С.П.

Один из подходов к организации управления жизненным циклом комплексов ракетно-артиллерийского вооружения..... 393

Хрулёв В.Л.

Рекомендации по построению системы обеспечения с учетом живучести баз и складов с запасами ракет и боеприпасов..... 396

Хрулёв В.Л.

Рекомендации по проведению преобразований в системе обеспечения ракетами и боеприпасами ракетных войск и артиллерии в соответствии со стратегией ее развития 398

Хрулёв В.Л.

Требования к организации и производительности средств погрузочно-выгрузочных работ с ракетами и боеприпасами 400

Хрулёв В.Л.

Требования к подсистемам обеспечения ракетных войск и артиллерии военных округов ракетами и боеприпасами..... 402

Московский технологический университет, г. Москва

Гарманов С.С., Калач Г.Г., Калач Г.П., Киселев Д.В.

Проблемы локальной и глобальной навигации мобильных роботов..... 404

Слабуха В.Н., Таранов А.И.

**Федеральное государственное бюджетное учреждение
«16 Центральный научно-исследовательский
испытательный ордена Красной звезды институт имени
маршала войск связи А.И.Белова», г. Мытищи.**

Основные принципы формирования запасов запасных частей, входящих в состав ЗИП-Г для обеспечения текущего ремонта техники связи

Одним из основных направлений повышения эффективности функционирования системы технического обеспечения связи и её неотъемлемой подсистемы – системы ремонта (СР), в том числе в особый период, является рациональное создание и использование запасов запасных частей (ЗЗЧ), входящих в состав ЗИП-Г, для обеспечения текущего ремонта техники связи (ТС) агрегатным методом.

Формирование ЗЗЧ должно базироваться на применении основных принципов синтеза сложных организационно-технических систем.

Принцип системности. Данный принцип предписывает рассматривать ЗЗЧ как сложную систему, с присущими иерархичной структурой, участием людей в функционировании, большого количества подсистем и циркулирующей информации. В частности система ЗЗЧ представляет собой совокупность взаимосвязанных и взаимодействующих собственно запасов, средств их содержания, исполнителей и документацию. При этом к средствам содержания следует отнести складские и другие специальные сооружения (мастерские, аккумуляторные и т.п.), технические средства (средства механизации, оборудования мастерских, транспортные средства и т.п.) и необходимые материалы, предназначенные для обеспечения всех видов технического обслуживания и ремонта ВТС (см. рисунок 1).

В системе ЗЗЧ реализуется соответствующий управляемый процесс обеспечения текущего ремонта ТС, основное содержание которого заключается в хранении и целенаправленном перемещении запасных частей и других материальных средств по всем структурным элементам системы ЗЗЧ. Для реализации этого процесса необходимо наличие пяти основных составляющих: подготовленный личный состав (персонал), собственно запасные части и материалы, технические средства, принятые нормативные правила функционирования, управление системой ЗЗЧ.

При создании такой сложной системы, которой является система ЗЗЧ, неотъемлемой частью синтеза и анализа является эффективность системы или, равно, как и процесса, в ней реализуемого.

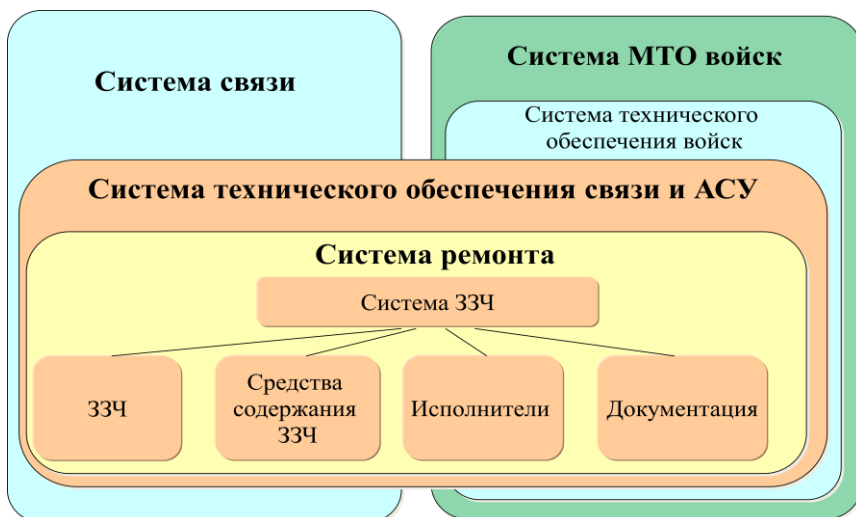


Рис. 1 - Схема реализации принципа системности формирования ЗЗЧ

Под эффективностью системы ЗЗЧ следует понимать соотношение между результатом ее функционирования и затратами на его достижение в определенное время. То есть, процесс обеспечения необходимыми запасными частями ремонта ТС, как и любой вид деятельности, связан с эффективным распределением или использованием материальных, финансовых, временных и иных ресурсов. Соответственно, в основе формирования системы ЗЗЧ, в том числе определения норм накопления запасов, должны лежать методики оценки эффективности и оптимизации ЗЗЧ, как системы, с использованием военно-экономических показателей – эффект-затраты-время.

Принцип соответствия и структурного единства СР и системы ЗЗЧ. Для данного принципа характерно возрастание его важности по мере развития СР, внедрения агрегатного метода ремонта (АМР) в войска и модульного принципа конструирования современной ТС. Действительно, в настоящее время в войска поступает ТС 5-го поколения, на завершающих стадиях создания находится отдельные виды ТС 6-го поколения, которые существенно отличается от предшествующих образцов, не только своими, во много раз улучшенными, оперативными свойствами, но и, как следствие этого, многократным усложнением отдельных узлов и конструкции в целом.

С одной стороны, усложнение ТС существенно затрудняет ремонт при возникновении отказов с нетиповыми признаками, с другой, использование электронных компонентов с высокой степенью интеграции элементов в виде функционально законченных узлов ТС, упрощает процесс локализации отказа и последующее восстановление образца путем замены в нем отказавшего электронного модуля (ЭМ). Названные, на первый взгляд, противоречивые, но объективно сложившиеся условия, привели к тому, что АМР становится без-

альтернативным способом восстановления сложных электронных систем, к которым в полной мере следует отнести современную ТС. Вместе с тем, внедрение АМР связано с решением ряда организационно-технических задач повышения его эффективности, так как, во-первых, АМР, по меньшей мере, обходится не дешевле всех других существующих методов ремонта, во-вторых, существует упрощенное представление АМР, как простая замена неработоспособных узлов отказавших образцов ТС на работоспособные из состава ЗИП, при этом их последующее перемещение, восполнение запасов, восстановление и другие условия не рассматриваются.

Анализ практики организации восстановления ТС агрегатным методом в войсках, в том числе в условиях локальных вооруженных конфликтов [1-3], показал, что для обеспечения полноценного процесса агрегатного ремонта необходимо создать условия для реализации процесса восстановления ТС и её ЭМ не только непосредственно в частях и соединениях (эксплуатирующих организациях), но и в вышестоящих ремонтных органах ОК и ОСК, а также на предприятиях промышленности, специализирующихся на восстановлении отказавших ЭМ, содержании обменного фонда, заказе и изготовлении новых запасных частей. Эффективность ремонта ТС агрегатным методом предполагает рациональную структуру СР в войсках во взаимосвязи с конструктивными особенностями современной ТС, как сложной технической системы, построенной по функционально-модульному принципу с применением различных уровней разукрупнения электронных модулей - от ЭМ нулевого уровня (ЭМ-О) до третьего (ЭМ-3) [4].

Если рассмотреть структуры ТС и СР совместно, то есть взаимно «совместить» их структуры, то представляется возможным выделить ЭМ определенного уровня разукрупнения, на ремонт которого должно быть ориентировано диагностическое и специальное оборудование ремонтного органа, состав элементов системы ЗЗЧ, квалификация персонала, содержание и направленность ремонтной документации соответствующего уровня СР. На войсковом уровне этот ЭМ принято называть типовым элементом замены – ТЭЗ.

В частности, непосредственно в частях и подразделениях ремонт образца ВТС должен осуществляться путем замены ТЭЗ (ЭМ-2, 3), при этом в ремонтных подразделениях частей необходимо обеспечить условия для проведения технологических операций по диагностированию ВТС с глубиной до ТЭЗ, а также предусмотреть возможность устранения простейших отказов (замена предохранителя, восстановление видимого обрыва и т.п.) ТЭЗ, создать соответствующие запасы ТЭЗ в ЗИП, обучить личный состав проводить необходимые простейшие операции, предусмотренные ремонтной документацией. Схема структуры СР, в аспекте АМР и модульного состава системы ЗЗЧ по уровням разукрупнения ЭМ может быть приведена к виду, представленному на рисунке 2. При этом следует отметить, что элементы системы ЗЗЧ должны содержать ЭМ более высокого уровня разукрупнения в формате обменного фонда агрегатов при реализации агрегатного ремонта ТС, то есть

показанные на схеме уровни разукрупнения определяют содержательную направленность процесса восстановления.

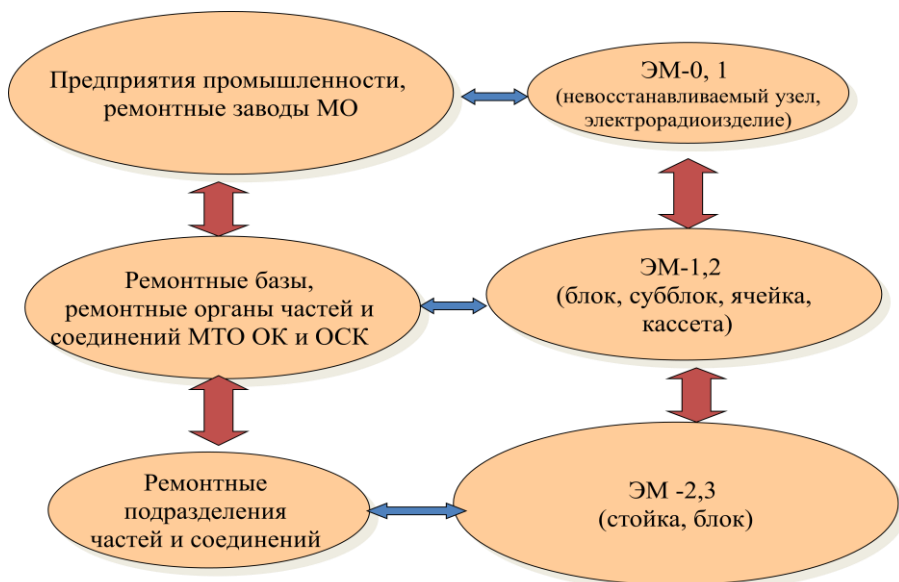


Рис. 2 - Схема структуры СР в аспекте АМР и модульного состава системы ЗЗЧ по уровням разукрупнения ЭМ

Принцип эшелонированности. Основным содержанием ЗЗЧ в первую очередь являются комплекты ЗИП-Г всех типов. Комплекты ЗИП-Г, как основная часть запасов, наряду с другим имуществом и материалами, включены в состав комплектов военно-технического имущества, которые формируются по принципу принадлежности к уровню формирования. В аспекте реализации этого принципа, существует устойчивая тенденция их приближения непосредственно к обслуживаемым формированиям, вызванная возрастающей необходимостью автономного боевого применения подразделений и частей связи в составе специальных группировок войск (например, в ходе проведения специальных операций), а также широким внедрением в войска АМР с использованием комплектов ЗИП-Г, состоящих из ЭМ соответствующих уровней разукрупнения, который, учитывая его, как правило, единичное содержание в формированиях, «разбивать» (фактически – разукрупнять) нецелесообразно. Поэтому наиболее рациональным является двухуровневое эшелонирование запасов в системе ЗЗЧ, что позволит сконцентрировать запасы в заданном районе, повысить эффективность агрегатного ремонта и максимально сократить время восстановления поврежденной ТС.

Кроме приведенных основных принципов формирования ЗЗЧ, входящих в состав ЗИП-Г для обеспечения текущего ремонта техники связи суще-

ствуют, не менее важные, другие принципы, которыми руководствуются при синтезе сложных организационно-технических систем. В частности, принцип сбалансированности и достаточности при формировании структуры системы; принцип безинерционности при переходе с режима мирного времени на решение задач в условиях ведения боевых действий; принцип инвариантности и однородности, требующий сохранения организационно-технической структуры системы ЗЗЧ при многократном ее повторении в различных войсковых формированиях и условиях обстановки, обеспечение унификации технических средств технического обеспечения, ремонтной, нормативной и учетной документации, единых стандартов при подготовке специалистов; принцип эволюционного развития, определяющий последовательное и ритмичное развитие системы ЗЗЧ, а также другие общепринятые принципы, определяющие облик формируемых сложных организационно-технических систем.

Таким образом, учет требований основных принципов формирования системы ЗЗЧ, встроенной в СР ТС, является научно-методологическим базисом синтеза данной системы.

Литература

1. Абрамов В.Н. Техническое обеспечение связи и АСУ при подготовке и проведении контр террористической операции на Северном Кавказе, проблемы и пути их решения. НТС «Техническое обеспечение связи и АСУ во внутренних вооруженных конфликтах», 16 ЦНИИИ МО, 2002.
2. «Обоснование направлений развития подвижных средств восстановления ВВТ в тактическом уровне сухопутных войск на период до 2030 года», ФГБУ «16 ЦНИИИ» Минобороны России, промежуточный отчет по второму этапу КНИР «ПСТОР», 2015г.
3. ГОСТ Р 52003-2003 Уровни разукрупнения радиоэлектронных средств. Термины и определения.

Сутолкин О.П., Таранов А.И.

**Федеральное государственное бюджетное учреждение
«16 Центральный научно-исследовательский
испытательный ордена Красной звезды институт имени
маршала войск связи А.И. Белова», г. Мытищи**

Исходные методические основы расчета норм накопления и оценки достаточности запасов запасных частей, входящих в состав комплектов ЗИП-Г для обеспечения ремонта техники связи

В условиях широкого внедрения агрегатного метода (АМР) техники связи (ТС) в практику войскового ремонта решающим условием его эффективности является своевременное обеспечение процесса восстановления необходимыми запасными частями, которое должно базироваться на рациональном создании и использовании соответствующих запасов запасных частей (ЗЗЧ), главным образом, входящих в состав комплектов ЗИП-Г.

Существующие методические подходы к расчету объемов запасов комплектов ЗИП-Г, основывающиеся на заданной при расчетах состава в ходе разработки ТС кратности (количество ТС, на которое рассчитывается комплект ЗИП-Г), не учитывают реальные условия эксплуатации, сложившиеся структуры систем ремонта (СР) и МТО войск, требования эшелонированности запасов, достигнутые показатели надежности ТС и другие факторы, влияющие на структуру ЗЗЧ, объемы и номенклатурный состав создаваемых запасов. Действующий механизм корректировки состава комплектов ЗИП, в том числе ЗИП-Г, остается недостаточно динамичным и инерционным. Исходя из этого методический аппарат, используемый для определения норм накопления и оценки достаточности ЗЗЧ, должен обладать максимальной гибкостью и адаптивностью к постоянно изменяющимся внешним условиям функционирования СР в условиях повседневной деятельности (ПД) и боевых действий (БД), системы МТО войск, и внутренним факторам, определяемым изменением качества, в том числе надежности и стойкости, современной ТС в процессе совершенствования технологий её создания и изготовления, применения новых материалов и электронной компонентной базы. Расчет основных показателей ЗЗЧ в части ЗИП-Г с использованием установленной при его расчете кратности может рассцениваться как предварительный для получения ориентировочных данных, которые требуют дальнейшего уточнения и постоянной актуализации.

В основе методики расчета норм накопления и оценки достаточности ЗЗЧ, входящих в состав комплектов ЗИП-Г для обеспечения текущего ремонта ТС должна лежать модель системы ЗЗЧ, обладающая определенной струк-

турой, где каждый элемент описывается совокупностью взаимосвязанных показателей, описывающих объемы запасов, содержащие электронные модули (ЭМ) соответствующих уровней разукрупнения [1] в зависимости от уровня СР, порядок и временные характеристики перемещения запасов и отношения этой совокупности характеристик при определении показателей достаточности.

В соответствии с требованиями системного подхода расчет ЗЗЧ следует производить во взаимосвязи эшелонов содержания запасов. То есть определение количественных характеристик ЗЗЧ следует осуществлять по единой методике с использованием общих показателей достаточности для обоих эшелонов создаваемых запасов. Для расчетов ЗЗЧ, предназначенных для обеспечения ремонта ТС в условиях БД и ПД, должны использоваться различные методики, критерии достаточности запасов и, соответственно, исходные данные. Структура ЗЗЧ, его объемы и состав, независимо от периода использования (ПД или БД), во многом будет определяться стратегией его пополнения, под которой следует понимать способ восстановления запасов по мере того, как он расходуется в процессе ремонта ТС.

При функционировании СР ТС определены три стратегии пополнения запасов [2-3], которые следует использовать при создании и управлении ЗЗЧ, включающие ЭМ: периодическое пополнение, пополнение по уровню не снижаемого запаса, непрерывное пополнение или ремонт отказавших элементов. При проектировании системы ЗЗЧ для обеспечения АМР современной ТС, используется стратегия непрерывного пополнения или ремонта отказавших элементов, при которой отказавший элемент поступает в ремонтный орган или орган снабжения и заявка удовлетворяется за счет имеющихся запасов. После ремонта отказавшего модуля или замены его на новый в вышестоящих органах технического обеспечения, он возвращается в систему ЗЗЧ. Эта стратегия характеризуется числовым показателем - средним временем ремонта одного элемента данного типа (T_p).

Проведенные исследования и существующие нормативные документы [3,4] показывают, что независимо от принятой стратегии пополнения запасов, для оценки эффективности запасов целесообразно использовать коэффициент готовности ЗИП - $K_{г.зип}$, и, по аналогии, при наличии отдельно поступивших запасных частей в состав ЗЗЧ, коэффициент готовности ЗЗЧ - $K_{г.з}$, которые в наибольшей степени пригодны только для оценки эффективности системы непосредственно в формировании связи. Для органов технического обеспечения (ремонта и снабжения) объединений и выше, выполняющих роль второго эшелона системы ЗЗЧ, наиболее целесообразно в качестве показателя эффективности выбрать среднее время задержки в удовлетворении заявки на элемент запаса (Δt), который нашел широкое применение в теории и практике управления запасами.

Для получения полноценной оценки эффективности функционирования системы ЗЗЧ необходимо полученный результат функционирования сопоставить с затратами. В условиях мирного времени показателями затрат могут

служить объем (количество запасных частей), масса запасов или определяться в денежном выражении, приведенными на год или в условных единицах для получения относительной экономической эффективности.

В общем случае модель систем ЗЗЧ может быть описана следующими множествами показателей:

М - показатели затрат на формирование и содержание ЗЗЧ (например, количество запасных частей, включенных в состав комплектов ЗИП и россыпью, обменного фонда агрегатов, с учетом многоуровневого построения СР);

Т - показатели надежности ТС и её составных частей, вероятностные показатели выхода из строя ТС в условиях ведения боевых действий, характеристики боевых действий, показатели ремонтного фонда и т.п.;

С – структурные показатели СР и системы ЗЗЧ (структура систем, пространственно-временные характеристики, показатели потоков восстановления и т.п.).

В общем виде постановка задачи расчета оптимальных норм накопления и оценки достаточности запасов, входящих в состав ЗИП-Г для обеспечения текущего ремонта техники связи с использованием модели ЗЗЧ может быть представлена в виде

$$\begin{cases} M \Rightarrow \min; \\ K_{г.з}^*(M, T, S) \geq K_{г.з}^*(M, T, S); \\ T_p^*(M, T, S) \leq T_p^*(M, T, S), \end{cases} \quad (1)$$

где $K_{г.з}^*(M, T, S)$ и $T_p^*(M, T, S)$ - требуемые значения соответствующих показателей, которые определяются вышестоящей системой.

Определение норм накопления и содержания запасов входящих в состав ЗИП-Г для обеспечения текущего ремонта ТС в формировании может быть осуществлен исходя из трех условных вариантов исходных данных:

- по исходным данным конкретного формирования с определенным составом ТС по количеству и типам, сложившейся многоуровневой структурой СР и системы ЗЗЧ, привязанными к определенным пространственным характеристикам, моделям воздействия и другим уникальными характеристикам, что в целом позволит определить нормы накопления и содержания запасов для конкретного формирования с достаточно высокой точностью;

- при использовании исходных данных типового организационно-штатного состава формирований, типовых моделей эксплуатации ТС и наиболее вероятных вариантов боевого применения, что позволит определить относительно универсальные нормы накопления и содержания запасов с невысокой точностью;

- с использованием исходным данным конкретных формирований, в том числе органов технического обеспечения, с определенным составом ТС по количеству и типам ТС и простейших инструктивных методик с приме-

нием наборов номограмм, таблиц или других опорных данных, типовых моделей эксплуатации, которые позволят рассчитать ЗЗЧ на местах, что позволит определить нормы накопления и содержания запасов для конкретного формирования с достаточной точностью.

Каждый из условных подходов имеет свои очевидные преимущества и недостатки. Выбор варианта используемых исходных данных и соответствующей методики для конкретного формирования, является задачей выбора по критерию минимальной сложности и доступности при требуемой точности результатов. То есть упрощение методики, повышение её универсализации, отход от конкретизации исходных данных влечет за собой обязательное снижение точности расчетов.

В [4] предложено использование моделей многоуровневых систем ЗЗМ, методического аппарата расчета показателей достаточности и оптимизации запасов для разработки упрощенных инструктивных методик норм накопления и содержания комплектов ЗИП-Г с использованием наборов таблиц. При этом использовались данные различной степени конкретизации, выраженной во введении ряда допущений и ограничений. В частности, при использовании методического аппарата расчета показателей достаточности ЗЗЧ и модели их функционирования были приняты следующие условия и ограничения: моделью функционирования запасов служит Марковская цепь с конечным числом состояний и с непрерывным временем; время возникновения отказов и время восстановления распределены по экспоненциальному закону; в качестве стратегии выбрана стратегия непрерывного пополнения или ремонта отказавших элементов; восстановление неограниченно или полностью ограничено; ТС не резервирована и др. Непосредственно при проведении расчетов были приняты системные допущения в отношении собственно состава ЗЗЧ, типовой модели эксплуатации и условий боевого применения, в том числе: размещение в составе комплектов ЗИП-О типовых элементов замены (ТЭЗ), включенных в схему агрегатного ремонта, не предусматривается; все ТЭЗ, входящие в состав группового ЗИП-Г являются равнонадежными; ЗИП-Г имеет типовой состав и включает, наряду с другими запасными частями (крепежные элементы, микрогарнитуры, манипуляторы, шнуры различного назначения, предохранители и др.) все (100%) основные составные части ТС в качестве ТЭЗ по одному экземпляру; количество комплектов ЗИП-Г определяется исходя из потребности основных составных частей ТС, включенных в схему агрегатного ремонта, система ЗЗЧ имеет одно- или двухуровневую структуру, все нормативные требования к показателям достаточности запасов определены как предельные «на худший случай» и ряд других системных условий и ограничений.

В [4] разработан вариант инструктивной методики расчета норм накопления запасов в части комплектов ЗИП-Г на примере комплекса радиосредств 6-го поколения тактического формирования. В таблице приведен фрагмент формата расчетных данных разработанной методики.

Радиостанции «Н1», «Н2»

1 эшелон				2 эшелон		
Количество ТС в тактическом формировании	Норма накопления ЗИП-Г ТД	Норма накопления ЗИП-Г ТД при одноуровневой системе	Норма накопления ЗИП-Г для условий БД	Количество ТС в тактических формированиях объединения	Норма накопления ЗИП-Г ТД	Норма накопления ЗИП-Г для условий БД
5	1	2	1	10	1	1
6	1	2	1	20	1	2
7	1	2	1	30	1	2
8	2	2	1	40	1	3
9	2	2	2	50	1	3
10	2	2	2	60	1	4

Таким образом, методической основой расчета норм накопления и оценки достаточности запасов, входящих в состав комплектов ЗИП-Г для обеспечения ремонта ТС, наряду со свойствами исследуемой ТС, должен являться глубокий системный анализ СР и системы ЗЗЧ в динамике их совершенствования и перспективы развития.

Литература

1. ГОСТ Р 52003-2003 Уровни разукрупнения радиоэлектронных средств. Термины и определения.
2. Головин И.Н., Чуварыгин Б.В., Шура-Бура А.Н. Расчет и оптимизация комплектов запасных элементов радиоэлектронных систем. М. : Радио и связь, 1984
3. РД В 319.01.19.98. Аппаратура радиоэлектронная. Методики оценки и расчета запасов в комплектах ЗИП, 1998 г.

Аристархов А.А., Слесарчик К.Ф., Шульгин Р.Н.

Академия ФСО России, г. Орел

Обнаружение низкоинтенсивных DDOS атак методами нейронного анализа

Современные сети связи, используют подсистемы предоставления услуг и управления, построенные на основе протоколов TCP/IP. Разнообразие функциональности протоколов предполагает наличие «узких» мест, что делает их восприимчивыми к дестабилизирующим воздействиям, таким как DDoS атаки. Анализ уязвимостей стека IP протоколов, а также технологий передачи информации, базирующихся на нем, с точки зрения непрерывности обмена информацией в сетях TCP/IP показал, что недооценка требований к непрерывности обмена информацией при создании стека IP протоколов привела к тому, что число DDoS атак систем, построенных на основе интернет протокола, увеличивается с каждым годом, динамика показана на рисунке 1, информация предоставлена лабораторией «Касперского».

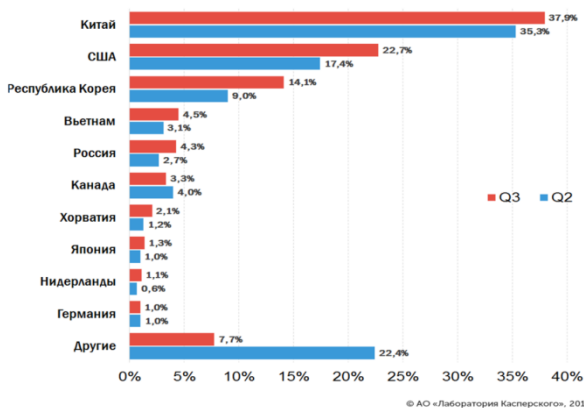


Рис. 1 - Распределение объемов проведенных DDoS-атак по странам во II и III кварталах 2015 года

Основная проблема при реализации способов защиты от DDoS воздействия, заключается в сложности определения факта атаки в направлении конкретного узла на уровне управления сетью (маршрутизацией). На рисунке 2 представлена официальная статистика DDoS атак выданная лабораторией «Касперского», в которой отсутствует информация о таких типах атак как: атака DNS усиления с использованием DNS-туннелирования при использовании «ленивых» ботнетов, «низкоинтенсивные» атаки или простого протокола обнаружения служб (SimpleServiceDiscoveryProtocol, SSDP).

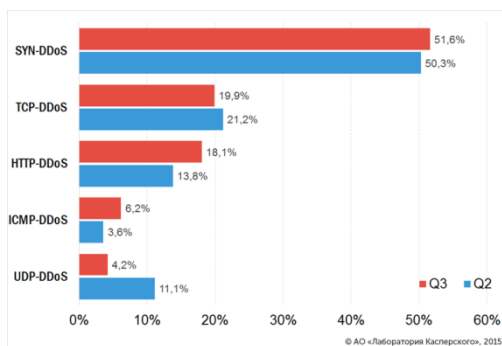


Рис. 2 - Распределение проведенных DDoS-атак по типам во II и III кварталах 2015 года

Статистические и сигнатурные методы не позволяют учесть особенности функционирования всех узлов сети, а как следствие и достоверно определить наличие, направление и источник атаки, что косвенно подтверждают данные лаборатории «Касперского».

Инструментом определения наличия DDoS атаки являются мониторы состояния сетевой инфраструктуры или сенсоры, аппаратно-программные средства, устанавливаемые в критических точках сети, маршрутизаторах, серверах и т.д. Эффективность их применения напрямую зависит от способов обнаружения сетевых аномалий и эффективности системы управления сетью (рис.3).

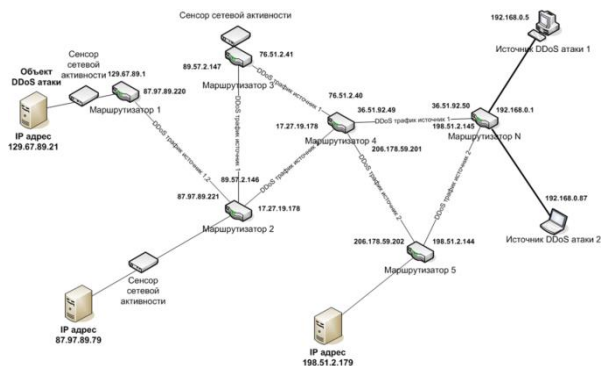


Рис. 3 - Схема сети с мониторами сетевой активности (сенсорами)

Традиционные механизмы обеспечения безопасности – межсетевые экраны и системы обнаружения вторжений – не являются эффективными средствами для обнаружения DDoS-атак и защиты от них, особенно атак трафиком большого объема [1]. Существующие методы обнаружения DDoS-атак, позволяющие эффективно распознавать DDoS-атаки транспортного

уровня, малоэффективны для обнаружения низкоинтенсивных DDoS-атак прикладного уровня: «медленный» HTTP GET и POST флуд) [2]. Отличить трафик, генерируемый в ходе данных атак, от легального HTTP-трафика статистическими методами практически невозможно, т. к. каналы передачи данных не перегружаются. Атака приводит к фактическому отказу веб-серверов. Особую опасность представляет участвовавшее использование уязвимости усиления DNS запросов для лавинообразного увеличения мощности сетевого «ботнета».

Без переноса задачи определения наличия DDoS атаки и ее параметров непосредственно на узлы «жертвы», не представляется возможным достоверная оценка состояния сетевых служб (атакуются или нет) [3, 6]. Данные факты обуславливают актуальность разработки новых механизмов обнаружения низкоинтенсивных распределенных атак прикладного уровня типа «отказ в обслуживании» в сетях на основе IP-протоколов при помощи нейросетевых методов. Современных систем обнаружения атак осуществляют обнаружение атак путём контроля профилей поведения, либо поиска специфических строковых сигнатур. Существует три причины ограничивающие использование этих способов:

1. Необходимость создания сигнатур для новых атак вручную.
2. Теоретически существует бесконечное число методов и вариантов атак, и для их обнаружения понадобится БД бесконечного размера.
3. Большая вероятность ложных тревог, в результате могут быть скомпрометированы легитимные сетевые события.

Для выявления «низкоинтенсивных» DDoS атак предлагается проводить анализ трех параметров сетевого трафика:

L – размер данных в пакете TCP.

Δt – Время между приемом пакетов с данными, при условии установленного соединения.

$\frac{N_{ack1}}{N_{SYN}}$ – отношение количества ответов сервера согласием на установление соединения к количеству запросов на установку соединения (коэффициент доступности).

Максимальные значения контролируемых параметров трафика определяются характеристиками оборудования используемого в инфокоммуникационной сети. После нормирования, контролируемые параметры представляются значениями в диапазоне 0..1. При анализе трафика формируется область значений идентификации атак, пограничных состояний и отсутствия атак (рисунок 4).

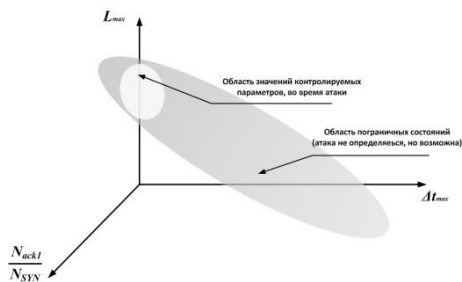


Рис. 4 - Области контролируемых параметров для определения состояния DDoS атаки

Для обработки аномального трафика предлагается применять гибридную нейронную сеть, состоящую из фильтров запрета и нейронной сети с обратным распространением на основе звезды Госсберга (рисунок 5)[4, 7].

Входной вектор нейронной сети содержит следующие компоненты:

Размер пакета L .

Размер пакета Δt .

Отношение количества согласий на установку соединения сервером к запросам на установку соединения от клиента $\frac{N_{ack1}}{N_{SYN}}$.

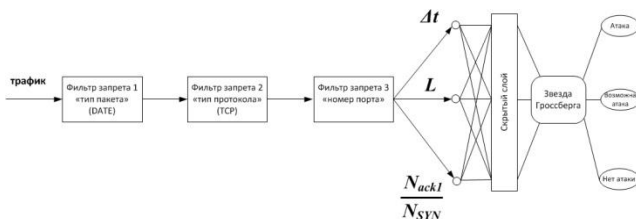


Рис. 5 - Гибридная нейронную сеть с обратным распространением на основе звезды Госсберга

Входной вектор нейронной сети содержит три возможных результата анализа: «Атака», «Возможность атаки», «Отсутствие атаки».

Выводы:

Анализ механизма реализации «низкоинтенсивной» DDoS атаки показал, что этот тип атак может быть организован с минимальным соотношением необходимой мощности канала атакующего узла и атакуемого сервера. Анализ статистики уязвимостей свидетельствует о том, что большое количество сайтов подвержены этому виду атаки. Трудно диагностировать этот вид атаки с помощью статистических методов, поскольку трафик не превышает нормальных значений[5].

Предлагаемый метод обнаружения «низкоинтенсивных» атак позволяет эффективно выявлять принадлежность трафика к распределённой по вре-

мени атаке, с меньшим объемом анализируемых данных, по сравнению со статистическими методами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Решение CiscoSystems «CleanPipes» по защите от распределенных DDOS-атак для опера-торов связи и их клиентов. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.cisco.com/web/RU/downloads/CleanPipes_rus.pdf, свободный (дата обращения: 01.09.2014).
2. Лобанов В.Е., Оныкий Б.Н., Станкевичус А.А. Архитектура системы защиты Грид от атак типа «отказ в обслуживании» и «распределенный отказ в обслуживании» // Безопасность информационных технологий. – 2010. – № 3. – С. 136-139.
3. Слесарчик, К.Ф. Принципы построения двухуровневой системы противодействия DDos атаке. Материалы VIII Всероссийской межведомственной научной конференции "Актуальные направления развития систем государственной охраны, специальной связи и информации для нужд государственного управления", В 10 ч. Ч. 9 /под общ. Ред. В.В. Мизерова. - г. Орел : Академия ФСО, 2013. -198 с.
4. Абрамов Е.С., Сидоров И.Д. Метод обнаружения распределенных информационных воздействий на основе гибридной нейронной сети // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2009. – № 11 (100). – С. 154-164.
5. Chee W.O. Brennan T. OWASP AppSec DC 2010. HTTP POST DDoS. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.owasp.org/images/4/43/Layer_7_DDOS.pdf (дата обращения: 01.08.2014).
6. Тарасов Я. С. Обнаружение низкоинтенсивных DDOS атак методами нейронного анализа // Известия Южного федерального университета. Технические науки 2014 №8.
7. Тарасов Я. С., Макаревич О. Б. Моделирование и исследование низкоинтенсивных dos-атак на bgr-инфраструктуру.// Известия Южного федерального университета. Технические науки. 2013. №12 (149).

Белов А.С., Рязанцев С.В., Зверев А.Е.

Академия ФСО России, г. Орел

Проблемы, возникающие при организации технического обеспечения в подразделениях связи

Проведенный анализ, показал, что при организации технического обеспечения (ТО) в подразделениях связи могут возникнуть определенные проблемы:

- отсутствие системного подхода органов управления при организации ТО в подразделениях связи;
- возможности органов ТО подразделений связи не соответствуют возложенным на них задачам;
- вопросы организации и планирования применения органов ТО в подразделениях связи исследованы не в полном объеме;
- отсутствие алгоритмов действий должностных лиц при взаимодействии с органами ТО Военного округа на всех уровнях;
- отсутствие структур определенных планирующих документов, регламентирующих применение органов ТО.

Первая проблема. Отсутствие системного подхода органов управления при организации ТО в подразделениях связи.

На сегодняшний момент должностные лица не совсем понимают свою роль и место в общей системе планирования ТО подразделений связи.

Нормативно-правовые, а также, руководящие документы, четко трактуют разделение основных обязанностей (основных функций) на каждом уровне управления ТО, с целью решения поставленных перед всей системой ТО, задач.

На федеральном уровне органы управления организуют взаимодействие, в том числе, по вопросам ТО, с соответствующими органами управления МО РФ.

На основе имеющихся исходных данных органы управления (ОУ) формируют общий замысел организации ТО, и в виде распоряжения отправляют в региональный орган управления.

Региональный орган управления выполняет следующие основные функции.

1. Организует взаимодействие со штабом военного округа по вопросам снабжения, поддержания и восстановления техники связи, а также по вопросам технической разведки, эвакуации, ремонта, перемещения, транспортирования. Кроме того, взаимодействие должно быть подкреплено определенным установочно-правовым документом.

2. Прогнозирует потери по технике связи за каждое подчиненное подразделение.

3. Определяет возможности органов ТО по восстановлению техники связи.

4. Определяет необходимые запасы в технике связи и ВТИС по восполнению потерь.

5. Определяет уровень укомплектованности техники связи с учетом возможностей по восстановлению и имеющихся запасов.

Проведя все необходимые расчеты за каждое подразделение и разработав необходимые планирующие документы, региональный ОУ отправляет установленным порядком распоряжения по ТО в подчиненные подразделения связи.

На местном уровне ОУ ТО на основе полученного распоряжения организуют непосредственное взаимодействие с командирами (начальниками) соответствующих подразделений.

Кроме того, на местном уровне ОУ ТО планирует мероприятия по ТО подразделений с учетом полученных данных с вышестоящего органа управления и применение имеющихся органов ТО.

Вторая проблема. Возможности органов ТО подразделений связи не соответствуют возложенным на них задачам.

Анализ возможностей подразделения связи показал, что имеющимися силами и средствами решить возможные поставленные задачи по ТО, вышестоящим ОУ, невозможно.

В составе подразделений связи отсутствуют силы и средства по восстановлению отдельных типов техники связи. Органы ТО, находящиеся в подразделениях связи – старого парка, да и те, не в полном объеме, возможны определенные проблемы при проведении технической разведки и эвакуации техники связи, нет возможностей по восстановлению определенного типа техники связи.

Третья проблема. Вопросы организации и планирования применения органов ТО в подразделениях связи исследованы не в полном объеме.

Анализ показал, что не в полном объеме разработана структура планирующих документов по применению органов ТО, не в полном объеме определен порядок управления, подчиненность, порядок всех видов обеспечения, не в полном объеме определен порядок функционирования органов ТО.

Четвертая проблема. Отсутствие алгоритмов действий должностных лиц при взаимодействии с органами ТО военного округа на всех уровнях

Отсутствуют алгоритмы действий должностных лиц на всех уровнях в различные периоды действий, ответственных за ТО подразделений связи, по взаимодействию с соответствующими органами военного округа, командирами соответствующих подразделений. Нет механизма по взаимодействию с органами ТО, нет уставных документов, регламентирующих порядок взаимодействия.

Пятая проблема. Отсутствие структур определенных планирующих документов, регламентирующих применение органов ТО.

На различных уровнях управления не в полном представлены структуры планирующих документов по ТО, что приводит к отсутствию единых подходов при организации ТО в подразделениях связи.

Перечисленные основные проблемы позволили сформулировать возможные пути решения проблем, возникающих при организации ТО в подразделениях связи:

1. Совместное проведение исследований вопросов, связанных с ТО подразделений связи, в составе отдельно выделенных групп специалистов ОУ различных уровней.

2. Разработка предложений по составу и содержанию планирующих документов по ТО.

3. Подготовка специалистов по ТО подразделений связи по направлению подготовки 293200 «Управление техническим обеспечением войск (сил)».

Список литературы:

1. Управление подразделением в бою. Кн. 8. Материально-техническое обеспечение : учебное пособие / С. Н. Черный и др. – Смоленск : ВА ВПВО ВС РФ, 2012. – 166 с.

2. Абышко В. Ю. и др. Техническое обеспечение связи и автоматизации: Учебник. – СПб.: ВАС, 2010. – 320 с.

3. Техническое обеспечение подразделений МВД РФ. Часть первая. – Пермь: «Стиль-МГ», 2000. – 490 с.

Белов А.С., Скубьев А.В., Колкунов А.М.

Академия ФСО России, г. Орел

Способ мониторинга сети связи, функционирующей на распределенной территории

Качество функционирования современной сети связи (СС), функционирующей на распределенной территории во многом определяются их техническим состоянием [1]. Техническое состояние СС определяется некоторой совокупностью параметров и их значениями, поэтому современные телекоммуникационные системы, несмотря на неоднородность применяемого оборудования, конструктивную сложность, различные технологии создания, должны подвергаться достоверному контролю.

Анализ показал, что достоверность определения технического состояния СС на узлах связи не в полной мере удовлетворяет требуемым значениям, вследствие отсутствия возможности прогнозирования их технического состояния на заданный интервал времени [2].

С целью повышения достоверности диагностирования СС необходимо проводить постоянный мониторинг с целью определения их технического состояния с учетом прогнозирования. Это позволит должностным лицам принимать более обоснованные и своевременные решения на возможное прекращение резервных каналов и трактов.

Достоверность диагностирования возможно повысить за счет: новых технических решений, [3, 5] применение которых позволит увеличить объем статистических данных о возможных отказах, сбоях и ошибках при диагностировании.

Использование предлагаемого способа мониторинга СС позволит повысить достоверность ее диагностирования за счет вероятностного прогнозирования возникновения отказов, ошибок (сбоев) на заданный интервал времени.

С целью оценки достоверности диагностирования необходимо использовать, например, единичный показатель надёжности для восстанавливаемых объектов – среднюю наработку на отказ. Кроме того, использовать не точечную оценку, а интервальную оценку показателя надежности, используя известные аналитические выражения [4].

Анализ показал, что для повышения достоверности диагностирования следует увеличивать объем статистических данных об ошибках, сбоях и отказах – r . Увеличить объем статистических данных возможно при прогнозировании технического состояния средств связи на заданный интервал времени.

Реализовать заявленный способ предлагается в виде последовательности действий при мониторинге СС. (Рисунок 1)

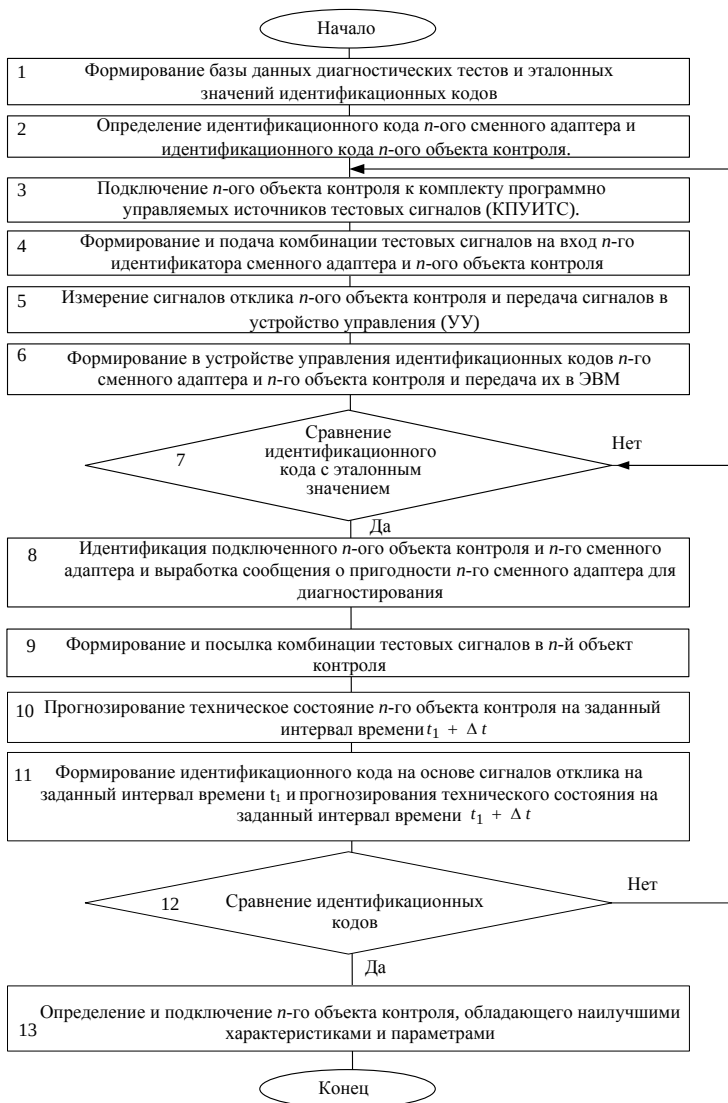


Рис. 1 - Последовательность действий при мониторинге СС.

В блоке 1 формируется база данных диагностических тестов и эталонных значений идентификационных кодов.

В блоке 2 определяется идентификационный код n -ого сменного адаптера и идентификационный код n -ого объекта контроля.

В блоке 3 подключение n -ого объекта контроля к комплексу программно управляемых источников тестовых сигналов (КПУИТС).

В блоке 4 формирование и подача комбинации тестовых сигналов на вход n -ого идентификатора сменного адаптера и n -ого объекта контроля.

В блоке 4 формирование и подача комбинации тестовых сигналов на вход n -ого идентификатора сменного адаптера и n -ого объекта контроля.

В блоке 5 измерение сигналов отклика n -ого объекта контроля и передача сигналов в устройство управления.

В блоке 6 формирование в устройстве управления идентификационных кодов n -го сменного адаптера и n -го объекта контроля и передача их в ЭВМ

В блоке 7 сравнение идентификационного кода с эталонным значением. При несовпадении идентификационных кодов – подключение n -ого объекта контроля к комплексу программно управляемых источников тестовых сигналов и цикл повторяется до совпадения идентификационных кодов n -го сменного адаптера и n -го объекта контроля. При совпадении идентификационных кодов n -го сменного адаптера и n -го объекта контроля переходит в блок 8.

В блоке 8 идентификация подключенного n -ого объекта контроля и n -го сменного адаптера и выработка сообщения о пригодности n -го сменного адаптера для диагностирования.

В блоке 9 формирование и посылка комбинации тестовых сигналов в n -й объект контроля.

В блоке 10 прогнозирование технического состояние n -го объекта контроля на заданный интервал времени $t_i + \Delta t$:

– мониторинг цифровых систем передачи на предмет определения r числа ошибок, сбоев, (отказов) в средствах и линиях связи

– определение средней наработки на отказ средства связи [4]

$$T_0 = \frac{1}{r} \sum_{i=1}^{\tau} t_i \quad (1)$$

где r – число отказов, сбоев (ошибок) за время испытаний;

t_i – интервал времени нормального функционирования n -ого объекта контроля.

– расчет вероятности безотказной работы [4]

$$P(t_i + \Delta t) = e^{-\lambda t} \quad (2)$$

где λ – интенсивность отказов.

– расчет коэффициента оперативной готовности [5]

$$K_{Op} = K_r \cdot P(t_i + \Delta t) \quad (3)$$

где K_r – коэффициент готовности [4].

$$K_r = \frac{T_0}{T_0 + T_{\text{в.ср}}} \quad (4)$$

$T_{\text{в.ср}}$ – среднее время восстановления

В блоке 11 формирование идентификационного кода на основе сигналов отклика на заданный интервал времени t_1 и прогнозирования технического состояния на заданный интервал времени $t_1 + \Delta t$.

В блоке 12 сравнение идентификационных кодов и передача их в ЭВМ. При несовпадении идентификационных кодов – алгоритм переходит в блок 3.

В блоке 13 определение и подключение n -го объекта контроля, обладающего наилучшими характеристиками и параметрами с учетом прогнозирования технического состояния.

В ходе исследований проведена экспериментальная проверка основных показателей системы диагностирования с учетом существующих методов и способов и сформулированных предложений. Результаты проверки показывают, что с учетом предложений основные показатели достоверности диагностирования увеличиваются.

Результаты исследования могут быть использованы при задании требований к надежности средств связи, а также могут быть использованы в учебном процессе академии ФСО России.

Список литературы

1. ГОСТ 20911-89. Техническая диагностика. Термины и определения. – М.: Издательство стандартов, 1989. – с.
2. Иванов И. С., Любимов В. А., Збиняков А. Н. и др. Техническое диагностирование средств связи. Пособие – Орел: Академия ФСО России, 2013. – 131 с.
3. В. В. Корнеев, А. В. Киселев. Современные микропроцессоры. -3-е изд. перераб. и доп. СПб.:БХВ-Петербург, 2003.-448 с.
4. Тихонов Б. Н. Техническое обеспечение связи. Часть I. Основы технической эксплуатации средств связи. Учебное пособие. – Орел: ОВВКУС, 1989. – 139 с.
5. Технические средства диагностирования: Справочник / В. В. Клюев [и др.]; под общ. ред. В. В. Клюева. – М.: Машиностроение, 1989. – 671 с.

Берлизев А.В., Булгаков Г.Н., Любимов В.А.

Академия ФСО России г. Орел

Обоснование трудоемкости технического обслуживания средств связи и автоматизации

В настоящее время в эксплуатацию поступает все больше технических средств, решающих задачи автоматизации прикладных процессов и функциональных задач. Для эффективного использования технических средств автоматизации и поддержание их в работоспособном состоянии необходимо своевременно и в полном объеме проводить все мероприятия по их техническому обслуживанию (ТО).

Вместе с тем, в эксплуатационной документации на средства ПЭВМ, оргтехнику заводы изготовители, как правило, не указывают необходимый перечень и периодичность проведения операций ТО. Это приводит к тому, что не в полном объеме и (или) несвоевременно обслуженная техника выходит из строя, снижается ее производительность, нарушаются технологические процессы. Также, следует отметить, что отсутствие перечня необходимых операций ТО, распределение их по видам, срокам проведения, времени, требуемый для их выполнения трудоресурс, применительно к конкретному техническому средству, значительно затрудняют процесс планирования и организации всех подготовительных и технологических операций ТО.

Вместе с тем, зная трудоемкость операций ТО, перечень принятых видов ТО, можно рассчитать и обосновать необходимый для их выполнения трудоресурс, сроки (время) на их проведения.

В соответствии с [1] под трудоемкостью технического обслуживания (ремонта) понимаются трудозатраты на проведение одного технического обслуживания (ремонта) данного вида. Эти показатели определяют комплексный ресурс (временной, людской) для проведения всего (заданного) перечня операций (работ), по ТО данного вида.

В общем виде трудоемкость ТО (ремонта) технического средства определяется выражением:

$$W = A \times t \text{ (ч. час.)}, \quad (1)$$

где: A – количество специалистов участвующих в проведении работ (операций) по ТО (ремонту) данного вида;

t – время затрачиваемое на проведение ТО (ремонта).

При наличии сведений (норм) о трудозатратах на составные части (операции, работы) по проведению определенного вида ТО и, исходя из определения, трудоемкость ТО (ремонта) может быть представлена выражением:

$$W = \sum_{k=1}^n W_k, \quad (2)$$

где W_k - трудозатраты на выполнения k -ой операции (работы) ТО из всего перечня работ (n) (ч. час.)

Задача определения перечня работ, трудозатрат на их выполнение может быть решена на основе действующих руководящих документов [2,3]. Этими документами установлены типовые нормы времени на работы по техническому обслуживанию базовых технических средств информационных систем и телекоммуникационного оборудования, находящихся в эксплуатации в подразделениях исполнительных органов государственной власти.

Нормы времени на работы (операции), отсутствующие в [2,3], могут быть получены на основе данных и опыта работников, занятых в проведении технического обслуживания новых образцов технических средств.

Для технических средств инфокоммуникационных систем (в том числе и АСУ) принята стратегия периодического технического обслуживания. Периодическое ТО подразумевает выполнение ряда работ (операций) через установленные в эксплуатационной документации значения наработки или интервала времени. Виды ТО определены ведомственными руководящими документами.

Также необходимо учесть, что завод-изготовитель может рекомендовать свои, отличные от ведомственных нормативных документов, виды ТО, имеющие другую периодичность. В этом случае, рекомендованный вид ТО проводится (совмещается) с более низким, или высоким по периодичности. Например, если требуется проводить отдельные операции ТО еженедельно (ЕнТО), то срок проведения этого ТО совмещается с проведением очередного ежедневного ТО (ЕТО) или ТО-1.

В основе расчета трудоемкости определенного вида ТО (ежедневного, ТО-1, ТО-2 соответственно - $W_{ЕТО}$, $W_{ТО1}$, $W_{ТО2}$), лежат суммарные трудозатраты на проведение основных операций (работ) W_k , предусмотренных эксплуатационной (или другой нормативной) документацией.

Таким образом, зная трудозатраты на операции, определенные в перечне вида ТО i -го образца ($W_{ЕТОi}$, $W_{ТО1i}$, $W_{ТО2i}$) можно получить оценку трудоемкости каждого вида ТО.

Применительно к технологии проведения ТО, необходимо учесть, что каждый последующий вид ТО включает в себя операции (работы), а значит и трудозатраты предыдущего вида. Так трудоемкость ЕТО для i -го образца будет определяться выражением:

$$W_{ЕТОi} = \sum_{k=1}^n W_{ЕТОk}, k=1,n, \quad (3)$$

где $W_{ЕТОk}$ - трудозатраты на k -ую операцию, включенную в перечень операций ЕТО образца;

n - количество операций (работ) ежедневного ТО i -го образца.

Тогда трудоемкость ТО-1 i -го образца будет рассчитываться с учетом трудоемкости ЕТО и трудозатрат на операции ТО-1:

$$W_{ТО1i} = \sum_{k=1}^n W_{ТО1k} + W_{ЕТОi}, k=1,n \quad (4)$$

В соответствии с данным подходом рассчитывается трудоемкость последующих видов ТО (сезонное техническое обслуживание - СО, ТО-2 и др.).

Выводы:

Рассмотренный подход по обоснованию трудоемкости технического обслуживания средств автоматизации и оргтехники позволяет практически решить ряд задач, связанных с расчетом и определением трудозатрат на проведение требуемых операций для различных видов ТО, расчета трудоемкости их выполнения и обоснования необходимого трудоресурса для полного и качественного их выполнения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 28.001 – 83 Система технического обслуживания и ремонта техники
2. ОСТ 115.008-2001 «Отраслевая система стандартизации. Классификатор видов экономической деятельности, продукции и услуг информатизации.
3. Межотраслевые типовые нормы времени на работы по техническому (сервисному) обслуживанию и ремонту персональных электронно-вычислительных машин и телекоммуникационного оборудования, организационной техники и сопровождению программных средств. Постановление Министерства труда и социального развития Российской Федерации от 23 июля 1998 года № 28.

Булгаков Г.Н., Лазарев С.Н., Любимов В.А.

Академия ФСО России, г. Орел

Сравнительная оценка вариантов выбора мобильных средств технического обеспечения

Техническая готовность эксплуатируемых в подразделениях связи технических средств во многом определяется насколько быстро (своевременно), качественно и в полном объеме будут проведены мероприятия технического обслуживания, ремонта, эвакуации и др. Для эффективного решения данных задач в штатах подразделений связи предусмотрены аппаратные технического обеспечения (АТО), подвижные авторемонтные мастерские (АРМ), подвижные эвакуационные средства.

Промышленностью выпускается широкая номенклатура мобильных (подвижных) средств технического обеспечения (ПСТО), отличающихся разнообразием функций, возможностей, технических характеристик, массогабаритных показателей и имеющих разную стоимость. С учетом рассмотренного, зачастую, возникает задача обоснованного выбора конкретных АТО, АРМ из имеющейся номенклатуры ПСТО.

Оценка выбора может проводиться на основе некоторой совокупности показателей характеризующих функциональные, технические, технологические свойства и стоимостные затраты ПСТО. При этом ПСТО рассматриваются отдельно для средств связи и средств подвижности.

В качестве исходных данных принято:

имеющееся множество образцов ПСТО – конечно;

номенклатура (типы) сравниваемых ПСТО определена, количество известно;

имеется перечень показателей рассматриваемых ПСТО, характеризующих, функциональные, стоимостные, технические, технологические свойства, производительность и др.;

представленные показатели имеют количественные значения.

Рассмотренная задача, с учетом принятых исходных данных, а также в предположении что априорно известны значения рассматриваемых показателей и они неизменны во времени, формулируется как задача принятия решения в условиях определенности. Принятые условия позволяют сделать вывод, что она носит многокритериальный характер [1–2].

Применение множества критериев для оценки альтернатив (вариантов)

А, выбора мобильных средств технического обеспечения из представленной номенклатуры обусловлена различием значение показателей, характеристик вариантов и многообразием достигаемых при решении проблемы целей. Это обусловлено тем, что рассматриваемые альтернативы построения ПСТО обладают однородными свойствами, показателями, но разными значениями

показателей и характеристик, которые можно представить критериями $K_1, K_2, \dots, K_n$. Тогда каждому варианту A_i можно сопоставить n -мерный вектор (кортеж) вида: $x_i = (x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{in})$. Компонентами данного кортежа будут числовые оценки $x_{ig} = K_g(A_i)$ характеристик альтернатив (варианта) по шкалам X_g критериев K_g , $g = \overline{1, n}$. В этом случае каждая альтернатива (вариант) A_i оценивается по нескольким критериям, которые будут являться критериями выбора альтернатив (варианта) и мерой оценки качества решения.

Каждый такой критерий является числовой функцией $y = f(x)$, где x – скалярная или векторная переменная. Качество варианта A_i при наличии нескольких рассматриваемых свойств характеризуется n -мерным вектором $y_i = (y_{i1}, y_{i2}, \dots, y_{in})$, координатами которого будут оценки по частным критериям качества $y_{ik} = f_k(x_i)$.

Для сравнительной оценки и обоснования выбора ПСТО предлагается следующая последовательность.

1. Формирование множества альтернатив (вариантов решений) A_i . Сформированное множество должно быть конечным. При этом проводится выбор ПСТО из множества имеющихся. Выбор осуществляется с учетом требований, предъявляемых к ПСТО обеспечиваемых технических средств (связи, подвижности).

2. Выбор показателей, составление их перечня. Проводится выбор наиболее значимых параметров (технических, функциональных характеристик, стоимостных показателей, показателей производительности и др.), их численные значения. Составленный перечень показателей должен комплексно характеризовать образец (техническую, технологическую, функциональную и экономическую составляющие сравниваемых образцов). Показатели (критерии) необходимы для проведения сравнительной оценки сформированных вариантов. Это обусловлено тем, что созданный вариант альтернативных объектов ПСТО обладает многими свойствами, характеризующимися общими показателями (параметрами характеристиками) и выражаются конкретными критериями $K_1, K_2, \dots, K_n$.

При этом каждому варианту A_i будет соответствовать n -мерный вектор (кортеж) вида $x_i = (x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{in})$ и проведена оценки показателей (критериев) x_{ig} по шкале X_g .

3. Проведение нормирования. Цель нормирования значений критериев (показателей) – решение задачи сопоставимости разнородных показателей. Это связано с тем, что числовые шкалы многих используемых для сравнения показателей вариантов образцов ПСТО имеют различные размерности, размах шкалы. Шкалы X_g частных числовых критериев K_g , $g = \overline{1, n}$, в рас-

сравниваемой задаче сравнения альтернативных вариантов, имеют разные единицы измерения и для оценки по выбранным показателям (критериям) необходимо сделать их безразмерными. Для этого можно использовать следующие выражения[1]:

$$x_g^1 = x_g / x_g^{\max} ; \quad (1)$$

$$x_g^1 = x_g / (x_g^{\max} - x_g^{\min}) ; \quad (2)$$

$$x_g^1 = (x_g - x_g^{\min}) / (x_g^{\max} - x_g^{\min}) ; \quad (3)$$

где $x_g^{\max}$ и $x_g^{\min}$ – максимальные и минимальные оценки по g -му критерию, характеризующие размах шкалы, в сравниваемых образцах ПСТО.

4. Решение задачи агрегирования. Проводится свертка полученных значений отдельных показателей в общий интегральный показатель. Он формируется на основе аддитивной свертки: выражается в виде суммы частных критериев для рассматриваемых альтернатив (вариантов):

$$f(x) = \sum_{i=1}^h f_i . \quad (4)$$

5. Выбор наилучшего варианта. На заключительном этапе осуществляется оценка вариантов по максимальному значению интегрального (обобщенного) показателя:

$$y \rightarrow \max, \quad y = f(x), \quad x \in X \subseteq W, \quad f: W \rightarrow R^m .$$

Вывод: Предложенная последовательность оценки вариантов выбора ПСТО носит комплексный характер, так как учитываются индивидуальные и интегральные показатели, имеет ясный физический смысл, обладает универсальностью. Она несложная в применении на практике, т. к. построена на известных методах оптимизации. В практике расчетов может быть использована для обоснованного выбора однородных (одной номенклатуры) технических средств. Для уточнения оценок, повышения их достоверности методика может быть доработана с использованием коэффициентов, учитывающих важность и значимость сравниваемых критериев (показателей).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Петровский, А. Б. Теория принятия решений / А. Б. Петровский. – М. : Издательский центр "Академия", 2009. – 400 с.
2. Спицнадель, В. Н. Теория и практика принятия оптимальных решений: Учебное пособие / В. Н. Спицнадель. – СПб.: Издательский дом "Бизнес пресса", 2002. – 393 с.

Волощенко И.С., Лазарев С.Н.

Академия ФСО России г. Орел

Основные направления совершенствования военной автомобильной техники

Дальнейшее совершенствование военной автомобильной техники (ВАТ) определяется Концепцией развития ВАТ Вооруженных Сил Российской Федерации на период до 2020 года, утвержденной министром обороны России в январе 2010 года. Основой концепции стал анализ боевых потерь личного состава и техники в военных операциях последнего десятилетия, изучение зарубежного опыта создания и использования броневосемейств, их боевых возможностей, а также средств обнаружения и поражения противника [1]. Главная цель – полное и всестороннее удовлетворение потребностей Вооруженных Сил Российской Федерации в ВАТ, развитие ее основных классов в составе перспективных высокоунифицированных семейств.

Так, в типаж до 2020 года включены только те образцы ВАТ, которые отвечают перспективным требованиям войск и обладают достаточным уровнем тактико-технических характеристик. Предполагается, что это позволит повысить боевые возможности военной автомобильной техники, используемой в силовых структурах России.

ВАТ уже давно производится на основе широкой унификации с грузовыми полноприводными автомобилями гражданского назначения, т. н. автомобили двойного назначения. В связи с этим их технический уровень и качество, насыщенность наукоемкими комплектующими, стоимостные показатели и конкурентоспособность определяются общими решениями проблем автомобилестроения.

Дальнейшее развитие силовых структур предъявляет к ВАТ высокие требования. Они продиктованы тем, что ВАТ должна использоваться в боевой обстановке, при постоянной угрозе поражения огнем противника, в локальных конфликтах, в непредсказуемых очаговых столкновениях. Группам военнослужащих нередко приходится действовать в отрыве от своих частей, абсолютно самостоятельно. Поэтому, кроме привычных технических характеристик, от армейских автомобилей требуется еще и скрытность, защищенность и живучесть. Выдвигая свои нормативы производителям, заказчики сориентированы на самые высокие показатели, достигнутые сейчас в мире.

Это определяет поиск направлений совершенствования ВАТ. К ним можно отнести [1, 2]:

повышение надежности за счет создания узлов, агрегатов и систем, обеспечивающих безотказную работу, а также развития и внедрения встроенных систем диагностики и предупреждения о предельном состоянии;

снижение уровня заметности, повышение скрытности и защищенности базовых шасси за счет снижения уровня инфракрасного, акустического, оптического и радиоизлучения;

повышение уровня готовности к применению за счет снижения времени подготовки техники к использованию в различных, в т. ч. экстремальных, природно-климатических и температурных условиях;

повышение мобильности за счет обеспечения высоких максимальных и средних скоростей движения по всем видам дорог и местности;

снижение затрат на протяжении всего жизненного цикла автомобильного шасси от его разработки, серийного производства, эксплуатации и утилизации.

Как показывает проведенный анализ, дальнейшее совершенствование ВАТ требует поиск и реализацию конструкторских предложений, новых материалов и технологий, решения организационных вопросов и привлечения всего накопленного опыта и знаний. В соответствии с этим перспективное развитие ВАТ, поддержание технического уровня парка машин, отвечающего требованиям готовности и боеспособности силовых структур России, следует вести по двум основным направлениям:

а) комплектование новыми образцами ВАТ под монтаж вооружения и военной техники;

б) проведение ОКР по модернизации серийно выпускаемых образцов ВАТ, организуемые как на заводах автомобильной промышленности, так и в подразделениях силовых структур.

Для достижения поставленных целей ставится вопрос о решении ряда задач [1, 3, 4, 5, 6].

Существенное сокращение номенклатуры и количества семейств ВАТ, используемых в Вооруженных Силах.

Разработка перспективных образцов ВАТ в составе унифицированных семейств с реализацией в их конструкции существующего научно-технического задела в части комплексной защищенности, подвижности, готовности и надежности.

Закупка новой современной автомобильной техники для Вооруженных Сил.

Вывод из состава Вооруженных Сил физически и морально устаревшей ВАТ.

Организация в Вооруженных Силах совместно с промышленностью системы технического надзора.

Создание в долгосрочной перспективе научно-технического задела для обеспечения паритета отечественной и зарубежной ВАТ.

Сохранение и наращивание научно-технической и технологической базы производства ВАТ.

Предполагается, что решение вышеперечисленных задач обеспечит повышение таких важнейших показателей ВАТ как максимальная скорость движения и проходимость, не менее чем на 15–25 %.

В перспективе будет выполнено еще одно принципиальное требование: перевод армейских автомобилей малой грузоподъемности на дизельные двигатели, чтобы полностью отказаться от использования бензина. Решив эту задачу, будет проще обеспечивать войска однотипным топливом, заметно сократится номенклатура применяемых масел и смазок. Это связано с тем, что армейский парк автомобилей большой грузоподъемности по причинам боевого характера давно уже дизельный.

Сравнивая нормативы НАТО и российские военные стандарты, несложно сделать вывод, что требования, предъявляемые к российской технике не ниже зарубежных, а по некоторым характеристикам и выше [7, 8]. Например, по плавности хода автомобилей, по устойчивости и управляемости, по эксплуатационной технологичности и др.

В настоящее время работы по совершенствованию перспективных образцов ВАТ проводятся сотрудниками научно-исследовательского испытательного центра автомобильной техники 3 Центрального научно-исследовательского института Министерства обороны Российской Федерации (Бронницы, Московская область). Располагая современной лабораторно-исследовательской испытательной базой, институт участвует совместно с гражданскими предприятиями и научно-исследовательскими институтами в разработке новых образцов военных автомобилей, их обследовании на всех этапах жизненного цикла, в модернизации устаревшей техники.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Перспективы развития военной автомобильной техники на период до 2020 г.: материалы 77-й международной научно-технической конференции ААИ "Автомобиле- и тракторостроение в России: приоритеты развития и подготовка кадров" / А. А. Шевченко, начальник Главного автобронетанкового управления Министерства обороны РФ. – М., 2012. – С. 20–22.

2. Оружие России : информационное агентство / Вооружения, военная и специальная техника // <http://www.arms-expo.ru>.

3. Шевченко, А. А. Решающий фактор мобильности // Военно-промышленный курьер. Выпуск № 21 (337) 2 июня 2010 г. // <http://vpk-news.ru/articles/6764>.

4. Маев, С. Автопарк для войск // Армейский сборник. – 2002. – № 5. С. 31–34.

5. Об утверждении Стратегии развития автомобильной промышленности Российской Федерации на период до 2020 года : приказ Минпромторга РФ от 23.04.2010 г. № 319 / <http://www.consultant.ru/document/frame=3>.

6. Основные направления использования и дальнейшего развития автомобильных базовых шасси для монтажа серийных, модернизируемых и вновь создаваемых образцов вооружения и военной техники на период до 2020 г.: материалы научно-практической конференции (14–16 августа 2006 года) // www.vpk-news.ru.

7. Шелепенков, М. А. Развитие отечественной военной автомобильной техники // Журнал "Грузовик Пресс". // <http://www.gruzovikpress.ru> – М.: РИА Россбизнес. – 2012. – № 6.
8. Военно-промышленный курьер // www.vpk.news.ru.

Гречишников Е.В., Добрышин М.М.

Академия ФСО России, г. Орел

Оценка способности узла виртуальной частной сети предоставлять услуги связи в условиях противодействия и DDoS-атакам

В настоящее время значительная доля управления государством и крупными компаниями осуществляется с помощью применения различных сетей связи. Организациями, занимающимися информационной безопасностью предлагаются множество решений, для успешной борьбы с различными видами киберугроз. Однако, на основании статистических данных этих же организаций фиксируется увеличение количества киберугроз, роста финансовых и иных убытков [1-3].

В связи с распространением программного обеспечения, позволяющего несанкционированно анализировать злоумышленникам передаваемые потоки информации, циркулирующие в Единой Сети электросвязи Российской Федерации (ЕСЭ РФ), в том числе с целью анализа передаваемой информации, все больше государственных и частных корпораций используют защищенные сети связи. Одним из вариантов построения защищенных сетей связи является использование технологий виртуальных частных сетей (Virtual Private Network – VPN) [4]. Использование данной технологии для построения защищенной сети связи затрудняет ведение ряда технических компьютерных разведок. Однако в том случае если злоумышленник стремится определить топологию сети и идентифицировать элементы этой сети, технология VPN не всегда достаточно эффективна. Использование технологии VPN не обеспечивает в полной мере необходимой защищенности от сетевой и поточковой разведок. Об эффективности ведения данных разведок можно судить косвенно по результатам воздействий на элементы VPN [5,6].

Анализ статистики показывает, что злоумышленники все чаще используют «грубую силу» для деструктивных воздействий на указанные сети. В качестве эффективного средства борьбы с защищенными сетями связи прибегают к использованию различных DDoS-атак (Distributed Denial-of-Service). Анализ динамики изменения параметров DDoS-атак за прошедшие несколько лет, показывает что количество DDoS-атак, их длительность и мощность неуклонно растут, а в следствии этого растет и ущерб, наносимый этими атаками [1-3]. В связи с этим, о высокой эффективности и необходимости использования данных атак упоминается в книге «Кибер война в перспективе: Российская агрессия против Украины» [7].

В виду того, что изменились принципы ведения разведки и деструктивных воздействий на сети связи [8], в том числе и на VPN, для обеспечения

требуемой достоверности определения защищенности элементов сети связи, необходимо уточнение этих параметров.

Показатели защищенности характеризуют способность элемента VPN предоставлять услуги связи абонентам различных категорий в заданном минимальном объеме, необходимом для обеспечения связи в условиях ведения ТКР, DDoS-атак, эксплуатационных отказов и сбоев. Основными параметрами, характеризующими качество обслуживания абонентов, являются своевременность соединения и доступность информационных ресурсов [9]. Рассмотрим основные показатели защищенности элементов VPN от сетевой и потоковой компьютерных разведок (СиП КР) и DDoS-атак в зависимости от соотношения и характеристик следующих показателей.

Вероятность вскрытия элемента VPN ($P_{\text{вскрj}}(t_{\text{функj}})$) средствами СиП КР j – го противника:

$$P_{\text{вскрj}}(t_{\text{функj}}) = 1 - e^{-\frac{t_{\text{функj}} K_1 K_2}{\bar{T}_{\text{вскрj}}}}, \quad (1)$$

где K_1 – коэффициент вскрытия j – м злоумышленником, K_2 – коэффициент контраста z – го элемента VPN, $\bar{T}_{\text{вскрj}}$ – среднее время вскрытия j – м злоумышленником элемента VPN [10,11].

Вероятность подавления элемента VPN ($P_{\text{атакj}}(t_{\text{функj}})$) DDoS-атакой j – го злоумышленника [10]:

$$P_{\text{атакj}}(t_{\text{функj}}) = 1 - e^{-\frac{(t_{\text{функj}} - \bar{T}_{\text{атакj}}) K_3 K_4}{\bar{T}_{\text{атакj}}}}, \quad (2)$$

где K_3 – коэффициент эффективности атаки j – го злоумышленника на элемент VPN, K_4 – коэффициент способности системы защиты z – го элемента VPN противодействовать атакам, $\bar{T}_{\text{атакj}}$ – среднее время атаки j – м злоумышленником [11].

Вероятность предоставления нескольких услуг связи, j – му абоненту элемента VPN ($Q_{ji}(t)$):

$$Q_{ji}(t) = e^{-\frac{R_{\text{факт}}(t) - \sum_{i=1}^k R_{yi}(t)}{R_{\text{обy}}(t) - R_{\text{обy}}}}, \quad (3)$$

где $R_{\text{факт}}(t)$ – сетевой ресурс предоставляемый доверенным оператором связи с учетом деструктивного влияния СиП КР и DDoS-атаки; $\sum_{i=1}^k R_{yi}(t)$ – сетевой ресурс необходимый для обеспечения kx услуг связи, j – го абонента элемента VPN, $R_{\text{обy}}$ – сетевой ресурс необходимый для обеспечения требуемыми услугами связи всех абонентов.

$$R_{\text{факт}}(t) = R_{\text{обy}}(t) - R_{\text{атак}}(t), \quad (4)$$

где $R_{\text{атак}}(t)$ - сетевой поток, создаваемый атакующей сетью злоумышленника.

$$R_{\text{обы}}(t) = \sum_{j=1}^J \sum_{i=1}^I R_{ji}(t) \quad (5)$$

где J – количество абонентов элемента VPN, I – количество услуг связи, предоставляемых абонентам элемента VPN.

Вероятность своевременного восстановления элемента VPN после деструктивного информационно-технического воздействия со стороны злоумышленника ($Q_b(t)$) [12]:

$$Q_b(t) = e^{-\mu_b t}, \quad (7)$$

где μ_b – интенсивность противодействия DDoS-атаке системой управления сетью.

$$\mu_b = \frac{\lambda_{\text{botNet}}(t)}{\lambda_{\text{сус}}(t)}, \quad (8)$$

где $\lambda_{\text{botNet}}(t)$ – интенсивность отправки пакетов атакующей сети злоумышленника; $\lambda_{\text{сус}}(t)$ – быстроедействие системы управления сетью.

Таким образом, выбраны основные показатели защищенности от СиП КР и DDoS-атак:

Уточненная совокупность параметров, характеризующих защищенность элемента VPN от ведения СиП КР и DDoS-атак, обеспечивает повышение достоверности прогнозирования предоставляемых услуг связи абонентам элемента VPN, вследствие чего, повышается защищенность элементов VPN за счет своевременного принятия мер по упреждающему реконфигурированию VPN и противодействию сетевым атакам.

Литература

1. Лаборатория Касперского. DDoS-атаки в третьем квартале 2015 года [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://business.kaspersky.ru/Botnet_DDoS_attacks_in_Q3_2015/October/2015/text.pdf.

2. DDoS-атаки в третьем квартале 2015 года [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.comss.info/page.php?al=DDoS_ataki_v_tretem_kvartale_2015_goda.

3. Лаборатория Касперского. Счет, пожалуйста: «Лаборатория Касперского» оценивает, во сколько обходится устранение последствий DDoS-атак [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.kaspersky.ru/about/news/virus/2015/schet_pozhaluista_laboratoriia_kaspersqogo_ocenivaet_vo_sqolqo_obhoditsia_ustranenie_posledstvii_ddos-ataq.

4. Технология MPLS L3VPN. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.olifer.co.uk/new_rus/CN-4ed/aditions/MPLS_L3_VPN-final.html.

5. Пахомов С.И. Анализаторы сетевых пакетов. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://compress.ru/Article.aspx?id=16244>.
6. Додонов, А.Г. и др. Конкурентная разведка в компьютерных сетях. – Киев. ИПРИ НАН Украины, 2013. – 250 с.
7. Cyber War in Perspective: Russian Aggression against Ukraine / NATO CCD COE Publications, Tallinn 2015 г. 175 с.
8. Cisco. "Тихой сапой" — принцип кибератак последнего поколения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.cisco.com/web/RU/news/releases/txt/2015/02/020215e.html>.
9. Р 50.1.056-2005 Рекомендации по стандартизации. Техническая защита информации. Основные термины и определения. 17 с.
10. Гречишников Е.В., Добрышин М.М. Оценка защищенности элементов сети связи при информационно-технических воздействиях. Сборник трудов XXXIV Всероссийской научно-технической конференции / Проблемы эффективности и безопасности функционирования сложных технических и информационных систем // Ч. 6. Военная академия ракетных войск стратегического назначения им. Петра Великого. г. Серпухов, Московская область 2015 г. С.11-14.
11. Гречишников Е.В., Добрышин М.М. Предложения по оценке ущерба наносимого DDoS-атаками сетевым ресурсам. Сборник докладов XVI Всероссийской научно практической конференции «Проблемы развития и применения средств ПВО на современном этапе. Средства ПВО России и других стран мира, сравнительный анализ / Ярославское высшее военное училище ПВО. – Ярославль, 2015. С.346-348.
12. Боговик, А.В. и др. Эффективность систем военной связи и методы ее оценки. Санкт Петербург: Военная академия связи, 2006. 183 с.

Гречишников Е.В., Добрышин М.М.

Академия ФСО России, г. Орел

Алгоритм мониторинга защищенности узла виртуальной частной сети от DDoS-атак в условиях эксплуатационных отказов и сбоев

Алгоритм предназначен для должностных лиц, планирующих процесс управления виртуальными частными сетями (VPN). Основными задачами, решаемыми с использованием разработанного алгоритма, являются: оценка способности узла VPN предоставлять заданному количеству абонентов, определенного количества услуг связи в условиях противодействия DDoS-атакам и эксплуатационных отказов и сбоев, планирование мероприятий по повышению быстродействия и определения значений параметров системы обнаружения, предупреждения и противодействия (СОПП) DDoS-атак [1].

Сущность предлагаемого алгоритма основывается на обеспечении заданных значений коэффициента контраста параметров узла VPN интегрированного в ЕСЭ РФ; управлении количеством контролируемых параметров функционирующих точек мониторинга СОПП; управлении количеством предоставляемых услуг связи абонентам узла VPN [2].

Функциональная схема мониторинга защищенности VPN от DDoS-атак в условиях эксплуатационных отказов и сбоев представлена на рис. 1.

Предлагаемый алгоритм направлен на решение следующих задач:

- определение показателей характеризующих защищенность узла VPN от DDoS-атак;
- мониторинга отказов в обслуживании абонентов вызванных DDoS-атаками, эксплуатационными отказами и сбоями;
- управления предоставлением услуг связи различным категориям абонентов узла VPN в условиях ведения DDoS-атак, а так же эксплуатационных отказов и сбоев;
- управления производительностью СОПП и повышению достоверности определения признаков DDoS-атак, эксплуатационных отказов и сбоев;
- своевременной реконфигурации VPN в условиях ведения DDoS-атак, а так же эксплуатационных отказов и сбоев.
- определение значений показателей защищенности VPN, интегрированной в ЕСЭ РФ от DDoS-атак.

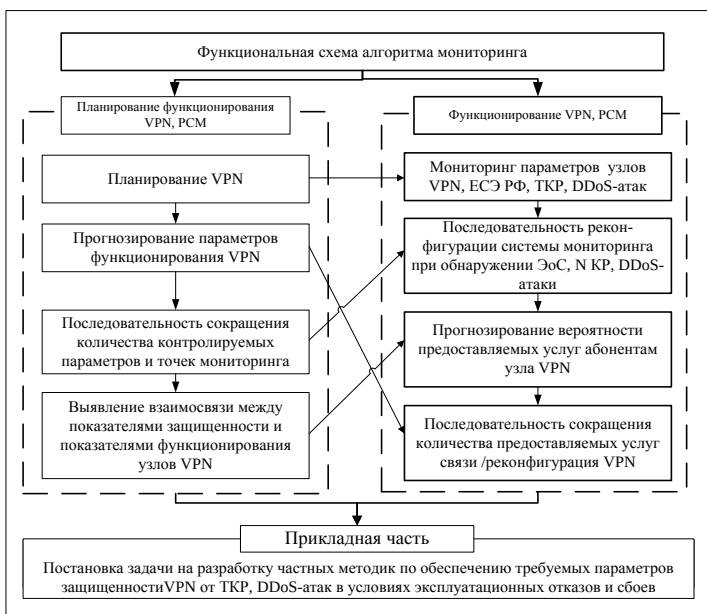


Рис.1 Функциональная схема алгоритма мониторинга защищенности узлов VPN от DDoS-атак в условиях эксплуатационных отказов и сбоев

Основными исходными данными являются [3-5]:

- состав и топология VPN;
- количество резервных каналов по направлениям связи между узлами VPN;
- среднее время восстановления соединения;
- время квазистационарного состояния узла VPN;
- вероятность вскрытия узла VPN средствами технической компьютерной разведки;
- коэффициент контраста узла VPN в признаковом пространстве ЕСЭ РФ;
- значения параметров однотипного узла связи ЕСЭ, функционирующего в указанном сегменте ЕСЭ РФ;
- значение i – го параметра узла VPN, функционирующего в указанном сегменте ЕСЭ РФ;
- вероятность подавления узла VPN;
- значение сетевого ресурса, используемого для предоставления y –ой услуги связи;
- значение сетевого ресурса предоставляемого узлу VPN, доверенным оператором связи;
- количество абонентов k – й категории, узла VPN;

- максимальная мощность атаки проводимой $j - m$ противником на узел VPN.

Частными показателями предлагаемого алгоритма являются [3,4]:

- коэффициент корреляционных связей между, контролируемые параметры точки мониторинга СОПП;
- коэффициент корреляционных связей между значениями параметров различных точек мониторинга, распределенной системы мониторинга;
- среднее время восстановления услуг связи элемента ССН;
- среднее время восстановления работоспособности элемента ССН подверженного информационно-техническому воздействию;
- коэффициент готовности (коэффициент исправного действия);
- время установления своевременного соединения.

Выходные показатели алгоритма мониторинга:

- вероятность предоставления определенной услуги связи абоненту узла VPN;
- вероятность предоставления группы услуг связи различным категориям абонентов узла VPN;
- вероятность обеспечения абонентов узла VPN требуемыми услугами связи в условиях ведения DDoS-атаки, эксплуатационных отказов и сбоев;
- вероятность своевременной передачи сообщений;
- вероятность своевременного восстановления узла VPN после деструктивного информационно-технического воздействия со стороны противника.

Основными ограничениями являются [3,4,6]:

- одновременно узел VPN может быть подвержен одной DDoS-атаке или произойти один эксплуатационный отказ или сбой;
- временной ресурс действия злоумышленника по подавлению узла VPN ограничен;
- среднее время и средняя мощность проведения DDoS-атак соизмеримы со среднестатистическими значениями.

Основными допущениями являются:

- злоумышленник не всегда полностью информирован о характеристиках VPN и его информированность на различных этапах функционирования VPN является различной;
- в районе развертывания и функционирования узла VPN, функционируют сторонние узлы ЕСЭ РФ;
- доверенный оператор связи РФ обеспечивает требуемые значения параметров качества сетевых соединений.

Использование алгоритма мониторинга защищенности узла VPN, интегрированной с ЕСЭ РФ от DDoS-атак позволит оптимизировать процесс планирования, развертывания и функционирования VPN с учетом требований предъявляемым к качеству предоставляемых абонентам услуг связи.

Список литературы:

1. Гречишников Е.В., Добрышин М.М. Оценка защищенности элементов сети связи при информационно-технических воздействиях. Сборник трудов XXXIV Всероссийской научно-технической конференции / Проблемы эффективности и безопасности функционирования сложных технических и информационных систем // Ч. 6. Военная академия ракетных войск стратегического назначения им. Петра Великого. г. Серпухов, Московская область 2015 г. С.11-14.
2. Величко В.В., Попков Г.В. и др. Модели и методы повышения живучести современных систем связи. Москва: Горячая линия-Телеком, 2014. – 270 с.
3. Гречишников Е.В., Добрышин М.М. Предложения по оценке ущерба наносимого DDoS-атаками сетевым ресурсам. Сборник докладов XVI Всероссийской научно-практической конференции «Проблемы развития и применения средств ПВО на современном этапе. Средства ПВО России и других стран мира, сравнительный анализ / Ярославское высшее военное училище ПВО. – Ярославль, 2015. С.346-348.
4. Гречишников Е.В., Добрышин М.М., и др. Научно-техническое предложение по диагностированию каналов передачи цифровой информации. Телекоммуникации. 2015. № 7. С. 38-42.
5. Гордиенко Б.А., и др. Основы построения и функционирования сетей военной телефонной связи и их систем коммутации. Санкт-Петербург: ВАС, 1993. – 264 с.
6. Андрончик, А. Н. Сетевая защита на базе технологий фирмы Cisco Systems. Практический курс: учеб. Пособие. Екатеринбург: Уральский университет 2014. – 180 с.

Демин А.Ю., Черепков С.А.

Академия ФСО России г. Орел

Систематизация требований, предъявляемых к современной военной автомобильной технике

К современной военной автомобильной технике (ВАТ) предъявляются требования конструкционного, технологического, эргономического и эксплуатационного характера.

К ним можно отнести:

- соответствие типу, принятому на данном отрезке времени;
- перспективность;
- оптимальное сочетание тягово-скоростных, тормозных свойств, плавности хода, подвижности и проходимости, устойчивости движения и управляемости;
- высокая надежность конструкции при низкой себестоимости производства и эксплуатации;
- минимальные объемы работ по техническому обслуживанию;
- простая и компактная конструкция автомобиля, минимальная масса и габариты при сравнительно большом коэффициенте грузоподъемности;
- комфортабельность автомобиля для водителя, экипажа и личного состава;
- легкость управления автомобилем;
- возможность эксплуатации автомобиля в различных или заданных климатических и дорожных условиях.

На основании этих требований осуществляется разработка технического задания, а также определяются основные параметры проектируемого автомобиля.

Общие требования к ВАТ можно разделить на четыре группы [1]:

- военно-технические;
- производственно-технические;
- эксплуатационно-технические;
- конструктивные.

Военно-технические требования.

1. Требования к условиям использования.

Машины должны быть рассчитаны на эксплуатацию по всем видам дорог и местности различного состояния и условиях:

- при температуре воздуха $-50 - +50^{\circ}\text{C}$;
- относительной влажности до 98%;
- запыленности воздуха до $1,52 \text{ г/м}^2$;
- скорости ветра до 20 м/с ;
- на высоте до 3000 м (кратковременно до 4000 м).

2. Требования готовности к функционированию.

Время готовности машин к движению после длительной стоянки (включая подогрев, пуски работу двигателя на холостом ходу при температуре до -45°C) не должно превышать 25 мин.

3. Требования к живучести.

Автомобили не должны получать повреждений, препятствующих их дальнейшему использованию по назначению от применения оружия массового поражения:

- выдерживать воздействие ударной волны;
- иметь экран для ослабления гамма-излучения, а также для защиты от пуль и осколков;
- иметь возможность подключения ДК-4;
- стекла кабины не должны разрушаться с ранящими осколками;
- система электрооборудования должна сохранять работоспособность после воздействия проникающей радиации.

4. Требования по транспортабельности.

Машины должны быть приспособлены для погрузки на железнодорожный, водный и воздушный транспорт, в том числе в негерметичных отсеках на высоте до 10 тыс. м.

Производственно-технические требования.

1. Конструкция машины должна обеспечить:

- размеры по ширине: 2-х местные – 1250 мм, 3-х местные – 1700 мм;
- температура воздуха внутри машины, при -45°C на открытом воздухе, должна быть не ниже $+6^{\circ}\text{C}$;
- уровень шума в кабине не более 85 дБ.

2. Усиления на органах управления не должны превышать:

- на рулевом колесе – 8 кг (50 кг при повороте рулевого колеса на месте);
- на педали сцепления – 15 кг;
- на педали тормоза – 30 кг;
- на рычаге коробки передач – 6 кг;
- на рычаге стояночного тормоза – 40 кг.

Эксплуатационно-технические требования.

1. Компонировочные параметры – габаритные размеры, параметры массы и осевые нагрузки на существующие транспортные средства проектировались с учетом требований ГОСТ 9314–59 [3] и ему же отвечают действующие Правила дорожного движения [4].

Однако в настоящее время ГОСТ 9314–59 "Автомобили и автопоезда. Весовые параметры и габариты" отменен, а введение нового задерживается.

2. Тягово-скоростные свойства.

Максимальная скорость должна быть для машин I класса – 100 км/ч, II–V класса – 80 – 90 км/ч., VI–VII класса – 75 – 80 км/ч.

3. Проходимость.

Машины без предварительной подготовки должны преодолевать:

- подъемы на сухом грунте не менее 30° ;

- косогоры крутизной не менее 20°;
- водные преграды глубиной от 0,7 м до 1,5 м.

Дорожный просвет, углы свеса, радиус продольной проходимости, высота преодолеваемого препятствия, ширина преодолеваемого рва должна соответствовать требованиям ЕОТТТ.

4. Тормозные свойства.

Машины независимо от типа привода тормозов тягача должны иметь пневматическую систему управления рабочими тормозами прицепа. Тормозная система должна быть двухконтурной и иметь: рабочие тормоза, запасной тормоз (вспомогательный) и стояночный тормоз.

5. Устойчивость и поворачиваемость.

Статические углы бокового опрокидывания с номинальной нагрузкой, предельные скорости движения (при которых происходит занос или опрокидывание при входе в поворот), минимальный радиус поворота должны быть в соответствии с требованиями ЕОТТТ. Конструкция рулевого управления должна обеспечивать:

- люфт рулевого колеса не более 10°;
- время запаздывания срабатывания не более 0,1 с.

6. Плавность хода.

Система подпрессоривания должна обеспечивать сохранность груза и минимальную утомляемость водителя при безостановочном движении по грунтовым дорогам в течение не менее 3-х часов.

7. Запас хода.

Запас хода по контрольному расходу топлива должен быть не менее 800–1000 км.

8. Надежность.

Современные военные автомобили должны иметь максимальную наработку на конструктивно-производственный отказ, высокую стойкость против коррозии, старения и биологического разрушения. Смазки и рабочие жидкости должны быть всесезонными. Общее количество основных сортов масел, смазок и специальных жидкостей должно быть не более 6. Ремонт должен быть агрегатным.

Конструктивные требования.

Машины типового ряда и их модификации должны иметь взаимозаменяемые составные части:

- агрегаты трансмиссии;
- агрегаты ходовой части;
- платформы;
- лебедки, которые должны быть рассчитаны на тяговое усилие равное массе машин в снаряженном состоянии, а рабочая длина троса должна быть не менее 60 м, отклонение троса – более 15°;
- тягово-сцепные устройства;
- приборы и устройства электрооборудования.

Электрооборудование имеет номинальное напряжение 12 В и 24 В и должны быть в водостойком или пылеводостойком исполнении. Гарантийный пробег машин многоцелевого назначения должен быть не менее 30 тыс. км, а для специальных шасси и тягачей – 15 – 25 тыс. км. Гарантийный срок – 5 лет, при пробеге, не более гарантийного.

В перспективе требуемая средняя скорость движения автомобильной техники должна увеличиться с 20 – 30 км/ч до 40 – 45 км/ч по грунтовым дорогам. Требования к защищенности, когда масса взрывчатого вещества, при котором должна сохраняться жизнь и здоровье экипажа, увеличивается в 10 – 15 раз с 0,7 до 10 – 12 кг.

Развитие высокоточного оружия определяет необходимость разработки и реализации новых методов и разработки материалов, которые значительно снизят заметность военной автомобильной техники.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Военная автомобильная техника : электронный ресурс // военные-авто.рф.

2. Автомобили и поезда, весовые параметры и габариты // ГОСТ 9314–59. – М.: Стандартиформ, 1959. – 26 с.

3. Бернацкий, В. В. Специализированный подвижной состав грузового автотранспорта: учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности "Автомобиле- и тракторостроение" направления подготовки дипломированных специалистов "Транспортные машины и транспортно-технологические комплексы" / В. В. Бернацкий. – М.: МГТУ "МАМИ", 2005. – 48 с.

Збиняков А.Н., Зелепукин С.А., Максаков С.А.

Академия ФСО России, г. Орел

Об одном из подходов повышения надежности телекоммуникационных систем

Возрастание роли телекоммуникационных систем (ТКС) в решении задач боевой готовности вооруженных сил обуславливает повышенные требования к показателям надежности. Для решения проблемы повышения надежности ТКС в настоящее время применяются следующие методы:

Методы математического и физического моделирования.

Методы, связанные с повышением надежности радиоэлементов за счет применения новых технологий при их производстве.

Методы рационального проектирования схем РЭА.

Методы защиты элементов РЭА от воздействия разрушающих факторов

Методы, использующие резервирование

Использование профилактических мероприятий при эксплуатации аппаратуры.

Методы, использующие прогнозирование отказов.

Более подробно рассмотрим два последних метода. Известно, что для поддержания ТКС в работоспособном состоянии проводят периодическое техническое обслуживание (ТО). Важнейшим параметром любой стратегии ТО является период ТО: увеличение периода ТО ведет к сокращению доли ресурса, который используется для выполнения ТКС своих функций, а уменьшение периода ТО ведет к увеличению возможности более раннего обнаружения и ликвидации отказа. Вследствие чего необходимо найти оптимальный период ТО ТКС, который обеспечивает рациональный расход ресурса и необходимую готовность ТКС к применению по назначению.

Задача определения оптимального периода ТО ТКС будет иметь вид:

$$\tau^* = \arg \min_{\tau} \frac{\tau - \int_0^{\tau} p(t) dt + (\overline{\tau_k} + \overline{\tau_{an}}) + (\overline{\tau_{m}} - \overline{\tau_{an}}) p(\tau)}{\tau + \overline{\tau_k} + \overline{\tau_{an}} + (\overline{\tau_{m}} - \overline{\tau_{an}}) p(\tau)}$$

Данная проблема по определению оптимального периода ТО ТКС решается с помощью устройства для определения оптимального периода ТО изделия [1].

Однако данное устройство имеет недостаточно широкие функциональные возможности, т.к. не позволяет прогнозировать техническое состояние ТКС, что также ведет к снижению коэффициента готовности изделия.

Для прогнозирования состояния ТКС могут использоваться различные методы прогнозирования[2], классификация которых представлена на рисунке 1.

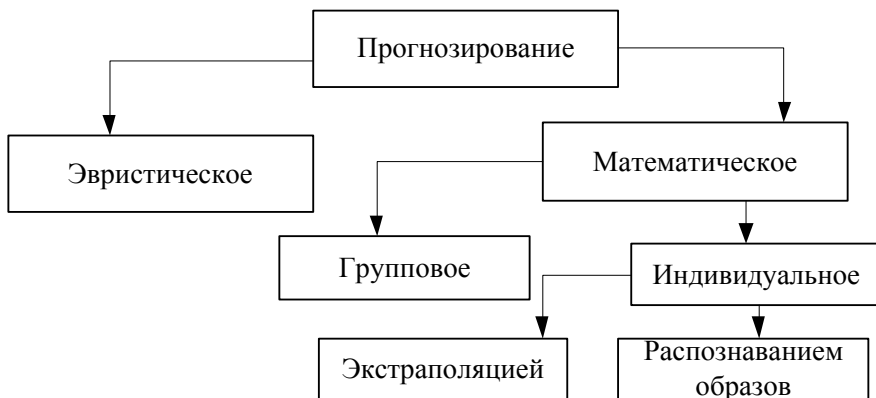


Рис.1. Классификация методов прогнозирования

Из всех перечисленных методов прогнозирования технического состояния ТКС наиболее предпочтительным является метод экстраполяции. Суть данного метода заключается в том, чтобы по предыстории n -ого объекта указать значение его параметра, которое будет соответствовать времени в будущем. Часто интересуются не значением параметра, а моментом времени, когда параметр достигнет определенного предельного уровня.

Для решения указанной проблемы в устройство определения оптимального периода ТО ТКС вводится блок прогнозирования, который позволяет повысить точность прогнозирования по сравнению с существующими устройствами прогнозирования технического состояния.

Повышение точности прогнозирования достигается за счет вычисления полной ошибки прогноза, которая определяется по следующему выражению:

$$\zeta_{i,j} = \frac{O \pm \sqrt[3]{D_m} \pm \sqrt{D_i}}{\sqrt{D_j}}$$

где O - постоянная составляющая ошибки измерений ошибки прогноза;

D_m - дисперсия ошибки измерения, величина постоянная, зависящая от числа измерений и шагов прогноза;

D_i - дисперсия ошибки прогноза при i -й модели прогнозирования, может быть вычислена для заданного числа измерений и числа шагов прогноза;

D_j - дисперсия ошибки прогноза при j -й модели прогнозирования, имеет также постоянное значение при заданном числе измерений и шагов прогноза.

Постоянная ошибка прогноза O определяется по формуле:

$$O = v \sum_{i=1}^n b_i * Y_i$$

где O - постоянная составляющая ошибки измерений ошибки прогноза;

v - коэффициент смещения;

b_i - весовой коэффициент, имеющий постоянное значение и зависящий от числа измерений и шагов прогноза;

Y_i - измеренные значения параметра.

На основании полученных значений полной ошибки прогноза осуществляются выбор и определение степени полинома аппроксимирующего выражения, а также вычисление прогнозируемого значения параметра.

Предварительная оценка ошибки прогноза перед вычислением прогнозируемого значения параметра позволяет скорректировать при прогнозировании постоянную и полную ошибки прогноза, повысить точность прогноза и расширить функциональные возможности устройства в целом.

Таким образом, предлагаемое устройство позволяет определить оптимальный период технического обслуживания ТКС и спрогнозировать техническое состояние объекта в заданное время.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Патент на изобретение RU № 2206123 G07C3/08. Устройство для определения оптимального периода технического обслуживания изделия; 2001 года. Авторы: Гришин В.Д., Мануйлов Ю.С., Щенев А.Н.
2. Боровиков, С. М. Теоретические основы конструирования, технологии и надежности: учебник— Мн.: Дизайн ПРО, 1998. — 336 с.
3. Дудник Л.Н. Разработка методического обеспечения для контроля и прогнозирования технического состояния основных блоков компьютерных сетей:—Диссертация. Краснодар, 2011г.
4. Дудник Л.Н. Разработка методического обеспечения для контроля и прогнозирования технического состояния основных блоков компьютерных сетей:—Автореферат. Краснодар, 2011г.

Тепловой метод неразрушающего контроля технического состояния средств связи и АСУ

Развитие современных средств связи и автоматизированных систем управления (АСУ) характеризуется непрерывным усложнением вновь разрабатываемых систем, которое связано с увеличением числа радиоэлементов. Это обстоятельство значительно снижает общую надежность технических систем. Для поддержания требуемого уровня надежности создана система контроля технического состояния объектов в целом и их элементов в частности. Важнейшая роль в этой системе отводится методам неразрушающего контроля, одним из видов которого является тепловой контроль технического состояния радиоэлектронных изделий. Схема теплового контроля средства связи и АСУ представлена на рисунке 1.



Рис. 1 - Схема теплового контроля средства связи и АСУ

Этот метод получения диагностических данных обладает высокой степенью эффективности, так как не требует прекращения функционирования объекта и позволяет с достаточной достоверностью определить места отклонения температурных режимов элементов от нормы [1].

Определяющим фактором надежности средств связи и АСУ является их тепловой режим. Аномальный нагрев увеличивает риск возникновения отказа электронного элемента (узла) и уменьшает срок службы объекта. Видоизмененное тепловое поле превентивно информирует о возникших дефектах, поиск которых другими способами неэффективен. По изменению параметров теплового поля функционального блока, модуля, узла или радиоэле-

мента могут быть определены предвестники отказа, такие как неудачное расположение элементов на плате, ошибки схемных решений, нарушения при монтаже, утоньшения проводников на печатной плате в результате коррозии, отслоение дорожек и др. (рис. 2).

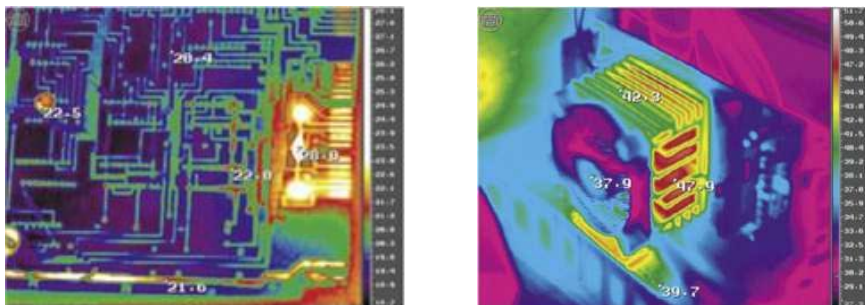


Рис. 2 - Вид тепловых полей печатных плат

Анализ тепловых полей микросборочных устройств и интегральных схем позволяет:

- оценить качество высокотемпературных пленочных покрытий и качество распайки выводов радиоэлементов на контактные площадки плат;
- определить степень неравномерности плотности тока;
- выявить конструктивные проблемы, дефекты р-п-переходов, теплоотвода и диффузионной сварки;
- обнаружить газовые пузыри между основанием и кристаллом, отслоения от подложки, неравномерность толщины дорожек, короткие замыкания и обрывы проводов, повреждения кристалла и другие дефекты;
- оценить работу систем охлаждения.

Тепловой контроль технического состояния средств связи и АСУ может осуществляться контактным методом с использованием термодатчиков (термопар) или средствами дистанционной (бесконтактной) регистрации теплового излучения инфракрасного (ИК) спектра, в качестве которых применяются ИК-датчики. Контактный метод теплового контроля требует правильного и точного размещения датчиков на конкретном элементе и является трудоемким. Бесконтактный метод является более современным и, во многих случаях, более эффективным средством контроля тепловых полей электронных узлов. Он относится к неразрушающему виду контроля, так как отсутствует прямой контакт с исследуемыми элементами. ИК-датчики располагаются вблизи от объекта, регистрируют его тепловое излучение и полученные данные передают компьютеру с установленным специализированным программным обеспечением для их анализа.

Методом бесконтактного теплового контроля можно контролировать и оценивать тепловое поле узла, модуля или блока в целом, так как измерения

выполняются одновременно в нескольких точках, количество которых ограничивается только волновым пределом.

Современные средства связи и АСУ являются сложными техническими устройствами, состоящими из множества разнотипных по структуре и теплопроводности элементов, имеющими высокую плотность компоновки при малых габаритах, что вызывает эффект взаимоотражения тепла внутри изделия. Эти особенности создают методические проблемы при диагностике, для решения которых применяются специализированные аппаратные и программными средства [2].

Аппаратными средствами являются телевизоры, предназначенные для получения изображения теплового поля объекта в инфракрасном диапазоне волн. Для получения термораспределений по координатам осуществляется сканирование анализируемой поверхности электронным, либо механическим (оптико-механическим) способом.

В оптико-механических устройствах в качестве оптики применяют зеркала и призмы, в которых отклонение угла зрения осуществляется при помощи вращательных или колебательных систем. Высокое разрешение визуализированного теплового поля объекта формируется в фотонных приемниках многострочными кадрами с применением квантового механизма реакции на ИК-излучение. Такие устройства работают в малокадровом режиме и нашли применение только для статических объектов. Кроме того для достижения необходимой чувствительности и малых собственных шумов требуют охлаждения до сверхнизких температур. Это требует высокого энергопотребления и значительно снижает автономность применения прибора. Достоинством оптико-механических тепловизоров является температурное разрешение до сотых долей градуса.

Электронные тепловизоры реализуют принцип сканирования на основе матричных фотодетекторов. В таких системах тепловидения отсутствуют движущиеся механизмы, визирование поверхности осуществляется одновременно всеми элементами матрицы, увеличивается время экспозиции, обеспечивается наблюдение меняющихся во времени тепловых полей и уменьшаются собственные шумы. В фотодетекторах применяют тепловые или фотонные ИК-приемники.

Программные средства предоставляют для обработки и анализа результатов теплового контроля технического состояния средств связи и АСУ дополнительные возможности. Программное обеспечение представляет собой комплекс, выполняющий значительное число функций по получению, обработке, хранению и визуализации результатов анализа данных о состоянии тепловых полей объекта исследования.

К функциям обработки изображений относятся коррекция резкости, яркости и контрастности изображения, снижение шумовых дефектов полученного изображения, видоизменением гистограмм и другие стандартными функциями обработки изображений.

К функциям температурного анализа относятся возможность измерения температуры в любой точке поверхности и построения изотерм, определения критических температур и нанесения соответствующих флагов на изображение, построения профиля температур.

Функции записи термограмм позволяют просматривать изменения и строить графики теплового поля в динамике, а также формировать отчеты о проведенном тесте.

Программное обеспечение системы теплового контроля технического состояния средств связи и АСУ включает в себя ядро, группу программ обработки изображений, а также библиотеку обработки изображений.

В свою очередь ядро состоит из программных модулей захвата видео, коррекции коэффициента излучения, захвата температурной информации, автоматического распознавания дефектов, работы с базой данных, создания отчетов.

Группа программ обработки изображений состоит из программных модулей увеличения яркости, удаления шумов, раскрашивания, выполнения арифметических операций, управления яркостью и контрастностью;

Тепловой неразрушающий контроль технического состояния средств связи и АСУ применяется на стадии испытания разработанных устройств – для обнаружения дефектов конструкции, в серийном производстве – для выявления дефектных изделий, а также в процессе их эксплуатации выявления и прогнозирования отказов. Бесконтактный контроль с применением тепловизоров имеет преимущества перед контактным контролем на основе применения термопар. С появлением современных высокочувствительных компактных инфракрасных камер и дальнейшим развитием диагностических систем тепловой неразрушающий контроль нашел широкое применение в области телекоммуникаций как высокоэффективный способ диагностики тепловых полей средств связи и АСУ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Клюев, В.В. Неразрушающий контроль. В 7 т. Т.5 Тепловой контроль / под ред. В.В. Клюева. -М: Машиностроение, 2004. –326 с.
2. Дульнев, Г.Н. Тепловые режимы электронной аппаратуры : учебное пособие для студентов высших технических заведений / Г.Н. Дульнев, Н.Н. Тарановский. Москва: Энергия, 1971. с.248 ил.

Левчук К.В., Сидоренко А.В.

Академия ФСО России, г. Орел

Методика выбора средств подвижности вооружения силовых структур

Выбор средств подвижности вооружения силовых структур сводится к определению типа его шасси (кузова), грузоподъемности, осевых нагрузок и типа двигателя с последующим определением марки и модели автомобиля.

Анализ существующих методов оценки и выбора шасси грузовых автомобилей [1–3] показывает следующие присущие им недостатки:

- при определении шасси грузового автомобиля оценка его эффективности практически не производится;

- в большинстве случаев сравнительная оценка сводится только к определению технического уровня автомобиля, например, производительности;

- принятые подходы оценки технико-экономической эффективности техники несовершенны;

- нет комплексной оценки, учитывающей экономические и технические показатели автомобиля;

- показатели, ранее используемые для определения экономической эффективности, устарели и не применимы для современных расчетов;

- многие показатели, используемые при оценке экономической эффективности, основаны на нормативах и не дают правильного результата при сравнении аналогичных автомобилей;

- единого числового критерия оценки эффективности, всесторонне охватывающего все параметры автомобилей, нет;

- известные методы измерения эффективности не учитывают динамику параметров автомобиля по мере его старения;

- нет единого набора показателей автомобиля, используемых для его оценки;

- часто в роли элементов интегрального показателя принимают отношения показателя оцениваемого изделия и нормативного показателя, а проблема выбора этого норматива остается нерешенной;

- при оценке и выборе шасси грузовых автомобилей чрезмерно широко используются субъективные подходы.

- при анализе недостаточно осуществляется комплексная привязка нормативно-правовых, технико-экономических аспектов автомобиля.

По результатам анализа можно отметить:

- общепринятой объективной методики оценки и выбора подвижного состава в настоящее время не существует;

- универсальных методов, позволяющих объективно оценить показатели качества автомобилей на этапах их жизненного цикла, нет;

выбор шасси грузовых автомобилей в основном основывается на частной оценке того или иного показателя (цена, известность фирмы-производителя автомобиля, сервисное обслуживание и др.) или конкретных условий эксплуатации.

Сказанное обосновывает необходимость проведения научных исследований по разработке методики выбора средств подвижности силовых структур, которая должна удовлетворять следующим требованиям:

- учитывать полный срок эксплуатации и ухудшение параметров по мере старения автомобиля;

- быть комплексной, т. е. в ней должны учитываться как индивидуальные, так и интегральные показатели автомобиля;

- быть нетрудоемкой и легкой для применения на практике, с помощью которой можно было бы оперативно оценить эффективность автомобиля.

- предусматривать экономическую и техническую сторону эксплуатации автомобиля.

В рамках проводимой работы выбор средств подвижности вооружения (СПВ) под монтаж многофункциональных комплексов осуществим на основе сравнения комплексных и частных показателей функций транспортировки.

Разрабатываемая методика основана на сравнении однотипных технических характеристик различных марок автомобилей. Автомобили отличаются друг от друга по множеству параметров. Эти параметры принято называть техническими характеристиками. Они указываются автопроизводителями для всех марок и моделей выпускаемых машин.

Основными комплексными показателями эффективности транспортировки средств связи и хранения являются:

- производительность транспортного средства;

- стоимостные показатели (затраты на техническое обслуживание, ремонт и содержание);

- энергоёмкость перевозок (удельный расход топлива).

Производительность должна быть максимальной, а стоимостные показатели и энергоёмкость перевозок – минимальными.

Основными частными показателями являются:

- номинальная грузоподъемность;

- проходимость;

- коэффициент использования грузоподъемности;

- максимальная скорость;

- коэффициент использования пробега и др.

Для СПВ показатели качества определяются следующими методами:

- измерительный, реализуемый с помощью технических средств измерений;

- регистрационный, основанный на наблюдениях и подсчете числа определенных событий, предметов и затрат;

расчетный, базирующийся на использовании теоретических или эмпирических зависимостей показателей качества продукции от ее параметров-признаков.

Эффективность эксплуатации СПВ определяется перемещением монтируемого на нем оборудования с наименьшими материальными и трудовыми затратами и соблюдением действующих норм и правил.

Для сравнительной оценки автомобилей в годы планово-директивной экономики часто применялся интегральный показатель качества – отношение суммарного полезного эффекта от эксплуатации автомобиля к суммарным затратам на ее создание и эксплуатацию. Такой подход с методической точки зрения прост, однако не дает всесторонне оценить подвижной состав, выявить их экономическую эффективность [2].

Исходя из результатов проведенного анализа сформулированных требований, предлагается методика многоступенчатого выбора средств подвижного состава, состоящая из трех этапов.

Первый этап. На этом этапе проводится анализ явно выраженных внешних условий эксплуатации и по их результатам определяются тип автомобиля, приемлемая грузоподъемность подвижного состава, модели автомобилей и их основные эксплуатационные свойства (полная масса, максимальная скорость и др.). При анализе внешних условий в исследовании учитываются такие факторы, как массогабаритные показатели монтируемых средств связи, дальность перевозок, условия эксплуатации, дорожные и климатические условия и др. По результатам проведения первого этапа предлагается для СПВ силовых структур использовать автомобильные шасси с колесной формулой 6×6 ЗИЛ, УРАЛ, КАМАЗ.

Второй этап. На втором этапе определяются частные показатели выбранных автомобилей и производится сравнение их значений. Процедура сравнения включает определение отношений между объектами и способ их сравнения.

Введение конкретных показателей сравнения позволяет установить отношения между объектами, например: "больше", "меньше", "равны", "хуже", "предпочтительнее" и др. В предложенной методике принимаются следующие частные показатели: цена автомобиля; расход топлива; максимальная скорость; ресурс до капитального ремонта (списания); допустимая масса груза и номинальная мощность двигателя (табл. 1).

Третий этап. На данном этапе определяется обобщенный показатель в виде суммарного коэффициента по каждой марке автомобиля, выбранного на первом и втором этапах, и делается окончательный вывод по выбору шасси СПВ.

Таблица 1 – Исходные данные для выбора СПВ

№ п/п	Показатели	Марки шасси автомобилей 6Х6			Прим
		ЗИЛ- 4334	УРАЛ- 4320	КАМАЗ- 43114	
1	Стоимость, тыс. руб.	1200	2050	2100	
2	Средний расход топлива, л/100 км	35,4	35	31,5	
3	Максимальная скорость, км/ч	85	85	90	
4	Ресурс, тыс. км	150	150	150	
5	Допустимая масса груза, кг.	5000	6800	7710	
6	Номинальная мощность двигателя, кВт (л. с.)	156 (115)	169 (230)	176 (240)	

Поскольку все рассматриваемые частные показатели имеют разные единицы измерения, , то для дальнейшего использования представим их в относительном виде. Для этого предлагается среди каждого показателя выбрать наилучший и принять его за единицу. Остальные значения представляются относительными величинами, которые будут отображать степень ухудшения значения для данного показателя, по сравнению с наилучшим. Степень влияния различных показателей при формировании обобщенного критерия предлагается учитывать с помощью ранжирования. Для этого частные показатели расставляются по значимости с 1 по 6 место. Затем каждое относительное значение показателей делятся на его ранг, и производится сложение по столбцам.

С учетом предложенного правила, относительные данные по каждому показателю представлены в таблице 2.

Таблица – 2 Сравнительный анализ показателей шасси автомобилей

№ п/п	Показатели	Марки шасси автомобилей			Ран г
		ЗИЛ- 4334	УРАЛ- 4320	КАМАЗ- 43114	
1	Стоимость, тыс. руб.	1	0,59	0,57	3
2	Средний расход топлива, л/100 км	0,89	0,9	1	2
3	Максимальная скорость, км/ч	0,94	0,94	1	6
4	Ресурс, тыс. км	1	1	1	1
5	Допустимая масса груза кг.	0,65	0,88	1	4

6	Номинальная мощность двигателя, кВт (л. с.)	0,48	0,70	1	5
7	Интегральный коэффициент	2,2	2,17	2,31	

Полученное значение интегрального коэффициента будет соответствовать лучшему варианту для выбора базового шасси автомобиля в качестве СПВ. Согласно исследованиям, проведенным по данной методике, автомобиль КАМАЗ-43114, характеризующийся интегральным показателем 2,31, являются наиболее предпочтительным по сравнению с автомобилем ЗИЛ-4334 (интегральный коэффициент 2,2) и с автомобилем УРАЛ-4320 (интегральный коэффициент 2,17). Автомобили ЗИЛ дешевле по сравнению с автомобилями КАМАЗ и УРАЛ.

Предлагаемая методика нетрудовая и гибкая. С помощью нее можно оперативно оценить эффективность выбираемых шасси для СПВ путем рассмотрения различных частных показателей.

Исходя из оценки, проведенной в работе по предложенной методике, наиболее предпочтительными автомобилями, используемые в качестве СПВ для силовых структур являются автомобильные базовые шасси КАМАЗ и УРАЛ.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Фасхиев, Х. А. Техничко-экономическая оценка грузовых автомобилей при разработке / Х. А. Фасхиев, И. М. Костин. – Набережные Челны: Изд-во КамПИ, 2002. – 480 с.
2. Старик, Д. Э. Экономическая эффективность машин / Д. Э. Старик. – М. : Машиностроение, 1983. – 112 с.
3. Фасхиев, Х. А. Методы оценки и выбора грузовых автомобилей / Х. А. Фасхиев, А. Г. Гарифов // www.Pandia.ru.

Орешин Н.А., Шершнев В.И., Шумилин В.С.

Академия ФСО России г. Орел

Систематизация требований, предъявляемых к подвижным средствам технического обслуживания и эвакуации автомобильной техники

Основным предназначением подвижных средств технического обслуживания и ремонта автомобильной техники является выполнение технического обслуживания, производство текущих ремонтов и эвакуация машин. Эксклюзивное предназначение ремонтных подразделений силовых структур и условия их применения предъявляют к подвижным средствам технического обслуживания, ремонта и эвакуации автомобильной техники ряд специфических требований [1-5]:

- подвижные средства технического обслуживания должны при необходимости автономно производить ремонт машин в местах их выхода из строя, а также в эксплуатирующих подразделениях;

- ремонтные подразделения должны производить ремонт машин различных марок и типов, в том числе комплексный ремонт специальных машин во взаимодействии с ремонтными подразделениями родов войск и служб;

- подвижные мастерские должны обладать живучестью в условиях применения современных средств вооруженной борьбы и ведения контртеррористических операций.

- средства ремонта и технического обслуживания должны быть в постоянной готовности к выполнению своих задач;

- производственная мощность средств ремонта и технического обслуживания должна обеспечивать качественное выполнение всего объема работ, направленных на поддержание заданного уровня технической готовности и укомплектованности части;

- средства ремонта и технического обслуживания должны быть укомплектованы специалистами-ремонтниками требуемой квалификации (не менее 70 % от общей численности);

- органы управления подразделения обслуживания должны укомплектовываться специалистами автомобильной службы, и лишь некоторая часть обслуживающего и обеспечивающего персонала – специалистами других служб (в войсковых средствах ремонта – не более 2–3 % от общей численности, в ремонтных частях – не более 8–10 %);

- материальная часть средств ремонта должна обеспечивать необходимые условия для организации производственного процесса с учетом их специализации по видам, типам и маркам ремонтируемых машин (составных частей);

- средства ремонта должны располагать необходимыми запасами автомобильного имущества, которые бы обеспечивали ремонт машин в соответствии с их специализацией и в течение нормативного времени;
- транспортные средства должны обеспечивать своевременное и полное (за один рейс) перемещение ремонтных подразделений (частей) в новый район и одновременно служить средством, обеспечивающим их производственно-хозяйственную деятельность;
- производственные и жилые помещения (палатки) ремонтных подразделений должны быть типовыми, удобными для их развертывания, свертывания и транспортирования;
- производственные помещения должны обеспечивать личному составу необходимые комфортабельные условия работы (температуру, освещение, вентиляцию и др.);
- площади производственных помещений должны быть достаточны для развертывания необходимого оборудования и организации производственного процесса;
- ремонтные подразделения и личный состав должны быть обеспечены всеми положенными видами довольствия, как при централизованном, так и при децентрализованном их использовании;
- жилые помещения (палатки) должны обеспечивать нормальные условия для отдыха личного состава;
- подвижные средства ремонтных подразделений (частей) должны быть способны к охране и обороне от нападения противника, совершать марши в условиях зараженной местности радиоактивными, химическими и бактериологическими веществами;
- подвижные средства технического обслуживания, ремонта и эвакуации автомобильной техники должны иметь необходимые технические средства для связи со старшим начальником и для управления подчиненными подразделениями;
- мобильные мастерские и эвакуационная техника должны постоянно совершенствоваться и оснащаться более технологичными средствами;
- подвижные средства должны иметь высокие средние скорости движения, проходимость, маневренность и запас хода;
- время на развертывание и свертывание мастерских должно быть минимальным;
- мобильные подразделения должны обладать возможностью автономной работы в отрыве от подразделения (части);
- ремонтные подразделения должны полностью отвечать своему назначению и обладать высокой производительностью;
- ремонтные мастерские должны иметь достаточное количество и большое разнообразие как унифицированных, так и универсальных приспособлений и инструментов, характеризующихся простотой конструкции, малогабаритностью, легкостью, несложностью в обслуживании, наладке и работе;

- развитие базовой шасси автомобильной техники подвижных мастерских должно находиться в прямой зависимости как от развития объектов технического обслуживания и ремонта, для которых они предназначены, так и от изменений оперативно-тактических требований, предъявляемых к ним как к элементам системы технического обеспечения войск;

- подвижные средства технического обслуживания и ремонта должны удовлетворять требованиям ремонтпригодности;

- шасси автомобильной техники подвижных мастерских должны вписываться в железнодорожный габарит "0-2Т".

Для обеспечения необходимой подвижности и маневренности силовых структур России в чрезвычайных ситуациях их ремонтные подразделения укомплектовываются подвижной ремонтно-эвакуационной техникой, которая должна удовлетворять вышеприведенным требованиям.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Тарасенко, П. Н. Войсковой ремонт автомобильной техники : учебное пособие / П. Н. Тарасенко. – Минск : БНТУ, 2006. – 300 с.

2. Ремонт военной автомобильной техники. Ч. 1. Технология ремонта. – М.: Воениздат, 1986. – 448 с.

3. Подвижная автомобильная ремонтная мастерская ПАРМ-1М (ПАРМ-1М1-40С). Руководство. – М. : Воениздат, 1985. – 120 с.

4. Подвижная автомобильная ремонтная мастерская ПАРМ-3М1. Руководство. – М. : Воениздат, 1986. – 200 с.

5. Мастерская ремонта автомобильного электрооборудования и приборов питания МЭСП-АТ-М1 : руководство. – М. : Воениздат, 1986. –162 с.

Брославец В.Н., Перевозник Ю.Я.

Федеральное государственное казенное военное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Военная академия материально-технического обеспечения имени генерала армии А.В. Хрулёва»
Министерства обороны Российской Федерации,
г. Санкт-Петербург

Применение технологии WiMAX для решения проблемы последней мили

Проблема последней мили всегда была актуальной задачей для связистов. К настоящему времени появилось множество технологий последней мили, и перед разработчиками и связистами стоит задача выбора технологии, оптимально решающей задачу доставки любого вида трафика своим абонентам. Универсального решения этой задачи не существует, у каждой технологии есть своя область применения, свои преимущества и недостатки.

Технология WiMAX обладает рядом преимуществ перед другими технологиями доступа.

WiMAX (*Worldwide Interoperability for Microwave Access*) – телекоммуникационная технология, разработанная с целью предоставления универсальной беспроводной связи на больших расстояниях для широкого спектра устройств (от рабочих станций и портативных компьютеров до мобильных телефонов). Основана на стандарте IEEE 802.16.

WiMAX подходит для решения следующих задач:

- соединения точек доступа Wi-Fi друг с другом и другими сегментами локальных вычислительных сетей;
- обеспечения беспроводного широкополосного доступа;
- предоставления высокоскоростных сервисов передачи данных и телекоммуникационных услуг;
- создания точек доступа, не привязанных к географическому положению.

WiMAX позволяет осуществлять доступ в сеть на высоких скоростях, со значительно большим покрытием, чем у Wi-Fi-сетей. Это позволяет использовать технологию в качестве «магистральных каналов», продолжением которых выступают выделенные линии, а также локальные сети. В результате подобный подход позволяет создавать масштабируемые высокоскоростные сети.

Различают фиксированный и мобильный вариант WiMAX.

Фиксированный - 802.16-2004 (известен также как 802.16d, фиксированный WiMAX и WiMAX^{fix}). Спецификация утверждена в 2004 году. Ис-

пользуется ортогональное частотное мультиплексирование (OFDM), поддерживается фиксированный доступ в зонах с наличием либо отсутствием прямой видимости. Пользовательские устройства представляют собой стационарные модемы для установки вне и внутри помещений, а также PCMCIA-карты для ноутбуков. В большинстве стран под эту технологию отведены диапазоны 3,5 и 5 ГГц. В мире насчитывается уже порядка 175 внедрений фиксированной версии. Многие аналитики видят в ней конкурирующую или взаимодополняющую технологию проводного широкополосного доступа DSL.

Мобильный - 802.16-2005 (известен также как 802.16e и мобильный WiMAX). Спецификация утверждена в 2005 году. Это — новый виток развития технологии фиксированного доступа (802.16d). Оптимизированная для поддержки мобильных пользователей версия поддерживает ряд специфических функций, таких как хэндовер, idle mode и роуминг. Применяется масштабируемый OFDM-доступ (SOFDMA), возможна работа при наличии либо отсутствии прямой видимости. Планируемые частотные диапазоны для сетей Mobile WiMAX: 2,3-2,5; 2,5-2,7; 3,4-3,8 ГГц. В мире реализованы несколько пилотных проектов. Конкурентами 802.16e являются все мобильные технологии третьего поколения (например, EV-DO, HSDPA)

Набор преимуществ присущ всему семейству WiMAX, однако его версии существенно отличаются друг от друга. Разработчики стандарта искали оптимальные решения как для фиксированного, так и для мобильного применения, но совместить все требования в рамках одного стандарта не удалось (поэтому, их можно считать двумя разными стандартами). Каждая из спецификаций WiMAX определяет свои рабочие диапазоны частот, ширину полосы пропускания, мощность излучения, методы передачи и доступа, способы кодирования и модуляции сигнала, принципы повторного использования радиочастот и прочие показатели. И потому WiMAX-системы, основанные на версиях стандарта IEEE 802.16 e и d, практически несовместимы.

Основное различие двух технологий состоит в том, что фиксированный WiMAX позволяет обслуживать только «статичных» абонентов, а мобильный ориентирован на работу с пользователями, передвигающимися со скоростью до 150 км/ч. В частном случае мобильный WiMAX может применяться и для обслуживания фиксированных пользователей.

WiMAX сети просты в развертывании и по мере необходимости легко масштабируемы. Этот фактор оказывается очень полезным, когда необходимо развернуть большую сеть в кратчайшие сроки.

Увидеть преимущества технологии WiMAX можно в сравнении с Wi-Fi и другими уже давно известными технологиями (стандарты разработаны IEEE (институт инженеров электротехники и электроники), все начинаются с «802.»), это технологии беспроводного соединения и используются для подключения к информационной сети (каналу обмена данными).

WiMAX это система дальнего действия, покрывающая километры пространства, которая обычно использует **лицензированные** спектры частот

для предоставления соединения с региональной или глобальной сетью конечному пользователю.

Wi-Fi это система более короткого действия, обычно покрывающая десятки метров, которая использует **нелицензированные** диапазоны частот для обеспечения доступа к сети.

Таблица 1. Сравнительная характеристика стандартов беспроводной связи

Технология	Стандарт	Использование	Пропускная способность	Радиус действия	Частоты
Wi-Fi	802.11a	WLAN	до 54 Мбит/с	до 300 м	5,0 ГГц
	802.11b	WLAN	до 11 Мбит/с	до 300 м	2,4 ГГц
	802.11g	WLAN	до 54 Мбит/с	до 300 м	2,4 ГГц
	802.11n	WLAN	до 450 Мбит/с (в перспективе 600)	до 300 м	2,4 — 2,5 или 5,0 ГГц
WiMax	802.16d	WMA N	до 75 Мбит/с	25-80 км	1,5-11 ГГц
	802.16e	Mobile WMA N	до 40 Мбит/с	1-5 км	2,3-13,6 ГГц
Bluetooth v.1.1	802.15.1	WPAN	до 1 Мбит/с	до 10 м	2,4 ГГц
Bluetooth v.2.0	802.15.3	WPAN	до 2,1 Мбит/с	до 100 м	2,4 ГГц
Bluetooth v.3.0	802.11	WPAN	от 3 Мбит/с до 24 Мбит/с	до 100 м	2,4 ГГц
UWB	802.15.3 a	WPAN	110-480 Мбит/с	до 10 м	7,5 ГГц

Для соединения базовой станции с абонентской используется высокочастотный диапазон радиоволн от 1,5 до 11 ГГц. В идеальных условиях скорость обмена данными может достигать 70 Мбит/с, при этом не требуется обеспечения прямой видимости между базовой станцией и приёмником. Как уже говорилось выше, WiMAX применяется как для решения проблемы «последней мили», так и для предоставления доступа в сеть офисным и районным сетям.

Для мобильного WiMAX рекомендованы частоты 2,3 – 13,6 ГГц. Скорость обмена данными может достигать 40 Мбит/с.

Архитектура сетей WiMax не привязана к какой-либо определённой конфигурации, обладает высокой гибкостью и масштабируемостью, что позволяет их использовать в современных системах управления материально-техническим обеспечением войск (сил).

Мобильный комплекс связи МИК-МКС

На вооружение в войска поступает Мобильный комплекс связи «МИК-МКС». Это комплекс аппаратуры и оборудования, предназначенный для организации быстрого развертывания цифровых радиорелейных линий связи и сетей широкополосного беспроводного доступа, способных функционировать как в нормальных условиях, так и в сложной помеховой обстановке и обеспечивать надежной и качественной связью должностных лиц различных уровней, звеньев и пунктов управления.

Использование данного комплекса позволяет обеспечить построение многоинтервальных линий и сетей связи, при передаче цифровой информации с набором скоростей от 5 до 155 Мбит/с одновременно в четырех направлениях связи и сетей широкополосного беспроводного доступа емкостью до 200 абонентов и скоростью передачи до 37 Мбит/с.

Комплекс «МИК-МКС» может работать в оконечном, ретрансляционном и узловом режимах, обеспечивая при этом на каждой станции ввод/вывод необходимого числа каналов связи.

Отличительной особенностью комплекса «МИК-МКС» является размещение мачты 32 м и аппаратной на одном шасси, что уменьшает количество подвижных единиц и повышает мобильность и оперативность развертывания.

Мобильный комплекс связи предназначен для: построения полевой опорной сети связи; организации сети широкополосного беспроводного доступа на ПУ до развертывания кабельных линий; резервирования кабельных магистральных и волоконно-оптических линий связи на случай аварии и чрезвычайных ситуаций; организации временных радиорелейных вставок на поврежденных и ремонтируемых участках линии связи; организации линий привязки подвижных и стационарных узлов связи, мобильных групп, автоколонн подвоза материально-технических средств, удаленных объектов (гарнизонов) к ведомственной транспортной сети связи и сети связи общего пользования; использования в качестве автономного подвижного узла связи и развертывания на его базе временной сети абонентского доступа в условиях отсутствия или выхода из строя стационарной сети.

Основной состав аппаратной машины с антенно-мачтовым устройством: шасси типа КАМАЗ 8x8 с установленным кузовом-фургоном и быстроразвертываемым мачтовым устройством с высотой подъема антенн (до четырех шт.) диаметром 0,6 м или 1,0 м на высоту до 32 м; до четырех комплектов РРО «МИК-РЛ 4...18Р+»; базовая станция широкополосного беспроводного доступа WiMIC-2000В, WiMIC-6000В (WiMAX); АРМ оператора с управляющим компьютером и специальным программным обеспечением; автономный дизель-генератор, электроустановка отбора мощности; коммута-

тор Ethernet; мультиплексор комбинированный; коммутатор цифровых сигналов.

Аппаратная машина обеспечивает: работу в четырех направлениях связи по РРО «МИК-РЛ 4...18Р+» с дальностью связи в зависимости от скорости передачи и частотного диапазона до 15...55 км в условиях прямой видимости; развертывание базовой станции широкополосного беспроводного доступа WiMIC-2000/6000В с зоной покрытия до 30 км при наличии прямой видимости; привязку к ведомственной сети связи или сети связи общего пользования по стандартным интерфейсам при помощи медно-кабельной или оптоволоконной линии.

Таблица 2. Общие характеристики радиорелейного оборудования (РРО) комплекса «МИК-МКС»

Тип РРО	Количество напр. связи	Диапазон частот, ГГц	Скорость передачи, Мбит/с	Тип полезной нагрузки
МИК-РЛ4...18Р+	4	4...19,7	5...155	Ethernet+NxE1+MxE3; STM-1 + Ethernet
МИК-РЛ400ПР	2	0,390 - 0,645	0,5...8,0	Ethernet / E1-over-Ethernet

Таблица 3. Общие характеристики оборудования сетей широкополосного беспроводного доступа комплекса «МИК-МКС»

Тип оборуд. ШБД	Количество секторов	Диапазон частот, ГГц	Скорость передачи, Мбит/с (на сектор)	Колич.абон. сети	Тип полезной нагрузки
WiMIC-2000В	1	2,0-2,1	37,67	200	Ethernet 10/100Base-T
WiMIC-6000В	1-6	5,725 - 6,425	37,67	200	Ethernet 10/100Base-T

Систему мобильной связи разработала томская научно-производственная фирма «Микран». Используется технология WiMAX на частотах 2,0–2,1 ГГц.

Основной блок может монтироваться из разных модулей в зависимости от конкретных задач для разных звеньев управления.

Комплекс получил название Р-431 с различными буквенными индексами в зависимости от предназначения.

МКС позволяет обеспечить связь от уровня Генштаба до отдельной батареи. Кроме того, МКС представляет собой, так называемую самоорганизующуюся систему связи. Если между ретранслятором и абонентом возникает препятствие, то система выбирает другого абонента в качестве промежуточного звена (ретранслятора). Учитывая размеры площади района размещения бригады материально-технического обеспечения объединения, ввод на вооружение такой техники в состав её подразделения связи решит практически все проблемы организации управления и связи важнейшего соединения МТО.

Список использованных источников:

1. Берлин А.Н. Сотовые системы связи. – М.: Интуит, 2009
2. Ерген М. Мобильная широкополосная связь, включая WiMAX и LTE. - Нью-Йорк, Springe, 2009
3. Рашич А.В. Сети беспроводного доступа WiMAX. - СПб: Изд-во Политехн. ун-та, 2011
4. <http://www.micran.ru/>

Затонский О.А.

Военная академия РВСН имени Петра Великого, г. Москва

Роль автоматизации системы управления связью в системе управления войсками и оружием

Аннотация. в статье проведен анализ роли и места системы связи в системе управления, перспектив развития цифровых систем связи, применения современных информационных и телекоммуникационных технологий, существующих средств автоматизации, а также выявлена актуальная научная задача совершенствования существующей системы управления связью в целях устойчивого и эффективного процесса управления.

Ключевые слова: система связи, управление, цифровые системы.

Основным содержанием организации управления войсками и оружием являются создание и применение системы управления войсками как системы, реализующей в войсках функции управления и представляющей собой совокупность органов управления войсками, пунктов управления, систем связи, автоматизированных средств управления войсками, а также специальных систем (оповещения и др.), предназначенных для управления войсками и оружием, а также ее совершенствование в зависимости от конкретных условий деятельности войск. Основными направлениями совершенствования и развития системы управления войсками являются внедрение средств электронно-вычислительной техники и новейших информационных технологий в деятельность органов управления всех уровней, автоматизация управления войсками и оружием, оптимизация работы органов управления.

Создание эффективной системы управления позволяет увеличить боевой потенциал Вооруженных сил Российской Федерации (далее - ВС РФ) даже при их общем сокращении. Это объективно способствует ещё большему возрастанию значимости систем управления. В новых условиях такое понятие, как «превосходство в управлении» для достижения поставленных целей, становится актуальным особенно для военной сферы [2].

Управление связью в рамках рассматриваемой системы управления есть целенаправленная деятельность органов управления связью по подготовке и применению сил и средств связи для телекоммуникационного обеспечения управления войсками и оружием. Задачей управления связью является получение и изучение данных об обстановке по связи, принятие по ней соответствующих решений и претворение их в практику действий подразделений связи. Управление связью должно отвечать требованиям: высокая устойчивость, непрерывность, оперативность и скрытость управления связью.

Обеспечение доведения задач до войск и докладов о выполнении поставленных задач – наиболее важная функция системы связи по предназна-

чении. Система связи объединяет распределенные в пространстве элементы многоуровневой иерархической системы управления, объекты всей инфраструктуры войск, других организаций в единую систему и реализует информационный обмен в процессе управления, его цикл управления, включая прямую и обратную связь (рис.1). Система связи представляет органам (пунктам) управления, звеньям различных автоматизированных систем управления, боевым средствам, другим объектам инфраструктуры необходимые услуги связи между собой, тем самым система связи обеспечивает управление войсками и оружием [1].

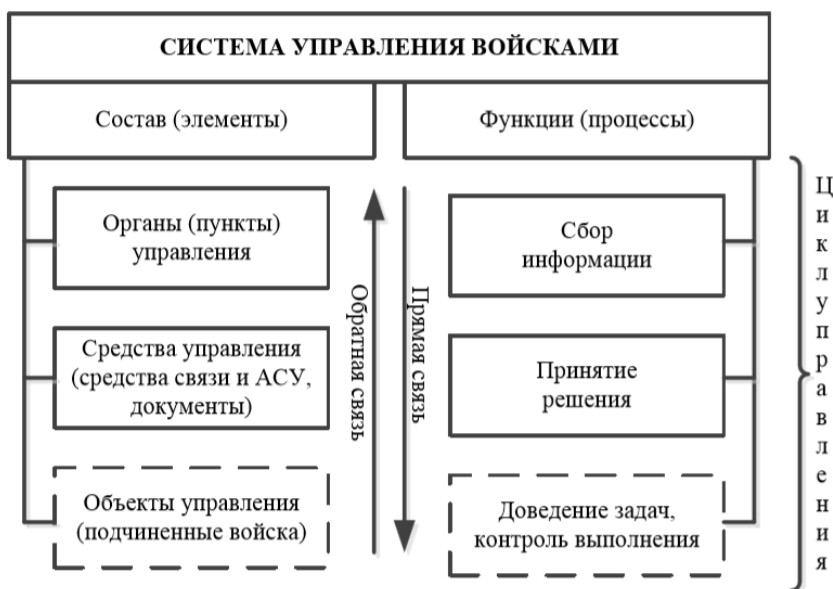


Рис.1 - Система управления войсками

В «Концепции развития системы связи ВС РФ на период до 2020 года» определено, что система связи ВС РФ создается и развивается как подсистема Единой сети электросвязи Российской Федерации (далее – ЕСЭ РФ) и представляет собой взаимоувязанную на единых технологических принципах с ЕСЭ РФ совокупность стационарных и подвижных (полевых) узлов и линий связи различных звеньев управления, она должна базироваться на каналах передачи, групповых и сетевых трактах ЕСЭ РФ, стационарных и подвижных элементах, образующих единую транспортную сеть ВС РФ.

Технологической основой системы управления должны стать информационные системы различного назначения и Объединенная автоматизированная цифровая система связи Вооруженных сил Российской Федерации (далее - ОАЦСС ВС РФ) нового облика, обеспечивающие поэтапный переход

от первичных и множества вторичных сетей связи к реализации единой транспортной сети связи, сетей доступа и объектовых сетей пунктов управления всех уровней системы управления ВС РФ, таких как командных, запасных, повседневных, защищённых, стационарных и подвижных и других.

ОАЦСС ВС РФ должна обеспечить устойчивый информационный обмен в командно-сигнальном тракте, обеспечивающий гарантированное доведение сигналов и команд до исполнительных органов различного уровня иерархии, а также систем (комплексов, средств) органов управления войсками в информационно-аналитическом и технологическом трактах информационно-телекоммуникационного обеспечения [2].

Именно система связи, выполняя задачи обеспечения информационного обмена в системе управления, должна быстро реагировать на изменения обстановки, динамично изменять свою структуру, совершенствовать способы построения и режимы работы. Достигнуть этого возможно только путем создания эффективной системы управления, функционирующей в едином информационном пространстве, способной в реальном времени обрабатывать информацию, вырабатывать информационные воздействия и доводить приказы и сигналы до пунктов управления. Построение технической основы системы управления, должно базироваться на использовании современных информационных и телекоммуникационных технологий, перевооружении войск техникой связи, построенной на цифровых способах обработки информации, оптимизации состава, структуры органов управления и выработке оптимальных алгоритмов их работы, внедрении современных информационных технологий поддержки принятия решений, выработке новых принципов организации управления и связи, определении путей сокращения цикла управления войсками. Главными отличиями данной архитектуры от существующей является использование систем высокого уровня интеграции на основе принципов построения сети Интернет, а также сопряжение различных радиоэлектронных систем, которые обеспечат своевременное доведение информации до потребителей, минуя промежуточные звенья. Использование новых принципов построения систем связи направлено на создание объединенных сетей обмена всеми видами информации в интересах управления войсками и оружием. При этом одним из главных требований является обеспечение непрерывной, высокоскоростной связи с объектами, находящимися в движении.

Система связи сможет трансформироваться с учетом решаемых оперативных задач при сохранении качества предоставляемых видов и услуг и непрерывности управления за счет использования отдельных ее элементов в зависимости от складывающейся обстановки. Основными компонентами сетевой инфраструктуры системы связи будут являться:

- транспортная сеть связи (сеть цифровой системы связи, обеспечивающая перенос (транспортирование) и распределение разнородного трафика между узлами связи (сетями доступа) пунктов управления);
- сети связи доступа - сеть, обеспечивающая подключение пользовательского оборудования через его абонентские линии и (или) объектовые

сети к станции доступа и предоставления пользователем абонентских терминалов услуг доступа к службам транспортной сети);

- объектовые сети связи - сеть, обеспечивающая сопряжение и подключение терминального оборудования, размещающегося у пользователя, к сети доступа);

- система управления сетью;

- система обеспечения безопасности информации;

- абонентские службы и пользовательские интерфейсы [2].

Рассматривая систему управления связью, предназначенную для реализации процесса управления связью, необходимо отметить, что она создается заблаговременно и включает в себя органы управления связью, пункты управления связью и средства управления связью. Средства управления связью включают в себя средства связи и средства автоматизации управления. В свою очередь средства автоматизации служат для повышения оперативности управления связью как способность органов (пунктов) управления связью осуществлять управление (выполнять возложенные на них задачи) в кратчайшие сроки, и в целом для повышения эффективности управления связью [1].

В настоящее время текущее состояние системы связи характеризуется отсутствием автоматизированных систем управления связью, необходимых для эффективного и своевременного управления связью, как при выполнении задач повседневной деятельности, так и при принятии решений начальниками связи различного уровня, развернутыми на современных телекоммуникационных сетях связи [3].

Основой средств автоматизации являются автоматизированные системы (средства) управления выработки (поддержки принятия) решений (СППР), которые предназначены, прежде всего для реализации выработки и принятий решений, а также контроля состояния готовности дежурных смен связи при несении боевого дежурства на этапах как на этапе повседневной деятельности, так и при ведении боевых действий [1].

В настоящее время принятые в эксплуатацию автоматизированные комплексы по управлению связью предназначены для обмена информацией на тактическом и оперативном уровнях посредством пересылки отдельных файлов в режиме «электронная почта». При этом не учитывается возможность создания (интеграции существующих) и применения информационно-аналитических комплексов в составе программно-аппаратных комплексов видов и родов войск ВС РФ по управлению связью с возможностью высокоскоростного обмена информацией между развернутыми на узлах связи пунктами управления системами закрытого и открытого сегментов сети передача данных МО РФ.

Таким образом, в результате проведенного анализа роли и места системы управления связью в системе управления войсками и оружием можно сделать вывод, что:

система связи является составной частью системы управления и представляет собой организационно-техническое объединение сил и средств связи для телекоммуникационного обеспечения управления войсками и оружием на основе (путем) представления различной связи (различных услуг связи);

развитие цифровой системы связи ВС РФ будет обеспечивать предоставление должностным лицам органов управления широкого спектра телекоммуникационных услуг для устойчивого и эффективного управления в условиях всех видов действий войск, повышение эффективности использования предоставляемых ВС РФ из ЕСЭ РФ информационных, телекоммуникационных услуг, типовых каналов связи, ускоренное внедрение в системы управления войсками и оружием новых видов информационного обмена, базирующегося, прежде всего, на переводе системы связи ВС РФ на цифровые способы обмена различными видами сообщений посредством создания автоматизированной цифровой системы связи;

для повышения эффективности управления связью возникла необходимость создания автоматизированной системы управления связью путем создания и внедрения в активно развивающуюся в настоящее время цифровую сетевую инфраструктуру системы связи информационно-аппаратных комплексов для оказания помощи начальникам связи (дежурным сменам связи) различных уровней как на этапе заблаговременной подготовки, так и на этапе ведения боевых действий.

Литература

1. Ополовнин В.Е. Организация связи. М.: ВА РВСН им. Петра Великого, 2013.
2. Связь в Вооруженных силах РФ. Тематический сборник. Москва: Информост. 2014.
3. Организационные, технические и информационные основы управления войсками и оружием. Учебное пособие. Под общей редакцией кандидата военных наук, доцента Колмычкова И.М. М.: ВА РВСН им. Петра Великого, 2014.

Чулков Д.Н.

Военная академия РВСН имени Петра Великого, г. Москва

Модель угроз информационно-технических воздействий на информационные объекты – как основа создания комплексной системы обеспечения безопасности

Аннотация. В статье предложены *общие подходы к созданию базовой модели угроз* информационно-технических воздействий на вооружение, военную технику и военные объекты и формирования на основе проведенной количественной оценки риска частной модели угроз, для принятия командованием превентивных правовых, организационных и технических мер в целях создания комплексной системы обеспечения безопасности.

Ключевые слова: модель, угроза, информационная безопасность.

Бурное развитие в конце XX и начале XXI века информационных технологий, широкая информатизация общества и непосредственно вооруженных сил ведущих стран мира, значительно изменили характер, методы и способы деятельности государственных, правительственных политических и экономических структур, оказали влияние на социальные взаимосвязи, характер, формы и способы ведения военных действий, сформировали новые информационные угрозы и вызовы.

В настоящее время в борьбе за сферы экономического и политического влияния в международных отношениях акцент с применения военной силы все больше смещается на использование более скрытных и гибких способов и форм, одним из которых является контроль и управление информационными ресурсами государств. Применение информационных средств и технологий воздействия в этой связи рассматривается как новый вид оружия, которое в определенной степени является не менее эффективным средством воздействия, чем традиционные средства поражения.

Однако ставка на высокие информационные и радиоэлектронные технологии усилила зависимость хода и исхода военных действий от состояния и качества функционирования компьютерных, информационных и вычислительных сетей, баз и банков данных, систем и средств радиосвязи, радиолокации, радионавигации, применяемых в системах разведки, управления оружием, особенно высокоточным, а также государственного и военного управления, в том числе военно-промышленными и энергетическими комплексами, инфраструктурой вооруженных сил и страны в целом [1].

По взглядам военных специалистов США и НАТО, боевые действия в информационной сфере, лишаящие возможности использования 50 и более процентов информационных систем и компьютерных сетей, являются по-

буждающим условием для начала или продолжения ведения военных действий [5].

Продолжающаяся в Вооруженных силах Российской Федерации (ВС РФ) в соответствии с принятыми планами модернизация и перевооружение на современные образцы вооружения, военной и специальной техники (ВВСТ), в которых все больше применяются различные информационные, управляющие системы и системы связи, ставит перед командирами вопрос о защите этих систем от информационно-технических воздействий противника при проведении им информационных операций. Сейчас имеются лишь общие подходы и отсутствует единые стандарты в решении вопросов информационного противоборства в операциях XXI века, поэтому при оценке обстановки перед принятием решения, командиры лишь интуитивно могут оценить уровень угрозы поражения (вывода из строя) различных систем ВВСТ в результате информационно-технических воздействий противника. Зачастую командиры, особенно на уровне воинских частей и подразделений ВС РФ, не имеют специалистов для ведения боевых действий в информационной сфере и для организации защиты различных информационных объектов ВВСТ от возможных многоспектральных информационно-технических угроз в целях обеспечения информационной безопасности информационных систем ВВСТ в мирное время, в период непосредственной угрозы агрессии и в военное время.

Основа эффективного обеспечения информационной безопасности любого объекта – создание достоверной модели угроз безопасности информации, содержащей ранжированные по выбранным показателям угрозы безопасности и их источники, а также определяющей возможные последствия от реализации этих угроз – вред, ущерб.

В общем случае *модель угроз безопасности* – информационная модель, содержащая совокупность сведений, характеризующих состояние безопасности объекта при возникновении определённых опасных событий, процессов, явлений, а также отношений объекта с внешней средой.

По способу представления эти модели относятся, как правило, к вербальным информационным моделям, формирующимся в описательном виде в результате логических умозаключений и сопоставительного анализа при структуризации и определении взаимосвязи основных компонентов, в нашем случае источников угроз информационно-технических воздействий и объектов в части обеспечения их безопасности. Эти факторы требуют специфического подхода к методологии построения модели угроз безопасности, к разработке логики проведения сопоставительного анализа и формирования последующих утверждений.

К сожалению, целостной и связной методологии построения моделей угроз для сложных объектов информационной безопасности ВВСТ в ВС РФ в настоящее время в полной мере не сложилось.

Для объектов информационной безопасности ВС РФ целесообразно создать Базовую модель угроз информационно-технических воздействий,

вариант которой представлен на рисунке 1, и на её основе для конкретных объектов ВВСТ разрабатывать частные модели угроз безопасности. Модель должна позволить сформировать основу для разработки владельцами объектов информационной безопасности правовых и организационных, технических и иных решений в целях создания комплексной системы обеспечения безопасности (КСОБ).

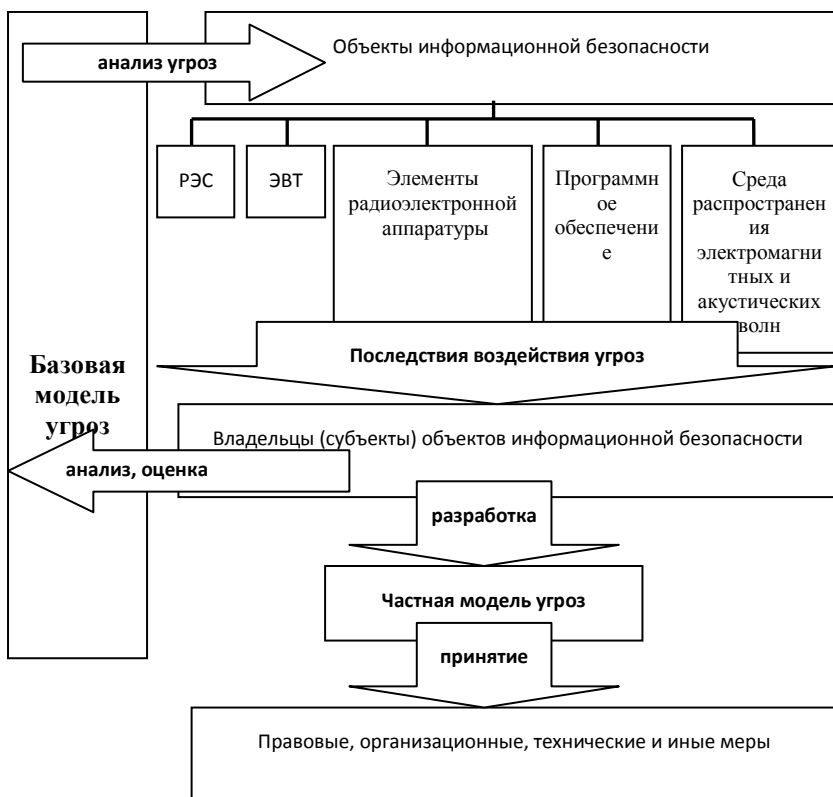


Рис. 1 - Базовая модель угроз информационно-технических воздействий (вариант)

На этой схеме также показано, что сформированная на основании базовой модели, частная модель позволит субъектам обеспечения безопасности оперативно реагировать на возникающие, реализуемые или реализованные угрозы и предпринимать соответствующие меры противодействия для ликвидации последствий реализации угроз на различных этапах их возможного проявления.

Для оценки угроз, возможных уязвимостей информационной системы и последствий от нарушения свойств безопасности информации в результате информационно-технических воздействий в большинстве случаев, возможно

получить количественную оценку риска. Она может быть получена на базе экспертной оценки, оценена статистически или рассчитана по некоторой математической зависимости (адекватной конкретной угрозе конкретному активу). Но наиболее предпочтителен для командира, ввиду отсутствия профильных специалистов в области защиты от информационно-технических воздействий, метод экспертного опроса, к проведению которого можно привлечь в качестве экспертов специалистов различных служб, в эксплуатации которых находятся соответствующие информационные системы ВВСТ (например, начальник связи, начальник службы радиоэлектронной борьбы, начальник службы защиты государственной тайны и т.д.).

Из предлагаемой общей методологической схемы ситуационного анализа субъектно-объектных отношений безопасности следует ориентировочная *структура (содержание) частной модели как конечного системного нормативного документа*. Она (как вариант) должна включать в себя:

Предназначение модели;

Порядок ввода в действие и изменения модели;

Цели модели;

Задачи модели;

Основные понятия и определения, применяемы в модели;

Объекты обеспечения информационной безопасности (анализ, описание), с их характеристиками и особенностями в части безопасности, выделенными уязвимостями;

Актуальные источники угроз безопасности в результате информационно-технических воздействий применительно к конкретным защищаемым объектам информационной безопасности ВВСТ в ВС РФ.

Предложенный вариант Базовой модели не претендует на однозначность и универсальность применения. Однако он выработан на основании анализа и с учётом достаточно большого объёма литературных источников теоретической и практической направленности. Как методика, он может быть апробирован при разработке конкретных систем обеспечения безопасности защищаемых объектов информационной безопасности ВВСТ и принятии командирами правовых, организационных, технических мер по исключению (уменьшению) угроз информационно-технических воздействий.

Литература:

1. Дворников, В. А. О тактике войск радиоэлектронной борьбы / В. А. Дворников, И. И. Королев, В. Н. Павлов // Военная мысль. – 2015. – №3. – С. 9-15.
2. Степанов Е.А., Корнеев И.К. Информационная безопасность и защита информации: Уч. пос. – М.: ИНФРА-М, 2001. – 304 с.
3. ГОСТ Р ИСО/МЭК 15408-3-2013. Информационная технология. Методы и средства обеспечения безопасности. Критерии оценки безопасности информационных технологий. Взамен ГОСТ Р ИСО/МЭК 15408-3-2008. Введ.01.09.2014. М: Стандартинформ, 2014. 145 с.

4. Горбачев Ю.Е. Кибервойна уже идет // Горбачев Ю.Е..-«Независимое военное обозрение». 2013-04-12.
5. Доктрина совместных действий по проведению информационных операций. Наставление объединенного штаба Комитета начальников штабов ВС США 3-13. / Пер. с англ. – М.: МО РФ, 1999. – 50 с.
6. Шрейдер Ю.А., Шаров А.А. Системы и модели. – М.: Радио и связь, 1998. 152 с.

**Абайулы Б., Будко П.А., Кислицина Е.К.,
Ткаченко В.Ю.**

Военная академия связи, г. Санкт-Петербург

**Тепловые методы неразрушающего контроля в диагностике
состояния радиоэлектронной аппаратуры**

Аннотация. В статье дана классификация методов неразрушающего контроля и более подробно такой его класс как тепловой контроль. Обосновано внедрение тепловых методов контроля в интересах диагностирования технического состояния военной техники связи и других сложных технологических объектов на различных этапах их жизненного цикла.

Ключевые слова: неразрушающий контроль, тепловизор, тепловое диагностирование, термограмма, дефект.

Введение. Боевая готовность и боевая способность войск напрямую связана с вопросами технического состояния военной техники связи (ВТС). В настоящее время определение технического состояния ВТС базируется на основе получения достоверной диагностической информации о состоянии радиоэлектронных изделий посредством разрушающих и неразрушающих методов контроля [1, 2]. Классификация видов неразрушающего контроля (НК) основана на физических процессах взаимодействия поля или вещества с объектом контроля. В основе решения диагностических задач лежит, прежде всего, оптимальный выбор физического процесса, дающего наиболее объективную информацию об объекте диагностирования. В зависимости от общности физических принципов, на которых они основаны, различают девять видов НК: радиоволновой; акустический; магнитный; электрический; оптический; вихретоковый; радиационный; проникающими веществами; тепловой [1, 3].

Каждый из перечисленных видов НК делится на классы. Остановимся более подробнее на тепловом методе НК (ТНК). По характеру взаимодействия физических полей с контролируемым объектом различают: тепловой контактный метод, конвективный метод, метод собственного излучения. По первичному информативному параметру методы ТНК делят на термометрический, теплотметрический. По способу получения первичной информации методы ТНК бывают: пирометрическими, жидких кристаллов, термокрасок, термобумаг, термолюминофоров, термозависимых параметров, оптический, интерференционный, калориметрический.

Цель статьи: обоснование внедрения тепловых методов неразрушающего контроля в интересах диагностирования технического состояния военной техники связи и других сложных технологических объектов.

Роль теплового контроля в диагностике технического состояния ВТС. Методы диагностирования, которые используют в качестве «параметра

контроля» температуру, оказываются довольно эффективными, их кратко называют методами термографии. Это связано с тем, что 70-95% всех форм энергии в радиотехнических устройствах (РТУ), в конечном счете, превращается в тепловую, что свидетельствует о целесообразности выбора в качестве параметра, характеризующего ее техническое состояние, температуры. Любое отклонение теплофизических и геометрических параметров материалов конструкции от своих номинальных значений, а также изменение электрического режима работы РТУ, обусловленного отклонением параметра какого-либо радиоэлемента от номинала, приводит к изменению температурного поля (или теплового поля) конструкции и являются свидетельством потенциальной ненадежности аппаратуры и ее элементов. Кроме того, измененное тепловое поле может сигнализировать о дефектах, поиск которых обычными способами (визуально или при помощи специального электрического стенда) может быть затруднен по ряду причин или неэффективен [4].

Например, при анализе теплового поля узла или блока РТУ по определенным температурным аномалиям может быть выявлено неправильное подключение элемента в схеме, некачественный монтаж, неудачное размещение элементов на плате. В случае многослойной печатной платы по ее тепловому полю можно выявить проблемы утоньшения и коррозионного износа проводников, некачественную металлизацию, отслоение дорожек.

В области микроэлектроники анализ тепловых полей позволяет выявлять дефекты р-п-переходов (поверхностная деградация, электромиграция, межметаллические соединения, «шнурование» тока, мезоплазма), неравномерность плотности тока, газовые пузыри между кристаллом и основанием, дефекты теплоотвода и диффузионной сварки, повреждения кристалла, обрыв проводов, короткие замыкания и другие дефекты. Посредством анализа тепловых полей интегральных схем можно контролировать качество разварки выводов на контактные площадки печатных плат. Качество высокотемпературных пленочных покрытий (отслоения от подложки, неравномерность толщины) также можно проанализировать по конфигурации их тепловых полей.

Кроме того, важную роль играет тепловой контроль на стадии компоновки устройства: визуализация теплового поля позволяет выявить конструктивные проблемы, оценить работу систем охлаждения и сделать выводы о приемлемости тепловых полей в разрабатываемом устройстве.

Бесконтактный тепловой метод контроля является эффективным средством диагностики электронной техники. Он успешно применяется для обнаружения проблем в конструкции, а также для выявления дефектов электронных ячеек и элементной базы радиоэлектронной аппаратуры [4].

Метод основан на исследовании, проводимом благодаря измерению температуры поверхности всей электрической установки или объекта, а также его определенных элементов. Чаще всего используется система бесконтактного ТНК с применением тепловизора.

Стандартные способы контроля электрических установок, в основном, требуют их временной дезактивации. Такое отключение, например, в случае

работы с высоким напряжением, может спровоцировать повреждения устройства либо потерю его работоспособности. Благодаря тепловизионному обследованию появляются возможности для диагностики оборудования частями, то есть каждый элемент будет диагностироваться отдельно. Помимо этого тепловизор позволяет оценить техническое состояние приспособления во время его эксплуатации. Большая часть дефектов может быть выявлена на ранних стадиях. Также тепловизор поможет сформировать допустимые эксплуатационные ограничения, благодаря чему возникновение дефектов можно будет предотвратить.

Требования, предъявляемые к методам и средствам ТНК. Задача обеспечения в постоянной боевой готовности объектов военного назначения в условиях продолжающегося физического и морального износа ВТС обуславливает повышение роли НК как одного из основных факторов, определяющих техническое состояние указанных объектов, возможность и сроки их эксплуатации [5]. В свою очередь развитие научно-технического прогресса и решение задач по улучшению качественных показателей технического состояния и поддержанию высокой эксплуатационной надежности сложных технологических объектов военного назначения требуют совершенствование и более широкого использования НК в том числе и ТНК. При этом к требованиям, предъявляемым к методам НК можно отнести: возможность осуществления контроля на всех стадиях жизненного цикла (ЖЦ) изготовления, при эксплуатации и при ремонте изделий; высокая достоверность результатов контроля; возможность контроля качества продукции по большинству заданных параметров; согласование времени, затрачиваемого на контроль, со временем работы другого технологического оборудования; возможность механизации и автоматизации контроля технологических процессов, а также управления ими с использованием сигналов, выдаваемых средствами контроля; высокая надежность дефектоскопической аппаратуры и возможность использования ее в различных условиях; простота методик контроля, техническая доступность средств контроля в условиях производства, ремонта и эксплуатации.

В ходе тепловизионного контроля должна происходить: объективная фиксация фактического состояния технологического оборудования в соответствии с его тепловым фоном (согласно данных теплового поля) в виде термограмм, и непосредственная локализация дефекта на фотоизображении; выявление неточных данных, связанных с выполнением процедур регламента, а также проверка выполнения испытаний электрической установки на специализированных объектах. Проверку выполняют с помощью тепловизора по образцам термограммам технической документации; определение дефектов устройства, определение уровня их опасности, выявление прямых экспериментальных данных, необходимых для произведения расчетов эксплуатационных мощностей объекта. Создание проекта, направленного на устранение дефектов и формирование программы, направленной на предотвращение развития основной группы повреждений; формирование архива базы данных тепловизионного контроля с целью использования их в ходе

ретроспективных мероприятий, выполнения аналитических и расчетных мероприятий, относительно технического состояния электрического оборудования, а также для формирования плана модернизации оборудования и эксплуатационных мер, направленных на продление эксплуатационного срока установок (технологически сложных объектов).

Основной задачей в ходе выполнения теплового контроля является автоматическое выявление проблемных узлов среди огромного количества анализируемых предметов, их определение, сортировка, а также классификация. Для предметов диагностического исследования определяют числовое значение порога (основой для формирования данного параметра стал метод гистограмм – поиска минимальных значений, которые соответствуют наиболее благоприятному значению порога), в соответствии с типом объекта, его технических параметров, и режимом эксплуатации. Другими словами происходит отделение качественных участков от аномальных зон. Далее необходимо выполнить сравнение аномальных участков с эталонными зонами. Этот процесс происходит при помощи сравнения термограмм, в соответствии с контрольными участками либо точками. После этого выполняется анализ данных в соответствии с вышеизложенными параметрами дефектов.

Метод теплового диагностирования РТУ. Существуют современные решения в сфере выполнения теплового контроля электрических приспособлений, которые можно применять не только для выполнения контроля оборудования, работающего в условиях высокого напряжения [5-7]. Такие решения актуальны для контроля устройств, которые гораздо чаще выходят из строя и становятся причиной аварийных ситуаций. Данные технические решения необходимо шире использовать в военной технике связи, в необитаемых аппаратных (отсеках) узлов связи и других сложных технологических объектов, где отсутствует контролирующий персонал (дежурная смена связи), а встроенные системы контроля не дают полного представления о техническом состоянии РТУ и сопутствующего технологического оборудования, систем жизнеобеспечения [8-10]. Предлагаемая методика позволяет выполнять контроль устройств, на основании ТНК, а также многолетнего опыта тепловизионных исследований. Сегодня существуют все возможности для выполнения более точных исследований, основанных на современных решениях. Благодаря этому можно не только выявить неисправности оборудования, но и определить степень брака, допущенного в ходе более ранних исследований, монтажных работ и эксплуатации оборудования.

Следует также отметить, что контроль тепловизором через крышку корпуса устройства провести невозможно. При удалении крышки (вскрытии помещения) могут нарушиться условия охлаждения и давления, что приведет к получению недостоверных данных. Поэтому бесконтактный метод теплового контроля целесообразно использовать на войсковых стационарных узлах связи, как правило, в необитаемых аппаратных и отсеках, в отделах АСУ, вычислительных центрах, где в качестве средств связи используются шкафы, коммутационные стойки в отсутствии дежурного оператора.

Заключение. Хочется отметить, что изложенный метод теплового контроля ВТС необходимо применять в комплексе с другими методами [5-10] для анализа электрических, механических и аэродинамических параметров радиотехнических устройств. Применение математических методов и средств вычислительной техники для анализа тепловых процессов, без учета взаимного влияния (электрических, механических и пр.) друг на друга не позволяет в полной мере реализовать высокую точность моделирования.

Литература

1. Ключев В.В., Соснин Ф.Р., Ковалев А.В. и др. Неразрушающий контроль и диагностика: Справ. 2-е изд. Испр. и доп., под ред. В.В. Ключева. М.: Машиностроение. 2003. 656 с.
2. Биргер И. А. Техническая диагностика. М.: «Машиностроение», 1978. 240 с.
3. Бакланов И.Г. Тестирование и диагностика систем связи. М.: Эко-Трендз. 2001. 264 с.
4. Литвинов А.И., Захаров А.А. Анализ методов неразрушающего контроля технического состояния элементов электрооборудования систем электроснабжения стационарных узлов связи // Труды 66 НТК Санкт-Петербургского научно-технического общества радиотехники, электроники и связи имени А.С. Попова, посвященной дню радио. Санкт-Петербург, 19-29 апреля 2011 г. СПб.:СПГЭТУ, 2011. С. 95-96.
5. Литвинов А.И., Дорошенко Г.П. Совершенствование процесса эксплуатации электрооборудования систем электроснабжения стационарных узлов связи // Труды всеармейской научно-практической конференции «Инновационная деятельность в Вооруженных Силах Российской Федерации». Санкт-Петербург, 16-19 ноября 2011 г. СПб.: ВАС, 2011. С. 93-98.
6. Будко П.А., Литвинов А.И. Методика бесконтактного контроля и идентификации технического состояния электрооборудования систем электроснабжения промышленных комплексов // Датчики и системы / Sensors & Systems. №8. 2014. С. 5-10.
7. Будко П.А., Винограденко А.М., Юров А.С., Литвинов А.И. Способ мониторинга предаварийного состояния контролируемых объектов // Датчики и системы / Sensors & Systems. №9. 2014. С. 8-13.
8. Будко П.А., Литвинов А.И. Кинетический метод контроля и диагностики технических средств // Мехатроника, автоматизация, управление. №7. 2014. С. 42- 47.
9. Будко П.А., Винограденко А.М., Литвинов А.И., Экспериментальные исследования по применению кинетического метода контроля и диагностики технических средств//Мехатроника, автоматизация, управление. №9. 2014. С. 53-58.
10. Будко П.А., Будко Н.П., Литвинов А.И., Винограденко А.М Реализация кинетического метода контроля и диагностики технических средств // Мехатроника, автоматизация, управление. №8. 2014. С. 37-44.

Абайулы Б., Будко П.А., Литвинов А.И., Ткаченко В.Ю.

Военная академия связи, г. Санкт-Петербург

Модель неразрушающего контроля технического состояния радиоэлектронной аппаратуры

Аннотация. В статье предложена модель неразрушающего контроля технического состояния электрооборудования систем электроснабжения различных объектов военного назначения. Рассмотрена математическая модель выходного сигнала электрооборудования, на основе которой предложен метод бесконтактного мониторинга технического состояния.

Ключевые слова: система диспетчерского управления, мониторинг технического состояния, диагностика, кинетика, идентификация.

Введение. Одним из направлений повышения эффективности эксплуатации систем военного назначения (СВН) является дальнейшее совершенствование системы диспетчерского управления как СВН в целом, так и их составляющих систем, в том числе систем электроснабжения (СЭС). Основу таких систем составляет электрооборудование (ЭО) различного назначения.

Для эффективного функционирования системы диспетчерского управления оператору необходимо иметь достоверные данные о техническом состоянии (ТС) электрооборудования СЭС в реальном масштабе времени. Такое направление предусматривает переход от принципов эксплуатации по назначенным ресурсным показателям к эксплуатации по техническому состоянию указанных объектов. При этом мониторинг технического состояния электрооборудования СЭС является одним из основных элементов системы диспетчерского управления.

Постановка задачи на моделирование. В современных условиях появился ряд негативных факторов, снижающих эффективность функционирования ЭО СЭС. Наиболее существенным из них является фактор износа и старения аппаратуры и силового оборудования в связи с тем, что большая часть существующих СВН были построены еще в конце прошлого века и выработали эксплуатационный, а тем более гарантийный ресурс. В этой связи отказы в элементах, узлах ЭО СЭС становятся более вероятными и труднопрогнозируемыми. Это приводит к тому, что принятый для большинства эксплуатируемых СЭС принцип управления техническим состоянием по ресурсу становится малоэффективным, а работы по устранению возникающих в межремонтный период неисправностей проводятся часто.

Одним из направлений решения этого вопроса является дальнейшее совершенствование систем мониторинга технического состояния ЭО СЭС, среди которых наиболее перспективными представляются системы, реализующие физико-технические методы неразрушающего контроля. При использовании этих методов в элементах и устройствах ЭО СЭС не происходит ка-

ких-либо изменений, влияющих на качество, параметры и характеристики электрооборудования, а также не требуется проведения доработок с изменением конструкции ЭО. Методы бесконтактного неразрушающего контроля позволяют по косвенным признакам обнаружить скрытые дефекты, либо выявить особенности, влекущие за собой потенциальную неисправность объекта. Эти методы наиболее эффективны для получения диагностической информации о состоянии ЭО СЭС в режиме on-line, что особенно важно при эксплуатации СВН по техническому состоянию (ТС) [1].

Дополнительно существует ряд проблем, затрудняющих процесс мониторинга в СЭС, связанных с отсутствием в литературе по диагностике унифицированных форм представления таких объектов диагностирования или их моделей, пригодных для решения задач мониторинга.

Отсутствие унифицированной модели СЭС напрямую связано с разнообразием физической природы элементов, входящих в эту систему. В литературе [2, 3] можно встретить формы представления элементов СЭС, адекватно и наглядно отображающие их структуру и механизм функционирования в процессе обеспечения потребителей электроэнергией заданного качества. Однако такое представление не в полной мере описывает свойства системы в аварийном и предаварийном состоянии, так как отказы различных элементов приводят к значительным изменениям параметров и взаимосвязей между оставшимися в работоспособном состоянии элементами.

Для локализации неисправного элемента необходимо обеспечить связь между процедурой локализации места отказа и моделью объекта диагностирования. Для этого нужно иметь не только сведения о параметрах объекта и их закономерных изменениях в различных условиях эксплуатации, но и о связях между элементами, формирующие эти параметры, а также достаточно жесткую и однозначную систему координат в пространстве, замыкающую в себе объект диагностирования. Для достижения этой цели нужна модель.

Описание моделей выходных сигналов электрооборудования. Перед моделированием объекта диагностирования составляется его неформальное описание в виде алгоритма работы системы, по которому строится функциональная схема [4]. Последняя служит основой для разработки математической модели. Математической моделью объекта [5] является формальное описание объекта диагностирования и его поведения во всех ТС.

При построении формального описания системы определяется множество ее параметров [1]: $P=\{p_j\}$, $j=1, 2, \dots, n$, θ , и базиса операторов $A=\{A_j\}$, $j=1, 2, \dots, m$, которые устанавливают отношения между этими параметрами. Параметрами системы являются постоянные или переменные во времени величины, которые характеризуют ее состояние в данный момент времени [1, 6]. Все параметры системы разбиваются на четыре подмножества: $P=\{V, \alpha, \beta, \gamma\}$, где $V=\{v_j\}$ ($j=1, 2, \dots, l$) – фазовые переменные (координаты) системы;

$\alpha = \{\alpha_j\} (j=1, 2, \dots, l)$ – внешние параметры; $\beta = \{\beta_j\} (j=1, 2, \dots, m)$ – внутренние параметры; $\gamma = \{\gamma_j\} (j=1, 2, \dots, l)$ – выходные параметры. Фазовыми переменными системы являются функции времени v_j , которые определяют ее состояние в любой заданный момент времени t . В состав множества фазовых переменных V входят: $X = \{x_j\} (j=1, 2, \dots, q)$ – входные фазовые переменные, образующие вектор входных воздействий; $Y = \{y_j\} (j=1, 2, \dots, r)$ – выходные фазовые переменные, образующие вектор реакций системы; $Z = \{z_j\} (j=1, 2, \dots, f)$ – внутренние фазовые переменные.

Оператор $A_j (j=1, 2, \dots, m)$ представляет собой правило, по которому каждому элементу x_j множества X входных фазовых переменных ставится в взаимнооднозначное соответствие элемент v_j множества Y выходных фазовых переменных. При этом описание работы объекта диагностирования представляет следующее операторное уравнение [5]: $Y = A X$.

Число различных функциональных звеньев, из которых составляется функциональная схема объекта диагностирования, имеет конечное значение.

Для формального описания объекта диагностирования достаточно ввести конечное множество базисных операторов [5, 11]: $A = \{A_j\}, j=1, 2, \dots, m$.

Внешними параметрами системы α являются физические величины, определяющие характеристики входных фазовых переменных X .

Вектор входных воздействий опишем следующим соотношением [5, 7]:

$$X = X(\alpha, t). \quad (1)$$

Внутренними параметрами системы β являются физические величины, численные значения которых характеризуют свойства функциональных звеньев, описываемых операторами множества A . При этом операторы представляются следующим соотношением [5]:

$$A = A(\beta). \quad (2)$$

С учетом введенных внешних (1) и внутренних (2) воздействий, математическая модель определяется операторным уравнением: $Y(t) = A(\beta) X(\alpha, t)$, где α и β в свою очередь могут быть функциями времени t .

Структурная схема системы, отображающая это описание, показана на рис. 1 [5], где β – параметр структуры объекта A , является стационарным на периоде измерения α .

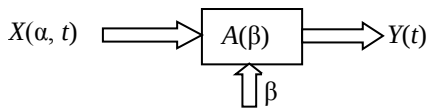


Рис. 1 - Структурная схема объекта диагностирования

Задачей диагностики является определение $A(\beta)$ по $X(t)$ и $Y(t)$. При введении ограничений относительно функционирования отдельных звеньев системы, из ее формального описания получаем математическую модель конкретной системы. В зависимости от характера ограничений и допущений математические модели будут различными [6].

Выходным параметром системы является физическая величина, численное значение которой характеризует ее качество работы. Множество выходных параметров системы $\gamma = \{\gamma_j\} (j=1, 2, \dots, l)$ позволяет количественно оценить правильность работы и качество выполнения системой поставленной задачи. Для оценки множества выходных параметров γ формальное описание системы в общем виде представлено следующим соотношением [5, 6]: $\gamma = F_1(A, \beta, \alpha)$, где A – оператор, отображающий структуру системы.

В случае эталона $\beta=0$ (или $\beta_{\text{ном}}$), тогда $S_y(t):Y_y(t) = A(0) \cdot X(t)$.

В случае неисправности $\beta \neq 0$, тогда $S_H(\theta, t):Y_H(t) = A(\beta) \cdot X(t)$.

Таким образом, математическая модель фигур в декартовой системе координат имеет вид: $A(\theta): A(\beta) = f\{Y_H(\theta, t), X(t)\}$.

Моделирование выходного сигнала ЭО при формировании диаграммы состояний. Для повышения производительности создаваемого и эксплуатируемого ЭО предлагается предварительная обработка его выходного сигнала, характеризующегося рядом параметров, при изменении номинальных значений которых, изменяется форма выходного сигнала. Для повышения быстродействия диагностирования ЭО, исследуемый выходной сигнал с объекта контроля разделяется на два сигнала, которые отличаются друг от друга на значение меньше периода [1, 7]. Эти два исследуемых сигнала образуют замкнутую фигуру в декартовой системе координат. Итогом предварительной обработки является геометрическая фигура, образованная путем соединения точек, координатами которых являются по оси абсцисс значения амплитуд сигнала $S_y(t)$, а по оси ординат значения амплитуд сиг-

нала $S_X(t)$ в соответствующие отсчеты времени. Данная фигура называется диаграммой состояний (ДС) (см. рис. 2).

Применительно к функциональной диагностике, оценку ТС электрооборудования можно производить, не измеряя отклонения параметров от номинальных значений с использованием целого парка разнотипных средств измерений, а анализируя лишь форму ДС.

Синтезированная фигура может иметь форму достаточно сложную и весьма чувствительную к изменению параметров режимов работы и технического состояния ЭО. Диаграмма состояния создается непрерывно и обновляется через каждый период питающего напряжения, благодаря чему оказывается возможным регистрировать кратковременные отклонения в параметрах ЭО и выявлять «предвестники» аварийных ситуаций, что существенно повышает эффективность прогнозирующего контроля и диагностики техниче-

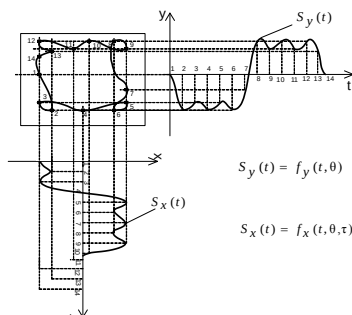


Рис. 2 - Процесс получения диаграммы состояний

ского состояния электрооборудования. Таким образом, по полученной ДС можно судить о наличии или отсутствии дефектов в ЭО СЭС, что существенно сокращает время диагностирования.

Вывод. В большинстве ЭО СЭС СВН используются встроенные системы контроля, которые в условиях увеличивающегося потока отказов требуют доработки, что экономически затруднено. В этой связи, для повышения эффективности процесса эксплуатации создаваемого и унаследованного ЭО СЭС СВН, представляется целесообразным при решении задач диагностирования использовать описание ЭО в виде модели выходного сигнала электрооборудования СЭС СВН при формировании диаграммы состояний и разработке на ее основе методов и устройств бесконтактного мониторинга технического состояния, работающих совместно с системами контроля.

Литература

1. Будко П.А., Литвинов А.И. Методика бесконтактного контроля и идентификации технического состояния электрооборудования систем электроснабжения

промышленных комплексов // Датчики и системы / Sensors & Systems. №8. 2014. С. 5-10.

2. Коськин Ю.П. Введение в электромеханотронику. Санкт-Петербург: Энергоатомиздат, 1991. 192 с.

3. Гук Ю.Б. Основы надёжности электроэнергетических установок. Л.: ЛГУ, 1976. 318 с.

4. Буков В.Н., Максименко И.М. Три подхода к задаче контроля технического состояния // Автоматика и телемеханика. 1995. №2. С. 165-178.

5. Борисов Ю.П., Цветнов В.В. Математическое моделирование радиотехнических систем и устройств. Москва: Радио и связь, 1985. 176 с.

6. Будко П.А., Литвинов А.И. Кинетический метод контроля и диагностики технических средств // Мехатроника, автоматизация, управление. №7. 2014. С. 42- 47.

7. Будко П.А., Винограденко А.М., Литвинов А.И., Экспериментальные исследования по применению кинетического метода контроля и диагностики технических средств//Мехатроника, автоматизация, управление. №9. 2014. С. 53-58.

Алешин С.Л., Баринов М.А., Будко П.А., Чихачев А.В.

Военная академия связи, г. Санкт-Петербург

Повышение эффективности декаметровых радиолиний за счет применения адаптивных компенсаторов помех

Аннотация. Рассмотрены методы повышения эффективности функционирования декаметровых радиолиний с перестройкой рабочих частот по псевдослучайному закону, основанные на применении аналоговых и цифровых адаптивных компенсаторов помех и пространственно-разнесенном приеме.

Ключевые слова: мультидиаграммная цифровая антенная решётка, адаптивный компенсатор помех, пространственно-разнесенный прием.

Введение. Несмотря на повышенное внимание операторов и абонентов связи к спутниковым, волоконно-оптическим, радиорелейным и метеорным системам, отношение к радиосвязи декаметрового (ДКМ) диапазона частот, ее роли и месту в общей системе обмена данными остается актуальным. Это объясняется тем, что наряду с глобальной дальностью ДКМ радиосвязи одновременно могут быть решены задачи по увеличению достоверности принимаемой информации за счет создания автоматизированных помехозащищенных радиолиний (РЛ), в том числе с адаптацией основных характеристик антенно-фидерных подсистем (АФ) и аппаратно-программных комплексов (АПК) связи к электромагнитной обстановке в точке приема [1-7]. Дальнейшее улучшение характеристик ДКМ радиосвязи возможно путем использования современных достижений в области информационных технологий с применением: цифровой обработки сигналов (ЦОС), концепций и алгоритмов «программируемого радио» (SDR) [2, 3]; когнитивного радио (CRS), способного самостоятельно определять наилучшую спектральную позицию для организации связи, создавая минимум помех другим абонентам [4, 5]; эффективных методов модуляции и турбокодирования и пр.

Реализация перспективных технологий требует значительного увеличения вычислительных процедур, особенно для аппаратуры связи, предназначенной для работы в каналах с переменными параметрами. Это, в свою очередь, приводит к необходимости модернизации существующих и созданию новых высокоэффективных автоматизированных систем радиосвязи со сложными алгоритмами функционирования, ЦОС и применением адаптивных компенсаторов помех (АКП).

Целью статьи является повышение эффективности подавления помех при использовании мультидиаграммных цифровых кольцевых антенных решёток (КАР) в условиях фединга сигнала (помехи) по уровню (азимуту и углу места) путем формирования веера статических диаграмм направленности с одновременным приемом и ЦОС, поступающих со всех каналов трактов разнесенного приема, что позволяет реализовать приём информации с мак-

симальным отношением сигнал/помеха при приходе помехи и полезного сигнала с любых азимутов.

1. Использование цифровых АКП в дециметровом диапазоне

Наиболее просто реализуемым компенсатором помех для ДКМ РЛ является «пространственный фильтр» на базе двух разнесенных антенн (А). Так на рис. 1а) представлена структурная схема аналогового адаптивного компенсатора помех (АКП), выполненная с единым опорным генератором (ОГ), с автоматическим блоком управления (АБУ) весовыми коэффициентами $W(\varphi, G)$ для обеспечения сохранения постоянства фазовых соотношений сигнала на выходах промежуточной частоты (ПЧ) первого и второго радиоприемных устройств (РПУ1 и РПУ2). В состав АКП также входят сумматор (+), управляемый фазовращатель (φ) и усилитель-аттенюатор (G). На рис. 2б) приведена структурная схема цифрового АКП, где потенциальная величина подавления помехи определяется значением дискретного шага $\Delta\varphi$ изменения весовых коэффициентов $W(\varphi)$. На схеме не представлены весовые коэффициенты G по амплитуде, в предположении предварительного выравнивания коэффициентов передачи первого и второго приемных трактов, в состав которых входят преселекторы, аналого-цифровые преобразователи (АЦП1, АЦП2), общий генератор тактовых частот (ГТЧ), блоки цифровой обработки сигналов (БЦОС1, БЦОС2), а также цифровые фильтры (ЦФ1, ЦФ2). Количество фазовращателей n в блоке весовых коэффициентов определяется исходя из соотношения: $n=180^\circ/\Delta\varphi$.

Для обеспечения эффективной работы АКП необходимо учесть, что в момент прихода полезного сигнала возникает «смещение» установленных оптимальных значений весовых коэффициентов $W_{\text{опт}}(\varphi, G)$, соответствующих подавлению помехи. Можно показать, что в АКП с блоком управления корреляционного типа [4, 5], для обеспечения ограничения изменения оптимальных весовых коэффициентов на величину не более чем $\beta W_{\text{опт}}$ за время приема сигнала длительностью t_c , постоянная времени RC-фильтра АБУ (τ) должна удовлетворять условию [6]:

$$\tau \geq t_c \left(1 + \alpha \frac{P_c + P_n}{P_{\text{ш}}} \right) \left(\ln \frac{1}{1 - \beta} \right)^{-1}, \quad (1)$$

где α – суммарный коэффициент передачи приемного тракта; $P_c, P_n, P_{\text{ш}}$ – соответственно мощности сигнала, помехи и шума. Причем неравенство (1) справедливо как для аналогового так и цифрового АКП, при этом для построения цифрового АКП значение τ соответствует времени интегрирования сигналов с выхода каждого из сумматоров в блоке выбора решения. Здесь же следует отметить, что двухканальный АКП можно рассматривать как упрощенный пеленгатор, т. е. время усреднения значения W для получения $\bar{W}_{\text{опт}}$ соответствует усреднению мгновенных отсчетов пеленга сигнала для получения минимальной ошибки в его определении и, как показано в [7], время этого усреднения для ДКМ канала должно составлять примерно 200÷500 мс.

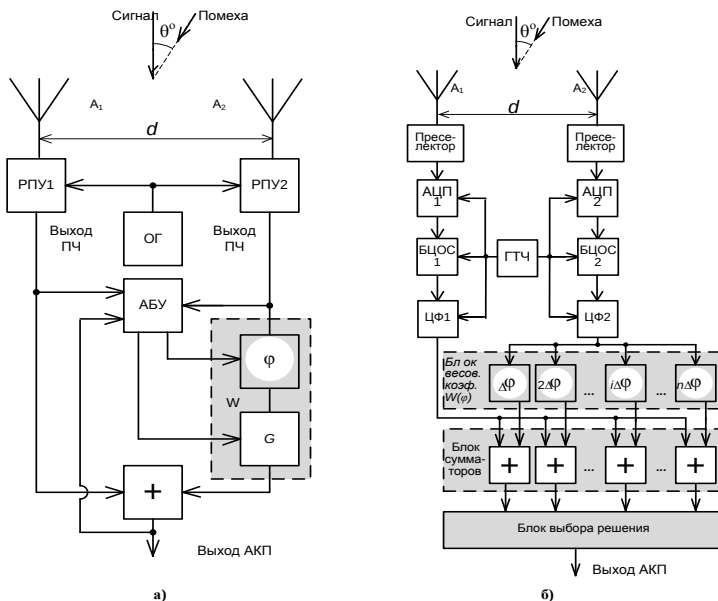


Рис. 1 - Структурная схема АКП: а) аналогового; б) цифрового

Дестабилизирующее влияние полезного сигнала, передаваемого в режиме с псевдослучайной перестройкой рабочих частот (ППРЧ), на установившееся оптимальное значение весовых коэффициентов можно исключить за счет усложнения схемы построения и алгоритма работы АКП. Так при построении АКП на базе четырехканального РПУ два канала могут быть использованы в качестве основных и два в качестве дополнительных. При этом, в блоке управления дополнительных каналов предварительно определяются значения весовых коэффициентов для рабочей частоты f_i на временном интервале приема сигнала ППРЧ на частоте f_{i-1} в основном канале АКП, а в момент перестройки частоты в основном канале на f_i осуществляется установка определенных в дополнительном канале значений W_i , после чего РПУ дополнительного канала переключаются на частоту f_{i+1} , на которой определяется значение W_{i+1} и т. д.

При необходимости получения усредненных весовых коэффициентов за время mt_c потребуется использовать аналогичным образом $2m$ дополнительных каналов приема. Вместе с тем, такой подход не исключает появления «смещенных» решений при наличии фединга помехи по амплитуде, углу места и азимуту прихода. В этом случае изменение уровня помехи на выходе АКП можно аппроксимировать линейно убывающей в течение времени t_n и

линейно возрастающей за такое же время функций. Тогда, как показано в [6], для ограничения отклонения значений W от оптимальных в пределах $\pm\beta W_{\text{опт}}$, необходимо чтобы выполнялось неравенство:

$$\tau < t_n \left(1 + \alpha \frac{P_n}{P_{\text{ш}}} \right) \cdot \beta . \quad (2)$$

Воспользовавшись формулами (1) и (2), для практически важных случаев, когда отношение мощности помехи к мощности шума превышает единицу, получим: $t_c < t_n \cdot \beta \cdot \ln \frac{1}{1-\beta}$. То есть, уже при $\beta \leq 0,1$ (что соответствует

отклонению значения весовых коэффициентов W от оптимальных не более чем на 10 %) и реальном значении $t_n \approx 200$ мс, получим, что длительность сигнала в условиях помех для эффективного функционирования АКП не должна превышать 2 мс.

В тоже время, одним из способов повышения эффективности функционирования ДКМ РЛ, в том числе в условиях случайных и преднамеренных помех, является снижение скорости передачи, т. е. уменьшение полосы занятой передаваемым сигналом. Длительность одного бита при этом может составлять до 0,5 с и более, что резко снижает эффективность применения рассмотренных двухканальных АКП. Однако, как следует из экспериментальных исследований, в узкой частотной полосе $\Delta F_y \leq 30$ Гц, наблюдается высокая корреляция между частотными составляющими реального сигнала (помехи). Так, например, если при передаче сигнала в режиме ЧТ в полосе $\Delta f_c \approx 30$ Гц, состоящей из частотных полос канала «нажатие» $\Delta f_{\text{кн}} \approx 10$ Гц, канала «отжатие» $\Delta f_{\text{ко}} \approx 10$ Гц и защитного интервала $\Delta f_{\text{кз}} \approx 10$ Гц (рис. 2) процедуру автоматического подавления помехи, попавшей в полосу Δf_c , можно осуществить с помощью АКП в канале $\Delta f_{\text{кз}}$, в котором заведомо полезный сигнал будет отсутствовать, причем, в этом случае установившееся значение $W_{\text{опт}}$, соответствующее подавлению помехи в полосе $\Delta f_{\text{кз}}$, не будет отличаться от значений весовых коэффициентов, обеспечивающих подавление помехи в частотных полосах $\Delta f_{\text{кн}}$ и $\Delta f_{\text{ко}}$. Данный факт, характерный для узкополосных и свехузкополосных ($\Delta f_{\text{св}} \leq 1$ Гц для ДКМ диапазона) сигналов, позволяет реализовать эффективный АКП, в котором отсутствует явление «смещения» значений $W_{\text{опт}}$ при поступлении полезного сигнала и одновременно может быть установлено значение τ , согласованное с ожидаемыми параметрами помехи и удовлетворяющее неравенству (2).

2. Эффективность использования мультидиаграммных КАР

По аналогии с АКП, представленным на рис. 2, на базе мегаканального SDR РПУ [2] может быть реализован АКП для многочастотной (МЧ) ППРЧ РЛ с параллельной передачей и приемом элементов сообщения на нескольких тысячах (в зависимости от объема передаваемого сообщения) псевдослучайных частот. При этом такой АКП позволит потенциально обеспечить одновременное подавление также до нескольких тысяч независимых помех (по

числу рабочих частот). Структурная схема АПК с АКП, обеспечивающего оптимизацию приема при ЦОС в ДКМ радиоканале в условиях воздействия

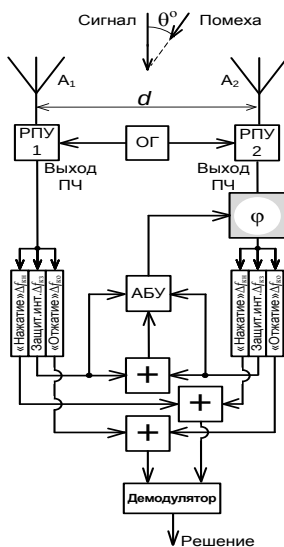


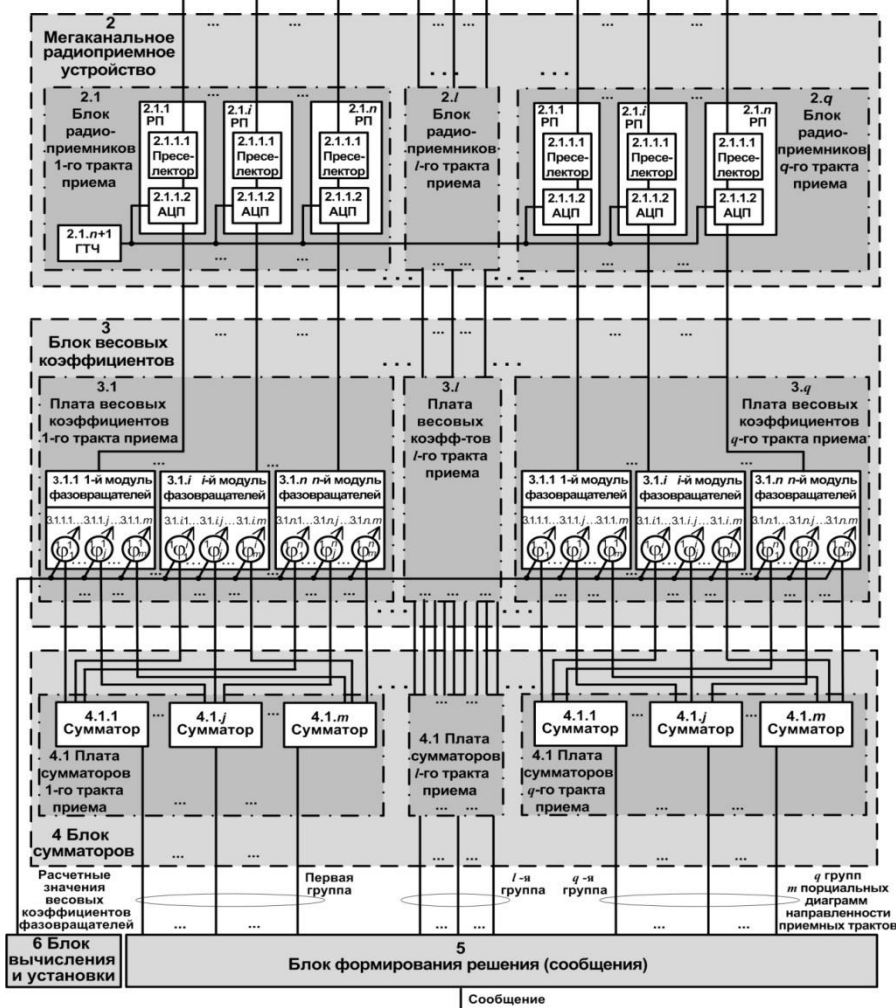
Рис. 2. Вариант построения АКП узкополосных систем радиосвязи

помех для приема сообщений по МЧ РЛ ППРЧ приведена на рис. 3, где представлен один из вариантов повышения эффективности подавления помех при использовании кольцевых антенных решёток (КАР) в условиях фединга сигнала (помехи) по уровню (азимуту и углу места), позволяющий формировать веер статических диаграмм направленности (ДН) с одновременным приемом и ЦОС, поступающих со всех выходов их формирователя. Предложенный способ позволяет реализовать диаграммообразующие устройства практически с любым заданным количеством порционных ДН (ПДН). Наиболее целесообразно с точки зрения уменьшения декорреляции сигналов на элементах АФП, а также снижения площади антенного поля в качестве элементов приемной АФП использовать мультидиаграммную КАР. Её характеристика направленности может быть представлена выражением [21]

$$U_{\Sigma} = n \left\{ J_0 \left(\frac{2\pi}{\lambda} dE \right) + 2(-1)^{\frac{\pi}{2}} J_n \left(\frac{2\pi}{\lambda} dE \right) \cos [n(\gamma - \alpha_0)] \right\} \quad (3)$$

где n – число элементов КАР; $2\alpha_0$ – угол между радиусами соседних антенных элементов КАР; d – радиус КАР;

$$E = \sqrt{\cos^2 \beta + \cos^2 \beta_c - 2 \cos \beta \cos \beta_c \cos \theta} ; \quad \gamma = \arctg \left(\frac{\cos \beta \sin \theta}{\cos \beta \cos \theta - \cos \beta_c} \right) ; \quad \lambda - \text{длина вол-}$$



Как следует из анализа результатов компьютерного моделирования и расчетов по формуле (2), при формировании порционных ДН (ПДН) всегда найдется такая ПДН, которая обеспечивает прием полезного сигнала с одно-временным подавлением помехи, приходящей с любого азимута (несовпадающим с азимутом прихода полезного сигнала). При этом для достижения величины подавления помехи $K > 40$ дБ потребуются, как показывают расчеты, сформировать примерно 360 ПДН («шаг смещения» ПДН $\Delta\theta = 1^\circ$). Как было отмечено выше, в условиях замираний сигнала применение АКП не позволяет достичь высоких значений вероятности приема, характерных для современных требований к специальным системам связи. В этом случае одним из возможных способов повышения вероятности доведения сообщения по каналам с переменными параметрами является пространственно-разнесенный прием (ПРП) [5, 6, 8]. Для реализации увеличения вероятности приема элементов сообщений при ПРП необходимо обеспечить декорреляцию принимаемых сигналов в Q ветвях разнесения, что в рассматриваемом случае может быть достигнуто путем взаимного удаления КАР на расстояние 300÷500 м.

Вывод. Для качественной сравнительной оценки ПРП с АКП и без АКП рассмотрим вариант неоптимального дискретного сложения при числе ветвей разнесения $Q=2q-1$, ($q=2,3,4\dots$). В этом случае вероятность приема элемента сообщения для любого закона замираний сигнала определяется по

формуле [9]:
$$p_Q = \sum_{k=0}^{q-1} \frac{(q+k-1)!}{(q-1)!k!} p_1^q (1-p_1)^k$$
, где p_1 – вероятность ошибки в

одной ветви разнесенного приема [5]. Из анализа расчетов следует, что в условиях наличия сосредоточенных помех уже при $Q_{\text{АКП}}=3$, $K=10$ и $h^2 < 20$ система ПРП с АКП превосходит по помехоустойчивости систему ПРП без АКП с $Q \leq 9$, что доказывает необходимость использования ПРП с АКП в комплексах связи с повышенными требованиями по вероятности доведения сообщений. Очевидно, что в ДКМ радиоканале выбор любой из ПДН, обеспечивающей в данный момент времени оптимальное соотношение сигнал/помеха, в следующий момент времени может не соответствовать требованиям по оптимальности. В этом случае наиболее эффективным является параллельный анализ сигналов с выходов всех ПДН с формированием суммарного сообщения, состоящего из блоков сообщения, оптимально принятых от соответствующих ПДН.

Литература

1. Активные фазированные антенные решётки / Под ред. Д.И. Воскресенского и А.И. Канашенкова. – М.: Радиотехника, 2004. – 488 с.
2. Николашин Ю.Л., Кулешов И.А., Будко П.А., Жолдасов Е.С., Жуков Г.А. SDR радиоустройства и когнитивная радиосвязь в дециметровом диапазоне частот // Наукоемкие технологии в космических исследованиях Земли. 2015. Т.7. №1. С. 20-31.

3. Будко П.А., Жолдасов Е.С., Жуков Г.А., Будко Н.П. SDR-технологии и новые принципы приема сообщений в симплексных радиолниях // Научные технологии в космических исследованиях Земли. 2013. Т.5. №1. С. 34-38.

4. Николашин Ю.Л., Мирошников В.И., Будко П.А., Жуков Г.А. Когнитивная система связи и влияние использования данных мониторинга на помехоустойчивость сверхузкополосных декаметровых радиолний // Морская радиоэлектроника. 2015. №2(52). С. 16-22.

5. Николашин Ю.Л., Будко П.А., Жуков Г.А. Повышение эффективности функционирования радиолний с псевдослучайной перестройкой рабочих частот / Сборник докладов III Международной научно-технической конференции «Радиотехника, электроника и связь» (г. Омск, 6-8 октября 2015 г.). Омск: Издательский дом «Наука», 2015. С. 126-137.

6. Жуков Г.А., Бахарев О.Д. Исследование помехоустойчивости приема сообщений с использованием адаптивного компенсатора помех // Телекоммуникационные технологии. Вып. 1. 1994. – С. 75-85.

7. Кирсанов Э.А., Сирота А.А. Обработка информации в пространственно-распределенных системах радиомониторинга: Статистический и нейросетевой подходы. – М.: Физматлит, 2012. – 344 с.

8. Андронов И.С., Финк Л.М. Передача дискретных сообщений по параллельным каналам. – М.: Советское радио, 1976. – 408 с.

9. Николашин Ю.Л., Будко П.А., Жуков Г.А. Нейробиологический подход к решению задачи оптимизации приема информации в канале с переменными параметрами // Нейрокомпьютеры: разработка и применение. №1. 2016. - С. 44-54.

**Рекуррентный алгоритм адаптации для антенной решетки
систем космической связи в нестационарных условиях
приема сигнала**

Введение

При наличии большого количества источников электромагнитных волн прием полезного сигнала в системах космической связи (СКС) всегда затруднен, поэтому оптимальная обработка полезных сигналов в условиях воздействия преднамеренных и непреднамеренных помех является очень актуальной проблемой. С каждым годом радиоэлектронная обстановка в промышленно развитых регионах усложняется. Действующие процедуры распределения ограниченного радиочастотного ресурса не гарантируют оператору работу без помех. Вероятно, уже в скором времени потребуются эффективные системы помехозащиты средств СКС. Наиболее перспективным решением этой задачи является применение систем пространственной обработки сигналов на основе адаптивных антенных решеток (ААР), обеспечивающих, исходя из пространственных различий характеристик полезного сигнала и помехи, автоматическое приспособление радиолиний к помеховой обстановке.

В настоящее время актуальным является применение ААР при размещении радиостанций на подвижных объектах, а также при работе в сложной помеховой обстановке, когда угловые координаты источников помех непрерывно изменяются.

Целью статьи является анализ функционирования рекуррентного алгоритма адаптации по критерию отношение сигнал/(помеха+шум) (ОСПШ) в установившемся и переходном режимах для ААР в нестационарных условиях приема сигналов.

ААР (рисунок 1) состоит из антенной решетки, диаграммообразующей схемы и блока адаптивного управления диаграммой направленности (или адаптивного процессора), осуществляющего подстройку весовых коэффициентов в диаграммообразующей схеме.

Адаптивный процессор функционирует в соответствии с алгоритмом управления по заданному критерию эффективности. Поскольку оптимальные решения при использовании указанных критериев эффективности взаимосвязаны, важным является выбор алгоритма адаптации, влияющего на сложность антенной системы в целом и скорость переходного процесса. К таким алгоритмам относятся: градиентные, рекуррентные и случайного процесса.

Критерий эффективности выбирается в соответствии с требуемыми характеристиками адаптивной системы в установившемся режиме. В систе-

мах радиосвязи применяют критерии минимума среднеквадратического отклонения (СКО) и максимума ОСПШ.

$N_i(t)$

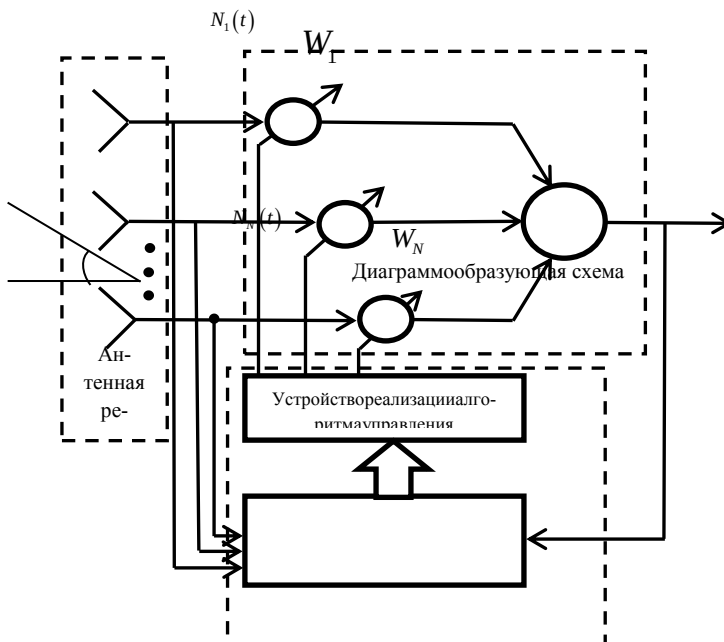


Рис. 1 - Структурная схема N-элементной адаптивной антенной решетки

Постановка задачи.

Рассмотрим N – элементную адаптивную антенную решетку с известной геометрией раскрыва. При наличии полезного сигнала оптимальный весовой вектор определяется [1]:

$$W_{\text{опт}} = R_{xx}^{-1} \Gamma_{xd}, \quad (1)$$

где R_{xx} – ковариационная матрица принимаемых сигналов и помех; Γ_{xd} – вектор взаимной корреляции принимаемых сигналов элементами ААР $x(t)$ и опорного сигнала $d(t)$.

При отсутствии полезного сигнала оптимальный весовой вектор представляется в виде:

$$W_{\text{опт}} = R_{nn} \Gamma_{xd} = R_{nn}^{-1} b^*, \quad (2)$$

где b^* – вектор управляющих сигналов, согласованный с доплеровской частотой и угловыми координатами источника полезного сигнала; R_{nn} – ковариационная матрица шума; вектор Γ_{xd} полностью эквивалентен заданию вектора b^* .

В этих условиях матричное дифференциальное уравнение для адаптивных весовых коэффициентов имеет вид [1, 2]

$$\tau \frac{dw}{dt} + [E + \gamma R_{nn}] \cdot W = b^*, \quad (3)$$

где E - единичная матрица; γ – коэффициент обратной связи.

При изменении угловых координат источников помех выражение (3) в дискретной форме принимает следующий вид:

$$W(k+1) = [E + \gamma R_{nn}] \cdot W(k) + \Delta W(k). \quad (4)$$

Будем считать, что направление прихода θ , ϕ , полезного сигнала известно (положение спутника ретранслятора), угловые координаты источников помех неизвестны. Можно предположить, что изменение направлений воздействия помех будут медленными. Требуется определить оптимальный весовой вектор (2), обеспечивающий подавление помеховых сигналов в соответствии с критерием максимума ОСШП, а также провести анализ функционирования алгоритма адаптации, в установившемся и переходном режимах.

Результаты численных исследований

Рассмотрим линейную ААР из 11 элементов, расположенных с шагом, равным половине длины волны, с равноамплитудным распределением. Направление прихода полезного сигнала: $\phi = 0^\circ$. Относительная мощность полезного сигнала на входе антенной решетки $P_0 = 1$. Направления прихода помех $\phi_1 = -15^\circ$, $\phi_2 = 25^\circ$, относительная мощность помех $P_1 = 500$, $P_2 = 100$. График переходного процесса представлен на рисунке 2. Диаграммы направленности (ДН) ААР при стационарном и установившемся режимах представлены на рисунке 3. В стационарном режиме (рис. 3а) максимум главного лепестка ДН ориентирован в направлении прихода полезного сигнала, помехи отсутствуют. С воздействием двух помех с направлений $\phi_1 = -15^\circ$, $\phi_2 = 25^\circ$ включается режим адаптации и наступает переходной процесс. Через 1000 шагов работы алгоритма адаптации в направлении воздействия помех формируются «нули» ДН глубиной -70дБ и -100дБ при сохранении ориентации главного лепестка ДН в направлении прихода полезного сигнала (установившийся режим на рис. 3б)

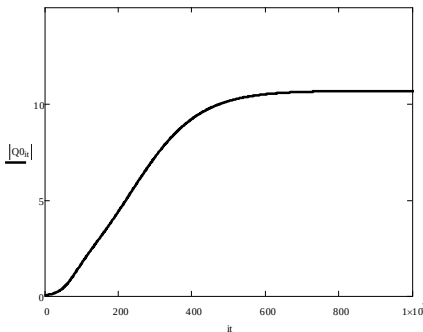


Рис.2 - График переходного процесса при $P_1=500$, $P_2=100$.

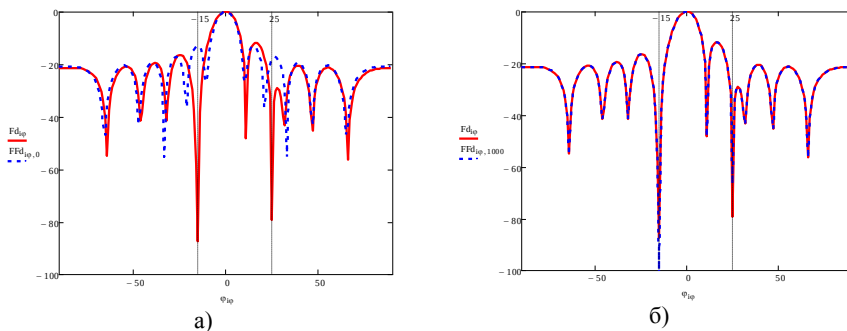


Рис. 3 - Диаграмма направленности стационарного и установившегося режимов при $P_1=500$, $P_2=100$.

В статье также рассмотрим вариант, когда относительные мощности помех равны: $P_1=500$, $P_2=500$. Аналогичные графики представлены на рисунках 4 и 5 соответственно.

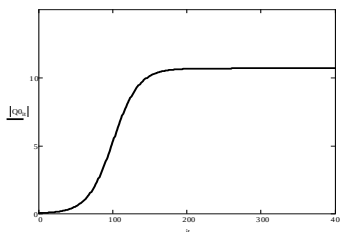


Рис. 4 - График переходного процесса при $P_1=500$, $P_2=500$.

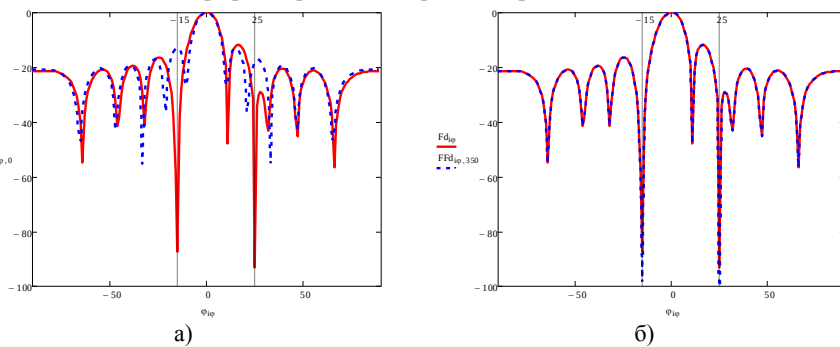


Рис. 5 - Диаграмма направленности стационарного и установившегося режимов при $P_1=500$, $P_2=500$.

Выводы

Увеличение мощности помех приводит к уменьшению количества шагов и формированию более глубоких «нулей» ДН. Чем меньше уровень помех, тем выше уровень «нулей» ДН и время переходного процесса увеличивается.

Рассмотренный алгоритм целесообразно использовать в качестве следящей системы по «нулю» ДН в СКС для подавления помех от источников с изменяемыми угловыми координатами во времени с возможностью переключения режимов работы ААР.

Литература:

1. Монзинго Р.А., Миллер Т.У. Адаптивные антенные решетки: Введение в теорию: пер. с англ. – Радио и связь, 1986. – 448 с., ил.
2. Марчук Л.А. Пространственно-временная обработка сигналов в линиях радиосвязи. – ВАС, 1991. – 136 с.

Алисевич Е.А., Ворожищев К.В.

Военная академия связи, г. Санкт-Петербург

Подход к формированию номенклатуры средств измерений в подвижную лабораторию измерительной техники

Аннотация. Предложен начальный этап формирования номенклатуры средств измерений в подвижную лабораторию измерительной техники.

Ключевые слова: подвижная лаборатория измерительной техники, средства измерения.

Концепция развития ВС РФ подразумевает перевооружения на новые образцы техники, в том числе технику связи и автоматизации. Происходит замена аналоговой техники на цифровую. перевооружение в зависимости от возможностей промышленности происходит постепенно. В связи с этим пока идёт перевооружение существует необходимость эксплуатации в войсках и на флотах как новой цифровой, так и существующей аналоговой техники связи. Качественное метрологическое обеспечение, гарантирующее точность измерений, позволяет сохранить боеготовность и эффективность стареющих вооружений, страхует личный состав от возможных аварий и катастроф из-за их внезапных отказов;

Одной из основных задач обеспечения единства и точности измерений в сфере обороны и безопасности является проверка и ремонт средств измерения военного назначения.

Одним из приоритетных направлений развития метрологического обеспечения Вооруженных Сил РФ в период их реформирования следует отнестись: оптимизацию системы обеспечения единства и точности измерений на основе требований автономности, оперативности (своевременности и минимальной продолжительности метрологических работ), мобильности (передачи размеров единиц величин преимущественно на выезде, мобильными комплексами), живучести (способности эффективно решать задачи в военное время), экономичности (минимальных затрат на проверку и ремонт средств измерений) и полноты решения задач.

В этой связи одним из мероприятий, направленных на проведение проверки и ремонта средств измерений военного назначения является формирования номенклатуры средств измерений.

Следовательно, одной из важнейших является задача определения рационального состава базового комплекта ПЛИТ, предназначенная для метрологического обеспечения войск в местах дислокации образцов вооружения и военной техники: проверки, регулировки и ремонта средств измерений без их изъятия с мест эксплуатации. Базовый комплект ПЛИТ призван обеспечить техническое обслуживание и необходимый ремонт средств измерений в войсках связи военного округа с минимальными издержками с учётом топологии системы связи и системы восстановления, качественного состава

средств связи, что позволит повысить эффективность функционирования системы связи военного округа.

Исходными данными, необходимыми для определения качественного и количественного состава парка СИ части связи, являются:

типы и количество техники связи и АСУ, находящейся на ее вооружении;

перечень параметров и характеристик, определяющий техническое состояние средств связи и подлежащий измерению при техническом обслуживании и ремонте;

номинальные значения измеряемых параметров и допусков на их отклонение от установленных норм.

Процесс выбора СИ можно осуществлять в следующей последовательности:

1. На основе анализа состава парка средств связи и контролируемых параметров данных средств связи, методов их измерения выбираются необходимые типы СИ.

2. Типы СИ уточняются в соответствии с требуемыми характеристиками. Для этого можно использовать упрощенную методику. Сущность ее заключается в том, что при эксплуатационных измерениях достаточная для практики достоверность обеспечивается соотношением между погрешностью СИ и допуском на контролируемый параметр.

3. После выбора типа СИ проверяется его соответствие условиям войсковой эксплуатации и перечню СИ, разрешенных для применения в войсках.

4. Определяется необходимое количество СИ каждого типа.

В качестве показателя достаточно полно отражающего влияние СИ на готовность средств связи к применению можно выбрать коэффициент технического использования $K_{ТИ}$ образца средств связи, рассчитанный за календарный год:

$$K_{ТИ} = \frac{T_{РАБ.}}{T_{РАБ.} + T_{ТО} + T_{Р}} = \frac{1}{1 + \frac{T_{ТО}}{T_{РАБ.}} + \frac{T_{Р}}{T_{РАБ.}}}, \quad (1)$$

где $T_{РАБ.}$ - время использования средства связи по назначению;

$T_{ТО}$ - время, затраченное на техническое обслуживание, при котором используются СИ;

$T_{Р}$ - время, затраченное на ремонт.

Его значение может быть задано или обосновано из оперативно-тактических условий применения средств связи (обычно $K_{ТИ}$ задается в пределах 0,95-0,97).

Модель эксплуатации средства связи, учитывающей влияние СИ на их техническое состояние, может быть представлена следующим образом (рис 2.1):

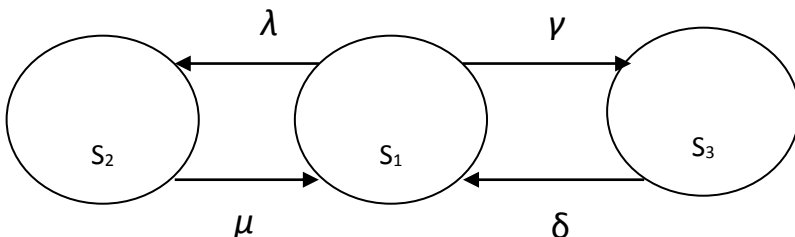


Рис.1 - Модель эксплуатации средства связи

Здесь: S_1 - средство связи находится в работоспособном состоянии;

S_2 - средство связи находится на ремонте;

S_3 - средство связи находится на техническом обслуживании.

Интенсивности перехода средств связи из одного состояния в другое определяется следующими величинами:

$$\lambda = \frac{1}{T_o} \quad (2)$$

где T_o - среднее время между отказами, при устранении которых требуется данное СИ;

$$\mu = \frac{1}{T_p + T_{ож}}, \quad (3)$$

где T_p - среднее время ремонта при наличии данного СИ;

$T_{ож}$ - среднее время ожидания СИ, необходимого для ремонта средств связи;

$$\gamma = \frac{1}{T_{то}}, \quad (4)$$

где $T_{то}$ - среднее время между операциями технического обслуживания, при которых используется данное СИ;

$$\delta = \frac{1}{\tau_{то} + T_{ож}}, \quad (5)$$

где $\tau_{то}$ - средняя длительность технического обслуживания с применением данного СИ;

$T_{ож}$ - среднее время ожидания СИ, необходимое для технического обслуживания;

Здесь предполагаем, что $T_{ож}$ при ТО и при ремонте примерно одинаково.

Состояния, в которых может находиться средство связи, являются событиями несовместными и составляют полную группу. Поэтому сумма всех вероятностей нахождения средства связи в различных состояниях S_1, S_2 и S , т.е. $P + P + P = 1$.

Вероятность нахождения средств связи в состоянии (S_1), т.е. P_1 получим:

$$P_1 = \frac{1}{1 + \frac{\lambda}{\mu} + \frac{\gamma}{\delta}} \quad (6)$$

На вооружении части связи находится значительное количество техники связи и АСУ, требующее для обслуживания и ремонта СИ, поэтому величина $T_{ож}$ определяется суммарным потоком заявок (на ТО и Р) на данный тип СИ от всей парка техники связи, количеством средств измерений данного типа и средним временем обслуживания одной заявки (проведением измерений параметров при ТО и Р).

Следовательно, рассчитав приведенную интенсивность суммарного потока заявок на данное СИ можно определить их необходимое количество n , обеспечивающее заданную степень готовности средств связи.

Число заявок на данное СИ при ТО равно числу измерений, проводимых при техническом обслуживании средства связи Z -го типа данным СИ:

а) при непрерывно-календарном принципе организации работ технического обслуживания средств связи:

$$n_{обсл.} = N_z \cdot m_z \quad (7)$$

б) при комплексном и комплексно-групповом принципе организации работ технического обслуживания средств связи:

$$n_{обсл.z} = N_z \cdot m_z \cdot \frac{8760}{\tau_{ТОz} \cdot t_{РАБ}} \quad (8)$$

где m_z - количество измерений, производимых данным СИ на образце средств связи Z -го типа;

$\tau_{ТОz}$ - продолжительность технического обслуживания (в днях) средств связи с применением данного типа СИ;

$t_{РАБ.}$ - продолжительность рабочего дня в часах.

5. При определении табельного состава СИ для части связи надо полученное значение количества СИ данного типа n несколько увеличить, так как необходимо учесть потребности самих СИ на поверку и ремонт. В первом приближении найденную величину n можно рассматривать как среднее значение требуемого количества СИ в любой момент времени для обеспечения эксплуатации средств связи, т.е. можно считать справедливым соотношение:

$$n = n_{\text{ТАБ.}} \cdot K_{\text{ТН.СИ}} , \quad (9)$$

где $n_{\text{ТАБ.}}$ - табельный состав СИ данного типа;

$K_{\text{ТН.СИ}}$ -коэффициент технического использования СИ, определенный с учетом затрат времени на поверку и ремонт СИ (обычно $K_{\text{ТН.СИ}} = 0,85$).

Таким образом, на начальном этапе определяются наиболее существенные технические проблемы обеспечения качества и технического уровня будущего изделия. При определении перечня производителей необходимо рассматривать требования по стойкости, прочности, устойчивости к внешним воздействующим факторам по принадлежности аппаратуры соответствующей классификационной группе. Далее, исходя из условий применения и требований к качеству функционирования СИ определяются условия функционирования и требования к составу оборудования ПЛИТ. В ходе данного этапа определяются уровни механических нагрузок; воздействия активно разрушающей среды; климатические условия; характеристики надежности (особенно ремонтпригодности); стоимостные и массогабаритные показатели.

Используемая литература:

1. ГОСТ РВ 1.1-96 ГСИ. Метрологическое обеспечение вооружения и военной техники. Основные положения— М.: Издательство стандартов, 1998. – 10 с.
2. ГОСТ 8.009-84 ГСИ. Нормируемые метрологические характеристики средств измерений – М.: Издательство стандартов, 1998.-10с
3. ГОСТ 8.395-80 ГСИ. Нормативные условия измерений при поверке. Общие требования – М.: Издательство стандартов, 1998. – 32 с.
4. ГОСТ 8.401-80 ГСИ, Классы точности средств измерений. Общие требования. – М.: Издательство стандартов, 1998. – 39 с.
5. ГОСТ РВ 8.560-95 ГСИ. Средства измерения военного назначения. Испытания и утверждение типа.- М.: Издательство стандартов, 1998.-30с
6. Бабкин А. В. Методика определения затрат на эксплуатацию техники связи 2-е изд. Перераб. и доп. – СПб.: Изд-во СПбГТУ, 2000. – 80с.
7. Гречишников Е.В., Гусев А.П., Стукалов И.В. Проблемы обеспечения устойчивости функционирования мобильных комплексов радиосвязи в условиях электромагнитных воздействий // Радиотехника, электроника и связь ("РЭиС-2011") Сборник докладов Международной научно-технической конференции. ФГУП "Омский научно-исследовательский институт приборостроения". Россия, г. Омск, 2011. С. 220-225.

**Андреянов С.Н., Киселев Д.В., Педан А.В.,
Семенов С.С., Стукалов И.В.**

Военная академия связи, г. Санкт-Петербург

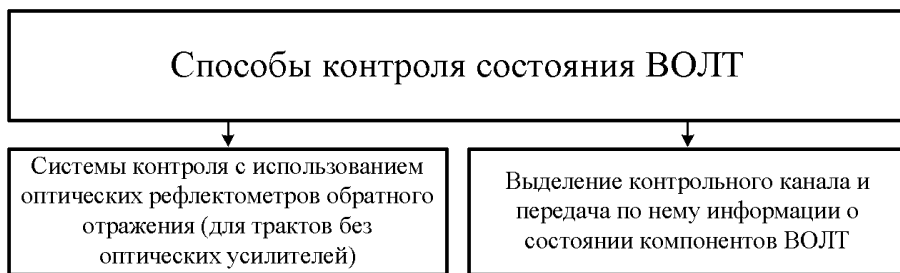
Способ контроля состояния волоконно-оптических линейных трактов

Стабильное функционирование государства и вооруженных сил невозможно без использования связи, необходимой для управления. Строительство, развертывание, эксплуатация сетей и линий связи требуют значительных финансовых затрат. Сбои и перерывы в функционировании сетей и линий связи независимо от причин их вызывающих являются чрезвычайными происшествиями, которые приводят к необратимым последствиям. В связи с этим существует проблема непрерывного контроля состояния сетей и линий связи.

На сегодняшний день в Вооруженных Силах для обеспечения связи широко применяются средства и комплексы двойного назначения, в которых для удаленного управления используются протоколы передачи служебной информации (СИ), не обеспечивающие должного уровня защищенности (*SNMPv1, SNMPv2c, Telnet, TFTP, ARP*), или применяются небезопасные с точки зрения несанкционированного доступа (НСД) методики (например, *ProxyARP* при использовании протокола *ARP*) [1, 2, 3]. При этом для злоумышленника перехват СИ может быть более целесообразен по нескольким причинам. Во-первых, защита «полезной» информации криптографическими средствами гарантированной стойкости делает практически бесполезным ее перехват. Во-вторых, при анализе перехваченной СИ появляется возможность раскрытия структуры и топологии сети связи и, как следствие, в целом структуры системы управления.

Таким образом, возникает проблема защиты СИ, передаваемой в сетях связи. Однако решение этой проблемы с помощью криптографических средств не всегда возможно из-за необходимости изменения структуры сети связи, используемого оборудования и протоколов. В связи с этим актуальным становится обнаружение НСД к СИ (с целью предотвращения ознакомления злоумышленника с передаваемой информацией) в рамках решения проблемы непрерывного контроля состояния сетей и линий связи.

Внедрение систем контроля состояния развертываемых и уже существующих сетей и линий связи, для которых на этапе планирования и проектирования не было предусмотрено систем контроля, является затратной задачей (например, ввиду необходимости закупки дополнительного оборудования, временного вывода из эксплуатации линии связи и т. п.).



а



б

Рис. 1 - Способы контроля состояния ВОЛТ и защиты от НСД
(а – контроль состояния ВОЛТ [4], б – защита от НСД [5]).

Ввиду интенсивного развития и использования линий связи, построенных с использованием волоконно-оптических систем передачи (ВОСП), предлагается способ реализации системы контроля состояния волоконно-оптических линейных трактов (ВОЛТ). Реализация разработанного способа контроля состояния волоконно-оптических линейных трактов возможна как на уже существующих, так и на перспективных сетях и линиях связи, при значительно меньших затратах по сравнению с известными способами (рис. 1).

Техническим результатом реализации данного способа является повышение своевременности и достоверности обнаружения дестабилизирующих воздействий на ВОЛТ, а также повышение оперативности обнаружения неисправностей оборудования трактов (рис. 2) и, как следствие, увеличение безопасности функционирования сети связи.

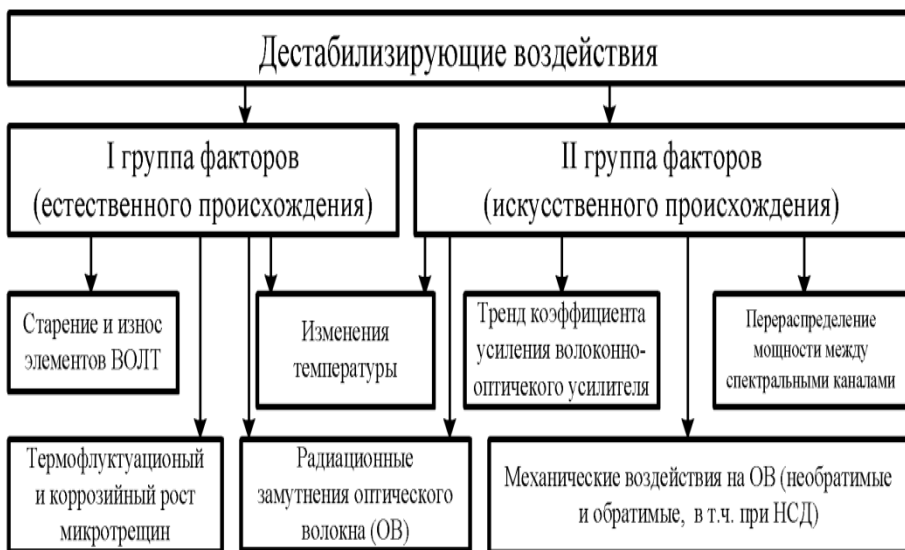


Рис. 2 - Классификация дестабилизирующих воздействий на ВОЛТ [6].

В предлагаемом способе контроль состояния ВОЛТ осуществляется путем непрерывного контроля мощности оптического излучения на входе и (или) выходе оптического излучателя – характеристики, наиболее достоверно описывающей текущее состояние ВОЛТ.

В связи с этим становится возможным определять наличие дестабилизирующих воздействий на ВОЛТ, применяя параметрическое распознавание образов [7]. Такая возможность обусловлена тем, что каждый тип дестабилизирующего воздействия (см. рис. 2) по-своему влияет на изменение оптической мощности (рис. 3).

В качестве входных данных используется информация, получаемая от устройств сети путем непрерывного циклического опроса по протоколу *SNMP* (*Simple Network Management Protocol* – простой протокол управления сетью). Для этого выполняют запросы вида *GET(OID)* к устройствам из заданного списка *IP*-адресов, где *OID* (*Object Identifier* – идентификатор объекта) – идентификатор мощности оптического излучения на входе (выходе) оптического излучателя в базе *MIB* (*Management Information Base* – база управляющей информации) мультиплексора или иного оборудования.

Достоинствами предлагаемого способа являются низкая стоимость его внедрения на существующих сетях и линиях связи, универсальность, использование для принятия решения о состоянии контролируемого объекта истории измерений за определенный промежуток времени, что позволяет осуществлять прогнозирование состояния контролируемых ВОЛТ.

Недостатком данного способа является ограниченность скорости получения информации по протоколу *SNMP*, при этом указанный недостаток может быть устранен при помощи использования внешних измерительных устройств.

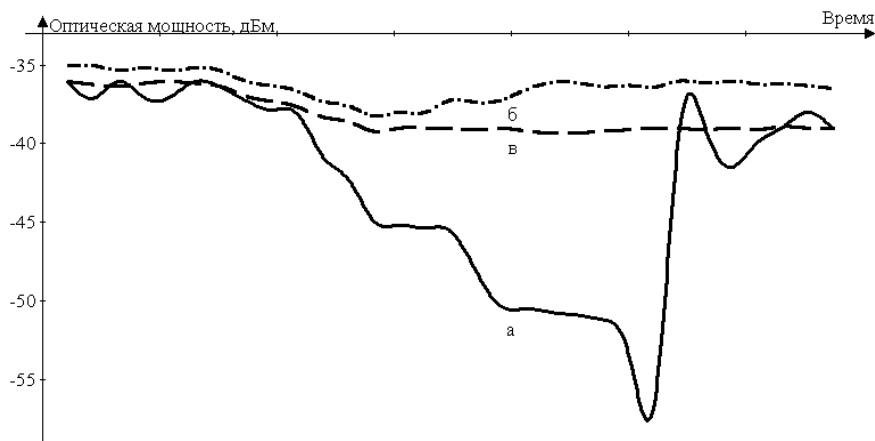


Рис. 3 - Изменение мощности оптического излучения при дестабилизирующем воздействии

(а – формирование канала утечки информации путем растяжения ОВ,
 б – anomальное изменение температуры,
 в – формирование канала утечки информации оптическим туннелированием).

Таким образом, реализация предложенного способа контроля состояния ВОЛТ в виде программного обеспечения позволит с минимальными затратами повысить надежность и безопасность функционирования сети связи.

Разработанный способ может быть применен в комплексе с уже существующими средствами контроля функционирования ВОЛТ или учтен при разработке новых средств контроля и мониторинга при планировании и развертывании перспективных систем и сетей связи, а также при разработке программного обеспечения для мониторинга каналов сетей *SDH*, *PDH* и *MPLS* [8].

Список литературы:

1. Андреев, С.Н. Проблемы использования слабозащищенных протоколов передачи информации для построения систем управления оборудованием / С.Н. Андреев, И.В. Стукалов // В кн.: Актуальные проблемы развития технологических систем государственной охраны, специальной связи и специального информационного обеспечения: VIII Всероссийская межведомственная научная конференция: материалы и доклады

- (Орёл, 13–14 февраля 2013 г.). В 10 ч. Ч. 6 / под общ. ред. В. В. Мизерова. – Орёл: Академия ФСО России, 2013. – с. 135-137.
2. Uncover Security Design Flaws Using The STRIDE Approach: электрон., журн. MSDN Magazine 2006. №11. URL: <http://msdn.microsoft.com/en-us/magazine/cc163519.aspx> (дата обращения: 18.08.2015);
 3. Олифер, В.Г. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы / В.Г. Олифер, Н.А. Олифер. – СПб. : Питер, 2010. – 944 с.;
 4. Саитов, И.А. Теоретические основы построения средств связи оптического диапазона: учебное пособие / И.А. Саитов, В.М. Щекотихин. – Орёл: Академия ФСО России, 2008. – 491 с.;
 5. Корольков, А.В. Проблемы защиты информации, передаваемой по волоконно-оптическим линиям связи, от несанкционированного доступа / А.В. Корольков, И.А. Краценко, В.Г. Матюхин, С.Г. Синев // Информационное общество. – 1997. – N 1;
 6. Музалевский, Д. Ю. Исследование измеримости параметров интенсивности оптического сигнала / Д. Ю. Музалевский // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. – 2009. – N 2 (выпуск 28);
 7. Фомин, Я.А. Статистическая теория распознавания образов / Я.А. Фомин, Г.Р. Тарловский. – М.: Радио и связь, 1986. – 264 с.;
 8. Семенов, С.С. Метод обнаружения несанкционированных воздействий на локальные вычислительные сети / С.С. Семенов, И.В. Стукалов, Д.В. Марусов, С.Н. Андреянов // Телекоммуникации. – 2014. – N 7.
 9. Баринов М.А., Будко Н.П., Будко П.А., Винограденко А.М., Дорошенко Г.П., Литвинов А.И., Николаев В.А., Чихачев А.В. Программный комплекс мониторинга технического состояния электронного оборудования по дисциплине «техническое обеспечение связи и автоматизации» // Хроники объединенного фонда электронных ресурсов Наука и образование. 2014. № 8 (63). С. 26.

Баринов М.А., Спирин С.В.

Военная академия связи, г. Санкт-Петербург

Магистрально-модульное построение радиоэлектронных средств – стратегическое направление развития техники связи военного назначения

Аннотация. Предложена система базовых несущих конструкций техники связи и автоматизированных систем управления. Представленная в работе система описывает на качественном уровне принципы модульного построения техники связи и автоматизации для оптимизации ее ремонта агрегатным методом.

Ключевые слова: магистрально-модульное построение радиоэлектронных средств, стандартный электронный модуль, унифицированный электронный модуль, базовая несущая конструкция.

Эффективность системы управления войсками зависит от готовности системы связи военного назначения к выполнению поставленных задач и во многом определяется наличием и качественным состоянием техники связи и автоматизированных систем управления (ТС и АСУ). Для укомплектования войск ТС и АСУ, поддержания их в исправном (работоспособном) состоянии, восстановления и скорейшего возвращения в строй вышедшей из строя техники связи существует система технического обеспечения связи и автоматизированного управления войсками, одной из основных составляющих которой является система восстановления ТС и АСУ[4].

Организация процесса восстановления ТС и АСУ тесно связана с конструктивно-технологическими особенностями построения ТС и АСУ, от которых во многом зависит результат достижения цели технического обеспечения связи и АСУ[2]. Вопросы модульного построения ТС и АСУ решались при разработке радиостанций тактического звена управления последнего поколения комплекса «Аквидук», однако, в полном объеме задачи унификации, типизации и технологичности изделия не были до конца решены. В частности, в радиостанциях типа Р-168 не были созданы стандартные электронные модули вторичного электропитания, а также приемо – передающие модули широкого диапазона частот.

Анализ опыта организации процесса восстановления ТС и АСУ в армиях НАТО показывает, что конструкторско – технологическим особенностям построения ТС и АСУ уделяется особое внимание, а агрегатный метод ремонта является основным способом восстановления работоспособности ТС и АСУ.

В объединенных вооруженных силах НАТО техническое обслуживание и ремонт вооружения и военной техники осуществляются по единой си-

стеме, которая подразделяется на несколько эшелонов и включает войсковой, полевой и капитальный (базовый) ремонт. Во всех названных эшелонах производится ремонт агрегатным методом. При этом нормативы на проведение ремонта достаточно жесткие. Так, например, войсковой ремонт второго эшелона должен длиться до 6 часов, а ремонт третьего эшелона, ремонтными командами за 72 часа. Выполнение этих нормативов возможно только в случае сокращения временных и экономических затрат на осуществление мероприятий технического обеспечения связи и АСУ в целом, на ремонт и техническое обслуживание, в частности.

Основными путями сокращения затрат на выполнение задач технического обеспечения зарубежные специалисты считают:

автоматизацию процессов снабжения (обеспечения) войск техникой, военно-техническим имуществом для выполнения операций технического обслуживания и снабжения;

автоматизацию процессов контроля состояния аппаратно – программных средств связи (АПСС), их составных частей, позволяющую простые операции по замене блоков, субблоков, агрегатов осуществлять личному составу экипажей;

внедрение блочно-модульной конструкции АПСС, универсализации блоков, использование микропроцессорной техники, что позволяет снизить количество личного состава в ремонтных органах, переориентировав их не на восстановление самой аппаратуры, а на ремонт ее составных частей, возвращаемых к местам эксплуатации и в систему снабжения.

Таким образом, внедрение агрегатного метода ремонта в странах НАТО рассматривается как направление повышения эффективности и целесообразности системы восстановления вооружения и военной техники, как в армии США, так и других армий НАТО. Реализация данного метода возможна только при соблюдении магистрально – модульного построения техники связи и АСУ.

В Вооруженных силах РФ и в различных отраслях экономики России в целом, вопросу магистрально – модульного построения ТС и АСУ также уделяется большое внимание. В соответствии с постановлением Правительства Российской Федерации от 26 ноября 2007 г. № 809, утверждена Федеральная целевая программа: «Развитие электронной компонентной базы и радиоэлектроники на 2008 - 2015 годы», целью которой является развитие научно-технического и производственного базиса для разработки и производства конкурентоспособной наукоемкой электронной и радиоэлектронной продукции в целях решения приоритетных задач социально-экономического развития и обеспечения национальной безопасности Российской Федерации. Одной из задач программы является - создание электронных компонентов, унифицированных узлов и блоков радиоэлектронной аппаратуры для обеспечения российской продукции и стратегически значимых систем, а также развитие вертикально интегрированных систем автоматизированного проектирования сложных электронных компонентов, аппаратуры и систем с целью до-

стижения мирового уровня, а важным направлением развития электронной компонентной базы и радиоэлектроники является конструирование унифицированных электронных модулей и базовых несущих конструкций.

Магистрально-модульное построение радиоэлектронных средств на основе стандартных электронных модулей – эффективный инструмент создания современной аппаратуры и имеет важное значение для формирования концепции развития радиоэлектронных средств военного назначения[5].

Метод магистрально-модульного построения радиоэлектронных средств соответствует ГОСТу Р 52003-2003 и принципу модульного построения техники связи, который представляется как конструктивно-технологический метод создания радиоэлектронных средств с использованием рациональной структуры соединения и коммутации их составных частей, обеспечивающий взаимозаменяемость радиоэлектронных средств и их составных частей, а также техническую совместимость в соответствии с заданными требованиями к их разработке[2].

Первым шагом решения задач построения ТС и АСУ военного назначения может быть разработка системы базовых несущих конструкций (БНК), которая обеспечит конструктивную основу для шкафов, пультов, приборов, блочных каркасов и ячеек наземных стационарных, возимых на автомобильных (колесных) и гусеничных шасси, а также морской и авиационной техники связи, удовлетворит требованиям эксплуатации согласно военным и международным стандартам[6].

В общем виде, система БНК представляет собой комплекс нормативных документов, устанавливающих терминологию, общие технические требования, общие технические условия, номенклатуру БНК, их типы, конструкцию и размеры. В эту систему также могут входить типовые технологические процессы, современные технологии формообразования и методы сборки.

Предлагаемая система основана на трех уровневой системе БНК: электронный модуль первого уровня (технологический элемент замены, субблок, ячейка), электронный модуль второго уровня (блок), электронный модуль третьего уровня (шкаф). Важным шагом в развитии системы БНК является создание интегрированных БНК третьего уровня со встроенными системами электропитания, термостабилизации и электрического монтажа. На основе таких БНК могут быть построены стандартные электронные модули.

Вторым шагом является - создание стандартных электронных модулей (СЭМ), позволяющим обеспечить оптимальную совместимость РЭС на системном уровне по конструктивным, прочностным, электрическим, электромагнитным параметрам, а также интерфейсам и электрическому монтажу. Это позволит при минимальных временных и финансовых затратах проводить модернизацию и обновление продукции на основе современных достижений в области радиоэлектронной техники и технологии. Современные аппаратно – программные средства военного назначения имеют коэффициент применяемости (Кпр) – до 60%, коэффициент повторяемости (Кп) 50%, что, в

современных условиях функционирования системы восстановления ТС и АСУ не достаточно для эффективного процесса восстановления техники связи и АСУ.

В общем виде стандартные электронные модули могут формироваться из следующих встроенных модулей[1]:

модули вторичного распределенного электропитания до 10 000 Вт при входном напряжении 380 В, 50 Гц с выходными напряжениями до 60 В. Данные блоки должны быть построены на основе стандартных конструкций и позволить адаптировать электрические параметры под требования конкретной аппаратуры;

приемо-передающие модули в широком спектральном диапазоне (от ультрафиолетового оптического диапазона до сверхвысокочастотного радиодиапазона);

блоки цифровой обработки информации, в том числе элементы кодирования и декодирования по заданным алгоритмам;

модули отображения информации (табло и экраны стандартных форматов, в том числе плоские телевизионные дисплеи);

модули позиционирования и ориентирования, отсчета единого времени;

модули ввода и вывода данных, аналого-цифрового и цифроаналогового преобразования данных, контроллеров;

модули управления движением (ориентация, стабилизация) и наведением (в инфракрасном, радиочастотном и телеметрическом режимах);

модули управления бортовыми радиотехническими средствами;

модули охранных систем и блоков управления оптико-электронными и лазерными средствами наблюдения, измерения и предупреждения об опасности;

модули контрольно-измерительной радиоэлектронной аппаратуры.

Таким образом, разработка стандартных электронных модулей обеспечит совместимость радиоэлектронных средств различных видов и различного назначения, их стандартизация позволит достичь оптимальной степени упорядочения в областях проектирования, производства и эксплуатации техники связи военного назначения, а унификация электронных модулей приведёт к единообразию технических характеристик изделий, технологических процессов, методов и средств испытаний, услуг на основе установления рационального числа их разновидностей. Кроме того, процесс восстановления ТС и АСУ существенно упростится и будет занимать меньше времени, в связи с тем, что унификация элементов приведет к росту коэффициента повторяемости, и, как следствие, к упрощению операций ремонта агрегатным методом.

Литература:

1. Постановлением Правительства Российской Федерации от 26 ноября 2007 г. № 809

2. Конструирование узлов и устройств электронных средств : учебное пособие / Д. Ю. Муромцев, И. В. Тюрин, О. А. Белоусов. — Ростов н/Д : Феникс, 2013. — 540 с.: ил.

3. Техническое обеспечение связи и автоматизации: Учебник. Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. профессора М.А. Бонч-Бруевича – СПб.: 2011. – 474 с.: ил.

4. Моделирование систем: Учебник для вузов/Б.Я. Советов, С.А. Яковлев. – 5 издание, стер. – М.: Высшая школа, 2007. – 343с.:ил.

5. ГОСТ 52003-2003. Уровни разукрупнения радиоэлектронных средств. Термины и определения.

6. ГОСТ 51676-2000. Конструкции несущие базовые радиоэлектронных средств. Термины и определения.

7. Гречишников Е.В., Гусев А.П., Стукалов И.В. Проблемы обеспечения устойчивости функционирования мобильных комплексов радиосвязи в условиях электромагнитных воздействий // Радиотехника, электроника и связь ("РЭС-2011") Сборник докладов Международной научно-технической конференции. ФГУП "Омский научно-исследовательский институт приборостроения". Россия, г. Омск, 2011. С. 220-225.

Боговик А.В., Галикбаров А.С., Гудилин А.И.

Военная академия связи, г. Санкт-Петербург

Проблемы и перспективы развития системы технического обеспечения связи и автоматизированных систем управления в группировке войск (сил) на театре военных действий в современных операциях

Аннотация. В статье сформулированы проблемы функционирования системы технического обеспечения связи и автоматизированных систем управления группировки войск (сил) на театре военных действий в современных операциях. Предложен подход решения данной проблемы на основе создания в составе группировки войск (сил), управляемого резерва ресурсов в виде мобильных частей, распределяемых в каждой конкретной ситуации между подчиненными органами.

Ключевые слова: система технического обеспечения связи и АСУ, функционирование системы восстановления, ремонтно-восстановительные органы, ремонт.

Успех современных операций группировки войск (сил) на театре военных действий, в значительной степени, определяется качеством функционирования системы связи и ее материальной основы - военной техники связи и автоматизированных систем управления, их наличием и качественным состоянием.

Состав группировки войск не является постоянным и будет соответствовать выполняемым задачам на конкретном стратегическом направлении, а структура и условия функционирования системы связи, будут определяться многими оперативными факторами и требованиями к управлению, которые могут изменяться в зависимости от положения войск, условий начала и характера военных действий. В зависимости от состава группировок на направлениях будут варьироваться, количество информационных направлений между соответствующими ПУ, пространственный размах транспортной сети системы связи и потребности в ее ресурсах. Большой пространственный размах полосы обороны ведет к увеличению взаимных удалений между пунктами управления группировки войск (сил) и подчиненных войск, а, следовательно, и между элементами системы связи.

Очевидно, что группировке войск (сил) на театре военных действий, в современных операциях, будут противодействовать мощные группировки войск противника. В отличие от аналогичных операций прошлого столетия, современные операции будут проводиться на новой технической основе с применением новейших видов и систем оружия, средств разведки и РЭБ. Непрерывное совершенствование и внедрение качественно новых по эффективности и принципам действия видов вооружения, привело к тому, что совре-

менные виды оружия характеризуются не только прямым ущербом объектов, но и последствиями вторичных факторов. Большая разрушительная сила и высокая точность, обеспечивают поражение как площадных, так и точечных целей, уничтожение критически важных военных объектов и экономических центров, что приводит к тяжелым последствиям, неисчислимым потерям в людских и материальных ресурсах.

Ежедневные потери личного состава, техники связи и автоматизированных систем управления в частях связи группировки войск (сил) на театре военных действий, зависят от вида оружия применяемого противником и его возможностей поражения. Выполнение задач при постоянном воздействии противника приведет к снижению боевых возможностей войск связи.

Проведенный анализ условий организации действий войск, входящих в состав группировки войск (сил) в современных операциях, однозначно показывает, что они проводятся по изолированным и разобленным направлениям на широком по фронту театре военных действий. Это приводит к значительному рассредоточению группировок сил и средств в полосе действий войск, глубокому эшелонированию объединений, соединений и воинских частей, ведущих боевые действия на выбранных направлениях.

Возникает необходимость развертывания дополнительных элементов оперативного построения войск, увеличения количества соединений и воинских частей, действующих самостоятельно, в отрыве от главных сил. Это приводит к возникновению особенностей в организации управления и связи в современных операциях. В условиях дальнейшего совершенствования и усложнения вооружения и военной техники, сильно возрастает роль технического обеспечения в целом и в частности системы технического обеспечения связи и автоматизированных систем управления (ТОС и АСУ), которая осуществляет укомплектование войск техникой связи и автоматизированными системами управления, поддержание их в исправном (работоспособном) состоянии, восстановление и скорейшее возвращение в строй вышедшей из строя техники связи.

Анализ существующей структуры системы ТОС и АСУ группировки войск (сил) на ТВД показывает, что организация и проведение технического обслуживания и ремонта техники связи и автоматизированных систем управления осталась без изменений. В следствии того, что в настоящее время на вооружение войск поступают перспективные средства, комплексы связи и автоматизации, возможности ее органов не полной мере отвечают современным требованиям.

Одной из основных задач, возложенных на систему ТОС и АСУ в операциях является задача по восполнению потерь техники связи и автоматизированных систем управления, возникающих при эксплуатационных отказах и воздействии поражающих факторов оружия противника, а также восстановление работоспособности в возможно короткие сроки. Возможность восстановления работоспособности техники связи определяют следующие основные факторы: ресурсы системы ТОС и АСУ, ресурсы ремонтных органов

ОАО «Воентелеком», ресурсы для транспортирования средств связи, их электронных модулей и комплектов ЗИП, квалификация личного состава, мастеров-ремонтников, топология системы восстановления и топология системы связи.

Восстановление выполняется силами экипажей, специалистами ремонтных подразделений средств связи соединений и частей, и личным составом ремонтно-восстановительных частей и подразделений технического обслуживания средств связи соединений, и предприятий промышленности.

В соответствии с организационно - штатной структурой, силы и средства подсистем восстановления и снабжения техники связи и автоматизированных систем управления в группировке войск (сил) на ТВД, в периоды боевых действий, представлены ремонтно-восстановительными частями, подразделениями технического обслуживания, складами средств связи и военнотехнического имущества (ВТИ), обеспечивающими ремонт, запасными частями, инструментом и принадлежностями (ЗИП), расходными материалами, а также силами и средствами технической разведки и эвакуации, личным составом экипажей техники связи, органов управления ТОС и АСУ. Ремонтновосстановительные части и подразделения ТОС и АСУ в ходе боевых действий могут выделять из своего состава силы и средства или выдвигаться в полном составе для усиления ремонтных органов соединений и воинских частей и для работы в районах массового выхода из строя техники связи и автоматизированных систем управления.

Процесс восстановления неработоспособной техники связи и автоматизированных систем управления начинается с экипажа, который в зависимости от его подготовленности, наличия в составе аппаратной контрольно-диагностического оборудования, технической документации, специальных инструментов и принадлежностей, необходимых элементов, электронных модулей в комплекте ЗИП, может провести текущий ремонт при наличии незначительных повреждений. В случае невозможности выполнения операций силами экипажа, восстановления работоспособности осуществляется в ремонтном подразделении соединения. По технике связи, требующей проведения более трудоёмких видов ремонта (среднего и капитального), принимается решение об её передаче (эвакуации) в вышестоящие ремонтновосстановительные части или на СППМ группировки войск (сил) на ТВД, где по результатам последующей дефектации уточняется характер, область повреждения и определяется порядок её восстановления. Это может быть восстановление силами и средствами вышестоящих ремонтных органов, транспортирование к станциям (местам) погрузки для последующей отправки на предприятия промышленности.

Техника связи и АСУ, отнесенная к безвозвратным потерям и требующая списания, может подлежать разборке, которая осуществляется в местах её массового выхода из строя, а также на СППМ специально создаваемыми группами, в которые включаются специалисты ремонтно-восстановительных

частей. Работоспособные модули могут использоваться для ремонта однотипной техники связи и АСУ.

В зависимости от интенсивности выхода из строя техники связи и вида проводимого ремонта привлекаются силы и средства выездных ремонтных бригад сервисных центров, ремонтных предприятий ОАО «Воентелеком», осуществляется восполнение комплектов ВТИ подсистемой снабжения с определенной периодичностью.

Такой подход требует значительных финансовых средств для отправки и получения техники связи и АСУ или их модулей из ремонтных органов, а информация о наличии той или иной техники связи не дает полной характеристики её готовности к выполнению задач. Иными словами, количественная характеристика позволяет обосновывать решения по выполнению задач доукомплектования, но не в состоянии обеспечивать обоснование решений по другим мероприятиям технического обеспечения.

Для обеспечения потребностей войск по восполнению вышедшей из строя техники связи и АСУ, а также расхода военно-технического имущества при подготовке создаются, а в ходе операции пополняются, запасы техники связи и военно-технического имущества, размещаемые на базах и складах. Органами снабжения техникой связи группировки войск (сил) на ТВД являются склады средств связи и склады военно-технического имущества соединений и воинских частей.

К основным задачам, возлагаемым на подсистему снабжения можно отнести удовлетворение потребностей ремонтных органов в комплектах ЗИП, пополнение запаса ЗИП за счет новых электронных модулей, а также снятых при разборке техники связи и АСУ, отнесенной к безвозвратным потерям.

Прогноз необходимых потребностей в ресурсах, который получен применительно к условиям проведения современных операций группировки войск (сил) на ТВД с применением противником высокоточного оружия, свидетельствует о существенном различии между потребностями в численности и технической оснащенности органов ТОС и АСУ группировки и ресурсами по существующим штатам военного времени.

Проведенный анализ организации действий войск, построения систем связи и технического обеспечения связи и АСУ, приводит к заключению, что существующая структура системы ТОС и АСУ не в полной мере удовлетворяет потребности войск и системы связи по обеспечению их работоспособной техникой связи и АСУ в ходе операций группировки войск (сил) на ТВД, вследствие недостаточной гибкости структуры основных элементов системы ТОС и АСУ и низкой их адаптивности к случайному характеру объемов задач по восполнению вышедшей из строя ТС и АСУ в предстоящих операциях.

Выявленные несоответствия возможностей органов ТОС и АСУ по восполнению потерь существующими силами и средствами, поддержание в укомплектованности техникой связи и АСУ частей связи и в связи с усложнением элементной базы, несовершенством методов и принципов ремонта

техники связи и АСУ, функционирование системы восстановления, особенно в военное время, будет проблематичным.

Таким образом можно определить основные направления решения выявленного несоответствия совершенствования системы ТОС и АСУ:

- создание гибкой системы технического обеспечения связи и автоматизированных систем управления всех силовых ведомств, позволяющей объединить усилия и ресурсы всей группировки войск (сил) на ТВДна решение задач ТОС и АСУ;

- разработка новых принципов формирования комплектов ВТИ для технического обеспечения войск в ходе проведения современных операций;

- разработка модульной структуры складов средств связи и ВТИ, ремонтных подразделений;

- обеспечение автономности выполнения задач ТОС и АСУ каждым модулем, что позволит выделять часть ресурса в интересах обеспечиваемых войск, действующих на различных направлениях по решению органа управления.

Из вышеизложенного следует вывод о необходимости обеспечения определенной гибкости структуры органов системы ТОС и АСУ, позволяющих выполнять маневр силами и средствами в зависимости от складывающейся ситуации и определения новых нестандартных подходов и принципов их построения. Практическая реализация этого решения возможна при наличии в составе группировки войск (сил) на ТВД, управляемого резерва ресурсов в виде мобильных частей, распределяемых в каждой конкретной ситуации между подчиненными органами.

Таким образом, система ТОС и АСУ группировки войск (сил) формируется за счет существующих подразделений ТОС и АСУ путем введения в их состав мобильных частей. В связи с тем, что из-за территориальной рассредоточенности войск и обеспечиваемых элементов системы связи, потребность в оказании помощи нижестоящим органам ТОС и АСУ может возникать одновременно по нескольким различным направлениям, такое решение позволит выполнить маневр ресурсами системы ТОС и АСУ по результатам конкретно сложившейся обстановки.

Данный подход к формированию структуры является известным, а выездные отделения входят в состав ремонтных подразделений некоторых из них. Однако, в этих структурах они предназначены для восстановления техники связи и АСУ в местах боевого использования по назначению в случае невозможности их доставки в ремонтные органы. Поэтому для выполнения функции гибкости нижестоящих органов к случайным объемам работ на их входах они, как правило, не приспособлены, а численность специалистов в выездных отделениях существующей структуры определена в большей степени на основе накопленного опыта и не подтверждена расчетами.

Количество подразделений в мобильной части органов ТОС и АСУ должно по возможности соответствовать количеству групп техники связи и

АСУ, в которых реализуется ситуация $N_{zj}^{(i)}(t) > N_{zj_{min}}^{(i)}(t)$ и которым нужно одновременно оказывать помощь в восполнении техники.

Таким образом, по нашему мнению, осуществляется выполнение основных задач: реализация такой производительности, которая обеспечивала бы требуемый уровень укомплектованности и удовлетворении потребностей элементов системы связи в работоспособной техники связи и АСУ; в создании необходимых условий функционирования органов ремонта, т.е. обеспечении их агрегатами и ЗИП, необходимым технологическим оборудованием, квалифицированными специалистами по ремонту; в наличии такого количества обменного фонда ТС и АСУ и их агрегатов в подсистеме снабжения, которое не приводило бы к простоям основных исполнительных органов данной системы (снабжения и ремонта ТС и АСУ). Следовательно, в этом случае органы ремонта и снабжения функционируют совместно и порядок использования первых, определяется возможностями вторых.

Литература:

1. Семенюк А. А. Организация технического обеспечения связи и автоматизации управления в операциях НПВ. – Л.: ВАС, 1991 г.
2. Седличенко В.Г., Заяц С.В., Чихачев А.В. «Концептуальная модель системы технического обеспечения связи и автоматизированных систем управления военного округа» –СПб.: ВАС, 2008 г.
3. Техническое обеспечение связи и автоматизации: Учебник. Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. профессора М.А. Бонч-Бруевича – СПб.: 2011.
4. Чихачев А.В., Семенов С.С., Заяц С.В. Развитие системы технического обеспечения связи и автоматизации // Военная мысль. 2014. № 11. С. 37-40.
5. Будко П.А., Чихачев А.В., Баринов М.А., Винограденко А.М. Принципы организации и планирования сильносвязной телекоммуникационной среды сил специального назначения // Т-Comm: Телекоммуникации и транспорт. 2013. Т. 7. № 6. С. 8-12.

**Болычевский С.К., Бурлаков А.А., Прошкин А.А.,
Фадеев И.В.**

Военная академия связи, г. Санкт-Петербург

**Применение военно-экономической оценки для
оптимизации системы восстановления ВВТ**

Мероприятия по совершенствованию системы восстановления ВВТ должны быть направлены прежде всего на достижение рационального количества n ремонтных органов (РО), согласованное с ожидаемой величиной ремонтного фонда ΔM_i в определенном РО. Не исключено возникновение необходимости в увеличении количества РО, на что должны быть затрачены определенные средства. В связи с этим потребуются провести военно-экономическое (техничко-экономическое) обоснование мероприятий по совершенствованию системы восстановления вооружения и военной техники (ВВТ).

Один из способов военно-экономического обоснования целесообразности изменения количества РО (количество каналов обслуживания n системы массового обслуживания (СМО)) основывается на использовании следующего уравнения экономического баланса СМО, моделирующего функционирование РО определенного уровня:

$$P_i \cdot \Delta M_i \cdot A_p \cdot T_o = C_2 \cdot n + C_3 \cdot n \cdot T_o, \quad (1)$$

где P_i – величина дохода (в условных единицах) за единицу времени (например, за i -е сутки), которая может быть получена за каждый восстановленный образец ВВТ, поступающий в РО с интенсивностью ΔM_i в i -е сутки боевых действий, (доход/обр.);

ΔM_i – ожидаемая величина РФВ в определенном РО;

A_p – вероятность освоения РФВ;

T_o – период окупаемости (в сутках) создаваемого РО;

C_2 – величина одноразовых затрат (в условных единицах), связанных с созданием одного ремонтного органа (канала обслуживания СМО) с учетом стоимости технологического оборудования, которым укомплектовывается этот ремонтный орган;

C_3 – величина текущих затрат (в условных единицах) за единицу времени (i -е сутки), связанных с обеспечением жизнедеятельности РО, эксплуатацией (обслуживанием) технологического оборудования.

Использование предложенного уравнения позволяет провести ориентировочный анализ рентабельности создаваемого РО, ответить на вопрос, связанный с определением промежутка времени окупаемости T_o предлагае-

мого РО, а по окончании этого времени работы РО – величины получаемого от РО результирующего дохода Π^0 (в условных единицах), нахождением допустимого соотношения Π_l/C_3 , обеспечивающего достижение определенного периода окупаемости и др. Разумеется, что значение C_2 должно влиять только на реализованный период окупаемости РО и не влиять на величину результирующего дохода Π^0 , поскольку C_2 относится к одноразовым (однократным) затратам.

Значение периода окупаемости T_o создаваемого РО можно определить непосредственно из (1):

$$T_o = \frac{C_2 \cdot n}{\Pi_l \cdot \Delta M_i \cdot A_p - C_3 \cdot n}. \quad (2)$$

Отсюда следует, что $T_o \geq 0$ только при $\Pi_l \cdot \Delta M_i \cdot A_p - C_3 \cdot n > 0$ (3), следовательно, может быть получено необходимое соотношение Π_l/C_3 , что обеспечивает реализацию величины T_o :

$$\frac{\Pi_l}{C_3} > \frac{n}{\Delta M_i \cdot A_p}, \quad (4)$$

где A_p зависит от n .

Величина результирующего дохода Π^0 рассматриваемого РО при $t > T_o$ может быть определена следующим образом:

$$\Pi^0 = \Pi_l \cdot M_i \cdot A_p \cdot (t - T_o) - C_3 \cdot n \cdot (t - T_o), \quad (5)$$

где значение T_o определяется согласно (2), или

$$\begin{aligned} \Pi^0 = & \Pi_l \cdot \Delta M_i \cdot A_p \cdot t - \Pi_l \cdot \Delta M_i \cdot A_p \cdot \frac{C_2 \cdot n}{\Pi_l \cdot \Delta M_i \cdot A_p - C_3 \cdot n} - \\ & - C_3 \cdot n \cdot t + C_3 \cdot n \cdot \frac{C_2 \cdot n}{\Pi_l \cdot \Delta M_i \cdot A_p - C_3 \cdot n}. \end{aligned} \quad (6)$$

Можно показать, что поскольку Π_l и C_3 в (6) достаточно жестко связаны между собою условием (4), то при выполнении этого условия оптимальных значений Π_l и C_3 в (6) не существует. Дифференцируя (6) синхронно по Π_l и C_3 , получим:

$$\frac{\partial \Pi^o}{\partial \Pi_l} = \Delta M_i \cdot A_p \cdot t - \frac{C_2 \cdot \Delta M_i \cdot A_p \cdot n \cdot (\Pi_l \cdot \Delta M_i \cdot A_p - C_3 \cdot n) - \Pi_l \cdot C_2 \cdot \Delta M_i^2 \cdot A_p^2 \cdot n}{(\Pi_l \cdot \Delta M_i \cdot A_p - C_3 \cdot n)^2} - , \quad (7)$$

$$- \frac{C_2 \cdot C_3 \cdot M_i \cdot A_p^2}{(\Pi_l \cdot \Delta M_i \cdot A_p - C_3)^2} \cdot \frac{\partial \Pi^o}{\partial C_3} = - \frac{\Pi_l \cdot C_2 \cdot \Delta M_i \cdot A_p \cdot n^2}{(\Pi_l \cdot \Delta M_i \cdot A_p - C_3 \cdot n)^2} - n \cdot t + \frac{C_2 \cdot n^2 \cdot (\Pi_l \cdot \Delta M_i \cdot A_p - C_3 \cdot n) + C_2 \cdot C_3 \cdot n^3}{(\Pi_l \cdot \Delta M_i \cdot A_p - C_3 \cdot n)^2} , \quad (8)$$

приравнивая нулю полученные частные производные, получим следующую систему уравнений:

$$\Pi_l^2 - 2 \cdot \frac{C_3 \cdot n}{\Delta M_i \cdot A_p} \cdot \Pi_l + \frac{C_3^2 \cdot n^2}{\Delta M_i^2 \cdot A_p^2} = 0 ; \quad (9)$$

$$C_3^2 - 2 \cdot \frac{\Pi_l \cdot \Delta M_i \cdot A_p}{n} \cdot C_3 + \frac{\Pi_l^2 \cdot \Delta M_i^2 \cdot A_p^2}{n^2} = 0 , \quad (10)$$

откуда:

$$\Pi_l = C_3 \cdot \frac{n}{\Delta M_i \cdot A_p} , \quad (10)$$

$$C_3 = \Pi_l \cdot \frac{\Delta M_i \cdot A_p}{n} . \quad (11)$$

Полученные значения Π_l , C_3 являются разновидностью записи выражения (4).

Но при таких (11), (12) значениях Π_l , C_3 величина T_o стремится к бесконечности, поскольку не выполняется условие существования конечного периода окупаемости (4). Следовательно, при найденном соотношении Π_l/C_3 создаваемый РО никогда себя не окупит ($T_o \rightarrow \infty$), поэтому рентабельным считаться не может.

Для реализации условия рентабельности (4) необходимо уйти в сторону от найденных значений Π_l/C_3 и тем более, чем короче допустимый период окупаемости T_o (время, через которое РО начнет давать доход). Вдобавок, дифференцируя (6) по C_2 , можно показать независимость прироста $\Delta \Pi^o$ от значения C_2 . Действительно:

$$\frac{\Delta\Pi^0}{\Delta C_2} = -\frac{\Pi_l \cdot \Delta M_i \cdot A_p \cdot n}{\Pi_l \cdot \Delta M_i \cdot A_p - C_3 \cdot n} + \frac{C_3 \cdot n^2}{\Pi_l \cdot \Delta M_i \cdot A_p - C_3 \cdot n}, \quad (12)$$

откуда вытекает, что $\frac{\partial \Pi^0}{\partial C_2}$ не зависит от C_2 .

Аналогично можно показать независимость выражения $\frac{\partial \Pi^0}{\partial t}$ от t (отметим, что независимость выражения $\frac{\partial \Pi^0}{\partial C_2}$ от C_2 и $\frac{\partial \Pi^0}{\partial t}$ от t может быть сразу установлена, поскольку величина Π^0 является линейной функцией относительно C_2 и t).

Исходные данные, необходимые для проведения военно-экономического обоснования необходимости привлечения определенного количества ремонтных органов n для ремонта поврежденных образцов ВВТ того или иного соединения (части, подразделения), предоставлены в таблице 1.

Таблица 1

Н, чел-час/обр.	t_p , ч.	П, обр./сут.	ΔM , обр.	n^0 , чел.
260	10	0,38	2,62	10

Производственная возможность РО $\Pi = \frac{\Phi}{N} = \frac{n^0 \cdot t_p}{N}$, а вероятность своевременного окончания ремонта $A_p = 1 - \frac{\frac{\alpha^n}{n!}}{\sum_{k=0}^n \frac{\alpha^k}{k!}}$, $\alpha = \frac{\Delta M}{\Pi}$.

Тогда, вычисленные значения $A_p = f(n)$ относительно СМО с отказами при заданных величинах Π , ΔM (см. в таблице 1) приведены в таблице 2.

Пусть условная стоимость образца ВВТ определенного типа, в интересах которого привлекаются рассматриваемые РО, составляет $C_0 = 1 \cdot 10^6$ усл. ед. Предположим, что предельный период эксплуатации этого образца ВВТ в ходе армейской операции составляет $T_{\text{пред}} = 6$ суток, тогда условная, «суточная», стоимость данного образца составит $C_{01} = \frac{1 \cdot 10^6}{T_{\text{пред}}} \approx 0,17 \cdot 10^6$ усл. ед., а

восстановление боеспособности поврежденного образца ВВТ обеспечивает восстановление как бы и его «суточной» стоимости, то есть $\Pi_l = C_{01} = 0,17 \cdot 10^6$ усл. ед.

Пусть затраты C_2 на создание одного РО, которые определяются в основном стоимостью приобретенного технологического оборудования, могут составлять до 10% от величины C_0 , тогда значение $C_2 = 0,1 \cdot 10^6$ усл. ед.

«Суточная» стоимость данного оснащения при этом же значении $T_{\text{пред}}=6$ суток составит $C_{21} = \frac{C_2}{T} = \frac{0,1 \cdot 10^6}{T_{\text{пред}}} \approx 0,017 \cdot 10^6$ усл. ед.

Принимаем, что «суточные» затраты на содержание РО (C_3) равны C_{21} , тогда $C_3 = C_{21} = 0,017 \cdot 10^6$ усл. ед.

Расчетами по зависимостям (2), (4), (6) определены величины T_0 и Π_0 при различных значениях n и $t = T_{\text{пред}} = 6$ суток, приведены в таблице 2. В этой же таблице показано, что условие (4) выполняется в принятом диапазоне изменений количества привлекаемых РО n .

Таблица 2

	Значения n								
	1	2	3	4	5	7	9	11	13
A_p ($\Pi=0,38$, $\Delta M=2$, 62)	0,13	0,25	0,36	0,47	0,58	0,75	0,88	0,95	0,99
$\frac{\Pi_l}{C_3} = 39,5 > \frac{n}{\Delta M \cdot A_p}$	2,94	3,03	3,19	3,25	3,29	3,55	3,90	4,42	5,02
T_0 , суток	2,44	2,60	2,75	2,84	2,89	3,26	3,77	4,66	5,91
$\Pi^0 \cdot 10^6$, усл. ед. ($T=6$ суткам)	0,15	0,26	0,35	0,45	0,54	0,59	0,53	0,32	0,02

На основе приведенных данных можно сделать вывод: максимум результирующего дохода Π_0 в размере $0,59 \cdot 10^6$ усл. ед., который может быть получен через 3,26 суток – период окупаемости семи РО ($n=7$) за 6 суток эксплуатации рассматриваемого образца ВВТ. Таким образом, обеспечивается доход, который составляет более половины начальной условной стоимости образца ВВТ. Достаточно заметный прирост величины Π_0 обеспечивается уже при $n=5$, который, с учетом данных таблицы 1 при $\Delta M = 2,62$, можно принять в данных условиях за конечное количество привлекаемых РО.

Из таблицы 2 следует также, что с увеличением n увеличивается и величина периода окупаемости данного количества РО.

Литература:

1. Воловиков В.С., Семенов С.С. Подход к обоснованию рационального состава комплектов военно-технического имущества связи для ремонта техники связи с боевыми повреждениями // Наукоемкие технологии в космических исследования Земли. 2014. Т. 6. №1. С. 44-47.

2. Семенов С.С., Воловиков В.С., Смолеха А.В. Концептуальная модель процесса восполнения потерь техники связи и военно технического имущества связи при применении соединения связи Военного округа // Т-Comm . 2015. №1. С. 22-27.
3. Воловиков В.С. Методическое обеспечение формирования комплектов военнотехнического имущества связи, как инструмент повышения эффективности функционирования системы восстановления техники связи и автоматизированных систем управления // Системы управления, связи и безопасности . 2015. №1. С. 37-52.
4. Воловиков В.С. Методическое обеспечение прогнозирования потребностей системы восстановления техники связи и автоматизированных систем управления в комплектах военно-технического имущества связи // Системы управления, связи и безопасности . 2015. №1. С. 53-66.
5. Ануфренко А.В., Воловиков В.С., Заяц С.В., Педан А.В., Семёнов С.С., Смолеха А.В., Чихачёв А.В., Чихачёв В.А. Программа расчета количества работоспособных образцов техники связи // Хроники объединенного фонда электронных ресурсов Наука и образование. 2015. № 6 (73). С. 2.
6. Чихачев А.В., Семенов С.С., Заяц С.В. Развитие системы технического обеспечения связи и автоматизации // Военная мысль. 2014. № 11. С. 37-40.
7. Минеев В.В., Бурлаков А.А., Дорошенко Г.П., Алисевич Е.А. Оценка экономической эффективности унификации электронных модулей техники связи и автоматизации // Проблемы экономики и управления в торговле и промышленности. 2013. № 3 (3). С. 86-91.

Борзыкин Д.В., Заяц С.В., Згерский Р.В.

Военная академия связи, г. Санкт-Петербург

Перспективные средства технического обслуживания и ремонта средств связи в полевых условиях

В настоящее время перед системой технического обеспечения связи и автоматизированных систем управления (ТОС и АСУ) Вооруженных сил Российской Федерации (ВС РФ) стоит сложный комплекс задач, обусловленных реформированием военной инфраструктуры страны, переводом системы связи ВС РФ на цифровые технологии, возможностями оборонно-промышленного комплекса. В первую очередь это касается совершенствования управления системой ТОС и АСУ, а также вопросов ремонта и технического обслуживания техники связи.

Войсковые ремонтные подразделения используют серьезные затруднения в проведении текущего ремонта. Это обусловлено усложнением конструктивного построения средств связи, практически полным отсутствием мастеров-ремонтников в полевых соединениях (воинских частях), наличием в ремонтных органах связи (как в стационарных, так и в полевых) устаревшего диагностического и специального оборудования, а также недостаточной квалификацией мастеров-ремонтников. Ремонт техники связи на войсковом уровне производится в основном агрегатным методом путем замены отказавших электронных модулей (ЭМ) на исправные из одиночных и групповых комплектов ЗИП. Ремонт неработоспособных ЭМ в войсках не производится. Возможности войсковых ремонтных подразделений также снижаются в связи с низкой укомплектованностью аппаратными техническим обеспечением (АТО), которые в основном представлены аппаратными старого парка. Ремонт техники связи и ее отказавших ЭМ производится на предприятиях промышленности по контрактам.

Для решения практических задач реализации агрегатного метода ремонта в практику деятельности войск необходимо рассмотрение и принятие решений по следующим направлениям:

- определение типов средств связи, находящихся в эксплуатации, в качестве объектов применения агрегатного ремонта (АР), а также формирование требований к разработке;

- определение принципов организации АР;

- определение структуры и задач элементов системы ремонта;

- материальное и технологическое обеспечение АР;

- управление функционированием элементов и системы ремонта в целом.

Агрегатный ремонт применяется в рамках существующей и одновременно изменяющейся в соответствии с военной реформой структуры войск связи, имеющихся на их вооружении одновременно устаревших и современ-

ных типов средств связи, а также жестких экономических и финансовых ограничений на проведение ремонта в целом.

Применение АР требует принятия решений следующих вопросов:

способы восстановления ЭМ;

определение критериев целесообразности восстановления и списания отказавших ЭМ;

организация доставки отказавших модулей в места их восстановления;

порядок определения показателей долговечности средств связи при АР;

определение видов ремонтов (текущего, среднего, капитального) для средств связи, ремонтируемых агрегатным методом;

определение уровней структуры войск, в которых целесообразно организовать АР до определенного уровня разукрупнения ЭМ, и что для этого требуется.

Для производства ремонта самих ЭМ требуется оснащение ремонтных органов в соответствии с их назначением специальным оборудованием, позволяющим диагностировать изъятый из аппаратуры модуль до сменяемого ЭМ более низкого уровня разукрупнения, осуществлять демонтаж неработоспособного элемента и установку нового с учетом обеспечения технологических режимов, выполнять послеремонтную проверку модуля. Таким образом, для выполнения задач технологического обеспечения АР должны быть определены:

требования к функциональному назначению оборудования для оснащения ремонтных органов различных уровней системы ремонта;

требования к конструктивно-компоновочному исполнению средств связи, что особенно важно для АТО.

Основой технического и технологического обеспечения операций ремонта средств связи в полевых условиях являются аппаратные технического обеспечения, стоящие на вооружении ремонтных органов частей, соединений и объединений: АТО-3 и АТО-УМ1. Они являются подвижными, автономными, ремонтно-измерительными мастерскими, в которых производится техническое обслуживание и текущий ремонт средств связи в полевых условиях. Оборудование позволяет производить ремонт средств связи как на рабочих местах аппаратной, так и непосредственно в объектах, смонтированных на подвижной базе (шасси), без демонтажа оборудования, при размещении их на расстоянии до 10 метров.

Но в последние годы произошли существенные качественные изменения поступающей в войска и разрабатываемой техники связи и АСУ, к которой следует отнести программно-аппаратные радиосредства 6-го и последующего поколений, современное оборудование спутниковой связи, технику оптоволоконных линий связи, оборудование цифровых сетей связи и другие, что потребовало замены существующих АТО.

В настоящее время выполняется инициативная ОКР «Перспектива-АТО-УМС» (ОАО «Омское производственное объединение «Иртыш», ОАО

«ОНИИП»), в которой разрабатывается вариант исполнения аппаратной АТО-УМС (аппаратная технического обеспечения универсально-модульная, сервисная) с целью обеспечения эксплуатации техники связи и АСУ для комплектования войсковых ремонтных подразделений частей и соединений.

Аппаратная АТО-УМС будет предназначена для выполнения контрольно-измерительных и диагностических работ при техническом (сервисном) обслуживании, проведения текущего ремонта агрегатным методом техники связи и АСУ в полевых условиях в составе войсковых ремонтных подразделений частей и соединений сухопутных войск.

Планируется, что она будет состоять из следующих функциональных элементов:

1. Базового транспортного модуля с унифицированными системами жизнеобеспечения и электроснабжения, средствами связи и телекоммуникации, унифицированным креплением для функциональных модулей, а также другим вспомогательным оборудованием общего назначения.

2. Функциональных модулей обеспечивающих выполнение требований по назначению аппаратной:

а) не менее двух унифицированных по типоразмерам рабочих мест, оснащенных: рабочим столом и креслом оператора, базовым набором инструмента и технологических приспособлений, средствами локального освещения, вентиляции, заземления, защиты от электростатического электричества, крепления обслуживаемых средств связи и АСУ и дополнительного оборудования на рабочей поверхности, а также другим вспомогательным оборудованием;

б) не менее двух унифицированных автоматизированных программно-аппаратных комплексов контроля и диагностики (АПАК КД) на базе магистрально-модульных измерительных систем;

в) отдельных средств измерений общего и специального назначения;

г) мобильной персональной ЭВМ для автоматизированного управления отдельными средствами измерений и средствами диагностики;

д) вводно-соединительного оборудования для подключения объектов контроля;

е) средств локальной вычислительной сети аппаратной;

ж) средств документирования;

з) унифицированных по типоразмерам шкафов (ящиков, рундуков и т.п.) для хранения и транспортирования дополнительных средств измерений;

и) средств контроля технического состояния и зарядки герметичных АКБ из состава обслуживаемых и ремонтируемых средств связи и АСУ.

Основой автоматизированных рабочих мест аппаратной АТО-УМС должен являться автоматизированный программно-аппаратный комплекс контроля и диагностики (АПАК КД) (полевой и переносной), который должен обеспечивать:

измерение и контроль параметров и технического состояния объектов контроля в автоматизированном режиме в диапазоне воспроизводимых и

анализируемых частот до 12 ГГц и диапазоне мощностей до 1500 Вт, в том числе с возможностью удаленного доступа (дистанционно) без демонтажа аппаратуры из объекта размещения;

автоматизированное измерение параметров и характеристик каналов и трактов на физическом и канальном уровнях, асинхронных цифровых каналов и трактов;

анализ основных телекоммуникационных протоколов, в том числе структуры потока E1, сигнализации каналов дальней связи и тестирование Ethernet;

обобщение и анализ данных о техническом состоянии объектов контроля, предоставление должностным лицам;

автоматизированную обработку и хранение измерительной информации с записью результатов на носитель информации для последующего анализа, обработки и хранения результатов оценки технического состояния средств связи и АСУ;

формирование, хранение и печать отчетов по результатам проведения технического обслуживания и текущего ремонта средств связи и АСУ.

Также в инициативной ОКР «Перспектива-АТО-УМР» разрабатывается вариант исполнения аппаратной АТО-УМР (аппаратная технического обеспечения универсально-модульная, ремонтная) для комплектования ремонтных подразделений и ремонтно-восстановительных частей средств связи и частей комплексного ремонта соединений материально-технического обеспечения.

АТО-УМР будет предназначена для выполнения контрольно-измерительных и диагностических работ при техническом обслуживании, проведения текущего ремонта агрегатным методом техники связи и АСУ, а также их агрегатов, в полевых условиях в составе ремонтных подразделений и ремонтно-восстановительных частей средств связи и частей комплексного ремонта соединений материально-технического обеспечения сухопутных войск оперативного и оперативно-стратегического звеньев управления.

Планируется, что аппаратная АТО-УМР будет состоять из следующих функциональных элементов:

1. Базового транспортного модуля с унифицированными системами жизнеобеспечения и электроснабжения, средствами связи и телекоммуникации, унифицированным креплением для функциональных модулей, а также оборудована средствами механизации для обеспечения демонтажа (снятия с базового шасси) кузова-контейнера.

2. Функциональных модулей, обеспечивающих выполнение требований по назначению аппаратной:

- а) не менее трех унифицированных по типоразмерам рабочих мест, оснащенных: рабочим столом и креслом оператора, базовым набором инструмента и технологических приспособлений, средствами локального освещения, вентиляции (дымоудаления), заземления, защиты от электростатического электричества, крепления обслуживаемых средств связи и АСУ и до-

полнительного оборудования на рабочей поверхности, а также другим вспомогательным оборудованием;

б) не менее двух унифицированных АПАК КД на базе магистрально-модульных измерительных систем;

в) отдельных средств измерений общего и специального назначения;

г) мобильной персональной ЭВМ для автоматизированного управления отдельными средствами измерений и средствами диагностики;

д) вводно-соединительного оборудования для подключения объектов контроля;

е) средств локальной вычислительной сети аппаратной;

ж) средств документирования;

з) унифицированных по типоразмерам шкафов (ящиков, рундуков и т.п.) для хранения и транспортирования дополнительных средств измерений, приспособлений и инструмента.

АТО-УМР должна будет применяться в составе подразделений и частей комплексного ремонта с отлаженной системой хранения и перемещения запасов (ЗИП, ВТИ). Функциональные элементы аппаратной будут обеспечивать:

контроль технического состояния техники связи и АСУ, средств навигации, антенно-фидерных устройств, полевых волоконно-оптических и электрических кабелей связи и управления при проведении технического обслуживания, в том числе без их демонтажа из объекта размещения;

диагностирование техники связи и АСУ, средств навигации, антенно-фидерных устройств при проведении ремонта;

проведение текущего ремонта агрегатным методом техники связи и АСУ, а также их агрегатов, в полевых условиях.

Основой автоматизированных рабочих мест аппаратной АТО-УМР будет являться изделие АПАК КД (возимый вариант исполнения). Автоматизированный программно-аппаратный комплекс контроля и диагностики должен обеспечивать выполнение тех же функций, что и для АТО-УМС.

Таким образом, в настоящее время существует необходимость разработки новых принципов комплектации АТО каждого такого типа совместно с разработкой принципов обеспечения заданной ремонтпригодности самой техники связи, ее облик должен формироваться на основе следующих положений:

максимальная унификация базовых средств технического обслуживания и ремонта (ТО и Р) техники связи при разработке рабочих мест;

возможность гибкой программно-аппаратной реконфигурации комплексов средств ТО и Р под функциональные задачи, определяемые номенклатурой техники связи;

использование унифицированной транспортной базы (базового транспортного модуля), в т.ч. и для районов Арктики и Крайнего севера, с кузовами-фургонами или кузовами-контейнерами с возможностью установки и снятия с транспортной базы;

размещение в составе АТО в виде отдельных функциональных модулей запасов запасных частей, технологического резерва техники с связи, материалов и других средств и оборудования, необходимого для проведения технического обслуживания и текущего ремонта техники связи агрегатным методом;

соблюдение при конструировании АТО, функциональных модулей, рабочих мест и других составных частей, требований по унификации типов-размеров;

создание автоматизированных измерительных систем с применением унифицированных автоматизированных программно-аппаратных измерительных комплексов магистрально-модульного исполнения.

Список использованных источников

1. Основные направления развития вооружения, военной и специальной техники на период до 2025 года.
2. Концепция развития системы связи Вооруженных Сил Российской Федерации на период до 2025 года.
3. Комплексная программа оснащения (переоснащения) соединений и воинских частей Вооруженных Сил Российской Федерации до 2020 года.
4. ОКР «Перспектива-АТО-УМР».
5. ОКР «Перспектива-АТО-УМС».
6. Чихачев А.В., Семенов С.С., Заяц С.В. Развитие системы технического обеспечения связи и автоматизации // Военная мысль. 2014. № 11. С. 37-40.

Борзыкин Д.В., Згерский Р.В., Семенов С.С.

Военная академия связи, г. Санкт-Петербург

Технологии резервного копирования и хранения данных

Аннотация. Информации, хранящейся в компьютерных системах, угрожает множество опасностей. Данные могут быть утеряны по причинам ошибок программного обеспечения, неумелой работы пользователей, сбоев физических носителей и средств связи, злонамеренной порчи данных. Абсолютной защиты от всех этих угроз не существует, риск утраты данных существует всегда.

Пожалуй, единственный способ надежно сохранить нужную информацию - периодически создавать резервные копии.

Ключевые слова. резервное копирование, Полное резервное копирование, дифференциальное резервное копирование, инкрементное резервное копирование, дисковые накопители, сетевое хранилище.

Виды резервного копирования.

Резервное копирование – процесс создания копии данных на носителе (жёстком диске, флэш-накопителе, CD/DVD-дискеи т.д.) или в сетевом хранилище, предназначенном для восстановления данных в оригинальном или новом месте их расположения в случае их повреждения или разрушения.

В зависимости от важности хранимой на компьютере информации и от частоты её использования, выполняют несколько видов резервного копирования данных:

Полное резервное копирование.

Дифференциальное резервное копирование.

Инкрементное резервное копирование.

Полное резервное копирование

Является главным и основополагающим методом создания резервных копий, при котором выбранный массив данных копируется целиком. Это наиболее полный и надежный вид резервного копирования, хотя и самый затратный. Полное резервное копирование незаменимо в случае, когда нужно подготовить резервную копию для быстрого восстановления системы с нуля.

Достоинства метода:

Легкий поиск файлов. Поскольку выполняется резервное копирование всех данных, содержащихся на устройстве, для поиска нужного файла не требуется просматривать несколько носителей.

Текущая резервная копия всей системы всегда расположена на одном носителе или наборе носителей. Если потребуются восстановить всю систему, то всю необходимую информацию можно найти в последней полной резервной копии.

Недостатки метода:

Избыточная защита данных. Для полного резервного копирования требуется большой объем носителя.

Полное резервное копирование занимает больше времени.

Инкрементное резервное копирование

В отличие от полного резервного копирования в этом случае копируются не все данные, а только те, что были изменены с момента последнего копирования. Данный вид используется для того, чтобы в случае создания архивных копий сократить расходуемые объемы на устройствах хранения информации (например, сократить число используемых ленточных носителей). Также это позволит минимизировать время выполнения заданий резервного копирования, что может быть крайне важно в условиях, когда машина работает постоянно, или прокачивать большие объемы информации.

Достоинства метода:

Эффективное использование носителей. Поскольку сохраняются только файлы, измененные с момента последнего полного или инкрементального резервного копирования, резервные копии занимают меньше места.

Меньшее время резервного копирования и восстановления.

Недостаток метода: данные резервного копирования сохраняются на нескольких носителях. Поскольку резервные копии расположены на нескольких носителях, восстановление устройства после аварии может занять больше времени. Кроме того, для эффективного восстановления работоспособности системы носители должны обрабатываться в правильном порядке.

Дифференциальное резервное копирование

Отличается от инкрементного тем, что копируются данные с последнего момента выполнения Fullbackup. Данные при этом помещаются в архив «нарастающим итогом». В силу того, что каждая новая копия, созданная таким образом, содержит данные из предыдущей, это более удобно для полного восстановления данных на момент аварии. Для этого нужны только две копии: полная и последняя из дифференциальных, поэтому вернуть к жизни данные можно гораздо быстрее, чем поэтапно накатывать все инкременты.

Достоинства метода:

Легкий поиск файлов. Для восстановления системы, защищенной с помощью стратегии дифференциального резервного копирования требуются две резервные копии – последняя полная резервная копия и последняя дифференциальная резервная копия.

Меньшее время резервного копирования и восстановления. Дифференциальное резервное копирование занимает меньше времени, чем полное резервное копирование.

Недостаток метода:

Избыточная защита данных. Сохраняются все файлы, измененные с момента последнего инкрементального резервного копирования. Таким образом, создаются избыточные резервные копии.

Технологии хранения резервных копий и данных

В процессе выполнения резервного копирования данных появляется проблема выбора технологии хранения резервных копий и данных. В настоящее время особой популярностью пользуются следующие виды носителей:

Дисковые накопители;

Сетевые технологии.

Дисковые накопители

Существует два наиболее часто встречающихся вида дисковых накопителей: накопители на жёстких магнитных дисках и накопители на оптических дисках.

Накопители на жестких магнитных дисках (Hard Disk Drive, HDD) являются основными устройствами оперативного хранения информации. Для современных одиночных накопителей характерны объемы от сотен мегабайт до нескольких терабайт при времени доступа 0,2–10 мс и скорости передачи данных до 715 Мбайт/с.

Для больших объемов, хранимых данных применяются блоки внешних накопителей — дисковые массивы и стойки, представляющие собой сложные устройства с собственными интеллектуальными контроллерами, обеспечивающими, кроме обычных режимов работы, диагностику и тестирование своих накопителей. Более сложными и надежными устройствами хранения являются RAID-массивы (Redundant Array of Inexpensive Disks — избыточный массив недорогих дисков). Для пользователя RAID представляет собой один (обычно SCSI) диск, в котором производится одновременная распределенная избыточная запись (считывание) данных на несколько физических накопителей (типично 4–5) по правилам, определяемым уровнем реализации (0–10).

Устройства считывания компакт-дисков CD/DVD-ROM расширяют возможности системы хранения данных NetWare. Существующие накопители обеспечивают скорость считывания от 150 кб/с до 20 Мб/с. Объем тома может достигать 17 Гб.

Достоинствами таких накопителей является:

— быстрый доступ к данным.

— возможность параллельного доступа к данным без значительной потери скорости.

Недостатки дисковых накопителей:

— более дорогое расширение системы хранения данных.

— невозможность обеспечения высокой безопасности копий.

Сетевые технологии

Сетевое хранение данных построено на трех фундаментальных компонентах: коммутации, хранении и файлах. Все продукты хранения можно представить в виде комбинации функций данных компонентов. Поначалу это может вызвать замешательство: поскольку продукты хранения разрабатывались по совершенно разным направлениям, функции часто перекрывают друг друга.

В сети работает множество приложений типа «клиент-сервер» и различных видов распределенных приложений, но в то же время хранение является уникальным и специализированным типом приложения, которое может функционировать в нескольких сетевых средах. Поскольку процессы хранения тесно интегрированы с сетями, будет уместно напомнить, что сетевые хранилища представляют собой системные приложения. Сервисами, которые предоставляются сетевыми приложениями хранения, могут пользоваться сложные корпоративные программы и пользовательские приложения. Как и в случае со многими технологиями, некоторые типы систем лучше отвечают требованиям сложных приложений высокого уровня.

Методы резервного копирования.

LAN backup

До появления сетей хранения данных (Storage Area Network - SAN) для сокращения трафика резервного копирования в основной сети применялась выделенная сеть резервного копирования, а также многоуровневая структура, включающая несколько серверов копирования. Выделение сервера копирования и расположение его в сети "ближе" к продуктивным серверам, обрабатывающим наибольшие объемы информации, позволяет локализовать трафик резервного копирования между сервером копирования и продуктивными серверами и сократить нагрузку на общую ЛВС.

Serverless backup

Идеальной была бы такая схема резервного копирования, когда данные сервера-клиента копируются через сеть хранения SAN на устройство хранения каким-либо сторонним устройством (получившим название "Data Mover"), не используя при этом вычислительные ресурсы сервера-клиента и не прерывая его работу. Подобный метод резервного копирования получил название "Serverless backup". Роль "Data Mover" может выполнять как выделенный для этой цели сервер, подключенный к тому же дисковому массиву, что и продуктивный сервер, так и маршрутизатор.

CDP (Continuous Data Protector)

Согласно определению SNIA, непрерывная защита данных (CDP) - это методика постоянного отслеживания изменений данных, и сохранение их в независимом от исходных данных хранилище, позволяющая восстановление на любой момент времени в прошлом. CDP системы могут быть реализованы на уровне блоков, файлов или приложений и обеспечивать мелкую гранулярность восстановления объектов на любой момент времени вплоть до одиночной операции записи.

Одной из новых технологий резервного копирования данных стала облачная технология

Эта функция стала возможной из-за использования специальных технологий, благодаря которым система распознает изменения в файлах на уровне небольших пакетов данных. Таким образом на сервер попадают только измененные фрагменты файлов, что в разы увеличивает быстроту резервного копирования документов. Эта технология позволяет предотвратить риск

утери информации в результате случайного или преднамеренного удаления информации, так как резервное копирование осуществляется по заданному графику. Данные отправляются на сервер, доступ к которому есть у сотрудников организации. Сам сервер может находиться в собственности, управлении и эксплуатации как самой организации, так и третьей стороны, а физически он может находиться как внутри, так и вне юрисдикции владельца.

Использование этой системы актуально и набирает популярность

Облачные технологии (англ. cloud computing, также используется термин Облачная (рассеянная) обработка данных) — технологии обработки данных, в которой компьютерные ресурсы и мощности предоставляются пользователю как сервис. Пользователь имеет доступ к собственным данным, но не должен заботиться об инфраструктуре, операционной системе и собственно программном обеспечении, с которым он работает. Их использование подразумевает собой отсутствие физического носителя, на который записываются данные.

Хранение документов на сервере также эффективно из-за отсутствия факторов риска механического повреждения магнитной ленты в результате несчастного случая. Это существенный плюс, который отмечают многие эксперты отрасли. Плюс ко всему система построена таким образом, что данные нельзя удалить умышленно.

Литература:

1. ГОСТ Р 50922–2006 Защита информации. Основные термины и определения. – М. : Стандартинформ, 2007. – 12с. : ил.;
2. Рекомендации по стандартизации Р 50.1.056-2005, 2005. – 20 с.
3. Рекомендации по стандартизации Р 50.1.053-2005, 2005. – 13 с.
4. Об информации, информационных технологиях и о защите информации: федеральный закон № 149–ФЗ от 27 июля 2006 г. // Российская газета. – № 165. – 2006;
5. О.А. Чуднова, Е.А. Любченко. Учебное пособие. Информационные технологии в управлении качеством и защита информации (информационная безопасность). Владивосток Издательство ТГЭУ, 2010 г. – 142 с.
6. В. Шангин. “Защита компьютерной информации. Эффективные методы и средства”, «ДМК Пресс» 2010.
7. П. Хорев “Программно-аппаратная защита информации. Учебное пособие”, «Форум», 2009.
8. Семенов С.С., Гусев А.П., Андреянов С.Н. Виртуализация распределенного пункта управления // XII Всероссийское совещание по проблемам управления ВСПУ-2014: тр. М.: Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН, 2014. С. 8717-8727.
9. Минеев В.В., Бурлаков А.А., Дорошенко Г.П., Алисевич Е.А. Оценка экономической эффективности унификации электронных модулей техники связи и автоматизации // Проблемы экономики и управления в торговле и промышленности. 2013. № 3 (3). С. 86-91.

Концептуальная модель применения прикладного программного обеспечения лингвоориентированной компьютерной военной игры

Аннотация. В статье представлена концептуальная модель применения лингвоориентированной компьютерной военной игры в языковой подготовке курсантов и слушателей магистратуры военного вуза. Дана целевая установка на моделирование игрового занятия. Проанализированы основные виды обеспечения компьютерной военной игры, подвергаемые дальнейшему развитию: техническое, лингвистическое, программное, информационное и методическое.

Ключевые слова: лингвоориентированная компьютерная военная игра, коммуникативные компетенции, справочный контент, электронный глоссарий, лингвистическое обеспечение, языковая подготовка курсантов.

Введение. По количеству участников проекта лингвоориентированной компьютерной военной игры (ЛКВИ) для занятий наиболее приемлемы групповые проекты, в которых принимает участие группы с распределением ролей, как на этапе подготовки, так и в ходе наращивания обстановки, в соответствии с выдаваемыми по телекоммуникационной сети вводными преподавателя (посредника игры) и подготовкой решения по ним обучающимися с использованием информационно справочной системы кафедры, представления презентационных материалов и непосредственно защита выработанного группой решения с использованием средств мультимедиа.

Данный вид занятия предполагает в обязательном порядке наличие подготовительного этапа, когда факультативно и в часы самостоятельной работы преподаватель совместно с обучающимися разрабатывают тематические задания предстоящей ЛКВИ, а также информационно-справочные материалы для возможных вариантов их применения в зависимости от перечня вводных, включаемых в план наращивания обстановки компьютерной игры.

По продолжительности проведения проекта в зависимости от поставленных целей и темы выделяют: краткосрочные ЛКВИ (на одно *двухчасовое* занятие, завершающее обучение в семестре и предшествующее зачету) *для всех групп подготовки*; средней продолжительности (*четырёхчасовое* занятие, как правило, междисциплинарное, содержащее решение крупной проблемы) *для участников всеармейских и международных лингвистических олимпиад*; долгосрочные (*шестичасовое* занятие, решающее несколько связанных проблем), как правило, *для групп переводчиков в сфере профессиональной коммуникации* при подготовке к государственному экзамену.

1. Целевая установка на моделирование игрового цикла ЛКВИ

Исходя из вышеизложенного *целевую установку* на реализацию игрового цикла ЛКВИ можно сформулировать в следующем виде: повышение качества владения иностранным языком (ИЯ) военнослужащими на основе совершенствования системы языковой подготовки выпускника военного вуза за счет внедрения компьютерных обучающих систем, а также совершенствование методических, лингвистических и системно-технических основ разработки и применения компьютерных форм подготовки офицеров-связистов.

Актуальность данных исследований определяется:

усилением требований к языковой подготовке военнослужащего в современных условиях международных отношений и возрастанию агрессии стран блока НАТО на границах России и приграничных регионах;

отсутствием практического опыта и, следовательно, методического аппарата по применению компьютерных форм языковой подготовки офицеров;

необходимостью развития системно-технических основ разработки технического, лингвистического, программного и информационного обеспечения компьютерных форм языковой подготовки курсантов военных вузов.

Научная новизна исследований:

результат является частью научно-методической основы создания компонентов перспективного специального прикладного программного обеспечения автоматизированных систем обучения военного назначения;

предложена и практически обоснована технология моделирования игрового цикла лингвоориентированной компьютерной военной игры на основе применения общего прикладного программного обеспечения.

Практическая значимость проводимых исследований заключается в повышении уровня профессиональной обученности и эффективности языковой подготовки выпускника военно-технического вуза за счет применения новых педагогических и информационных технологий.

Методологическая значимость проводимых исследований заключается:

в развитии методических основ применения автоматизированных обучающих систем на основе компьютерных технологий в системе языковой подготовки выпускников военно-технических вузов;

в формировании условий развития информационной культуры преподавательского состава военных вузов, способного осознать и применить новые компьютерные технологии в инновационной педагогической деятельности.

Таким образом, в результате проведения исследований должны быть подготовлены предложения по внедрению ЛКВИ в систему языковой подготовки военнослужащих ВС РФ и в учебный процесс дисциплин кафедры ИЯ военного вуза. При этом в ходе исследования необходимо: определить виды компьютерных обучающих систем (КОС), применимых на ЛКВИ (общее и специальное прикладное программное обеспечение); предложить состав технического (аппаратного) обеспечения КОС; сформулировать предложения по

применению КОС в системе языковой подготовки выпускника военно-технического вуза; сформировать содержание языковой подготовки с применением КОС. Исходя из возможностей вуза при решении задач развития компьютерных форм в ходе языковой подготовки основными видами обеспечения, подвергнутыми развитию стали *программное, техническое, лингвистическое информационное и методическое* (рис. 1).



Рис. 1 - Структура лингвоориентированной компьютерной военной игры

2. Разработка концептуальной модели применения прикладного программного обеспечения ЛКВИ

В результате исследований предложена и практически обоснована технология применения общего прикладного программного обеспечения (ОППО) для натурного моделирования игрового цикла ЛКВИ. В данной модели предложен вариант применения имеющегося программного и аппаратного обеспечения для решения задачи перевода бумажных технологий в обучении ИЯ на качественно новый информационно-методический уровень. Концептуальная модель применения средств ОППО представлена на рис. 2, из которого видно, что проведению ЛКВИ предшествует её моделирование в специализированных классах.

В ходе исследования была сформирована и практически апробирована система общего прикладного программного обеспечения (ОППО), состав и структура которого представлена на рис. 3. На данном рисунке приведена модель применения общего прикладного программного обеспечения для реализации игрового цикла ЛКВИ и его место в общей структуре компьютерной военной игры через взаимосвязь с лингвистическим (электронный контент), методическим (замысел проведения ЛКВИ, функции обучаемого, функции руководителя), техническим и информационным обеспечением.



Рис. 2 - Концептуальная модель применения средств ОППО

В структуру системы ОППО можно включить такие основные прикладные офисные программы Microsoft (MS) как MSVisio, MSPowerPoint, MSOutlook, MSInternetExplorer, MSEXcel и другие.

В ходе исследований в структуру подсистем прикладного программного обеспечения для проведения ЛКВИ были включены следующие подсистемы:

- подсистема обмена сообщениями;
- подсистема хранения и каталогизации вводных;
- информационно-справочная подсистема;
- подсистема поддержки разработки и представления решения;
- подсистема дистанционного управления и контроля рабочих мест;
- подсистема учета оценки знаний.

Большое значение для информированности педагога о разрабатываемых и применяемых в высшей военной школе НИТ играет творческая связь с офицерами и сотрудниками лингвистического центра ВС РФ (Военный университет МО), являющегося единым координационным научно-методическим центром МО РФ по вопросам языковой подготовки, переподготовки и повышения квалификации, а также организации и реализации лингвистического обеспечения международной деятельности МО РФ.

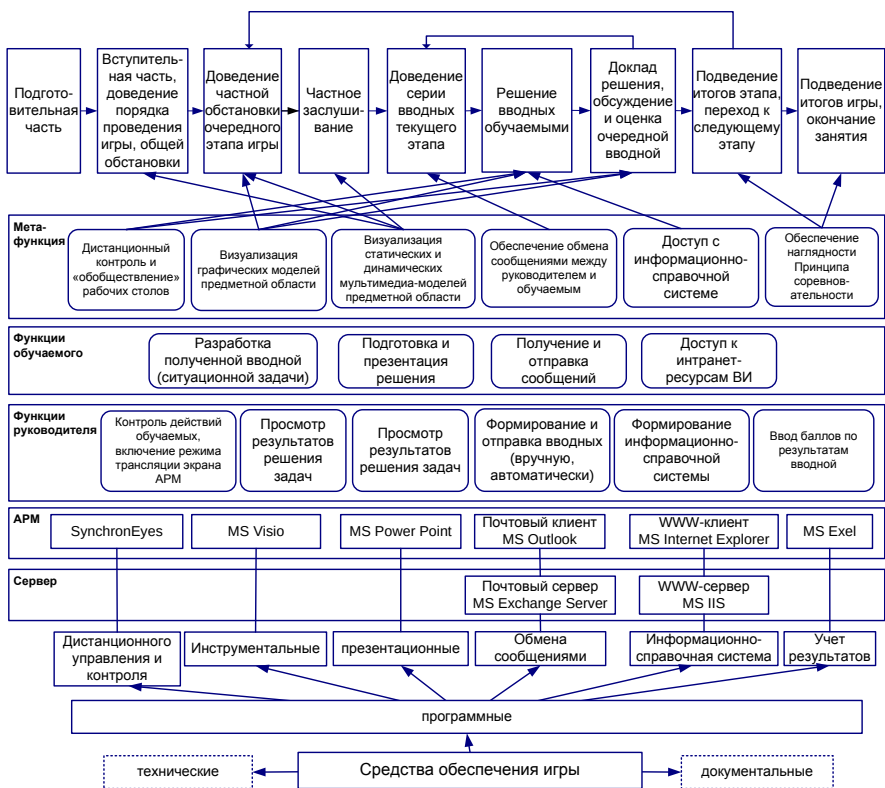


Рис. 3 - Модель применения общего прикладного программного обеспечения для реализации игрового цикла компьютерной игры

Заключение. Таким образом, разработка и внедрение новых форм и методов использования новых информационных технологий в системе языковой подготовки выпускников военно-технического вуза является одной из задач педагогической деятельности преподавателя-лингвиста. Качество ее решения определяется различными факторами, понимание и учет которых обеспечивают каждому педагогу успех в реализации своих замыслов, что в конечном итоге обеспечивает качественную подготовку офицеров-связистов.

Литература:

1. Будко В.Н. Телекоммуникационные проекты в практике преподавания иностранного языка в вузе // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Гуманитарные и общественные науки. 2011. Т. 2. № 124. С. 51-54.

2. Полат Е.С., Бухаркина М.Ю. и др. Новые педагогические и информационные технологии в системе образования / Под ред. Е.С. Полат. – М.: Академия, 2005. – 272 с.

3. Будко В.Н. Телекоммуникационные проекты в развитии коммуникативной компетенции // Инфокоммуникационные технологии. 2006. Т. 4. № 4. С. 82-86.

4. Будко В.Н. Телекоммуникационные проекты в обучении иностранному языку // Школьные технологии. 2008. № 5. С. 91-94.

5. Будко П.А., Чернецкая А.С., Баранова Е.В. Реализация диагностических тестов в процессе изучения иностранных языков. В сборнике: Science XXI century Proceedings of materials the international scientific conference. 2015. С. 415-426.

6. Потапова Р.К. Новые информационные технологии и лингвистика. – М.: Едиториал УРСС, 2004. – 320 с.

Будко В.Н.

Военная академия связи, г. Санкт-Петербург

**Роль и место лингвоориентированной компьютерной
военной игры в языковой подготовке курсантов
военного вуза**

Аннотация. В статье представлены роль и место лингвоориентированной компьютерной военной игры в языковой подготовке курсантов и слушателей магистратуры военного вуза. Рассмотрена роль технологии телекоммуникационных проектов в повышении коммуникативных компетенций выпускника военно-технического вуза, наряду с использованием обучения в сотрудничестве и игровых методов обучения, таких как ролевые, деловые и другие виды обучающих игр.

Ключевые слова: лингвоориентированная компьютерная военная игра, коммуникативные компетенции, справочный контент, электронный глоссарий, лингвистическое обеспечение, методы обучения, языковая подготовка.

Введение. Осознание необходимости владения хотя бы одним иностранным языком (ИЯ) пришло в наше общество. Любому специалисту, если он хочет преуспеть в своей области, знание ИЯ жизненно важно. А для военного специалиста на фоне расширения международного войскового сотрудничества стран участниц ОДКБ, военно-промышленного сотрудничества предприятий оборонной отрасли, а также активного участия российских войск в миротворческих операциях под эгидой ООН и антитеррористических коалициях по поддержанию мира в приграничных с Россией территориях важно вдвойне. Сегодня в некоторых военных вузах вводятся еженедельные единые дни иностранного языка, когда в течение дня военнослужащие говорят исключительно на одном из изучаемых иностранных языках. Принимая во внимание особую значимость языкового образования в современном мире при прозрачности границ и стирании языковых барьеров, применительно к военнослужащим необходимо говорить о *языковой подготовке*. Языковая подготовка предполагает формирование не менее трех взаимосвязанных компетенций: языковой (лингвистической), речевой и коммуникативной. При этом, говоря о профессиональной языковой подготовке военнослужащего, перечень компетенций необходимо дополнить аналитической, стратегической, профессиональной, социокультурной и др. компетенциями. Положительную роль в мотивации языковой подготовки играет и действующее законодательство о материальном стимулировании военнослужащих за знание одного и более ИЯ. В связи с этим, в последние годы у курсантов и слушателей военных вузов интерес к изучению ИЯ растет. Тем не менее, по-прежнему, основными трудностями в военной высшей школе являются недостаток активной устной практики в расчете на каждого обучающегося груп-

пы, а также отсутствие необходимой индивидуализации и дифференциации обучения ИЯ [1].

Цель обучения иностранному языку в военном вузе – овладение коммуникативной компетенцией, т. е. предусматривается обучение не столько системе языка (лингвистической компетенции), сколько практическому овладению ИЯ. При этом обучать следует таким образом, чтобы в процессе овладения иноязычной речевой деятельностью в сознании обучающегося формировалась система языка. Важно обеспечить возможность индивидуализации и дифференциации обучения с учетом способностей обучающегося, его уровня обученности, интереса к изучению ИЯ, склонностей. Здесь речь идет о необходимости реализации личностно-ориентированного подхода в обучении языку [2], что относится к гуманистическому направлению в педагогике. Основным принцип данного подхода в обучении состоит в том, что в центре обучения должен находиться обучающийся, а не преподаватель, деятельность познания, а не преподавания. Это полностью отвечает и специфике предмета ИЯ. Если мы обучаем практическому владению тому или иному виду речевой деятельности, то обучать этому можно лишь через практику в этом виде деятельности. Другими словами, на занятии большую часть времени должны практиковаться обучающиеся, а не преподаватель, как это подчас бывает.

Целью исследования является рассмотрение метода телекоммуникационных проектов, и такой его разновидности как лингвоориентированная компьютерная военная игра, в языковой подготовке курсантов и слушателей магистратуры военного вуза, а также выявление практических рекомендаций по внедрению этого вида занятия (научной конференции) в современной высшей школе в контексте дальнейшей информатизации военного образования.

1. Телекоммуникационные проекты в изучении иностранного языка

Под учебным телекоммуникационным проектом – лингвоориентированная компьютерная военная игра (ЛКВИ) в данной статье понимается совместная учебно-познавательная, творческо-языковая деятельность курсантов и слушателей магистратуры по решению учебных задач в соответствии с их специальностью подготовки, как индивидуально, так и в группе, организованная на основе компьютерных телекоммуникаций, имеющих общую проблему, цель, а также согласованные методы, способы коммуникативной деятельности, направленные на достижения общего результата по решению вводных заданного плана наращивания обстановки по этапам проведения занятия на основе выбранного рабочего языка.

Существенная модернизация учебно-материальной базы военных вузов, произошедшая в последние годы, а также активное и повсеместное внедрение компьютерных технологий в практику изучения ИЯ позволила шире применять метод телекоммуникационных проектов в языковой подготовке военнослужащих [1, 3, 4]. Сегодня для поддержания высокой мотивации и интереса к изучению ИЯ курсантов и слушателей магистратуры преподаватель-лингвист отказывается от готовых методических рецептов, жестко регламентирующих деятельность в рамках конкретной методической системы,

в пользу анализа современной ситуации обучения иностранным языкам и эффективного использования новых информационных технологий (НИТ) в учебном процессе. Диапазон использования компьютера в учебном процессе очень велик [1-6], и не случайно уже на протяжении пяти последних лет в программу проведения всеармейской олимпиады по иностранному языку включен обязательный этап – видеоконференция вузов-участников.

К сожалению, на данный момент, обучение ИЯ в военном вузе в основном носит искусственно-учебный характер в силу отсутствия у курсантов на этапе обучения «естественной потребности» в общении на иностранном языке. В связи с этим перед преподавателями кафедр ИЯ военных вузов стоит задача создания обстановки иноязычного речевого общения в процессе обучения языку, максимально приближенной к естественным условиям. Современные информационно-телекоммуникационные технологии позволяют создать такие условия на занятии. Наибольший интерес для преподавания ИЯ вне языковой среды и организации реальной коммуникации представляет использование ресурсов Интернет, поскольку дает дополнительные возможности общения на изучаемом языке. Здесь реальная коммуникация может осуществляться как в синхронном, так и в асинхронном режимах с использованием различных форматов. Наиболее распространенным является текстовый формат в асинхронном (электронная почта) и синхронном режимах (chat), что не исключает использования аудио- и видеоформатов – также в синхронном (видеоконференции) и асинхронном режимах (голосовая почта, пересылка звуковых и видеофайлов).

2. Обоснование внедрения лингвоориентированной компьютерной военной игры в образовательный процесс военного вуза

На кафедре иностранных языков Военной академии связи (ВАС) постоянно идет поиск новых путей совершенствования языковой подготовки военных специалистов на основе внедрения НИТ. Применительно к военному вузу, осуществляющему подготовку специалистов и магистров, а также переводчиков в сфере профессиональной коммуникации приемлема такая разновидность телекоммуникационного проекта как лингвоориентированная компьютерная военная игра.

Внедрению в образовательный процесс военного вуза, и, в частности, ВАС, такого нового вида занятия как ЛКВИ способствуют:

наличие преподавательского, инженерно-технического состава, владеющих глубокими знаниями и практическими навыками в применении НИТ;

непрерывное совершенствование материально-технической базы академии и кафедры ИЯ, увеличение количества современного мультимедийного оборудования аудиторного фонда на основе производительных ПЭВМ;

ориентированность современного курсанта (слушателя) на позиционирование себя в роли члена нового информационного общества, осознание деятельности частью общества, в том числе и военными, значения «информационной грамотности» в профессиональном и служебном росте, что создает условия для внутренней мотивации обучаемых к восприятию и усвоению НИТ;

имеющийся опыт проектирования и разработки электронных учебников, учебных пособий, обучающих программ и интерактивных курсов, вошедших в электронный учебно-методический комплекс кафедры и применяемых в качестве информационно-справочной системы данного вида занятия.

Опыт освоения и внедрения новых информационных технологий целесообразно представить в виде апробированных форм подготовки и тех принципов, руководствуясь которыми педагог вправе рассчитывать на успех в достижении целей обучения. Во внедрении НИТ в систему языковой подготовки целесообразно исходить из определенных принципов и положений.

Во-первых, в процессе обучения должен быть обеспечен комплексный подход к использованию компьютерных и обычных технологий. Авторы отдают себе отчет о важности и первичности испытанных способов передачи знаний и опыта на основе бумажных и «некомпьютерных» технологий. Владение НИТ, способность адаптироваться к обеспеченности занятия, создают так нужные каждому педагогу чувство самодостаточности и уверенность в процессе обучения.

Во-вторых, в новых условиях подготовки преподаватель должен владеть базовыми (и не только) информационными технологиями, основу которых составляет базы данных, гипертекст, разработка анимации, управление звуком и видео, электронная почта, удаленное управление и т.д. Другими словами, современному преподавателю уже недостаточно освоения общепризнанного и в большинстве случаев достигнутого уровня компьютерной грамотности в объеме умения управлять базовыми средствами операционной системы и применять общее прикладное программное обеспечение для разработки текстов и презентаций.

В-третьих, достигаемый в процессе профессионального роста уровень освоения НИТ должен быть открытым для всех участников обмена знаний предметной области. Недопустима интеллектуальная инкапсуляция вводимых инновационных методик от оценок и критических замечаний коллег.

В-четвертых, в процессе поиска и внедрения инновационных форм и методов целесообразно активно привлекать курсантов в рамках военно-научной работы к разработке программного обеспечения. Опыт показывает, что личный пример в демонстрации высокотехнологичных приемов решения профессиональных задач находит отклик в сознании большинства курсантов, вызывает у них чувство профессиональной гордости и желание освоить новые технологии.

Каждая предметная область объективно «притягивает» определенный кортеж информационных технологий. Для языковой подготовки основу применения НИТ составляет лингвоориентированная база данных предметной области. На кафедре ИЯ разработана и постоянно пополняется база данных объектов различного вида: электронные учебно-методические комплексы по всем дисциплинам кафедры; электронные учебники; тестово-диагностические программы; динамические слайды; презентации; видеофильмы; фотографии; схемы. Это создает предпосылки для качественной

подготовки преподавателя и курсанта (слушателя) к ЛКВИ, обеспечивает педагогу возможность выбора информационного обеспечения занятия, исходя из особенностей учебной группы.

Вывод. Исходя из вышеизложенного предлагается развернуть работу по формированию методологических и схематехнических основ лингвоориентированной компьютерной военной игры по дисциплине «Иностранный язык». Данный вид занятия, по сути, является высшей формой применения НИТ в системе языковой подготовки. Анализ проведения олимпиад по ИЯ с курсантами и слушателями на кафедре, а также опыт участия команды военной академии связи во всеармейских и международных лингвистических конференциях показывает правильность выдвигаемых предположений о востребованности проведения данного вида занятий. Проводимые научные конференции по замыслу ЛКВИ получают высокую оценку обучающихся за информационно-технологическую насыщенность и игровую активность. С другой стороны, преподавательский состав получает педагогические результаты, анализ которых позволяет в будущем устранить недостатки в подготовке и проведении этого вида занятия.

Исходя из возможностей вуза при решении задач развития компьютерных форм в ходе языковой подготовки основными видами обеспечения, подвергаемые развитию стали программное, техническое, лингвистическое информационное и методическое. Данные виды обеспечения лингвоориентированной компьютерной военной игры будут подробно рассмотрены в следующей статье.

Литература

1. Будко В.Н. Телекоммуникационные проекты в практике преподавания иностранного языка в вузе // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Гуманитарные и общественные науки. 2011. Т. 2. [№ 124](#). С. 51-54.
2. Полат Е.С., Бухаркина М.Ю. и др. Новые педагогические и информационные технологии в системе образования / Под ред. Е.С. Полат. – М.: Академия, 2005. – 272 с.
3. Будко В.Н. Телекоммуникационные проекты в развитии коммуникативной компетенции // Инфокоммуникационные технологии. 2006. Т. 4. № 4. С. 82-86.
4. Будко В.Н. Телекоммуникационные проекты в обучении иностранному языку // Школьные технологии. 2008. № 5. С. 91-94.
5. Будко П.А., Чернецкая А.С., Баранова Е.В. Реализация диагностических тестов в процессе изучения иностранных языков. В сборнике: Science XXI century Proceedings of materials the international scientific conference. 2015. С. 415-426.
6. Потапова Р.К. Новые информационные технологии и лингвистика. – М.: Едиториал УРСС, 2004. – 320 с.

Бурлаков А.А., Гурьянов С.М., Мегера Ю.А., Фадеев И.В.

Военная академия связи, г. Санкт-Петербург

**Место и роль запаса ЗИП в обеспечении
укомплектованности войск работоспособной техникой
связи и АСУ**

Эффективность боевого применения современных средств поражения, согласованность действий частей и подразделений в значительной мере зависят от качества управления ими. Техническую основу системы управления войсками составляют современные системы, комплексы, средства связи и АСУ, поддержание которых на заданном уровне боеготовности непосредственно зависит от уровня укомплектованности соединений (частей) работоспособными образцами военной техники связи и автоматизированных систем управления (ВТС и АСУ). В ходе боевых действий основная роль в поддержании заданного уровня укомплектованности войск ВТС и АСУ отводится системе восстановления. Особое место в организации снабжения соединений (частей) ВТС и АСУ в ходе операции занимает пополнение расхода военно-технического имущества (ВТИ), основной составляющей которого являются комплекты ЗИП, их дефицит может существенно снизить возможности ремонтных органов.

Для успешного выполнения задач войсками уже в мирное время проводятся мероприятия по созданию и рациональному размещению запасов ЗИП в составе комплектов военно-технического имущества (ВТИ) в различных звеньях системы снабжения войск.

Основной составляющей запасов ВТИ являются комплекты ЗИП. Задачами подсистемы снабжения по обеспечению эксплуатации ВТС и АСУ комплектами ЗИП являются:

- создание запасов ЗИП, их хранение и освежение;
- эшелонирование запасов ЗИП;
- определение потребности в доукомплектовании комплектов ЗИП;
- своевременное истребование ЗИП;
- эффективное распределение комплектов между соединениями, частями и подразделениями;
- доставка (получение) комплектов ЗИП;
- ведение учета и отчетности, списание.

Анализ процесса восстановления показывает, что степень влияния системы обеспечения комплектами ЗИП на производительность ремонтных органов соединений (частей) определяется наличием и составом комплектов ЗИП. При этом объем запаса комплектов ЗИП (количество комплектов) должен соответствовать задачам последних на период проведения операции. Количество и номенклатура составных частей, элементов, входящих в ком-

плект ЗИП, также определяют степень выполнения ремонтными органами своих задач, обеспечивая соответствующую интенсивность восстановления работоспособности ВТС и АСУ в ходе операции.

В основе создания ЗИП используются следующие показатели его эффективности.

Коэффициент готовности ЗИП, под которым понимается средняя по времени вероятность того, что ЗИП находится в безотказном состоянии. Под отказом ЗИП понимают событие, заключающееся в том, что заявка на запасной элемент не удовлетворена:

$$K_{\text{зип}} = 1 - \lim_{t \rightarrow \infty} \frac{1}{t} \int_0^t P(t) dt, \quad (1)$$

где $P(t)$ – вероятность того, что в данный момент времени t ЗИП находится в состоянии отказа.

Вероятность достаточности $P_d(T)$ – вероятность того, что за время T не случится ни одного отказа ЗИП при восстановлении техники связи.

Среднее время задержки $\Delta t_{\text{зип}}$ при обращении к ЗИП для восстановления ВТС и А, определяемое как

$$\Delta t_{\text{зип}} = \lim_{t \rightarrow \infty} \frac{T_3(T)}{N}, \quad (2)$$

где $T_3(T)$ – суммарное время, в течение которого заявки на ЗИП за время T пройдут из-за нехватки запасных элементов; N – общее число заявок, поступивших в ЗИП за время T .

Причем задача расчета ЗИП состоит в том, чтобы сформировать ЗИП, показатель достаточности которого удовлетворяет концепции пригодности структуры ЗИП требуемым значениям показателей $P_d^{\text{тр}}(T)$, $K_{\text{зип}}^{\text{тр}}$, $t_{\text{зип}}^{\text{тр}}$

$$P_d(T) \geq P_d^{\text{тр}}(T); K_{\text{зип}} \geq K_{\text{зип}}^{\text{тр}}; t_{\text{зип}} \geq t_{\text{зип}}^{\text{тр}}.$$

Анализ данных показателей показывает, что они отражают внутренние свойства системы снабжения ЗИП, хотя и не в полном объеме, но не позволяют сделать выводы о целесообразности их создания и выбрать наилучшие способы организации построения запасов ЗИП поскольку неясно какой вклад вносит полученное решение в качество выполнения боевых и какой ценой данный эффект достигается.

Это предопределяет необходимость поиска такой метрики в пространстве возможных состояний ЗИП, которая отражала бы возможность принятия альтернативных решений по обеспечению качества функционирования системы связи в операциях, была бы чувствительна к изменению структуры системы снабжения, номенклатурным и количественным характеристикам,

включаемых в состав комплектов ЗИП элементов иерархического конструктивного построения ВТС и АСУ, периода пополнения комплектов ЗИП. В качестве такого показателя можно использовать издержки систем связи, технического и тылового обеспечения на поддержание требуемых состояний совокупности ВТС и АСУ на заданном временном интервале. Данный показатель является функционалом от изменяющихся во времени количественной и качественной характеристик совокупности ВТС и АСУ, которые зависят от рациональности построения системы снабжения, характеристик деградационных процессов системы связи, значений показателей надежности образцов ВТС и АСУ, их приспособленности к реализации функций ремонта в войсковых условиях, определяющих величины показателей процесса восстановления отказавшей и поврежденной техники, а также обеспеченности этого процесса необходимыми материальными средствами.

Издержки системы связи можно определить тремя их видами.

Издержки первого рода определяются штрафами за излишки объемов запасов ЗИП, необходимых для поддержания характеристик и восстановления отказавшей и поврежденной ВТС и АСУ, требующей технического обслуживания и текущего ремонта. В общем случае они зависят от объемов запасов ЗИП – $V(U)$, спроса на запасные элементы, включаемые в состав последнего – $X(U)$, величины штрафа – $S(U)$, обусловленного необходимостью обеспечения содержания лишних запасов элементов и вероятности появления данного вида издержек, являющейся функцией от характеристики спроса на запасные элементы, включаемые в состав запасов ЗИП – $P(X(U))$.

Функция издержек первого рода в общем виде может быть представлена в следующем образом:

для i -го типа ВТС и А:

$$C_{i1}(t) = f(V(U_j), X(U_j, t), S(U_j, t), P(U_j, t)), \quad (3)$$

для совокупности ВТС и АСУ:

$$C_1 = \sum_{i=1}^m C_{i1}, \quad (4)$$

где t - период боевых действий, в течении которого необходимо поддерживать требуемое состояние совокупности ВТС и АСУ для обеспечения необходимого качества управления войсками.

Издержки второго рода определяются штрафами из-за дефицита ЗИП U_j уровня, которые будут заключаться либо в стоимости экстренных поставок запасных частей, либо в необходимости содержания в запасах различного уровня иерархии образцов ВТС и АСУ i -го типа, либо в увеличении их избыточности в части связи. Тогда для i -го типа ВТС и АСУ издержки второго рода можно представить в виде:

$$C_{i2}(t) = f\left(v(U_j), x(U_j, t), S_T(U_j, t), P(x(U_j, t))\right), \quad (5)$$

а для совокупности ВТС и АСУ:

$$C_2 = \sum_{i=1}^m C_{i2}, \quad (6)$$

Анализ физического смысла данных показателей показывает, что они характеризуют необходимые условия для создания и функционирования системы снабжения ЗИП применительно к различным типам ВТС и АСУ. Однако знание издержек не является достаточным условием, так как создание систем восстановления и снабжения вносит свои издержки в поддержание требуемых состояний совокупности ВТС и АСУ.

Издержки третьего рода возникают за счет того, что производительность ремонтного органа требует определенных материальных затрат на ее обеспечение и существенным образом зависит от принятого уровня восстановления и также носит случайный характер. Производительность ремонтного органа определяется количеством ВТС и АСУ, обслуживаемой и восстанавливаемой за определенный интервал времени. Издержки третьего рода можно определить с помощью выражения:

$$C_3(t) = \sum_{z=1}^e \left(\sum_{i=1}^m ST_{iz} \left(H_{iz} N_{ni}^{\text{тп}}(t) - \sum_{n=1}^f (M_{nij} \tau_n h) \right) + \sum_{i=1}^m \sum_{n=1}^f \sum_{l=1}^{L_{ni}} (S_{nli}^{\text{то}}(t) + S^{n/c}(t)) A_{nli} \right), \quad (7)$$

где f – количество уровней иерархического построения системы восстановления; e – количество обслуживаемых системой восстановления элементов системы связи; $S_{\text{Тиз}}$ – штраф, выраженный в стоимости простоя оборудования образца ВТС и АСУ i -го типа; M_{nij} – пропускная способность n -го уровня системы восстановления, задействованного в интересах i -го типа ВТС и АСУ, j -го элемента системы связи, которая в общем случае зависит от видов и методов ремонта ВТС и АСУ, способа построения системы восстановления; τ_n – время допустимой суточной производительной работы одного специалиста на n -м уровне системы восстановления; h – безразмерная величина, характеризующая количество суток функционирования системы восстановления n -го уровня (определяется длительностью прогнозируемого периода действий войск); L_{ni} – количество каналов обслуживания i -го типа ВТС и АСУ на n -м уровне системы восстановления; $S_{nli}^{\text{то}}(t)$ – приведенная стоимость технологического оборудования для обслуживания i -го типа ВТС и АСУ n -го уровня системы восстановления в одном канале обслуживания на одного специалиста; $S^{n/c}(t)$ – приведенная стоимость содержания одного специалиста в системе восстановления; A_{nli} – количество задействованного для восстановления i -го типа, на n -м уровне, в одном канале системы восста-

новления личного состава; H_{iz} – доля работ, выполняемых личным составом, эксплуатирующим образцы ВТС и АСУ в системе связи на первом уровне системы восстановления.

Таким образом, математическая модель определения рациональной структуры системы снабжения ЗИП представляет собой характеристику издержек систем связи, технического и тылового обеспечения, необходимых для обеспечения требуемого состояния системы связи. Данная модель может быть представлена выражением:

$$C(t) = \sum_{z=1}^l (C_{1z}(t) + C_{2z}(t)) + C_3(t). \quad (8)$$

В мирное время обеспечение необходимыми для ремонта ВТС и АСУ составными частями и блоками реализуется через систему сервисного обслуживания непосредственно с предприятий-изготовителей.

Учитывая, что основная цель технического обеспечения связи и АСУ – постоянное поддержание максимального уровня боеспособности войск по технике и вооружению при минимизации затрат людских, материальных, финансовых и временных ресурсов, для совершенствования системы снабжения оперативных объединений комплектами ВТИ связи могут быть использованы силы и средства системы сервисного обслуживания.

При этом в мирное время комплекты ВТИ могут содержаться системой сервисного обслуживания и использоваться для ремонта ВТС и АСУ с пополнением запасов до установленного уровня, при приведении войск в боевую готовность – передаваться в соответствующие ремонтные органы и склады.

Литература

1. Гусев А.П., Педан А.В., Семенов С.С. Предложения по применению технологии радиочастотной идентификации при разработке научно-методического обеспечения автоматизированной системы учёта и контроля перемещения техники и имущества связи военного округа // Т-Comm . 2015. №2. С. 16-19.
2. Семенов С.С., Гусев А.П., Андреянов С.Н. Виртуализация распределенного пункта управления // XII Всероссийское совещание по проблемам управления ВСПУ-2014: тр. М.: Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН, 2014. С. 8717-8727.
3. Гречишников Е.В., Гусев А.П., Стукалов И.В. Проблемы обеспечения устойчивости функционирования мобильных комплексов радиосвязи в условиях электромагнитных воздействий // Радиотехника, электроника и связь ("РЭС-2011") Сборник докладов Международной научно-технической конференции. ФГУП "Омский научно-исследовательский институт приборостроения". Россия, г. Омск, 2011. С. 220-225.

4. Воловиков В.С., Семенов С.С. Подход к обоснованию рационального состава комплектов военно технического имущества связи для ремонта техники связи с боевыми повреждениями // Научные технологии в космических исследованиях Земли. 2014. Т. 6. № 1. С. 44-47.
5. Стародубцев Ю.И., Бухарин В.В., Семенов С.С. Техносферная война // Военная мысль. 2012. № 7. С. 22-31.
6. Будко П.А., Чихачев А.В., Баринев М.А., Винограденко А.М. Принципы организации и планирования сильносвязной телекоммуникационной среды сил специального назначения // Т-Comm: Телекоммуникации и транспорт. 2013. Т. 7. № 6. С. 8-12.
7. Будко П.А., Чихачев А.В., Баринев М.А., Винограденко А.М. Основные направления организации и планирования телекоммуникационной среды сил специального назначения // Научные технологии в космических исследованиях Земли. 2013. Т. 5. № 4. С. 18-23.

**Вылегжанин А.Н., Калинин Т.В., Педан А.В.,
Солонин Д.Н.**

Военная академия связи, г. Санкт-Петербург

**Обоснование применения метода многопорогового
декодирования в системах космической радиосвязи.**

Космические радиолинии – это совокупность программных и аппаратных средств, с помощью которых осуществляется обмен информацией между космическими аппаратами и наземными пунктами управления.

Возможности современных ракет-носителей выводить полезную нагрузку на орбиту ограничены, а это, в свою очередь, вызывает ограничение массы и габаритов устанавливаемого на космических аппаратах оборудования. Трудности создания систем космической связи заключается в том, что ограничения по габаритам и массе космических аппаратов не позволяют установить на них мощные приемо-передающие устройства и крупногабаритные маневренные антенные системы с большой полосой пропускания. Малая энергетика космических аппаратов не предполагает возможности передавать мощные сигналы. Поэтому обеспечить большую мощность излучения для передачи радиосигнала с борта космического аппарата достаточно сложная задача. Радиолиния Борт-Земля является одной из самой сложной в энергетическом отношении.

Основной особенностью космических радиолиний являются большие потери, возникающие при распространении радиосигнала, связанные с большой удалённостью между передатчиком и приемником. Расстояния здесь оцениваются десятками тысяч километров, так, для космических аппаратов на геостационарной орбите, на высотах от 39000 до 42000 км, затухание радиосигнала может достигать в диапазоне 3 - 5 ГГц величину от 180 до 200 дБ. Значение дальности влияет на уровень принимаемого сигнала, а значит, и на энергетический потенциал линии. Однако, несмотря на все сложности, космические системы должны обеспечивать передачу достаточного и необходимого объема информации в заданных условиях функционирования. Поэтому к ним предъявляются жесткие требования по обеспечению достоверности передаваемой информации [1].

Ещё одним, фактором, влияющим на работу современных космических систем, является функционирование их в сложной электромагнитной обстановке, складывающейся под влиянием помех различной природы. Также в условиях радиоэлектронной борьбы возможна постановка преднамеренных помех, создаваемых средствами радиоэлектронного подавления. Повышение эффективности систем радиосвязи, функционирующих в условиях сложной электромагнитной обстановке и радиоэлектронного подавления, является важной и актуальной научно-технической задачей. Решению этой

задачи постоянно посвящается множество исследований. Эта задача решается комплексно, что освещено в многочисленных монографиях и публикациях.

Для повышения достоверности получаемой информации и эффективного использования доступной полосы пропускания частот, применяемых в космических радиоперелиниях необходимо совершенствовать методы помехоустойчивого кодирования и алгоритмы обработки сигналов, что является перспективным направлением развития в области передачи информации по космическим радиоперелиниям.

При разработке каналов систем связи Международные организации, такие как CCSDS (Консультативный комитет по космическим информационным системам) и ESA (Европейского космического агентства) в своих рекомендациях и стандартах приводят следующие параметры рекомендуемых при разработке каналов связи кодов Рида-Соломона, сверточных кодов и каскадных кодов.

Рекомендации Консультативного комитета по космическим информационным системам CCSDS 401.0-B-2, 401. O-R-1, предусматривают кодирование данных с помощью сверточного кода, перемежения символов и каскадного кода с использованием кода Рида-Соломона.

Консультативный комитет по космическим информационным системам рекомендует использовать несимметричный сверточный код с максимально правдоподобным (по Витерби) декодированием со следующими параметрами:

- длина кодового ограничения $L = 7$ бит; скорость кода $R = 1/2$ бита на символ;
- векторы связи регистров: $G(1)=1111001, G(2)=1011011$;
- метод декодирования – мягкие решения при не менее чем 8 уровнях квантования сигнала.

Рекомендуемый Консультативным комитетом по космическим информационным системам код Рида-Соломона предназначен только для каскадного кодирования и имеет следующие параметры:

- число бит на один кодовый символ $J = 8$;
- число исправляемых ошибок в кодовом слове $Y=16$;
- глубина перемежения символов $I=5$ (разрешается $I=1$); параметры J , Y и I не зависят друг от друга;
- число символов на одно кодовое слово $n=2j-1=255$;
- число информационных символов в кодовом слове $k=n-2i = 255-32=223$;
- неприводимый многочлен, генерирующий поле Галуа GF в поле Галуа G: $F(x) = x^8+x^7+x^2+x+1$;
- порождающий многочлен кода в поле Галуа: $g(x) = \prod (x-a_j), j=1, 12$, где a_j – корни порождающего многочлена, которые совместно с полиномом $F(x)$ характеризуют данный систематический блочный код.

Максимальная длина кодового слова $n \cdot I \cdot j = 255 \cdot 5 \cdot 8 = 10200$ двоичных символов, из которых 1280 символов – проверочные и 8920 символов – информационные.

Требования к параметрам сверточного кода, предъявляемые стандартом Европейского космического агентства (ESA) ESA PSS-04-103, аналогичны соответствующим требованиям, изложенным в рекомендациях CCSDS. Требования к параметрам кода Рида-Соломона отличаются от рекомендаций CCSDS в части полинома, генерирующего поле Галуа.

При кодировании канала связи для надежного выделения символьной частоты и поддержания символьной синхронизации необходимо обеспечить такую плотность символьных переходов, чтобы на каждые 1000 последовательных символов приходилось не менее 125 символьных переходов.

Для получения большего выигрыша по помехоустойчивости, чем при использовании одного из указанных выше кодов, следует применять их комбинацию: код Рида-Соломона использовать в качестве внешнего (первого) кода, а сверточный код – в качестве внутреннего (второго) кода.

Нужно отметить, что действительно различных эффективных методов декодирования в реальных спутниковых каналах связи на самом деле немного. Наиболее распространены методы, реализующие алгоритм Витерби. Методы с использованием кодов Рида-Соломона. Классические каскадные схемы, например, с использованием алгоритмов Витерби и кодов Рида-Соломона, а также различные новые способы кодирования, начало развитию которых положили турбо коды. При этом нельзя использовать слишком длинные коды для алгоритма Витерби, поскольку при этом с ростом длины кода экспоненциально растет сложность декодера.

Возможности каскадной схемы алгоритмов Витерби и кодов Рида-Соломона также ограничены сложностью реализации обеих составляющих её кодов.

Сложность реализации турбо кодов в значительной мере определяется сложностью тех оптимальных декодеров, которые обычно являются составной частью алгоритмов этого типа, например, алгоритм Витерби для не очень длинного кода. Если сложность рассматривать как число операций декодера, то для турбо кодов сложность соответствующего декодера алгоритмов Витерби нужно еще умножить на коэффициент порядка 10 - 20, что связано с вычислением в некоторых случаях достаточно сложных функций. Важным достоинством турбо кодов является возможность достижения на их базе весьма высоких характеристик декодирования [2].

Как известно, использование помехоустойчивого кодирования позволяет обеспечивать заданные достоверности передачи цифровых данных в спутниковых каналах связи при существенно более низком уровне сигнала по сравнению с вариантом передачи без кодирования.

При кодировании в каналах с большим уровнем шума возможна реализация эффективных декодеров, если выполняется условие $R < C$, то есть, когда кодовая скорость R меньше пропускной способности канала C .

Кодовой скоростью $R=k/n < 1$ называется отношение числа информационных символов кода k к полному числу кодовых символов n , количество которых вследствие введения дополнительных избыточных символов всегда превышает число исходных информационных символов k .

Пропускная способность канала C определяется той моделью шума канала, в соответствии с которой передаваемые по этому каналу двоичные символы, искажаются в процессе пересылки данных от передатчика к приёмнику сообщений.

Если выбрать такую модель способа генерации шума канала, при котором вероятность ошибки приёма каждого двоичного символа равна p_0 , и эти искажения в каждом конкретном символе происходят независимо от успешности или ошибочности передачи других символов кода, то для такого канала пропускная способность C определяется простым соотношением: $C=1-H(p_0)$. Например, для $p_0=0,11$ $C=0,5$, что и определяет возможности кодов с $R=1/2$: они могут работать только в каналах типа $sp_0 < 0,11$. Но если это условие выполняется, то возможна передача цифровой информации с последующим восстановлением истинного двоичного сообщения со сколь угодно большой достоверностью.

Однако, сколь угодно высокая достоверность декодирования при передаче по каналу с шумом возможна только при очень большой длине используемых кодов. Именно это обстоятельство и приводит к основной проблеме теории помехоустойчивого кодирования: все коды хороши и могут обеспечить отличные результаты, однако их можно декодировать только переборными методами. В то же время простые алгоритмы для специально выбранных кодов малоэффективны, т.е. не обеспечивают малых вероятностей ошибок в той области шумов, где теория гарантирует обеспечение высокой достоверности.

Заметим, что задача полного использования энергетики каналов связи становится также все более актуальной как из-за технических и экологических ограничений на мощность излучаемых сигналов, так и из-за конечной емкости, выделяемой для тех или иных систем связи полосы частот. Поэтому, хотя рост вычислительных возможностей, закладываемых в аппаратуру связи, позволяет решать многие сложные задачи, неразрешимые ранее, проблема повышения энергетического выигрыша кодирования на длительное время останется актуальнейшей задачей связи для многих типов каналов связи и коммуникационных сетей.

В то же время в системах спутниковой и космической связи, где вопросы экономии полосы частот и энергетических ресурсов передатчика относятся к чрезвычайно важным, именно помехоустойчивое кодирование позволяет решать проблемы достоверной связи на приемлемой экономической основе. В этом случае отказ от реализации эффективных систем помехоустойчивого кодирования всегда приводит к тому, что пропускная способность каналов в таких сетях всегда используется крайне неэффективно. В системах без кодирования обычно невозможно обеспечить использование

потенциальной ёмкости каналов более чем на несколько процентов. Поэтому с экономической точки зрения затраты на создание таких систем связи оказываются в десятки, а иногда и даже сотни раз большими, чем в правильно спроектированных системах с применением помехоустойчивого кодирования и теми же параметрами производительности каналов связи.

Достаточно высокие характеристики достижимы при применении алгоритмов многопорогового декодирования, которые могут фактически оптимально декодировать специальные длинные коды при очень небольших вычислительных затратах.

Теоретические основы и характеристики этих очень простых и одновременно весьма эффективных методов коррекции ошибок изложены во многих публикациях различных авторов, в том числе в [3]. Эти декодеры, являющиеся модификацией простейшего порогового декодера Мессе [4], в процессе контроля принятых кодовых последовательностей многократно исправляют информационные символы пришедшего из канала сообщения. Многопороговое декодирование относится к итеративным процедурам коррекции ошибок и обладают уникальным свойством стремления к решению оптимального переборного декодера, сохраняя при этом линейную от длины кода сложность реализации. С ростом длины кодового ограничения n_d и увеличением числа итераций декодирования I характеристики многопороговых декодеров быстрее стремятся к оптимальным, чем в случае использования более коротких кодов и только двух-трёх попыток исправления ошибок.

Важнейшей особенностью каналов передачи данных в системах космической связи является высокая скорость передачи потоков информации, составляющая сотни мегабитов в секунду. Именно поэтому при необходимости обеспечения высокой энергетической эффективности довольно трудно подобрать алгоритм декодирования, который бы обеспечивал высокую помехоустойчивость в столь высокоскоростных каналах. Многопороговые декодеры характеризуются предельно высоким быстродействием при вполне высокой энергетической эффективности. Это ставит алгоритмы многопорогового декодирования в особо выгодное положение при сравнении методов, претендующих на применение в системах космической связи. Кроме того, быстро увеличивающиеся объёмы передачи информации предъявляют всё возрастающие требования к качеству передаваемой информации и её достоверности. А поскольку с ростом требований по достоверности передаваемых данных необходимо применять всё более длинные коды, применение многопороговых декодеров, которые особенно легко адаптируются к кодам всё большей длины, становится ещё более очевидной.

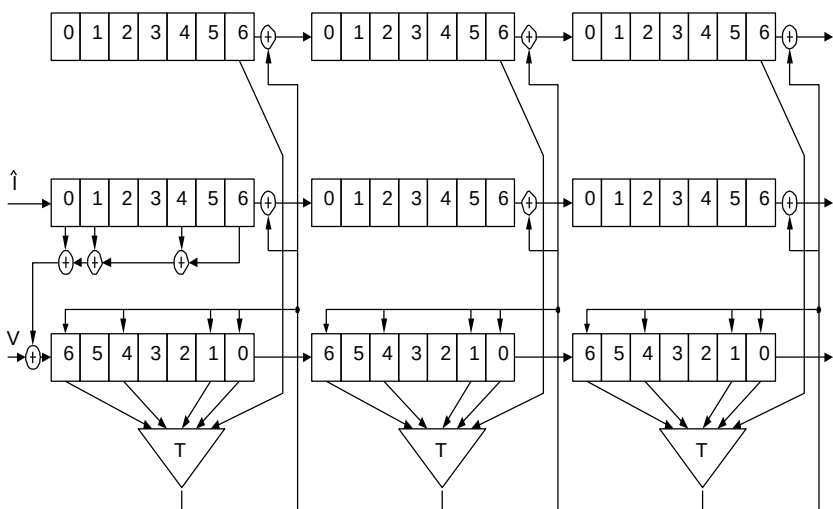


Рис.1 - Схема многопорогового декодера сверточного кода с $I=3$ итерациями, $R=1/2$ и кодовым расстоянием $d=5$.

Как следует из структуры представленного на *рис.1* сверточного многопорогового декодера, он обладает высокой степенью однородности и выполняет совсем небольшое число операции с небольшими целыми числами.

Главным достоинством многопороговых декодеров является очень низкая сложность декодирования. Как и в случае обычного порогового декодера, процедура декодирования состоит в суммировании проверок на входе порогового элемента T_i , сравнении с порогом и изменении декодируемого символа и проверок, если этот порог превышен. Число итераций декодирования I в этом случае обычно равно $I=3 - 50$, а общая сложность декодирования с помощью алгоритмов многопорогового декодирования для кода с выбранным кодовым расстоянием d оценивается для $d < 25$ как $N1=(d+2) \cdot (I+4)$ на каждый информационный бит кода. Это достаточно малые затраты на вычисления для типичного алгоритма, работающего при большом уровне шума канала.

Но если при тех же условиях возможно небольшое ухудшение характеристик многопорогового декодера примерно на 0,1 дБ по энергетике, что обычно вполне допустимо, то объем необходимых вычислений многопорогового декодера ещё более многократно упрощается: $N2=4d+3I$.

Нужно подчеркнуть, что при оценке затрат многопорогового декодера на декодирование одного бита, согласно выражения $N2=4d+3I$, формально определяемая сложность, как число операций у многопорогового декодера примерно на 2 порядка меньше, чем у турбоподобных кодов с сопоставимой энергетической эффективностью [5]. Например, результаты сравнения мно-

гопороговых декодеров и алгоритмов для турбокодов [5] действительно показали разницу в скорости программных реализаций этих декодеров при одинаковых по уровню шума условиях до 70 раз даже без оптимизации параметров многопороговых декодеров.

Появление хорошо зарекомендовавших себя многопороговых алгоритмов декодирования с очень простой реализацией, обеспечивающих почти оптимальные характеристики декодирования, создаёт принципиально новые возможности для реализации систем обмена данными в разнообразных системах космической связи.

В случае реализации высокоскоростных систем алгоритмы типа многопорогового декодирования имеют столь большие преимущества перед всеми остальными методами коррекции ошибок, что у него нет вообще никаких конкурентов по стоимости и эффективности на скоростях выше 50 Мбит/с.

При постоянном росте требований к достоверности передачи цифровых данных можно считать, что многопороговое декодирование может уже сейчас обеспечивать энергетический выигрыш кодирования порядка 7 - 9 дБ и более.

Список литературы

1. Крохин В.В. Информационно-управляющие космические радиолинии. Часть 1. М.: Москва, 1993г.
2. Золотарёв В.В., Овечкин Г.В. Эффективные алгоритмы помехоустойчивого кодирования для цифровых систем связи. М.: "Электросвязь" №9, 2003г.
3. Самойленко С.И., Давыдов А.А., Золотарев В.В., Третьякова Е.И. Вычислительные сети. – М.: Наука, 1981г.
4. Месси Дж. Пороговое декодирование: Пер. с англ. /Под ред. Ю.Л. Сагаловича. – М.: Мир, 1966г.
5. Зубарев Ю.Б., Золотарёв В.В., Жуков С.Е., Строков В.В., Г.В. Овечкин. Многопороговые декодеры для высокоскоростных спутниковых каналов связи: новые перспективы. -«Электросвязь», №2, 2005г.

Винограденко А.М., Кузнецов А.В.

Военная академия связи, г. Санкт-Петербург

Система мониторинга технического состояния технологических объектов военного назначения с использованием беспроводных технологий

Анализ применения современных автоматизированных измерительных комплексов (АИК) военного назначения показал необходимость разработки и внедрения в данные комплексы средств автоматизации и телеметрии. Повышение сложности эксплуатируемых систем и объектов, установленной на них аппаратуры, а также динамики их работы обуславливают необходимость своевременного мониторинга их состояния. Это необходимо для оперативного контроля боевой готовности, автоматизации эксперимента и, в целом, обеспечения операций технического обслуживания (ТО) и ремонта техники связи и автоматизированных систем управления [1].

В настоящее время на снабжении войск связи ВС РФ еще находится более 28-ти типов специализированных аппаратных технического обеспечения (АТО), разработанные в 80-90-ых годах прошлого века, которые морально и технически устарели. В частности, эти образцы предназначены для проведения технического обслуживания и ремонта аналоговой и устаревшей, в том числе, снятой с вооружения техники связи (ТС) и автоматизированных систем управления (АСУ). Они являются специализированными по обслуживаемым типам техники, укомплектованы устаревшими образцами средств измерений, в них, практически, отсутствуют средства автоматизации и механизации. Существующие измерительные системы военного назначения осуществляют передачу измерительной информации без учета предельных состояний (предшествующих аварийным состояниям) контролируемого объекта, характеризуются низкой оперативностью тестирования, а также зачастую не учитывают разноприоритетность каналов различного назначения. Кроме того, оказывается невозможным текущий контроль состояния объекта и его систем на расстоянии: обнаружение отклонений контролируемых величин, измерение отклонившихся параметров. Таким образом, существует необходимость в разработке телеметрической системы (ТМС), которая, в отличие от известных АИК и АТО, должна обладать: а) большей оперативностью тестирования; б) меньшей информационной избыточностью; в) меньшими временными и людскими ресурсами. Моделируемая многоканальная ТМС включает в себя три подсистемы: 1) подсистему получения данных и формирования сигналов о предельном состоянии контролируемых объектов, 2) подсистему средств и линий связи и 3) подсистему диспетчерского управления. Первая подсистема ТМС состоит из датчиков и контроллеров, осуществляющих регистрацию параметров сигналов и их сравнение с допустимыми пре-

делами [3, 5]. Заявками на обслуживание являются пакеты информационных символов, сформированные на выходе измерительных датчиков в случае выхода значения контролируемого технологического параметра за пределы установленных допусков [4]. Интенсивность таких заявок определяется количеством датчиков, временными характеристиками контролируемых случайных процессов и числом установленных допусковых уровней для каждого процесса. Приоритетность заявок на обслуживание, поступающих с датчиков, определяется динамикой роста контролируемого параметра к установленному допуску. Это дает возможность прогнозировать: чем меньше времени до достижения допуска контролируемым параметром, тем выше приоритет заявки [1]. Первая подсистема ТМС может быть представлена в виде графа, который может иметь четыре состояния контролируемого объекта: нормальное (нет заявок), предпредельное (обслуживание заявок низкого приоритета), предельное (обслуживание заявок высшего приоритета, поступивших в период обслуживания заявок низкого приоритета) и аварийное (обслуживание заявок высшего приоритета). Исходя из того, что архитектура построения современного парка средств связи имеет блочно-модульный характер (консоли), а большинство современных аппаратных и радиостанций узлов связи (полевых узлов связи) оборудуются автоматизированными рабочими местами (АРМ), то, зачастую, вопрос восстановления аппаратуры сводится к замене одного или группы блоков (электронных модулей), которые не входят в комплект ЗИП. АРМ, кроме основной работы, могут отражать динамику работы аппаратуры той аппаратной или радиостанции, в которой он расположен. Таким образом, оперативность доставки сообщений о предельном состоянии или отказе оборудования заключается в скорости доставки измерительной информации до диспетчерского пункта управления и принятия решения. При этом остается неснятой проблема оперативной замены блока аппаратуры, находящегося в предельном состоянии или вышедшего из строя (аварийное состояние). В различные моменты времени боевой подготовки (учения, перегруппировка) военная техника связи и автоматизации рассредоточена по местности (полигоны, районы боевого применения, формирования колонн, сосредоточения) в различных вариантах и скорость замены неработоспособного блока будет зависеть от скорости определения местоположения данного объекта и быстрой доставки к нему необходимого блока. Нахождение таких объектов (при движении объектов, например, при совершении марша) представляется возможным с помощью FRID-технологии (RadioFrequencyIdentification). Радиочастотная идентификация - это современная прогрессивная технология автоматической идентификация объекта в реальном времени посредством радиосигналов. FRID-технология позволяет автоматизировать процесс сбора и обработки информации бесконтактным способом с минимальным числом ошибок. Она может быть использована для идентификации, отслеживания, обнаружения необходимого числа контролируемых объектов, а также для автоматизации производственных процессов, автоматизации систем управления и организации систем контроля доступа,

систем безопасности. Использование технологии радиочастотной идентификации предполагает наличие трех основных компонентов: 1) радиометки или FRID-метки, то есть средства маркировки отслеживаемого объекта; 2) устройства чтения и записи радиометок (считыватель, ридер); 3) серверного программного обеспечения, которое расшифровывает полученную со считывателей информацию о радиометках и представляет ее в формате, подходящем для систем управления, образующих информационную инфраструктуру. FRID-система - это бесконтактная технология обмена данными посредством беспроводного соединения между элементами данной системы. Носителем информации является радиоволна. Для обеспечения работы системы не требуется контакта со считывателем и прямой видимости считывателя. Надежное функционирование системы гарантировано при работе в агрессивных средах и неблагоприятных климатических условиях [2]. Антенна считывателя излучает электромагнитные волны, которые принимает антенна радиометки. За счет энергии этих волн осуществляется питание чипа, встроенного в метку. В результате этого метка активизируется, вступает в радиообмен для самоидентификации и передает информацию считывающему устройству или производит запись информации, полученной от считывателя, в свою память. Основные компоненты метки - интегральная схема (чип), управляющая связью со считывателем, и антенна. Возможность считывания информации ридером на большом расстоянии (до 200 метров) от метки. FRID-метка может размещаться на транспортном средстве в различных местах: на решетке радиатора; на ветровом стекле; в корпусе зеркала заднего вида и бокового зеркала. Повышение качества идентификации контролируемых объектов достигается за счет совместной реализации FRID-технологий и технологий беспроводной связи. Указанные технологии положены в основу разработки новой аппаратно- программной платформы, размещаемой на базе уже существующих АТО и предназначенной для сбора данных об идентифицируемых мобильных объектах (объектов контроля), обработки этих данных при помощи программных приложений в диспетчерских пунктах управления и обеспечение взаимодействия с другими платформами и центром управления по различным каналам связи (Wi-Fi, Wi- Max). В состав аппаратной платформы модуля контроля и идентификации входят два основных узла, которые осуществляют контроль за объектом идентификации и передачи полученной информации в диспетчерский центр управления: приемно-передающее устройство и считыватель FRID- меток. Управление всеми узлами платформы осуществляется микропроцессором по трем шинам: управляющей, адресной и шине данных. В качестве дополнительных устройств используются внутренняя память и коммуникационные порты [2].

Таким образом, моделируемая телеметрическая система позволит осуществлять оперативный контроль за большими группами техники связи военного назначения, повысить не только оперативность выявления предельных состояний радиоэлектронной аппаратуры, но и скорость замены соответ-

ствующих электронных модулей с использованием технологии беспроводной связи.

Литература

1. Винограденко А.М. Разработка способа прогнозирования предаварийного состояния технологических объектов // СПБНТОРЭС, 66-я НТК, 2011. – С.161-162.
2. Вишневский В.М., Титов А.Ю. Методы и средства детектирования и идентификации транспортных средств в интеллектуальных транспортных системах // Научно-технический и производственный Журнал "Датчики и системы" №9(184) 09.2014. – С. 59-68.
3. Назаров А.В. Современная телеметрия в теории и на практике. – Санкт-Петербург: НИТ-Издательство, 2007. – 667 с.
4. Волков Л.И. Управление эксплуатацией летательных комплексов. – М.: Высшая школа, 1987. – 400 с. 5. Цапенко М.П. Измерительные информационные системы. – М. "Энергия", 1974. – 320 с.
5. Гусев А.П., Педан А.В., Семенов С.С. Предложения по применению технологии радиочастотной идентификации при разработке научно-методического обеспечения автоматизированной системы учёта и контроля перемещения техники и имущества связи военного округа // Т-Comm . 2015. №2. С. 16-19.
6. Гречишников Е.В., Гусев А.П., Стукалов И.В. Проблемы обеспечения устойчивости функционирования мобильных комплексов радиосвязи в условиях электромагнитных воздействий // Радиотехника, электроника и связь ("РЭС-2011") Сборник докладов Международной научно-технической конференции. ФГУП "Омский научно-исследовательский институт приборостроения". Россия, г. Омск, 2011. С. 220-225.

Галикбаров А.С., Гудилин А.И., Добровольский В.С.

Военная академия связи, г. Санкт-Петербург

Порядок восстановления техники связи и автоматизированных систем управления

Аннотация. В статье представлен один из вариантов определения возможностей по восстановлению техники связи и автоматизированных систем управления в общевойсковой армии.

Ключевые слова: система технического обеспечения связи и АСУ, восстановление техники связи и АСУ, ремонт.

Техническое обеспечение связи и автоматизации (ТОС и АСУ) есть комплекс мероприятий по укомплектованию (снабжению) войск техникой связи и автоматизации, поддержанию ее в постоянной готовности к применению, безотказному и эффективному боевому использованию, быстрому восстановлению при повреждениях (отказах) и возвращению в строй.

Рассмотрим одну из важнейших задач ТОС и АСУ – восстановление техники связи и АСУ в результате эксплуатационных отказов и боевых повреждений.

Вышедшая из строя техника связи в зависимости от степени разрушения (трудоемкости работ по восстановлению) может потребовать текущего, среднего, капитального ремонта или списания.

В ходе операции в войсках армии осуществляется только текущий и средний ремонт. Капитальный ремонт проводится в стационарных ремонтных предприятиях.

Будем считать, что в рассматриваемом формировании имеется $N_z(0)$ комплектов работоспособной техники связи Z -го типа к началу операции.

За счет функционирования органов ТОС и АСУ, т.е. работы экипажей, ремонтных органов частей связи и ремонтных органов объединений часть потерь средств связи можно восстановить. Обозначим эту часть K_B – коэффициентом восстановления.

Тогда количество восстановленных средств связи Z -го типа $N_{Bz}(t)$ за рассматриваемый период t определяется

$$N_{Bz}(t) = N_{Пz}(t) \cdot K_B,$$

Для существующих средств связи принято следующее распределение потерь по видам ремонта, когда в основном ремонт будет осуществляться агрегатным методом:

$$d_r = 0,4; d_{cp} = 0,25; d_k = 0,1; d_c = 0,25.$$

Количество средств связи, нуждающееся в восстановлении к исходу t суток операции по видам ремонта будет составлять:

$$\text{текущих } N_z^T(t) = d_r \cdot N_{Пz}(t);$$

$$\text{средних } N_z^{cp}(t) = d_{cp} \cdot N_{Пz}(t).$$

Трудозатраты на выполнение текущего и среднего ремонта за те же t суток по каждой группе и за все средства связи армии

$$W_z^T = N_z^T \cdot W_z^{1T};$$

$$W_z^{CP} = N_z^{CP} \cdot W_z^{1CP}$$

где W_z^{1T} и W_z^{1CP} – трудозатраты текущего и среднего ремонта одного образца техники. Для большинства средств связи трудозатраты текущего ремонта составляют 24 чел.-часа, а для несложных средств связи – 12 чел.-час, для среднего ремонта в зависимости от вида техники находится в пределах от 40 до 500 чел.-час. Точные значения W_z^{1CP} постоянно уточняются.

Рассмотрим вклад личного состава, эксплуатирующего средства связи и ремонтных органов формирования в выполнение ремонтов.

Ориентировочно возможности экипажей в проведении текущего ремонта учитываются введением коэффициента восстановления техники личным составом экипажей за время t . Конкретные значения $K_{вз}$ зависят от многих факторов: обученности экипажей, сложности техники, наличия ЗИП. По существующим оценкам он находится в пределах от 0,1 до 0,5. Его значение ориентировочно можно принять: для частей связи армейского подчинения $K_{вз} = 0,4$; в омсбр (отбр) – $K_{вз} = 0,2$; в частях родов войск и служб – 0,1.

В ремонтные органы будет поступать поврежденная техника, требующая текущего и среднего ремонта. Причем по текущему ремонту только часть техники, которая не восстанавливается экипажами. Со средним ремонтом вся техника поступает в ремонтный орган.

Эта техника требует трудозатрат ремонтного органа на выполнение текущего ремонта, $W_{ро}^T = (1 - K_{вз})$

а на выполнение среднего ремонта W^{CP} .

Теперь можно оценить работу ремонтных органов по восстановлению средств связи.

Для этого сравнивают трудоресурс ремонтных органов с трудоемкостью ремонта поступающей техники, определяя коэффициент восстановления техники в ремонтном органе по текущему ремонту $K_{вро}^T$

$$K_{вро}^T(t) = T(t) / W_{ро}^T(t) \begin{cases} < 1 \text{ при } T < W_{ро}^T \\ = 1 \text{ при } T > W_{ро}^T \end{cases}$$

Если трудоресурс ремонтного органа больше трудоемкости текущих ремонтов $T > W_{ро}^T$, то это означает, что будет выполнен полностью текущий ремонт $K_{вро}^T = 1$ и еще останется ресурс для выполнения среднего ремонта. В этом случае определяется коэффициент восстановления по среднему ремонту

$$K_B^{CP}(t) = T(t) - W_{ро}^T / W^C(t)$$

Общий искомый коэффициент восстановления средств связи с учетом работы экипажей и ремонтных органов за рассматриваемый период находится по соотношению

$$K_B = d_T \cdot K_{вз} + d_T (1 - K_{вз}) \cdot K_{вро}^T + d_{CP} \cdot K_B^{CP}$$

Только теперь можно определить количество восстановленных средств связи за t суток операции

$$N_B(t) = N_n(t) \cdot K_B$$

В результате определения количества восстановленной техники связи можно определить уровень укомплектованности войск работоспособной техникой связи к указанному времени с учетом ее восстановления.

Литература:

1. Абышко В.Ю., Баринов М.А., Захаров А.А., Чихачев А.В. Техническое обеспечение связи и автоматизации. Учебник. – СПб.: ВАС, 2010. - 320 стр.
2. Анищенко Л.П., Лепенышев А.Н. Основы организации технического обеспечения связи и автоматизации. Система технического обеспечения связи и автоматизации. – СПб.: ВАС, 2006.
3. Воловиков В.С., Семенов С.С. Подход к обоснованию рационального состава комплектов военно-технического имущества связи для ремонта техники связи с боевыми повреждениями // Научные исследования в космических исследованиях Земли. 2014. Т. 6. №1. С. 44-47.
4. Семенов С.С., Воловиков В.С., Смолеха А.В. Концептуальная модель процесса восполнения потерь техники связи и военно-технического имущества связи при применении соединения связи Военного округа // Т-Comm. 2015. №1. С. 22-27.
5. Гусев А.П., Педан А.В., Семенов С.С. Предложения по применению технологии радиочастотной идентификации при разработке научно-методического обеспечения автоматизированной системы учёта и контроля перемещения техники и имущества связи военного округа // Т-Comm. 2015. №2. С. 16-19.
6. Семенов С.С., Африкантов И.Н., Смолеха А.В. Постановка задачи на имитационное моделирование процесса восстановления техники связи силами экипажей в ходе боевых действий // Т-Comm: Телекоммуникации и транспорт. 2015. Т. 9. № 10. С. 28-32.
7. Ануфренко А.В., Воловиков В.С., Заяц С.В., Педан А.В., Семёнов С.С., Смолеха А.В., Чихачёв А.В., Чихачёв В.А. Программа расчета количества работоспособных образцов техники связи // Хроники объединенного фонда электронных ресурсов Наука и образование. 2015. № 6 (73). С. 2.

Головин А.Г., Демьяненко А.А., Сычёв И.А.

Военная академия связи, г. Санкт-Петербург

**Методика использования современных средств
мониторинга подвижных объектов для решения задач
технического обеспечения**

Аннотация. Предложена методика использования современных средств мониторинга подвижных объектов для решения задач технического обеспечения. Представленная в работе методика позволяет внедрить в войсках электронный учет вооружения и военной техники, и осуществлять контроль технического состояния образцов в реальном времени, а также оптимизировать человеческие и технические затраты при проведении технической разведки и эвакуации в ходе ведения боевых действий или проведения специальных мероприятий

Ключевые слова: мониторинг технического состояния, мероприятий технического обеспечения, комплекс позиционирования системы ГЛОНАС, техническая разведка и эвакуация.

Рассматривая организационно-техническую и методическую базу развертывания системы мониторинга технического состояния ВВТ ВС РФ, следует отметить, что существующая технология сбора и обработки информации о техническом состоянии ВВТ ориентирована на бумажные формы представления данных и на визуально-ручную технологию их формирования и обработки. Электронное дублирование бумажных форм ничего не меняет, поскольку сама форма документа не ориентирована на автоматизацию работы с ним.

В настоящее время в ВС РФ не сформированы базы данных по анализу логистической поддержки, аналогичные используемым в практике зарубежных армий, а потому информационная база решения задач мониторинга технического состояния ВВТ существенно сужена. Только незначительная часть учетных данных в эксплуатирующих частях переведена в электронную форму. Учетно-операционная деятельность в низовых частях не автоматизирована, поэтому весь процесс сбора, представления, верификации, первичной обработки и передачи данных в тактическом звене остается «ручным», а значит, остаются низкими качество и оперативность исходных данных, вводимых в автоматизированные системы стратегического и оперативно-стратегического уровней управления техническим обеспечением. Контроль и управление процессами технического обеспечения Вооруженных Сил в режиме реального времени в рамках мониторинга технического состояния ВВТ станет возможным лишь после автоматизации учетно-операционной деятельности в тактическом звене, для чего все разрабатываемые и выпускаемые промышленно-

стью образцы вооружения должны быть оборудованы системами мониторинга их состояния местонахождения, а в состав средств автоматизации технического обеспечения ВС, разрабатываемых в рамках опытно-конструкторских работ, должны быть включены средства позволяющие считывать эту информацию.

В тоже время, с практической точки зрения, для получения объективных данных о состоянии образца вооружения, не всегда достаточно той информации которая собирается в автоматизированном режиме. Зачастую водитель или экипаж обладает гораздо большими данными о конкретном состоянии единицы техники которую он эксплуатирует. В частности, информация, полученная при проведении технической разведки в ходе боевых действий может не передаваться в голосовом или текстовом режиме, а записываться в специальное устройство. Это могут быть, в частности, данные о характере полученных военной техникой повреждений, возможности эвакуации и т.п. После получения паролированной команды, переданной, например, с беспилотного летательного аппарата, с эвакуатора или со специализированной аппаратной технического обеспечения, прибывшими в район для проведения эвакуации и ремонта, данные передаются в эфир и могут быть автоматически введены в соответствующие базы данных, ретранслированы в орган управления техническим обеспечением и т.п.

Наличие этой информации позволяет заблаговременно принять меры по подготовке к применению, в том числе, эвакуационных бригад, ремонтных органов, органов снабжения, что не может не сказываться на эффективности проводимых мероприятий технического обеспечения связи и автоматизированных систем управления (ТОС и АСУ).

Специальное устройство является компонентом общей системы мониторинга аппаратной связи, которое кроме него включает в себя комплекс позиционирования системы ГЛОНАС, систему автоматизированных датчиков состояния объекта, например, датчики открытия дверей, включения двигателя, наличия и расхода горючего, состояния водителя транспортного средства и т.д.

Само специальное устройство может, в частности, включать в себя (рис.1) сенсорный монитор для ввода информации, некий носитель информации, например, в виде специальной флешки, и устройство, обеспечивающее приём сигнала на передачу информации, её валидацию и передачу имеющихся данных.



Рис.1 - Состав устройства мониторинга подвижных объектов

Специальное устройство может быть, как встроенным, так и автономным. В последнем случае оно фиксируется в аппаратуре в ходе проведения её дефектации группой технической разведки.

Схема работы данного устройства показана на рисунке 2.



Рис.2. Схема работы устройства мониторинга подвижных объектов.

После проведения дефектации данные вводятся в устройство путем ответов на заранее запрограммированные формализованные вопросы простым выбором из предложенных вариантов ответов.

После того как вся информация введена, она сохраняется в памяти устройства. А само устройство переходит в режим ожидания команды на передачу. Начиная с этого момента, оно работает автономно и больше не нуждается в каком-либо обслуживании. Сама же группа технической разведки может передвигаться к следующей аппаратуре зная, что в нужный момент времени вся информация о техническом состоянии и географическом положении продефектованной единицы техники будет в соответствующем органе технического обеспечения.

Как только поступает команда на передачу устройство проверяет подлинность данной команды, и, если она подтверждается осуществляет передачу в эфир сформированного пакета информации.

Таким образом внедрение указанной методики мониторинга подвижных объектов в вооруженных силах позволяет не только внедрить в войсках электронный учет вооружения и военной техники, но и осуществлять контроль технического состояния образцов в реальном времени, а также оптимизировать человеческие и технические затраты при проведении технической разведки и эвакуации в ходе ведения боевых действий или проведения специальных мероприятий.

Литература:

1. Техническое обеспечение связи и автоматизации: Учебник. Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. профессора М.А. Бонч-Бруевича – СПб.: 2011.

2. А. Васильев, «Военный вестник. Концепция автоматизированной системы управления боевыми действиями Сухопутных войск АСУВ 2.0,» 2013. [В Интернете]. Available: <http://army-news.ru/2013/10/koncepciya-avtomatizirovannoj-sistemy-upravleniya-boevymi-dejstviyami-suxoputnyx-vojsk-asuv-2-0/>.

3. Военное обозрение, «Военное обозрение. Американская автоматизированная система управления войсками тактического уровня FBCB2 (часть 1),» 2013. [В Интернете]. Available: <http://topwar.ru/32374-amerikanskaya-avtomatizirovannaya-sistema-upravleniya-voyskami-takticheskogo-urovnya-fbcb2-chast-1.html>.

4. Гречишников Е.В., Гусев А.П., Стукалов И.В. Проблемы обеспечения устойчивости функционирования мобильных комплексов радиосвязи в условиях электромагнитных воздействий // Радиотехника, электроника и связь ("РЭС-2011") Сборник докладов Международной научно-технической конференции. ФГУП "Омский научно-исследовательский институт приборостроения". Россия, г. Омск, 2011. С. 220-225.

5. Баринов М.А., Будко Н.П., Будко П.А., Винограденко А.М., Дорошенко Г.П., Литвинов А.И., Николаев В.А., Чихачев А.В. Программный комплекс мониторинга технического состояния электронного оборудования по дисциплине «техническое обеспечение связи и автоматизации» // Хроники объединенного фонда электронных ресурсов Наука и образование. 2014. № 8 (63). С. 26.

6. Будко Н.П., Будко П.А., Винограденко А.М., Дорошенко Г.П., Рожнов А.В., Минеев В.В., Мухин А.В. Способ распределенного контроля и адаптивного управления многоуровневой системой и устройство для его осуществления // патент на изобретение RUS 2450335 11.07.2011

Гусев А.П., Демьяненко А.А., Сычев И.А.

Военная академия связи, г. Санкт-Петербург

Формирование требований к структуре и составу оборудования аппаратных технического обеспечения техники связи

Аннотация. Предложен подход формирования требований к составу основного технологического оборудования и структуре аппаратных технического обеспечения, позволяющий выявить множество параметров и характеристик техники связи, которые подлежат обязательному анализу, контролю и ремонту на различных этапах жизненного цикла. Основываясь на выбранных показателях, можно формировать состав технологического оборудования, позволяющий адекватно и с требуемой степенью достоверности управлять основными параметрами техники связи.

Ключевые слова: техника связи, техническое обслуживание, аппаратная технического обеспечения, диагностическое и ремонтное оборудование.

С развитием современной техники связи ужесточается процесс формирования требований к ней, поэтому изменяются принципы комплектования ремонтных органов технологическим оборудованием аппаратных технического обеспечения (АТО), на базе которых проводятся мероприятия по поддержанию техники связи в работоспособном состоянии. Существующие принципы формирования и задания требований составу технологического оборудования и структуре АТО учитывают усложнение техники связи, ужесточение эксплуатационных нагрузок, использование новых технологий, комплектующих изделий, конструктивных решений, ограничения по массе, габаритам, энергопотреблению и др.

Для успешной реализации указанных принципов необходимо использовать новые подходы по заданию требований как к образцам техники связи, так и к средствам поддержания их в работоспособном состоянии. При выпуске техники связи должны быть предусмотрены требования по ремонтнопригодности, характеризующиеся рядом факторов, основными из которых можно считать легкосъемность, восстанавливаемость, регулируемость, контролепригодность, обслуживаемость, доступность и взаимозаменяемость.

Типовые задачи предпроектных исследований и особенностей их постановки на основных этапах разработки техники позволяет уточнить возможности по комплектованию АТО различным составом технологического оборудования. Анализ предназначения будущего изделия, позволяет создать облик и структуру основного оборудования, которое будет применяться в будущем изделии.

В настоящее время, состав технологического оборудования для средств восстановления (ремонта) можно разделить на две основные составляющие: диагностическое оборудование (ДО) и ремонтное оборудование (РО).

На начальном этапе определяются наиболее существенные технические проблемы обеспечения качества и технического уровня будущего изделия. При определении перечня производителей, допустимых к поставке как ДО, так и РО, необходимо рассматривать требования по стойкости, прочности, устойчивости к внешним воздействующим факторам по принадлежности аппаратуры соответствующей классификационной группе. Далее, исходя из условий применения и требований к качеству функционирования техники связи определяются условия функционирования и требования к составу оборудования АТО. В ходе данного этапа определяются требования к средствам ДО и РО: уровни механических нагрузок; воздействия активно разрушающей среды; климатические условия; характеристики надежности (особенно ремонтпригодности); стоимостные и массогабаритные показатели и др.

На следующем этапе задаются тактико-технические требования: по назначению; по радиоэлектронной защите; по надежности; по эргономике, обитаемости и технической эстетике; по удобству технического обслуживания (ТО), ремонта и хранения; по транспортабельности; по безопасности; по обеспечению государственной и военной тайны; по стандартизации и унификации; по технологичности; по конструктивным требованиям; к консервации, упаковке и маркировке. На данном этапе задаются требования исходя из: состава контролируемых параметров и характеристик техники связи; измеряемых в ходе ТО и ремонта величин, диапазонов их значений; допусков на отклонения контролируемых параметров и характеристик; допустимых значений суммарной погрешности измерений параметров и характеристик; продолжительности измерения параметров и характеристик; особенностей подключения средств диагностики к техники связи. Для уточнения требований формируется множество задач для диагностирования и ремонта техники связи

$$S = \left\| \begin{array}{c} a_1 \\ a_2 \\ \dots \\ a_j \end{array} \right\| \quad (1)$$

где $a_1, a_2, \dots, a_j$ – задачи, подлежащие выполнению на рабочих местах АТО.

Перечисленные исходные данные позволяют определить требования к начальной совокупности состава оборудования, из которых может быть произведен выбор

$$N^{\text{нач}} = \begin{pmatrix} N_1 \\ N_2 \\ \dots \\ N_r \end{pmatrix} \quad (2)$$

где $N_1, N_2, \dots, N_r$ – количество выпускаемого производителями технологического и ремонтного оборудования.

Далее происходит определение требований по приспособленности совокупности средств ДО и РО к решению выбранных задач ТО и ремонта техники связи. В зависимости от того, измеряется или нет α_γ параметр N_p -м средством ДО или РО, матрица W отражает эту взаимосвязь

$$W = SN^{\text{нач}} \begin{pmatrix} \omega_{11} & \omega_{12} & \omega_{1J} \\ \omega_{21} & \omega_{22} & \omega_{2J} \\ \dots & \dots & \dots \\ \omega_{r1} & \omega_{r2} & \omega_{rJ} \end{pmatrix}, \quad (3)$$

где

$$\omega_{rJ} = a_\gamma N_p = \begin{cases} 0 - \text{средства ДО и РО } N_p \text{ не удовлетворяют } \alpha_\gamma \text{ параметру,} \\ 1 - \text{средства ДО и РО } N_p \text{ удовлетворяют } \alpha_\gamma \text{ параметру.} \end{cases}$$

На последующем этапе, решается задача задания требований по стоимости (затратам) на эксплуатацию оборудования, устанавливаемого в АТО, исходя из ограничений на время проведения операций при ТО и ремонте $T^B \leq T^B_{\text{доп}}$, при различных видах ремонта (агрегатный, смешанный, индивидуальный), а также осуществляется выбор критерия, позволяющего из предложенной совокупности выбрать единственную (оптимальную).

Относительную стоимость средств технологического оборудования состава АТО можно определить

$$\overline{C}_\gamma = \frac{C_p}{C_{p\Sigma}}, \quad (4)$$

где $C_{p\Sigma}$ – суммарная стоимость средств ДО и РО и затраты на их эксплуатацию; C_p – стоимость p -го средства ДО и РО.

В качестве критерия выбора оптимальной совокупности средств ДО и РО может быть выбран обобщенный показатель эффективности, однако количество входящих в него частных показателей будет различно для программных и аппаратных средств при ТО и ремонте.

Задание требований к средствам ДО для оценки их эффективности возможно через обобщенный показатель, который может включать в себя следующие частные показатели:

коэффициент универсальности, учитывающий возможность измерения нескольких параметров одним ДО;

коэффициент относительной точности, позволяющий учесть точность оценки параметров техники связи исходя из его значения, допуска и погрешности оценки параметра;

коэффициент относительного быстродействия, позволяющий оценить $t_{\min}$ диагностирования (контроля) одного параметра техники связи;

уровень автоматизации средств ДО и РО - приспособленность к автоматизированному или автоматическому решению задач ТО и ремонта;

стоимость средств технологического оборудования.

Данные количественные значения называют предварительными, расчетными, прогнозными, но их получение является необходимым условием для реализации задачи "задания требований", которое обычно решается на этапе разработки тактико-технического задания (ТТЗ). Согласование и утверждение ТТЗ завершает и документирует выбор обоснованного уровня требований для состава технологического оборудования АТО.

На завершающем этапе осуществляется задание требований к составу диагностического и ремонтного оборудования рабочих мест исходя из выбранного метода ремонта (агрегатным, смешанным, индивидуальным), объема поврежденной (отказавшей) техники связи или радиоэлектронного модуля и перечней контрольно-измерительных задач, которые должны выполняться на этих рабочих местах АТО.

Исходя из специфики назначения и возможностей, в состав АТО должны входить АРМ, которые обеспечивают возможность подключения диагностируемого устройства (техники связи или ее составной части) к автоматизированному средству диагностирования; диагностирование и дистанционное измерение параметров (характеристик) техники связи (в дальнейшем диагностирование по каналам связи); автоматическую коммутацию по программе, соответствующей диагностируемому устройству, питающих напряжений, входных (стимулирующих) сигналов и нагрузок, измерение выходных сигналов, сравнение их с допуском и выдачу результатов на экран видеоконтрольного устройства, а также распечатку протокола измерений; управление процессами дистанционного измерения параметров, проверку тестовыми программами составных частей техники связи и их комплексную проверку; простоту использования программного продукта; мониторинг и ведение учета статистических данных о техническом состоянии и об отказах (повреждениях) в технике связи.

Специфические требования к АТО (производительность; перечень техники связи, подлежащей ТО и ремонту; состав оборудования; количество рабочих мест и т.д.) может указываться в ТТЗ на разработку образца.

Таким образом, предлагаемый подход формирования требований к составу основного технологического оборудования и структуре АТО позволяет выявить множество параметров и характеристик техники связи, подлежащих обязательному анализу, контролю и ремонту на различных этапах жизненного

цикла. Основываясь на выбранных показателях, можно формировать состав технологического оборудования, позволяющий адекватно и с требуемой степенью достоверности управлять основными параметрами техники связи.

Литература:

1. Абышко В.Ю., Баринов М.А., Захаров А.А., Чихачев А.В. Техническое обеспечение связи и автоматизации. – СПб.: ВАС, 2010.
2. Техническое обеспечение связи и автоматизации: Учебник. Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. профессора М.А. Бонч-Бруевича – СПб.: 2011.
3. Анищенко Л.П., Лепеньшев А.Н. Основы организации технического обеспечения связи и автоматизации. Система технического обеспечения связи и автоматизации. – СПб.: ВАС, 2006.
4. Семенов С.С., Алисевич Е.А., Педан А.В., Смолеха А.В. Постановка задачи на разработку модели функционирования системы технического обеспечения связи и автоматизированных систем управления объединения в период непосредственной угрозы агрессии // Системы управления, связи и безопасности . 2015. №4. С. 89-97.
5. Чихачев А.В., Семенов С.С., Заяц С.В. Развитие системы технического обеспечения связи и автоматизации // Военная мысль. 2014. № 11. С. 37-40.
6. Баринов М.А., Будко Н.П., Будко П.А., Винограденко А.М., Дорошенко Г.П., Литвинов А.И., Николаев В.А., Чихачев А.В. Программный комплекс мониторинга технического состояния электронного оборудования по дисциплине «техническое обеспечение связи и автоматизации» // Хроники объединенного фонда электронных ресурсов Наука и образование. 2014. № 8 (63). С. 26.
7. Минеев В.В., Бурлаков А.А., Дорошенко Г.П., Алисевич Е.А. Оценка экономической эффективности унификации электронных модулей техники связи и автоматизации // Проблемы экономики и управления в торговле и промышленности. 2013. № 3 (3). С. 86-91.

Гусев А.П., Иванов Р.М.

Военная академия связи, г. Санкт-Петербург

Проблемные вопросы обеспечения единства измерений в сфере обороны и безопасности

В настоящее время развитие и совершенствование системы военного управления и ее технической основы, как важнейшего элемента государственной и военной инфраструктуры, определяющего эффективность применения войск и оружия, является одной из основных, из существующего широкого спектра, задач по обеспечению национальной безопасности РФ.

В современных условиях практически ни один объект вооружения, военной и специальной техники (ВВСТ) видов (родов войск) ВС РФ не может быть подготовлен к применению, если на нем предварительно не проведены измерения определенных параметров и характеристик. Каждое должностное лицо в той или иной степени связано с организацией и производством измерений, оценкой их результатов, обобщением и анализом измерительной информации. Допущенные ошибки в получении и обработке измерительной информации о ВВСТ могут привести к нарушению его функционирования. Метрологическое обеспечение, являясь самостоятельным видом технического обеспечения, существенно влияет на боевое обеспечение войск. В составе технического обеспечения метрологическое обеспечение гарантирует полностью, точность и достоверность измерений, проводимых при испытаниях ВВСТ, в процессе их технического обслуживания и ремонта, подготовки к применению и использовании по назначению. Объем этих измерений настолько велик, что трудозатраты на них в ходе отдельных операций технического обслуживания ВВСТ достигают 70-90%.

Существенное увеличение количества и важности задач в интересах военного управления, решаемых в реальном масштабе времени, обуславливает повышение уровня требований, предъявляемых к метрологическому обеспечению ВС РФ.

Анализ состояния обеспечения единства измерений в сфере обороны и безопасности и при выполнении государственного оборонного заказа выявил следующие результаты:

1. В конце 70-х начале 80-х годов прошлого столетия была сформирована система обеспечения единства измерений, отвечавшая требованиям войск (сил) и ВВСТ, которая успешно обеспечивала единство и требуемую точность измерений в области обороны и безопасности страны. Созданная эталонная база Минобороны России в количестве 45 военных эталонов находилась на уровне лучших зарубежных аналогов.

Со временем большинство эталонов в её составе устарели, выработали установленный ресурс и срок службы (20 и более лет), но при этом продолжали и продолжают эксплуатироваться в настоящее время. Они имеют низ-

кую надёжность, низкий уровень автоматизации, не в полной мере отвечают потребностям в обеспечении единства измерений ВС РФ, других войск, воинских формирований и органов и требуют модернизации или замены эталонами 2 поколения. Такие работы в настоящее время в соответствии с Государственной программой вооружений ведутся и должны завершиться в ближайшее время.

2. Одновременно планируется разработка, создаются и принимаются на вооружение ряд специальных военных эталонов по новой номенклатуре единиц величин, расширяющих возможности эталонной базы Минобороны России по обеспечению единства измерений в интересах средств навигационного, топогеодезического и метеорологического обеспечения, высокоточного оружия, оптических и радиотехнических систем наведения, гидроакустики и гидрофизических полей кораблей, решения других проблем заметности и скрытности отечественных ВВСТ и возможности обнаружения военной техники противника, электромагнитной совместимости и радиоэлектронной борьбы. Всего в ближайшее время планируется создать и принять на вооружение 19 наименований новых специальных военных эталонов.

3. С учетом планируемых работ по совершенствованию эталонной базы Минобороны России требуется развитие соответствующей инфраструктуры, в том числе в части специальных помещений для размещения военных эталонов и личного состава для их исследований и применения.

4. Отсутствуют рабочие эталоны, необходимые для обеспечения единства измерений в области высокоточного оружия и других новых военных технологий.

Укомплектованность войск (сил) устаревшими подвижными лабораториями измерительной техники и их применение обеспечивают не более 40 % от требуемого объёма поверки средств измерений военного назначения (СИ ВН) в местах их эксплуатации.

Требуется полное переоснащение метрологических воинских частей и подразделений и поверочных органов рабочими эталонами нового поколения, автоматизированными рабочими местами поверителей и мобильных метрологических комплексами (подвижными лабораториями измерительной техники), соответствующими требованиям к обеспечению единства измерений современных ВВСТ.

5. Организационную основу обеспечения единства измерений в сфере обороны и безопасности составляет Метрологическая служба ВС РФ и находящийся в её ведении ФГУ "32 ГНИИ Минобороны России". Государственным научным метрологическим центром для сферы обороны и безопасности, функционально определены метрологические службы федеральных органов исполнительной власти сферы обороны и безопасности метрологические воинские части и подразделения и другие поверочные органы метрологических служб сферы обороны и безопасности, которые, в основном, соответствуют решаемым задачам. Их развитие определяется планами и руководящими документами силовых министерств и ведомств.

6. Созданная в 1997 году по инициативе Минобороны России и Госстандарта России с участием других заинтересованных федеральных органов исполнительной власти сферы обороны и безопасности подсистема по обеспечению единства и требуемой точности измерений в сфере обороны и безопасности позволила без дополнительных затрат путём комплексного использования метрологических потенциалов ее участников, организации их эффективного взаимодействия и координации успешно решать задачи обеспечения единства измерений в силовом блоке. Была выполнена большая работа по формированию и аккредитации соответствующих метрологических служб. В то же время, обеспечение единства измерений в организациях оборонного промышленного комплекса при выполнении государственного оборонного заказа вызывает ряд трудностей по следующим причинам:

значительно ослаблен потенциал (по численности специалистов и технической оснащённости) метрологических служб, отсутствует их ведомственная и межведомственная координация, только 30% метрологических служб аккредитовано на право поверки средств измерений;

недостаточно роль Минобороны России и других федеральных органов исполнительной власти сферы обороны и безопасности при координации и нормативно-правовом регулировании обеспечения единства измерений при выполнении государственного оборонного заказа;

отсутствуют метрологические службы во многих федеральных органах исполнительной власти, необходимые для организации и координации метрологической деятельности в подведомственных организациях;

не решена проблема обеспечения единства измерений при применении многочисленных нестандартизованных средств измерений в процессах разработки и производства оборонной продукции.

Такое положение может привести к снижению качества производимых ВВСТ, а также негативно сказаться на боеготовности ВС РФ и на конкурентоспособности российских ВВСТ, реализуемых на мировом рынке.

Таким образом, к настоящему времени в области обеспечения единства измерений в сфере обороны и безопасности возник дисбаланс между возрастающими потребностями в обеспечении единства, требуемых точности, полноты, своевременности, оперативности измерений и достоверности контроля параметров и тактико-технических характеристик ВВСТ и существующим состоянием технической базы, организационных и нормативных основ обеспечения единства измерений. Быстрый рост требований к точности измерений, их динамическим и частотным диапазонам, связанный с созданием и использованием высокоточного оружия, систем его навигационно-временного, топогеодезического, метеорологического обеспечения, цифровых систем связи и боевого управления, решением проблем заметности и скрытности современных вооружений, внедрением нанотехнологий военного назначения, не соответствует существующим темпам развития системы обеспечения измерений и переоснащения войск средствами метрологического обеспечения.

Имеющееся противоречие между требованиями, предъявляемыми к эксплуатации специальных военных эталонов и возможностями по квалифицированному метрологическому обеспечению ВС РФ, необходимому для достижения единства и требуемой точности, полноты, своевременности и оперативности измерений в войсках (силах) не позволяет в настоящее время достигнуть максимальной эффективности в использовании данных эталонов.

Дальнейшее повышение требований к эффективности использования ВВСТ, в условиях ведения современных операций, зависимости успешности решаемых задач от эффективности функционирования системы метрологического обеспечения, наличие динамически развивающихся средств и способов ведения современных войн обуславливают необходимость совершенствования СИ ВН, в том числе и специальных военных эталонов в ВС РФ.

Список использованных источников:

1. Приказ Министра обороны Российской Федерации от 19 декабря 2012 г. № 3750 «Об утверждении руководства по метрологическому обеспечению в Вооруженных Силах Российской Федерации».

2. ГОСТ РВ 1.1-96 ГСС РФ Метрологическое обеспечение вооружения и военной техники. Основные положения.

3. Чихачев А.В., Семенов С.С., Заяц С.В. Развитие системы технического обеспечения связи и автоматизации // Военная мысль. 2014. № 11. С. 37-40.

4. Баринов М.А., Будко Н.П., Будко П.А., Винограденко А.М., Дорошенко Г.П., Литвинов А.И., Николаев В.А., Чихачев А.В. Программный комплекс мониторинга технического состояния электронного оборудования по дисциплине «техническое обеспечение связи и автоматизации» // Хроники объединенного фонда электронных ресурсов Наука и образование. 2014. № 8 (63). С. 26.

5. Будко П.А., Дорошенко Г.П., Ершов Г.А., Мухин А.В., Будко Н.А. Реализация метода распределенного контроля и адаптивного управления многоуровневой системой // Информационно-измерительные и управляющие системы. 2012. Т. 10. № 3. С. 65-73.

6. Минеев В.В., Бурлаков А.А., Дорошенко Г.П., Алисевич Е.А. Оценка экономической эффективности унификации электронных модулей техники связи и автоматизации // Проблемы экономики и управления в торговле и промышленности. 2013. № 3 (3). С. 86-91.

**Гусев А.П., Плут М.Н., Прошкин А.А., Семенов С.С.,
Смолеха А. В.**

Военная академия связи, г. Санкт-Петербург

**Актуальность разработки методики обоснования объема
резерва и ресурса восстановления программно-аппаратных
комплексов связи**

Введение

Эффективность функционирования системы технического обеспечения связи и автоматизированных систем управления (ТОС и АСУ) в значительной степени определяется качеством принимаемых должностными лицами решений разных уровней иерархии системы [1]. В связи с этим важное значение приобретает задача совершенствования процессов принятия решения.

Характерной чертой любой ситуации, связанной с принятием решения, является наличие большого числа возможных вариантов действий, из которых требуется выбрать наилучший (оптимальный) при ограничениях, налагаемых на время, отведенное для принятия решения. Практически чрезвычайно редко удастся получить действительно оптимальный вариант, поэтому определяют рациональный, т. е. наиболее целесообразный в данных условиях вариант, приближающийся по эффективности к оптимальному. Однако и рациональный вариант выбрать достаточно сложно.

С целью обоснования требуемого объема резерва и ресурса восстановления программно-аппаратных комплексов связи необходимо информацией об ежесуточных значениях количества поврежденных программно-аппаратных комплексов связи в условиях воздействия противника, а также доли распределения поврежденных изделий по видам ремонта в зависимости от характера повреждений.

В общем виде задача сводится к обоснованию такого объема резерва $R_i(t) = R_{i1}(t) + R_{i3}(t) + s_i(t)$, где $i \in [1, i_{\max}]$ и ресурса восстановления программно-аппаратных комплексов связи $k_{i \text{ вост}}^{\text{зн}}(t)$, при которых уровень укомплектованности работоспособными изделиями соединения (части) управления (связи) в любой момент времени t будет иметь значения не ниже требуемого уровня:

$$y_i(t) \geq y_i^{\text{тп}} \quad (1)$$

$$y_i(t) = \begin{cases} R_i(X > y_i^{\text{тп}}) \\ y_i(t) \rightarrow \max. \end{cases}, \text{ где } i \in [1, i_{\max}] \quad (2)$$

при том, что уровень укомплектованности является функцией от случайных параметров системы ТОС и АСУ:

$$y_i(t) = f_i \left(P_i(t), V_{iX}, k_{i\text{вос}}^{3\text{ч}}(t), R_{i1}(t), R_{i3}(t), s_i(t) \right), \text{ где } i \in [1, i_{\max}], \quad (3)$$

где $P_i(t)$ – вероятность выхода из строя программно-аппаратных комплексов связи в i -тые сутки их нахождения в условиях воздействия противника;

V_{iX} – вариант комбинации долей распределения поврежденных изделий соединения (части) управления (связи) по ремонтным органам системы ТОС и АСУ:

$$V_{iX} = [d_{i\text{ЭК}} + d_{i1} + d_{i3} + d_i], \text{ где } X \in N, i \in [1, i_{\max}], \quad (4)$$

$$\begin{cases} d_{i\text{ЭК}} = P(X=d_{i\text{ЭК}}), d_{i1} = P(Y=d_{i1}), d_{i3} = P(Z=d_{i3}), d_i = P(Q=d_i) \\ d_{i\text{ЭК}} + d_{i1} + d_{i3} + d_i = 1 \end{cases} \quad (5)$$

$d_{i\text{ЭК}}$ – доля изделий, требующая проведения текущего (простого)

ремонта силами экипажей первого уровня иерархической многоуровневой системы ТОС и АСУ в i -тые сутки нахождения в условиях воздействия противника, соответственно, d_{i1} – доля изделий, требующая проведения теку-

щего (сложного) ремонта силами ремонтников первого уровня иерархической многоуровневой системы ТОС и АСУ, d_{i3} – доля изделий, требующая

проведения среднего ремонта силами ремонтников третьего уровня иерархической многоуровневой системы ТОС и АСУ, d_i – доля изделий, требующая

проведения капитального ремонта силами ремонтников и требующая вос-

полнения за счет резерва различных уровней иерархии системы ТОС и АСУ $R_{i1}(t), R_{i3}(t), s_i(t)$, где $i \in [1, i_{\max}]$,

$$R_i(t) = R_{i1}(t) + R_{i3}(t) + s_i(t) \leq s'_i,$$

$s'_i = P(S \leq s'_i \text{орп})$ – случайная величина, значение которой является максимально возможным значением количества резервных изделий в i -тые сутки нахождения в условиях воздействия противника;

$k_{i\text{вос}}^{3\text{ч}}(t)$ – коэффициент восстановления (по запасным частям), характеризующийся отношением востребованных для ремонта запасных, частей, инструмента и принадлежностей и определяемый отношением количества запасных частей $n_{3\text{ч}}^{\text{нал}}(t)$, имеющихся в наличии к количеству требуемых для ремонта частей, элементов, блоков $n_{3\text{ч}}^{\text{тр}}(t)$:

$$k_{\text{вос}}^{\text{зч}}(t) = \frac{n_{\text{зч}}^{\text{нал}}(t)}{n_{\text{зч}}^{\text{тр}}(t)} \quad (6)$$

С учетом изложенного, решение поставленной задачи по разработке методики не очевидно и сама задача является многовариантной многокритериальной. Кроме того, следует учитывать, что вероятности выхода из строя программно-аппаратных комплексов связи в i -тые сутки их нахождения в условиях воздействия противника не имеют одинаковых значений по различным суткам и нет оснований перейти к их средним значениям.

Существуют различные подходы при исследовании многокритериальных задач такие, как применение численного метода построения множества Парето и связанные с ним понятия эффективного (Парето-оптимального) и слабо эффективного решения; а также традиционные «инженерные» методы многокритериальной оптимизации: метод главного критерия, метод линейной свертки, метод максиминной свертки. При применении данных методов возникает сложность (объективного) обоснования весовых коэффициентов либо необходимость упрощения поставленной задачи (при наложении ограничений).

В рамках системного анализа данная задача относится к слабоструктуризованной (задаче), когда одна часть существенных зависимостей имеет количественную характеристику, другая – качественную. Количественные выражения выше перечисленных параметров системы ТОС и АСУ имеют стохастический характер [2].

К решению слабоструктуризованных задач целесообразно применить оптимальное (рациональное) сочетание (композицию) эвристических методов – метод организованных стратегий (стратегии оценочных суждений, стратегии функционально-целевого анализа и др.) и логических методов – методы и приемы системного анализа (качественная и количественная экспертная оценка).

Следует отметить, что экспертные оценки играют важную роль, когда процедуры формирования целей системы, вариантов их реализации не могут быть полностью формализованы. Эксперты в значительной степени восполняют недостаток количественной информации относительно элементов системы.

В целом использование экспертных оценок дает возможность: получить анализ сложных систем, характеризующихся в основном качественными, неформализуемыми процессами, ситуациями, явлениями; повысить динамическое качество управления за счет прогнозирования тенденций развития объекта и взаимодействующей с ним среды; осуществить априорное определение и ранжирование по заданному(-ым) критерию(-ям) наиболее существенных факторов, описывающих поведение системы ТОС и АСУ; установить оптимальный состав информации, требующейся для эффективно-го управления (включая принятие решения должностными лицами); выявить

дополнительную субъективную информацию, если получение объективной информации затруднено или невозможно; повысить эффективность математико-статистических и других формальных методов за счет более точного определения и оценки некоторых качественных моментов, присущих этим методам; увеличить надежность оценки целевых функций, имеющих качественный и количественный характер; получить априорное задание начальных условий и их оперативную корректировку в период подготовки к операциям.

Исходя из выше изложенного, на рисунке 1 в общем виде представлен вариант последовательности этапов по разработке методики обоснования требуемого количества резервных образцов программно-аппаратных комплексов связи и коэффициента восстановления (по запасным частям) поврежденных изделий в условиях воздействия противника.

В работах предшественников подобная задача не ставилась и ни кем ранее не решалась [4 – 7], при этом вполне очевиден тот факт, что наиболее большой объем резерва и ресурса восстановления является и наиболее предпочтительным («чем больше, тем лучше»). Формализация подобной задачи не проводилась и востребованный объем в условиях воздействия противника не рассчитывался, не смотря на зависимость качества управления соединениями (частями) управления (связи) от их укомплектованности.

В представленной формулировке задача ставится впервые, а в известных работах по направлению технического обеспечения связи и автоматизации [4 – 7] подобный подход решения ни кем не предлагался и не применялся.

Разработка методики по предлагаемым этапам имеет ряд отличий от работ предшественников [4 – 7]. Впервые:

Предлагается применить в расчетах ожидаемого количества работоспособных программно-аппаратных комплексов связи не известную комбинацию распределения поврежденных изделий по видам ремонта (ремонтным органам ГВ(с)) [5], а (вектор) комбинацию всех наиболее возможных ситуаций (вариантов) распределения поврежденных изделий по ремонтным органам;

Из предлагаемых комбинаций с применением известного математического аппарата (метода расстановки приоритетов) осуществляется расчет наиболее значимых («трудозатратных») вариантов распределения долей поврежденных изделий по ремонтным органам с целью выявления «узких мест» системы ТОС и АСУ;

Для рассчитанных вариантов распределения с применением методов теоретического исследования (абстрагирования, анализа, мысленного моделирования и восхождения от абстрактного к конкретному) вычисляются диапазоны изменения параметров и объема резерва и ресурса восстановления (коэффициента восстановления (по запасным частям)) программно-аппаратных комплексов связи;

В найденных диапазонах исследуемых параметров вычисляются локальные экстремумы и точки перегиба, из которых посредством разработанной модели восполнения поврежденных изделий соединения (части) управления (связи) [8] и программы [9] выделяются наиболее значимые значения с обоснованием их в качестве требуемых.

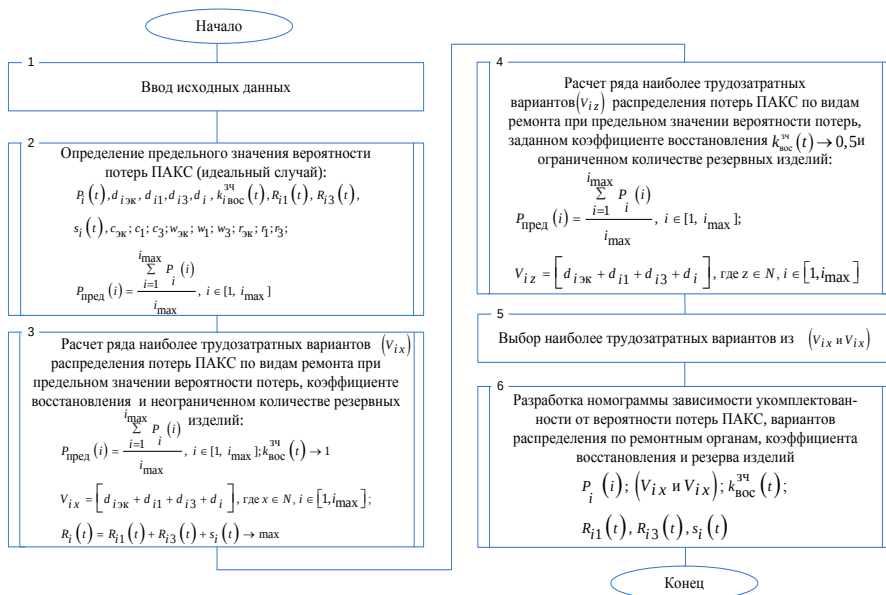


Рис. 1 - Вариант последовательности подходов (этапов) по разработке методики

Вывод

Решения сформулированной задачи по предложенной в работе последовательности позволит получить научно-обоснованные исходные данные: количество требуемого объема резерва и ресурса восстановления программно-аппаратных комплексов связи соединения (части) управления (связи) в зависимости от параметров системы ТОС и АСУ, имеющих стохастических характер в условиях воздействия противника.

Сформулированная критериальная функция (3) при ограничениях (1, 2, 4, 5) применима для системы ТОС и АСУ, отражает её целевое предназначение и отражает желание лица, принимающего решение, обеспечить требуемый уровень укомплектованности соединения (части) управления (связи) работоспособными изделиями связи за минимальное время.

Литература:

1. Смолеха А. В., Семенов С. С., Барбатько Н. В. Направление повышение эффективности функционирования системы технического обеспечения

- связи и автоматизированных систем управления объединения. // Тематический сборник 42-ой ВНК «Боевое применение РВиА в операции (бою)». – СПб.: МВАА, 2013. – С. 403 – 413.
2. Смолеха А. В., Семенов С. С., Африкантов И. Н. Постановка задачи на имитационное моделирование процесса восстановления техники связи силами экипажей в ходе боевых действий. // Т – Сопм – Телекоммуникации и транспорт. 2015, № 10. – С. 28 – 33.
 3. Смолеха А. В., Семенов С. С., Воловиков В. С. Концептуальная модель процесса восполнения потерь техники связи и военно-технического имущества связи при применении соединения связи Военного округа. // Т – Сопм – Телекоммуникации и транспорт. 2015, № 1. – С. 22 – 28.
 4. Коморников П. М. Обеспечение комплектами запасного имущества и принадлежностей ремонта цифровых систем передачи агрегатным методом. – Дис. ... канд. техн. наук. – Л.: ВАС, 1988. – 168 с.
 5. Семенюк А. А. Последовательность и содержание работы заместителя командира по вооружению при организации технического обеспечения соединения, части связи на выполнение боевых задач. – Л.: ВАС, 1987. – 68 с.
 6. Сборцев А. С. Управление запасами ЗИП в системе Р и РТР фронта. – Дис. ... канд. техн. наук. – СПб.: ВАС, 1994. – 165 с.
 7. Лихачёв А. М. Теоретические основы восстановления военной техники связи и их практические приложения. Дис. ... доктора техн. наук. – СПб.: ВУС, 1999. – 466 с.
 8. Смолеха А. В., Мальцева О. Л., Ерофеев В. А. Имитационная модель процесса восполнения потерь техники связи при применении соединения (части) управления (связи) военного округа. // Сборник научных статей международной научно-технической и научно-методической конференции «Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании». – СПб: СПб ГУТ, 2015, том 2. – С. 1197 – 1202.
 9. Свидетельство о регистрации электронного ресурса № 20935, 01.06.2015. Смолеха А. В., Ануфренко А. В., Воловиков В. С., Заяц С. В., Педан А. В., Семенов С. С., Чихачев А. В., Чихачев В. А. Программа расчета количества работоспособных образцов техники связи // ИУО РАО ОФЭРНиО. 2015.

Демьяненко А.А., Сычёв И.А., Ткаченко В.Ю.

Военная академия связи, г. Санкт-Петербург

Применение современных средств и методик диагностики

Аннотация. Предложен подход применения смешанной системы технического обслуживания и ремонта, позволяющий уменьшить трудовые и финансовые затраты при эксплуатации изделий путем продления межремонтных периодов узлов и механизмов объектов, опираясь на основные достижения средств ТД и НК.

Ключевые слова: система технического обслуживания и ремонта, техническая диагностика, неразрушающий контроль.

Работоспособность объекта и восстановление его основных характеристик обеспечивается установленной системой технического обслуживания и ремонта (ТОиР).

Усилия системы ТОиР направлены на повышение коэффициента использования, который описывается следующим уравнением:

$$K_T = \frac{t_{\text{сум}}}{t_{\text{сум}} + t_p + t_{\text{ТО}}};$$

где $t_{\text{сум}}$ – наработка в часах; t_p и $t_{\text{ТО}}$ – время всех простоев, вызванное необходимостью ремонта и технического обслуживания.

Логично, для того чтобы повысить K_T (коэффициент использования) следует увеличить наработку и уменьшить время простоев, как в ремонте, так и при техническом обслуживании.

Принципиальное значение конечной стоимости затрат на производство работ ТОиР связано с выбором формы организации системы ТОиР.

Основные стратегии ТОиР обычно относятся к трем различным категориям:

1. Обслуживание по регламенту или планово-предупредительное обслуживание (ППР);
2. Обслуживание по фактическому техническому состоянию (ОФС);
3. Смешанная стратегия обслуживания (ССО);

Цель проведения обслуживания по регламенту в исключении отказов путем проведения периодического профилактического технического обслуживания и плановых ремонтов.

Основная идея системы ТОиР по ОФС состоит в том, что техническое обслуживание базируется не только на зависимости сколько изделие проработало, но и с учетом его реального технического состояния, другими словами ремонту подвергаются только те узлы, которые в действительности требуют оперативного вмешательства.

Коренное отличие технологии ОФС от ППР состоит в том, что ППР основывается только на времени эксплуатации изделия, а ОФС учитывает всю совокупность факторов, определяющих его эксплуатационный ресурс.

Какие бы факторы и в какой комбинации в каждом конкретном случае не воздействовали на изделие, наблюдается совокупная реакция на эти воздействия по изменению выбранных критериев и параметров. А они, в силу своей высокой информативности и чувствительности обязательно отразят происходящие с изделием перемены. В последующем, соответствующей обработкой и анализом параметров всегда можно определиться и с реальной причиной, вызывающей данные изменения: дефекты его изготовления, монтажа, наладки или это процессы естественного износа узлов и деталей. При этом появляется возможность не только контролировать состояние изделия, но и определять реальные причины происходящих изменений в каждой конкретной ситуации, а значит и принимать вполне обоснованные решения по их устранению в дальнейшем. Это существенное достоинство технологии ОФС.

Ещё одним преимуществом технологии ОФС является то, что используемые при этом технические средства, как правило, позволяют не только производить измерения и контролировать состояние оборудования, но и обеспечивают решение задач по оперативной наладке механизмов в процессе эксплуатации. Таким образом, при технологии ОФС существенно изменяется сам цикл работ при эксплуатации изделия. При технологии ППР эксплуатационный цикл (рис. 1), представляет собой непрерывное чередование двух фаз: РАБОТА/ТО или РЕМОНТ, при этом в любой момент цикла может возникнуть поломка.



Рис.1 - Технология обслуживания «по регламенту»

При технологии ОФС (рис. 2), в составе цикла появляются новые фазы, коренным образом изменяющие сам цикл эксплуатации.

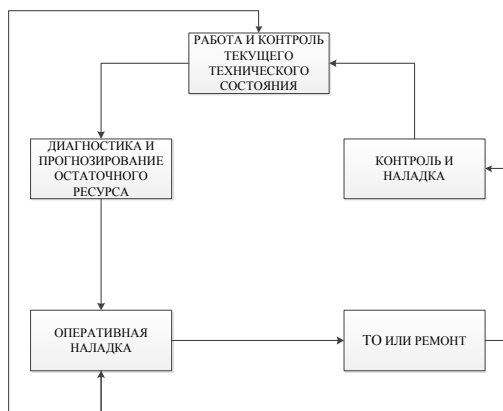
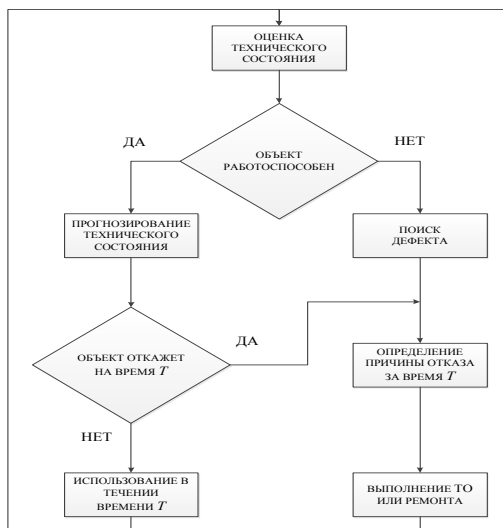


Рис.2 - Технология обслуживания «по состоянию»

Основой такого вида ТО является техническое диагностирование (ТД) и прогнозирование состояния изделия. С помощью средств ТД проводят непрерывный или периодический контроль параметров состояния. Прогнозирование выполняют при непрерывном контроле для определения времени, в течение которого сохранится работоспособное состояние, а при периодическом контроле – для определения момента времени следующего контроля.

Результаты диагностирования и контроля – основа для принятия решений о необходимости ТО, времени его проведения и объеме, а также о времени проведения очередного контроля технического состояния.

Схема взаимодействия показана на рисунке:



Реализация ТО по состоянию связана с затратами на диагностирование и прогнозирование, поэтому применять такой вид ТО целесообразно, когда экономические затраты не являются определяющими (изделия первой группы надежности) или когда этот метод экономически более выгоден. Одним из условий применения метода является также преобладание у данного вида оборудования постепенных и предупреждаемых отказов над внезапными.

Необходимые условия применения ОФС:

- экономическая целесообразность;
- наличие диагностической (приборной и инструментальной) базы;
- методики определения ТС и его прогнозирования;
- наличие соответствующего программного обеспечения;
- квалифицированный (обученный) персонал;
- контролепригодность оборудования;

Однако опыт перехода на техническое обслуживание по состоянию показал, что на практике не удаётся реализовать систему технического обслуживания по состоянию в «чистом виде». Установлено, что на современном этапе наиболее приемлемой является такая система технического обслуживания, которая включает в себя стратегию технического обслуживания по состоянию («с контролем параметров», «с контролем уровня надёжности», «диагностики и наладки по вторичным параметрам») и элементы планово-предупредительной системы технического обслуживания, то есть стратегию технического обслуживания по наработке (по ресурсу). Такая стратегия получила в научно-технической литературе название «смешанной» стратегии технического обслуживания.

Достоинством технологии смешанной состоит в том, что в настоящее время в большинстве случаев производители измерительной аппаратуры предлагают не только измерительные приборы, методики, но и соответствующее программное обеспечение по автоматизированному ведению компьютерных баз данных измерений, что существенно упрощает процедуру анализа, ведения баз данных и расширяет возможности по достоверному прогнозированию остаточного ресурса, сроков и объемов технического обслуживания и ремонта.

Опираясь на основные достижения средств ТД и НК необходимо провести оптимизацию контролируемых параметров по нескольким критериям (например все диагностические и ремонтные данные хранятся в компьютеризированной системе управления системы ТОиР). Надо определить необходимые и достаточные условия по выбору аппаратных средств функциональной и тестовой диагностики в зависимости от выбранных методов прогноза технического состояния изделия, а также инструментов и форм документов удобных для анализа (например, виброанализаторы, пирометры, тепловизоры, индукционные нагреватели работающие по регламенту единой автоматизированной базы данных).

В зависимости от состояния изделия: нерабочее, частично рабочее (эксплуатация только на нагрузках ниже номинальных) и рабочее, утверждают этапы и виды измерений.

После монтажа или ремонта;

В процессе эксплуатации;

Перед отправкой в ремонт.

Диагностические измерения и исследования оборудования можно условно разделить на два вида:

Контрольные измерения:

текущее,

полное,

Специальные измерения

Для проведения таких работ обязательно требуется наличие приборов и систем ТД и НК.

Основные направления для определения и изучения признаков, характеризующих проявление и развитие дефектов в узлах и агрегатах изделий для предсказания возможных отклонений от нормальных режимов работы методами ТД и НК представлены в таблице

МЕТОДЫ	ОБОРУДОВАНИЕ
Вибродиагностика и вибромониторинг	Энергомеханическое оборудование с движущимися частями
Акустико-эмиссионная диагностика	Сосуды давления, резервуары, трубопроводы, несущие конструкции
Тепловидение и термография	Электроэнергетическое оборудование, теплообменное оборудование.
Анализ токов и электроимпульсное тестирование	Токопроводящая часть и изоляция оборудования
Ультразвуковая дефектоскопия	Состояние и толщина стенок трубопроводов, сосудов и резервуаров топлива
Параметрическая диагностика технологического процесса	Технологическая или механическая деградация, коррозия и пр.

Прогнозирование технического состояния (ТС) это наиболее эффективный метод повышения эксплуатационной надежности изделий путем своевременного проведения мероприятий по ТОиР и позволит предупредить как постепенные, так и внезапные отказы.

Список использованных источников:

1. Гусев А.П., Педан А.В., Семенов С.С. Предложения по применению технологии радиочастотной идентификации при разработке научно-методического обеспечения автоматизированной системы учёта и контроля перемещения техники и имущества связи военного округа // Т-Comm . 2015. №2. С. 16-19.
2. Чихачев А.В., Семенов С.С., Заяц С.В. Развитие системы технического обеспечения связи и автоматизации // Военная мысль. 2014. № 11. С. 37-40.
3. Семенов С.С., Стукалов И.В., Марусов Д.В., Андреянов С.Н. «Поведенческий» подход к реализации системы контроля и прогнозирования состояния программно-аппаратных комплексов // Телекоммуникации. 2014. № 9. С. 40-44.
4. Баринов М.А., Будко Н.П., Будко П.А., Винограденко А.М., Дорошенко Г.П., Литвинов А.И., Николаев В.А., Чихачев А.В. Программный комплекс мониторинга технического состояния электронного оборудования по дисциплине «техническое обеспечение связи и автоматизации» // Хроники объединенного фонда электронных ресурсов Наука и образование. 2014. № 8 (63). С. 26.
5. Будко П.А., Чихачев А.В., Баринов М.А., Винограденко А.М. Основные направления организации и планирования телекоммуникационной среды сил специального назначения // Наукоемкие технологии в космических исследованиях Земли. 2013. Т. 5. № 4. С. 18-23.
6. Будко П.А., Дорошенко Г.П., Ершов Г.А., Мухин А.В., Будко Н.А. Реализация метода распределенного контроля и адаптивного управления многоуровневой системой // Информационно-измерительные и управляющие системы. 2012. Т. 10. № 3. С. 65-73.
7. Будко Н.П., Будко П.А., Винограденко А.М., Дорошенко Г.П., Рожнов А.В., Минеев В.В., Мухин А.В. Способ распределенного контроля и адаптивного управления многоуровневой системой и устройство для его осуществления // патент на изобретение RUS 2450335 11.07.2011

Дорошенко Г.П., Харченко Е.Б., Чихачев А.В.

Военная академия связи, г. Санкт-Петербург

Анализ состояния и перспективы развития системы технического обеспечения связи и автоматизации

В современных условиях требования к поддержанию готовности войск на уровне, обеспечивающем обороноспособность страны, не снижаются, а ещё более возрастают. Поддержание боевой готовности и боеспособности органов управления и войск, обеспечение их техникой и имуществом связи является главной целью технического обеспечения связи и АСУ. Эта цель достигается выполнением следующих основных задач:

- обеспечение войск техникой связи и АСУ;
- организация правильной эксплуатации техники связи, АСУ и ИТС, поддержании ее в работоспособном состоянии;
- организации восстановления техники связи и АСУ, вышедшей из строя в результате отказов, аварий и боевых повреждений.

Для решения задачи по обеспечению войск техникой связи и АСУ основные усилия по техническому обеспечению связи и АСУ сосредоточены на выполнении Указа Президента Российской Федерации 2012г. №603 и поручения Президента Российской Федерации от 27 февраля 2013 г. о достижении уровня обеспеченности современными средствами к 2016г. не менее 30%, к 2020г. - не менее 70%.

Для реализации Указа и поручения Президента Российской Федерации в войска стало поступать значительное количество новой техники.

По состоянию на 1.01.2015 г. Вооруженные Силы РФ техникой связи общего назначения были обеспечены фактически полностью, в том числе современная техника составляет около одной трети. С учетом поставленной техники связи по ГОЗ-2015 и проводимых организационно-штатных мероприятий, обеспеченность Вооруженных Сил РФ современной техникой связи общего назначения на 1.01.2016 г. составила почти половину от общего числа образцов вооружения и военной техники.

В настоящее время в Вооруженных Силах Российской Федерации эксплуатируется большое количество техники связи и АСУ с гарантийными сроками эксплуатации. Анализ отказов на гарантийной технике связи и АСУ за 2014 г. и 2015 г. показал, что некоторые образцы новой техники связи имеют крайне низкие надежность показатели. Предприятиями изготовителями ведется доработка этих средств связи с целью повышения их безотказности. Для повышения надежности средств связи на этапе разработки ТТЗ на ТС необходимо закладывать требуемые показатели надежности ТС и АСУ и контролировать их выполнение в ходе проведения испытаний, опытной и подконтрольной эксплуатации техники.

Не менее важной задачей технического обеспечения связи и АСУ является организация ремонта (восстановления) техники связи. С этой целью в 2015 г. организовано восстановление (ремонт) вышедшей из строя техники связи. В том числе силами предприятий промышленности в рамках государственных контрактов спланирован ремонт более половины от общего числа всей отказавшей техники связи, ремонт оставшихся образцов спланирован силами сформированных в 2015 году баз ремонта средств связи.

Существует ряд проблемных вопросов в организации ремонта, связанных с недостаточно четко отработанным процессом приема выполненных работ военными представителями военных представительств ВП МО РФ, а также проблемы, связанные с невыполнением условий государственного контракта должностными лицами воинских частей. На большое количество техники связи заявленной в ремонт ремонтными предприятиями оформлены мотивированные отказы, на части техники связи работы приостановлены до устранения выявленных недостатков. Причинами сложившегося положения дел является незнание должностными лицами соединений и воинских частей истинного положения дел о состоянии техники связи и отсутствие контроля управлений связи военных округов за организацией ремонта.

Для решения в том числе и этой проблемы кафедрой технического обеспечения связи и автоматизации по указанию начальника 3 управления Главного управления связи Вооруженных Сил Российской разработаны планы проведения сборов с инженерно-техническим составом частей (соединений) связи, которые будут проводиться 1 раз в год в военных округах, 2 раза в год – в объединениях.

С целью совершенствования системы ремонта ВС РФ в соответствии с директивой МО РФ, указаниями НГШ ВС РФ с 1 апреля 2015 г. в военных округах сформированы 4 базы ремонта средств связи, в соединениях с 1 декабря 2015 г. сформированы войсковые ремонтные органы средств связи.

Базы ремонта средств связи предназначены для проведения текущего сложного ремонта с применением узлов и блоков из состава списанной (подлежащей списанию) техники связи, ЗИП, а также за счет закупаемых по ст. 3118 военными округами материальных средств. Ремонт техники связи проводится, как непосредственно на базе ремонта, так и в полевых условиях в ходе учений или полевых выходов выездными ремонтными отделениями.

Войсковые ремонтные органы средств связи предназначены для оперативного восстановления техники связи в объеме простого текущего ремонта с использованием ЗИП и расходных материалов.

Однако создание ремонтных органов средств связи не решило всех проблемных вопросов по восстановлению техники связи. Основными из которых являются:

отсутствие системы подготовки специалистов по ремонту средств связи;

отсутствие ремонтной документации на новую технику связи;
устаревшее ремонтное оборудование, отсутствие АСКД;

отсутствие достаточного количества ЗИП, ЭРМ для ремонта техники связи в мирное время, комплектов ВТИ на военное время.

Для решения проблемы отсутствия комплектов ЗИП, ВТИ и ЭРМ для ремонта техники связи в 2016 г. спланирована закупка необходимого количества ЗИП и расходных материалов.

Важным направлением развития системы технического обеспечения связи и автоматизации является разработка, производство и поставка в войска современных аппаратных технического обеспечения, оснащенных магистрально-модульными автоматизированными системами контроля и диагностики с использованием виртуальных средств измерений.

В настоящее время завершается разработка АТО-УМ-С (сервисная) для войскового звена и АТО-УМ-Р для оперативного уровня, оснащенных возимыми и носимыми автоматизированными программно-аппаратными комплексами контроля и диагностики (АПАК-КД).

Для баз ремонта средств связи, ремонтных предприятий разработан стационарный вариант АПАК-КД, один из первых образцов этого комплекса были поставлены в Военную академию связи на кафедру технического обеспечения связи и автоматизации.

Испытания новых аппаратных планируется в июне 2016 г.

Однако создание современных средств диагностирования средств связи невозможно без обеспечения ремонтпригодности средств связи. Для этого необходимо на стадии разработки средств связи обеспечить возможность сопряжения техники связи с перспективными средствами диагностирования, а также разработку ремонтной документации.

Эффективное функционирование системы технического обеспечения связи и автоматизации в современных условиях невозможно без автоматизации работы должностных лиц органов управления ТОС и АСУ.

Большая работа в этом направлении проведена военной академией МТО – созданы командно-штабные машины Р-142Т и Р-142ТО предназначенные для автоматизации служебной деятельности должностных лиц органов управления МТО соединения – ЗКТ и ЗКВ.

Командно-штабные машины Р-142Т и Р-142ТО обеспечивают:

автоматизированный обмен информацией с комплексами средств автоматизации вышестоящих, взаимодействующих и подчиненных пунктов управления по радио- и радиорелейным каналам, образованным как собственными каналообразующими средствами, так и средствами комплексной аппаратной связи;

решение расчетных оперативно-тактических задач в интересах управления службами обеспечения для принятия решений по управлению подчиненными частями и подразделениями и др.

На кафедре технического обеспечения связи и автоматизации в настоящее время проводятся исследования, направленные на разработку баз данных для должностных лиц органов управления ТОС и АСУ, программного

обеспечения для решения расчетных задач, автоматизации работы должностных лиц.

Таким образом основными направлениями развития системы ТОС и АСУ являются:

выполнение требований указа президента о достижении уровня обеспечения современными средствами к 2020 году не менее 70%;

совершенствование системы ремонта ТС и АСУ за счет использования современных АТО, оснащенных магистрально-модульными АСКД с использованием виртуальных СИ;

формирование обоснованных требований к показателям безотказности и ремонтпригодности к ТС на этапе разработки ТЗ;

совершенствование (создание) системы подготовки мастеров-ремонтников, инженерно-технического состава частей (соединений) связи;

внедрение современных технологий при проведении технического обслуживания ТС и АСУ

автоматизация работы должностных лиц ОУ ТОС и АСУ

Список использованных источников:

1. Чихачев А.В., Семенов С.С., Заяц С.В. Развитие системы технического обеспечения связи и автоматизации // Военная мысль. 2014. № 11. С. 37-40.
2. Стародубцев Ю.И., Бухарин В.В., Семенов С.С. Техносферная война // Военная мысль. 2012. № 7. С. 22-31.

Жамгарян А.Г., Плут М.Н.

Военная академия связи, г. Санкт-Петербург

Оценка эффективности восстановления ВОЛС и кабельных линий связи за счет применения новых технологий

Аннотация. В статье предлагается метод оценки эффективности восстановления волоконно-оптических линий связи (ВОЛС) за счет применения новых технологий в зависимости от вида ВОЛС и способа их восстановления. Предлагаемый подход к оценке надежности позволяет сформулировать алгоритм восстановления ВОЛС и выбрать технологию восстановления.

Ключевые слова: волоконно-оптические линии связи; территориальная система связи; надежность, система восстановления, аппаратные технического обеспечения.

Одним из основных свойств ВОЛС как при ведении боевых действий, так и в мирное время является устойчивость. Она характеризует способность ВОЛС достигать выполнения поставленных задач в условиях всех воздействующих на нее факторов, носящих как преднамеренный, так и не преднамеренный характер.

Составляющими критерия устойчивости будут: живучесть, помехоустойчивость, надежность.

В данной статье рассматриваются вопросы повышения надежности КЛС. Надежность ВОЛС - комплексное понятие, которое определяется не только ее внутренними свойствами, но и влиянием окружающей среды. Кроме того, не следует забывать и о влиянии организационно-технических мероприятий, проводимых на различных стадиях функционирования объекта.

Неблагоприятные внешние воздействия для ВОЛС могут наступить как в угрожаемый период, так и в ходе боевых действий.

Для ВОЛС ТСС, являющейся стационарной системой общего пользования, элементы и места, размещения которых в своем большинстве будут известны противнику, ощутимо любое воздействие огневых и других средств противника, направленное на срыв управления войсками.

На основе анализа статистических данных об отказах действующих ВОЛС, причинах возникновения отказов разработаны методы количественной оценки надежности линий.

Исходными данными для расчета показателей надежности КЛС находящихся в эксплуатации являются (4):

- плотность отказов их число на 100 км. $m=(n/l) \times 100$, где n-число отказов на всей линии в течение года, l-длина линии (км.);

- среднее время восстановления связей, время их простоя, считая от начала возникновения отказа до момента восстановления связей

- наработка на отказ (приведенная на 100 км.линии) - среднее время между соседними отказами $T_{0100}=8760/m$ (ч) 8760-число часов в году;

-коэффициент готовности (приведенный на 100 км.) - вероятность того, что линия в произвольно выбранный момент времени будет исправна

$$K_{г100}=(8760\cdot mTв)/m;$$

-коэффициент простоя (приведенный) - вероятность нахождения линии в произвольно выбранный момент времени в состоянии отказа (на 100 км.) имеет вид:

$$K_{n100} = m \cdot t_{с} / 8760 = 1 / 2 \cdot 8760 \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^N m_{ij} L_{ij} t_{сij}$$

где: $t_{вij}$ - среднее время восстановления связей на i -том участке от j -той причины.

Как показывает опыт эксплуатации ВОЛС, наиболее часто происходит разгерметизация существующих муфт, вследствие некачественной пайки, либо коррозии и повреждение оболочки кабеля. Уменьшение времени на обнаружение места повреждения при этом может быть достигнуто за счет применения системы электронных маркеров, закладываемых при прокладке кабеля по трассе, в местах сростков строительных длин, в местах пересечения кабелей и дорог, других кабелей и коммуникаций. Главным элементом этой системы является долговечный пассивный маркер, который при прокладке кабеля или в процессе его технического обслуживания закапывается в грунт. С помощью компактного и имеющего малый вес локатора для определения места расположения маркера его можно отыскать с точностью порядка 10 см. Локатор маркера посылает ВЧ сигнал в размещенный под землей маркер, маркер передает сигнал в локатор, при этом на экране появляется цифровое показание номера маркера и раздается звуковой сигнал.

При нарушении герметичности муфт и оболочек кабелей происходит замокание кабеля. Основной метод восстановления при этом - замена поврежденного участка ВОЛС.

Радикальным средством, обеспечивающим стабильность электрических характеристик, является герметизация сердечника кабеля. Для их восстановления без перерыва связи в случае замокания сердечника разработана специальная технология. Технология показана на рисунке 1.

Основные этапы восстановления кабеля представим в виде алгоритма (рисунок 2):

Закачка производится УЗК (устройство для закачки заполнителя в сердечник кабеля). Электропитание 12В, потребляемая мощность - не более 40Вт + выпрямитель 220В. Номинальное давление - 15кГс/см, производительность 24л/час, масса УЗК-15кг. Время заполнения ТПП-600 -8-10 часов непрерывной работы.

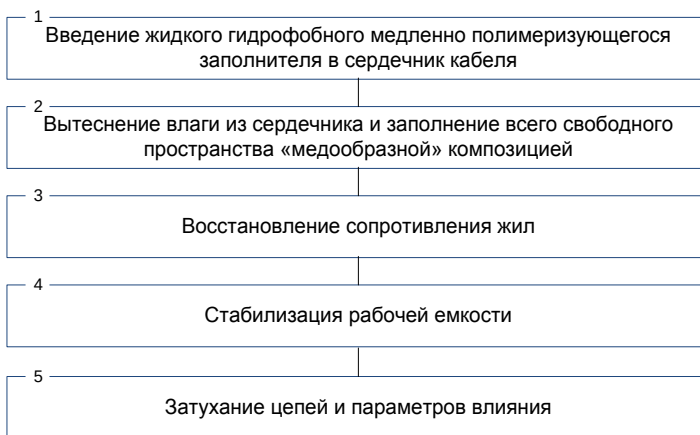


Рис. 1 - Агрегатный метод ремонта

Введение ЖГЗ в сердечник поврежденных (замокших) кабелей обеспечило восстановление изоляции полиэтиленовых жил в 90-95 % случаев до норм на исправный кабель, 5-10% восстанавливается до эксплуатационных норм. Экономический эффект применения ЖГЗ позволяет снизить затраты на восстановление кабеля в 2-3 раза (стоимость длины кабеля подлежащей замене, монтажные работы, дальнейшая эксплуатация кабеля).

Основным показателем, влияющим на коэффициент простоя при повреждениях КЛС, является время восстановления кабеля.

Основной способ восстановления поврежденной ВОЛС - замена поврежденного участка кабеля на новый.

При устранении повреждений кабеля основными видами работ, требующими высокой квалификации являются - монтажно-спасечные работы.

В настоящее время, сращивание ВОЛС производится с применением пламенных технологий.

В настоящее время сертифицированы и рекомендованы новые беспламенные технологии сращивания жил кабеля и монтажа муфт на основе независимо изобретенных фирмами 3М и OTRA, V-образных контактов, одножильных, двухжильных и модульных соединителей.

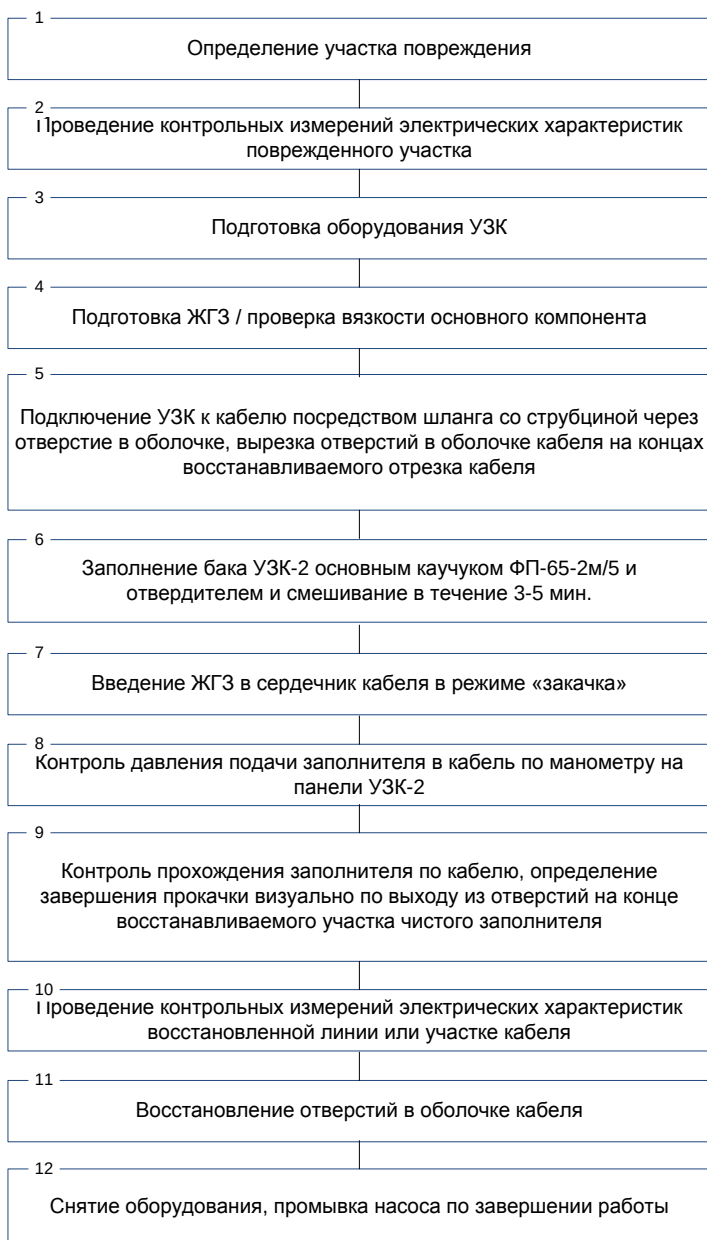


Рис. 2 - Основные этапы восстановления кабеля.

Суть беспламенных технологий:

1. В зависимости от типа и емкости кабеля подбирают соединители.
2. Подготовка жил кабеля к сращиванию производится так же как при сращивании с помощью пламенных технологий.

Достоинства беспламенных технологий:

1. Соединители обеспечивают: быстрое и надежное соединение проводников с помощью пресс-механизмов при любой температуре; не требуется предварительная зачистка жил кабеля перед монтажом; простоту эксплуатации; переключение кабеля без перерыва связи; сокращение времени монтажа или ремонтных работ.

2. Использование ГЗ и структурных материалов позволяет: сэкономить значительное количество кабеля за счет его восстановления; отказаться от применения ЧМ и как следствие от заливки кабельной массой; сократить повреждение сростка при заделке муфты.

Вывод:

Вследствие своей универсальности новые технологии могут применяться для восстановления ВОЛС. Так как, необходимые материалы и приспособления практически входят в монтажный комплект RB 4036, то не представит сложности оснастить им как АТО, имеющие РМ для ремонта кабеля, так и части (подразделения), занимающиеся эксплуатацией и ремонтом ВОЛС.

Список использованных источников:

1. Абышко В.Ю., Баринов М.А., Захаров А.А., Чихачев А.В. Техническое обеспечение связи и автоматизации. Учебник. – СПб.: ВАС, 2010. - 320 стр.
2. Анищенко Л.П., Лепеньшев А.Н. Основы организации технического обеспечения связи и автоматизации. Система технического обеспечения связи и автоматизации. – СПб.: ВАС, 2006.
3. Руководство по развертыванию и эксплуатации полевых кабельных линий связи ВС СССР. М.Военниздат1990г.
4. Эксплуатационные измерения на многоканальных проводных линиях связи. Е.А. Колмаков, В.Д.Лобанов, С.Н.Попов-Л.:ВАС.1988 г.
5. Семенов С.С., Воловиков В.С., Смолеха А.В. Концептуальная модель процесса восполнения потерь техники связи и военно технического имущества связи при применении соединения связи Военного округа // Т-Comm . 2015. №1. С. 22-27.
6. Баринов М.А., Будко Н.П., Будко П.А., Винограденко А.М., Дорошенко Г.П., Литвинов А.И., Николаев В.А., Чихачев А.В. Программный комплекс мониторинга технического состояния электронного оборудования по дисциплине «техническое обеспечение связи и автоматизации» // Хроники объединенного фонда электронных ресурсов Наука и образование. 2014. № 8 (63). С. 26.

Заяц С.В., Чихачёв А.В.

Военная академия связи, г. Санкт-Петербург

Проблемы управления жизненным циклом средств (комплексов) связи и автоматизированных систем управления

Современный этап военного строительства в Российской Федерации выдвинул ряд масштабных задач, одна из которых состоит в своевременном оснащении армии и флота высококачественным и экономичным вооружением и военной техникой, в том числе и средствами (комплексами) связи и автоматизированных систем управления. К особенностям развития средств (комплексов) связи и автоматизированных систем управления на современном этапе можно отнести их существенное усложнение, комплексный характер и, как результат, участие в производстве и обеспечении эксплуатации многих предприятий различных областей промышленности, а так же рост зависимости боевой эффективности средств (комплексов) связи и автоматизированных систем управления от всестороннего обеспечения, обслуживания и управления. Задачу эффективного применения по назначению средств (комплексов) связи и автоматизированных систем управления невозможно решить без коренной перестройки всей системы создания, разработки, производства, обеспечения эксплуатации, плановых ремонтов средств (комплексов) связи и автоматизированных систем управления, приведя ее в соответствие с требованиями времени.

Для обозначения явлений, характеризующих продолжительность функционирования основных элементов процессов создания и эксплуатации средств (комплексов) связи и автоматизированных систем управления, используют понятие жизненного цикла (ЖЦ). Жизненный цикл средств (комплексов) связи и автоматизированных систем управления является сложным, динамичным и продолжительным процессом, включающим в себя значительное количество этапов выполнения различных работ, которые увеличивают продолжительность всего процесса. На этом значительном временном интервале необходимо управлять всеми процессами по созданию средств (комплексов) связи и автоматизированных систем управления, начиная от появления идеи создания нового изделия и кончая снятием его с вооружения. При этом необходимо решить ряд проблем военного, экономического, технического и организационного характера.

Отсутствие фундаментальных работ по проблеме управления ЖЦ средств (комплексов) связи и автоматизированных систем управления обусловлено сложностью ЖЦ для исследования, обусловленной множеством трудно формализуемых факторов, а так же большим количеством параметров, характеризующих как образец, так и его ЖЦ, связь между которыми

имеет сложную нелинейную природу. Отдельным фактором сложности можно считать аспект интеграции, в первую очередь информационной, который выражается в отсутствии, на сегодняшний день, как единых форматов представления и обмена информацией между участниками ЖЦ, так и единых методов и моделей, позволяющих корректно и всесторонне описать как сам образец средств (комплексов) связи и автоматизированных систем управления, так и процессы его ЖЦ.

Попытки автоматизации процессов ЖЦ и обработки их информации, как правило, сводились к «лоскутной» автоматизации, т. е. каждый участник ЖЦ описывал процессы, проводил расчеты, управлял и использовал информацию по своим внутренним представлениям и стандартам, применяя при этом «разные» информационные системы, что привело к «непониманию» друг друга в рамках ЖЦ. Задачи управления процессами ЖЦ решались исходя из собственных интересов, а потому каждый участник ЖЦ, управляя своими процессами, не отвечал за стыки этапов ЖЦ и не нес, в итоге, ответственность за образец в рамках ЖЦ в целом, т. е. отсутствовала единая методология управления «сверху – вниз» по уровням иерархии.

В современных условиях эти и ряд других проблемных вопросов необходимо решать, исходя из теории управления ЖЦ, включающей методологию, принципы, терминологию и др. аспекты, позволяющие в совокупности, решить проблему управления ЖЦ с единых методологических позиций.

В условиях современных требований развития и применения инновационных технологий, в первую очередь, информационных и управленческих, а так же ограниченности располагаемых ресурсов всех видов, значительно усиливается интерес к военно-экономическим результатам функционирования образца в рамках ЖЦ. В этих условиях нельзя ориентироваться лишь на локальные цели отдельных самостоятельных организационных структур на отдельных этапах ЖЦ. Необходимо учитывать интересы одновременно и разработчиков образцов средств (комплексов) связи и автоматизированных систем управления, и изготовителей, и эксплуатирующих организаций.

Решение этих задач предполагает создание действенной системы управления процессами ЖЦ (их эффективностью, временными и объемными параметрами) средств (комплексов) связи и автоматизированных систем управления, основанной на современной теории управления и системном подходе к интегрированной совокупности процессов ЖЦ.

Научно обоснованные методологические, экономические и технологические решения по управлению ЖЦ средств (комплексов) связи и автоматизированных систем управления, рассматривающие всю совокупность этапов и стадий ЖЦ с системных позиций, позволят:

- корректно управлять этой совокупностью с целью достижения требуемой эффективности средств (комплексов) связи и автоматизированных систем управления как на отдельных этапах, так и в рамках ЖЦ в целом;

- решить проблему несоответствия между существующими возможностями науки, в области управления процессами ЖЦ средств (комплексов)

связи и автоматизированных систем управления, и потребностью практики – управление сложной системой процессов ЖЦ средств (комплексов) связи и автоматизированных систем управления.

Полученные результаты могут стать теоретической и методической основой для сопровождения эксплуатации средств (комплексов) связи и автоматизированных систем управления, их информационного сопровождения в соответствии со «Стратегией национальной безопасности РФ до 2020 г.», «Военной доктриной РФ», прогнозируемыми угрозами национальной безопасности Российской Федерации, направлениями строительства и развития ВС РФ, финансово-экономическими возможностями государства.

Их внедрение должно внести значительный вклад в практику развития как средств (комплексов) связи и автоматизированных систем управления, так и системы вооружения в целом, что, в свою очередь, позволит существенно повысить обороноспособность РФ.

Список использованных источников

1. ГОСТ В 15.004 – 2006. Система разработки и постановки на производство военной техники. Стадии жизненного цикла изделий и материалов.
2. А. В. Дышкантюк. Управление процессами жизненного цикла ВВТ ВМФ в современных условиях. Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук. 2011 г. – 375 с.
3. Семенов С.С., Гусев А.П., Андреянов С.Н. Виртуализация распределенного пункта управления // XII Всероссийское совещание по проблемам управления ВСПУ-2014: тр. М.: Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН, 2014. С. 8717-8727.
4. Чихачев А.В., Семенов С.С., Заяц С.В. Развитие системы технического обеспечения связи и автоматизации // Военная мысль. 2014. № 11. С. 37-40.
5. Баринов М.А., Будко Н.П., Будко П.А., Винограденко А.М., Дорошенко Г.П., Литвинов А.И., Николаев В.А., Чихачев А.В. Программный комплекс мониторинга технического состояния электронного оборудования по дисциплине «техническое обеспечение связи и автоматизации» // Хроники объединенного фонда электронных ресурсов Наука и образование. 2014. № 8 (63). С. 26.
6. Минеев В.В., Бурлаков А.А., Дорошенко Г.П., Алисевич Е.А. Оценка экономической эффективности унификации электронных модулей техники связи и автоматизации // Проблемы экономики и управления в торговле и промышленности. 2013. № 3 (3). С. 86-91.

**Киселев Д.В., Коморников П.М., Морозов Р.В.,
Семенов С.С.**

Военная академия связи, г. Санкт-Петербург

**О подходах в оценке надежности аппаратно-программных
средств связи**

Аппаратно-программные средства связи (АПСС) представляют собой совокупность технической (ЭВМ и аппаратура связи) и программной частей (рис.1).

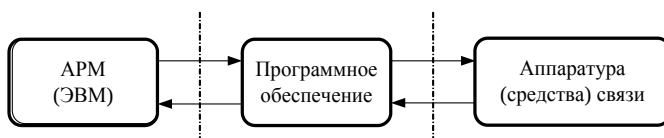


Рис. 1 - Структурное представление АПСС

Большинство комплектующих элементов аппаратуры (средств) связи и АРМ по характеру использования относятся к невосстанавливаемым изделиям. При анализе их надежности рассматривают показатели безотказности, вводимые на основе законов распределения случайной величины – наработки до отказа T – характеристики [1]:

вероятность безотказной работы $P(t)$;

интенсивность отказов $\lambda(t)$.

В комплексе они дают достаточно полную количественную оценку надежности изделия.

Вероятность безотказной работы $P(t)$ – это вероятность того, что в заданном интервале времени или в пределах заданной наработки не возникнет отказ изделия, то есть вероятность принятия случайной величиной T значения, не меньшего некоторого наперед заданного текущего времени t функционирования изделия [2]:

$$P(t) = P(T \geq t) \quad (1)$$

Интенсивность отказов $\lambda(t)$ является характеристикой, определяющей надежность изделия в каждый данный момент времени t при условии, что оно уже работало до этого момента. В отличие от предыдущего показателя интенсивность отказов непосредственно не связана с моментом начала работы изделия. Периоду нормальной эксплуатации соответствует примерно постоянное значение интенсивности отказов, то есть для этого периода интенсивность отказов от времени не зависит (рис. 2) [2].

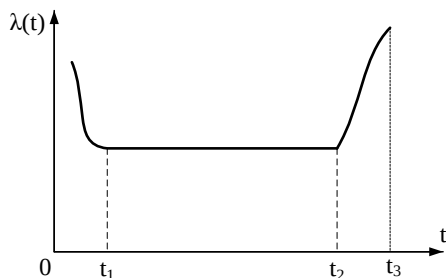


Рис. 2 - Типичная кривая интенсивности отказов для радиоэлектронных элементов

На графике показаны три характерных участка:

первый участок – в интервале времени $0 - t_1$ – период приработки (для полупроводниковых приборов, резисторов 100-150 часов, для интегральных микросхем 70-100 часов). К концу этого периода все дефектные изделия выходят из строя;

второй участок – в интервале времени $t_1 - t_2$ – период нормальной эксплуатации. Этот период характерен пониженным уровнем и примерным постоянством значения интенсивности отказов (для электровакуумных приборов он равен 6-8 тысяч часов, для резисторов и полупроводниковых приборов – десятки тысяч);

третий участок – после t_2 – период старения и износа элементов. С наступлением этого периода надежность изделий ухудшается и дальнейшая эксплуатация их становится нецелесообразной или невозможной (требуется их замена).

Таким образом, случайная величина T подчиняется экспоненциальному закону с функцией распределения [2]:

$$P(t) = e^{-\lambda t} \quad (2)$$

Интенсивности отказов аппаратуры связи и ЭВМ определяются по формулам [2]:

$$\lambda_{AC}(t) = \sum_{i=1}^n \lambda_i, \quad (3)$$

$$\lambda_{ЭВМ}(t) = \sum_{j=1}^m \lambda_j, \quad (4)$$

где λ_{AC} , $\lambda_{ЭВМ}$ – интенсивность отказов соответственно аппаратуры связи и ЭВМ; n , m – количество радиоэлектронных элементов соответственно в аппаратуре связи и ЭВМ.

Надежность программного обеспечения (ПО) закладывается в процессе отладки и опытной эксплуатации программного комплекса. Для этой цели

используются различные модели надежности, ориентированные на различные характеристики ПО:

пространство входных данных (модель Нельсона);

интервалы времени между отказами ПО (модели Джелинского-Моранды, Шика-Волвертона, геометрические);

ошибки, внесенные искусственно в программное обеспечение (модель Миллса);

сложность ПО (модель Холстеда);

статистического моделирования надежности и др.

Для расчета надежности ПО АПСС целесообразно использовать модель Нельсона [3].

В основе модели лежит представление программы в виде некоторой функции $F(E_i)$, которая содержит набор значений данных, необходимых для выполнения прогона программы:

$$E = \{E_i; i = 1, 2, \dots, N\}, \quad (5)$$

где E – множество всех значений наборов входных данных; N – число возможных наборов входных данных E_i .

Вероятность успешного выполнения n прогонов программы при независимом выборе входных данных при каждом прогоне определяется по формуле:

$$P(n) = (1 - Q)^n, \quad (6)$$

где Q – вероятность того, что прогон программы на входных данных E_i , выбранных в соответствии с распределением вероятностей p_i , закончится отказом.

Использование модели Нельсона позволяет выявлять и исправлять ошибки в процессе отладки ПО, что существенно повышает его надежность при эксплуатации АПСС и устойчивость к сбоям и отказам аппаратуры и искажениям в исходных данных, поступающим на вход программы.

На практике количество прогонов программы определяют столько, чтобы надежность $P(n)$ программы была не ниже значения 0,999 [2].

С точки зрения надежности техническая и программная части АПСС могут иметь два вида соединения [4]:

последовательное (при автоматизированном режиме работы), то есть отказ одной из частей АПСС приводит к отказу изделия в целом (рисунок 3, а);

последовательно-параллельное (при ручном (аварийном) режиме работы), то есть отказ одной из частей АПСС приводит к потере части функциональных возможностей изделия (рисунок 3, б).

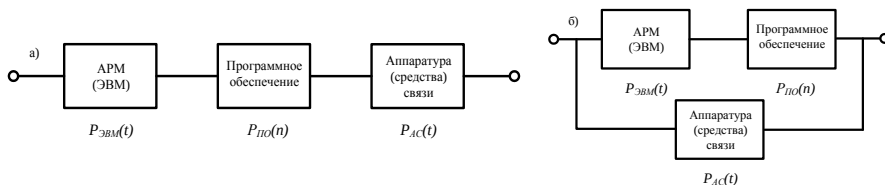


Рис. 3 - Структурные схемы надежности АПСС: а) при последовательном соединении частей АПСС; б) при последовательно-параллельном соединении частей АПСС

Используя аппарат теории вероятностей, для последовательного соединения частей АПСС в структурной схеме надежности получим следующие выражения [4]:

$$P_{АПСС}(t) = P_{ПО}(n)P_{АРМ}(t)P_{АС}(t) \quad (7)$$

Для последовательно-параллельного соединения частей АПСС в структурной схеме надежности получим следующие выражения [5]:

$$P_{АПСС}(t) = 1 - [1 - P_{ПО}(n)P_{АРМ}(t)] \cdot [1 - P_{АС}(t)] \quad (8)$$

В ближайшем будущем развитие системы связи Вооруженных Сил Российской Федерации планируется осуществлять путем внедрения интеллектуальных сетевых технологий и планомерного развертывания единой телекоммуникационной инфраструктуры под единым управлением. При этом особое внимание планируется уделять устойчивой работе комплексов программно-аппаратных средств на стационарных и полевых подвижных узлах связи, ретрансляторах связи различного базирования с учетом специфики построения систем специальной связи. Поэтому необходимо разрабатывать подходы в определении и повышении надежности АПСС, которые будут составлять техническую основу системы связи Вооруженных Сил Российской Федерации [6].

Литература:

1. Морозов Р.В., Каныгин С.Г. Методика расчета надежности систем «военный связист – техника связи»// Перспективы развития средств и комплексов связи. Подготовка специалистов связи: Материалы межвуз. научн.-техн. конф. в 2 ч. Ч.2. – Новочеркасск: НВВКУС, 2009. – с.224-226.
2. Морозов Р.В. Об особенностях формализации процесса функционирования системы «оператор – аппаратно-программные средства связи. // Указатель поступлений депонированных рукописей. Серия Б. вып. № 106. – М.:ЦВНИ Минобороны России, 2014.
3. Захаров А.А., Морозов Р.В., Чорик К.Г. Оценка надежности программного обеспечения аппаратно-программных средств связи с использованием модели Нельсона //Современные педагогические технологии в военном

вузе: Материалы межвуз. науч.-метод. конференции: в 2 ч. Ч.2. Новочеркасск.: НВВКУС, 2010. – с.143-145.

4. Иыуду К.А. Надежность, контроль и диагностика вычислительных машин и систем: Учебное пособие для вузов по спец. «Вычислительные машины, комплексы, системы и сети». – Киев.: КВВИДКУС, 1989. – 157 с.

5. Гречкосий А.Я., Климович В.Ф., Смирнов Б.К. Техническая эксплуатация и надежность средств связи. – Л.: ВАС, 1970 – 278 с.

6. Современное состояние, насущные проблемы и перспективы развития системы и войск связи Вооруженных сил Российской Федерации [Электронный ресурс] / Х.А. Арсланов. // Оборонный комплекс РФ: состояние и перспективы развития. – 2015. - № 11. С.261-264. – Режим доступа: <http://federalbook.ru/files/OPK/Soderjanie/OPK-11/III/Arslanov.pdf> (Дата обращения 17.02.2016).

Киселев Д.В., Седличенко В.Г., Семенов С.С.

Военная академия связи, г. Санкт-Петербург

Актуальные вопросы надежности программно-аппаратных средств и комплексов связи

С учетом сложившейся международной обстановки, в соответствии с поставленными Президентом РФ задачами (Указ Президента РФ №603 от 07.05.12) к 2020 году оснащенность ВС РФ современными образцами вооружения, военной и специальной техники должна достигнуть 70%, а приоритетным направлением развития в числе прочих является развитие систем связи.

С одной стороны в рамках государственной программы вооружения ГПВ-2020 и гособоронзаказа осуществляется поставка новых образцов техники связи, в результате оснащенность современной техникой возрастает. Укомплектованность техникой связи должна способствовать гарантированному выполнению требований, предъявляемых к системе связи (по боевой готовности, устойчивости и др.).

С другой стороны опыт эксплуатации, практика применения техники и статистика говорят о возрастающем числе отказов, особенно на новой технике. Так в докладе начальника Главного управления связи начальнику Генерального штаба о ходе совместных стратегических учений «Запад-2013» отражено (рисунок 1), что в ходе проведения учений было задействовано более 450 ед., в т.ч. 122 ед. современной. Из всей задействованной техники связи отказы были зафиксированы на 65 ед. (15%). Как бы парадоксально при этом не звучало, но более 70% отказавшей техники пришлось именно на современные образцы.

Достигнутый прогресс в микроэлектронике (к сожалению, в основном зарубежный), развитие и распространение микропроцессоров и микроконтроллеров привел к тому, что техника связи сегодня представляет собой преимущественно программно-аппаратные изделия. В них «зашитая» программа и данные классифицируются как программное обеспечение, а схемы, содержащие эти программу и данные, классифицируются как технические средства (аппаратная часть). С учетом предъявляемых требований и возможности их программной реализации роль программной составляющей в современных средствах и комплексах связи возрастает. Вместе с ней возрастает и доля программных отказов, на которую по статистике приходится около 70% (из них: 41% - сбои, 37% - отказы в результате вирусных атак, 22% – ошибки персонала).

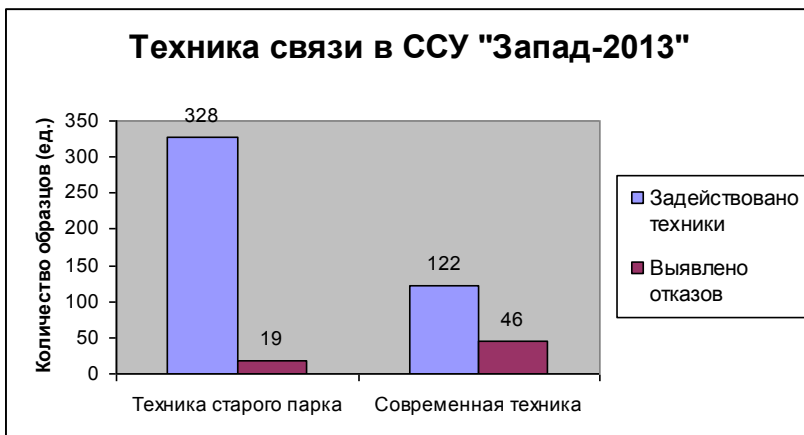


Рис. 1 - Сведения о технике связи в совместных стратегических учениях «Запад-2013»

Таким образом, поставка современных программно-аппаратных средств и комплексов связи влечет возрастающее число их отказов и сбоев, в значительной степени по причине программной составляющей. Для повышения надежности функционирования программного обеспечения и как следствие надежности программно-аппаратных изделий в целом необходимо прежде всего научно-методический аппарат по оценке их надежности.

В настоящее время вопросы расчета и оценки надежности программно-аппаратных средств и комплексов связи недостаточно проработаны. Существуют отдельные подходы к оценке надежности программного обеспечения, но в основном это самостоятельные методики, не учитывающие ее влияния на комплексные показатели надежности программно-аппаратных средств и комплексов.

В связи с этим существование указанных противоречий (рисунок 2) определяет актуальность исследования подходов к оценке надежности программно-аппаратных средств и комплексов связи с учетом влияния программной составляющей, а также выработке предложения по ее повышению.

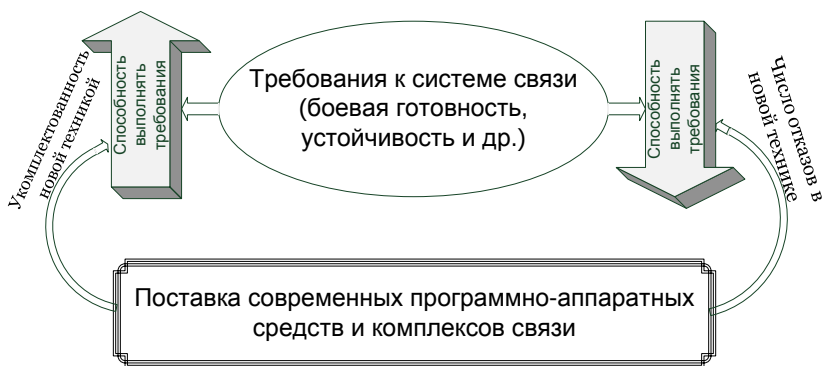


Рис. 2 - Противоречие, обусловленное поставкой новых программно-аппаратных средств и комплексов связи

Список используемых источников:

1. Указ Президента Российской Федерации от 7 мая 2012 г. №603 «О реализации планов строительства и развития Вооруженных Сил Российской Федерации, других войск, воинских частей формирований и органов и модернизации оборонно-промышленного комплекса».
2. Доклад ВрИО начальника Главного управления связи Вооруженных Сил Российской Федерации начальнику Генерального штаба Вооруженных Сил Российской Федерации – первому заместителю Министра обороны Российской Федерации от 01.10.2013 г.
3. Чихачев А.В., Мельников - Надёжность программного обеспечения в современных и перспективных средствах связи и автоматизированных системах управления
4. Чихачев А.В., Семенов С.С., Заяц С.В. Развитие системы технического обеспечения связи и автоматизации // Военная мысль. 2014. № 11. С. 37-40.
5. Стародубцев Ю.И., Бухарин В.В., Семенов С.С. Техносферная война // Военная мысль. 2012. № 7. С. 22-31.
6. Будко П.А., Чихачев А.В., Баринов М.А., Винограденко А.М. Принципы организации и планирования сильносвязной телекоммуникационной среды сил специального назначения // Т-Comm: Телекоммуникации и транспорт. 2013. Т. 7. № 6. С. 8-12.
7. Минеев В.В., Бурлаков А.А., Дорошенко Г.П., Алисевич Е.А. Оценка экономической эффективности унификации электронных модулей техники связи и автоматизации // Проблемы экономики и управления в торговле и промышленности. 2013. № 3 (3). С. 86-91.

Плотников Ю.В., Чихачёв А.В.

Военная академия связи, г. Санкт-Петербург

Анализ перспективных средств технического обеспечения связи и автоматизации, поступающих на снабжение войск связи ВС РФ

Аннотация. В статье проведен анализ перспективных средств технического обеспечения связи и автоматизированных систем управления, выявлены слабые стороны предлагаемых для оснащения аппаратных технического обеспечения измерительных комплексов. Сформулированы предложения по внесению конструктивных изменений в измерительные комплексы для решения выявленных недостатков.

Ключевые слова: аппаратная технического обеспечения, аппаратно-программный комплекс контроля и диагностики, техника связи и автоматизированные системы управления.

Основой технического и технологического обеспечения операций ремонта техники связи и автоматизированных систем управления (ТС и АСУ) в полевых условиях являются аппаратные технического обеспечения, стоящие на вооружении ремонтных органов частей (соединений) и объединений.

Так, в настоящее время на снабжении войск связи Вооруженных Сил Российской Федерации (ВС РФ) находится более 28-ти типов специализированных аппаратных технического обеспечения (АТО), разработанные в 80-90-х годах прошлого века, которые морально и технически устарели. В частности, эти образцы разрабатывались для проведения технического обслуживания (ТО) и ремонта аналоговой и устаревшей, в т.ч. снятой с вооружения ТС и АСУ; они являются специализированными по обслуживаемым типам техники, укомплектованы устаревшими образцами средств измерений, в них, практически, отсутствуют средства автоматизации и механизации.

Как выход из сложившейся ситуации были разработаны и изготовлены несколько экземпляров аппаратных технического обеспечения модульного типа АТО-УМ1 и АТО-УМ2. Они предназначены для ремонта любой техники связи и автоматизированных систем управления частей связи оперативно звена управления (ОЗУ) и тактического звена управления (ТЗУ) и являются базовыми аппаратными с возможностью их доукомплектования контрольно-измерительным оборудованием в частях связи, в зависимости от находящейся на их вооружении техники связи. Однако, перечисленным АТО модульного типа присущи и ряд недостатков. Основным из них является то, что дополнительный набор измерительных модулей для изменения конфигурации АТО отсутствует. Кроме того, не полностью проработан вопрос с дополнительным оборудованием АТО для комплектования ими ремонтных органов связи объединений, в том числе и для ремонта отказавших агрегатов техники

связи и автоматизированных систем управления. Как и в старом парке АТО, в модульных АТО завышенное внимание уделено технологическому оборудованию для технического обслуживания техники связи и автоматизированных систем управления по сравнению с оборудованием для их ремонта. Следовательно, АТО-УМ можно рассматривать как переходной этап к разработке нового поколения аппаратных технического обеспечения военной техники связи.

В последние годы произошли существенные качественные изменения поступающей в войска и разрабатываемой ТС, к которой следует отнести программно-аппаратные радиосредства 6-го и последующего поколений, современное оборудование спутниковой связи, технику оптоволоконных линий связи, оборудование цифровых сетей связи - мультимплексоры ввода/вывода разнородных цифровых потоков, регенераторы, магистральные и локальные коммутаторы, маршрутизаторы (в т.ч. криптомаршрутизаторы), абонентские мультисервисные сетевые терминалы, шифровальную аппаратуру связи (ШАС) и др.

Усложнение образцов вооружения и военной техники (ВВТ), широкое внедрение в их состав средств автоматизации, повышение требований по готовности к применению, оперативной готовности, качеству выполнения возложенных на них задач, объективно требует при осуществлении контроля функционирования, контроля технического состояния, поиске мест и определении причин отказов ВВТ в целом и их составных частей широкого использования средств измерительного контроля.

Однако наряду с этим, существует необходимость в повышении производительности контрольно-диагностических работ (снижении времени, сил, средств и квалификации обслуживающего персонала). Традиционные средства измерений (СИ), представляющие собой узкоспециализированные по видам измерений блочные неавтоматизированные приборы, мало приспособлены к решению этой задачи. Наличие ручного управления, необходимость неавтоматизированного снятия и обработки результатов измерений и принятия решений человеком-оператором при ручном управлении процессами контроля (диагностирования) делают СИ крайне неэффективными в процессе эксплуатации образцов ВВТ и их составных частей.

Решение проблемы достигается путем создания автоматических или автоматизированных измерительных комплексов, встроенных в состав образцов ВВТ или внешних по отношению к ним измерительных комплексов. Данные комплексы, с одной стороны, значительно снижают время измерений, в той или иной степени автоматизируют процессы принятия решений и формируют обобщенную контрольно-измерительную информацию для операторов систем. С другой стороны, они сокращают влияние человеческого фактора за счет предварительной (на этапе разработки) формализации и всесторонней проверки алгоритмов и управляющих программ принятия решений в процессе контроля (диагностирования), в том числе реализации алгоритмов контроля в режиме реального времени.

В составной части опытно-конструкторской работы (СЧ ОКР) «Унификация-КД» разработан автоматизированный программно-аппаратный комплекс контроля и диагностики (АПАК КД) радиоэлектронных средств комплексов радиосвязи 5-го поколения Р-168 и 6-го поколения «Азарт-О» и «Унификация», а также взаимодействующих средств для проведения контрольно-диагностических и измерительных работ в ходе их эксплуатации, в том числе при проведении технического обслуживания и ремонта.

АПАК КД создан на платформе VХI с использованием технологии «виртуальных» приборов (ВП) и обеспечивает:

- измерение основных параметров и характеристик радиоэлектронных средств (РЭС) на объекте эксплуатации дистанционным или непосредственным методом при контроле технического состояния (проведении технического обслуживания) без их демонтажа;

- сбор и регистрацию измерительной информации с записью результатов на носитель для последующего анализа, обработки и хранения результатов измерений параметров и контроля (оценки) технического состояния РЭС;

- формирование и хранение отчетов по результатам диагностирования, проведения измерений, технического обслуживания и текущего ремонта РЭС разрабатываемых комплексов «Азарт-О» и «Унификация», а также взаимодействующих средств.

Поскольку техническое диагностирование ставит перед собой задачи контроля технического состояния, поиска места и определение причин отказа (неисправности), а также прогнозирования технического состояния, то АПАК КД позволяет решить всего лишь одну из трех задач технического диагностирования, а именно – контроль технического состояния (измерение параметров в объемах ТО-1, ТО-2 и оценка).

Анализ эксплуатации данного изделия выявил ряд слабо продуманных решений на стадии проектирования. При проведении операций контроля технического состояния средств связи требуется дополнительно:

- предварительная настройка объектов контроля во всех режимах работы;

- дистанционное изменение режимов работы объекта контроля.

Для решения всего круга задач технического диагностирования необходимо заложить реализацию следующих алгоритмов работы:

- диагностирование радиоэлектронных средств (РЭС) на объекте эксплуатации дистанционным или непосредственным методом с глубиной до типового элемента замены (ТЭЗ) без их демонтажа;

- предоставление справочной информации по проведению операций измерения и диагностирования РЭС, технологии проведения технического обслуживания и ремонта;

- информационную и методическую поддержку принятия решений по текущему ремонту составных частей РЭС комплексов с глубиной до ТЭЗ, платы, субмодуля;

анализ данных о техническом состоянии РЭС и прогнозирование отказов и коллизий вследствие постепенной деградации параметров и характеристик радиоэлектронных средств;

защиту от неправильных и ошибочных действий оператора;

масштабирования контрольно-измерительного и диагностического оборудования путем изменения состава измерительных модулей в зависимости от решаемых задач.

Кроме этого, в целях повышения эффективности применения данного изделия необходимо расширение номенклатуры объектов контроля за счет:

разработки дополнительных алгоритмов проверки с помощью встроенных специализированных программных средств;

разработки (применения) единого интерфейса управления объекта контроля;

снижения количества типо-разъемов и соединительных кабелей.

Кроме этого, после принятия на вооружение АТО, оснащенных данными изделиями в качестве основного инструментария, и при поступлении их в войска, органы технического обеспечения соединений (частей) управления (связи) будут испытывать «кадровый голод» в квалифицированных специалистах, способных эксплуатировать АПАК КД, как в повседневной деятельности, так и при ведении военных действий. Это обусловлено отсутствием подготовки специалистов по данной военно-учетной специальности в настоящее время. В связи с этим, целесообразно доработать данное изделие путем установки модулей, способных обеспечить дистанционное управление АПАК КД по существующим цифровым каналам связи, что обеспечит силами органов технического обеспечения, где имеются подготовленные специалисты, совместно с экипажами аппаратных связи дистанционного проведения технического диагностирования в любых условиях деятельности войск.

Таким образом, при реализации предложенных вариантов решения описанных проблем и доработки существующей версии АПАК КД, принимаемые на вооружение аппаратные технического обеспечения, позволяют решать все задачи технического диагностирования, дистанционно проводить техническую диагностику всего нового парка ТС и АСУ, а, следовательно, измерение всех электрических параметров средств связи предусмотренных в объемах ТО-1 и ТО-2, а также ремонт, при наличии запасных инструментов и принадлежностей соответствующей номенклатуры, сократив при этом трудозатраты на выполнение данных работ по сравнению с существующими АТО.

Список использованных источников

1. ГОСТ 20911-89 Техническая диагностика. Термины и определения.
2. Основные направления развития вооружения, военной и специальной техники на период до 2025 года.
3. Концепция развития системы связи Вооруженных Сил Российской Федерации на период до 2025 года.

4. Комплексная программа оснащения (переоснащения) соединений и воинских частей Вооруженных Сил Российской Федерации до 2020 года в части номенклатуры, объемов и сроков поставок (ремонта) вооружения, военной и специальной техники (ВВСТ).
5. Протокол работы совместной рабочей группы от 14 марта 2014 г. № 33/5 по определению направления совершенствования средств технического обеспечения и обоснования реализуемости замысла создания перспективной аппаратной технического обеспечения.
6. Чурилов С.Н. Недостатки существующих технологий создания автоматизированных измерительных подсистем и комплексов. – Москва.: Вестник метролога, 2008, № 3, с. 17 – 19.
7. Руководство по эксплуатации Аппаратно-программного комплекса контроля и диагностики.

Плотников Ю.В., Чихачёв А.В.

Военная академия связи, г. Санкт-Петербург

Концептуальная модель восстановления средств связи оперативного объединения агрегатным методом ремонта

Аннотация. В статье приведен общий подход системы восстановления средств связи оперативного объединения агрегатным методом ремонта. Определены факторы, влияющие на состояние средств связи и автоматизации, а также на подсистемы управления, снабжения и ремонта. Определены взаимосвязи между подсистемами.

Ключевые слова: средства связи и автоматизации, запасные инструменты и принадлежности, электронный модуль, канал восстановления.

В настоящее время научно-технический прогресс, переход к новой элементной базе, внедрение новейших принципов конструирования привели к тому, что ремонт средств связи на уровне электро-радио элементов является дорогостоящим и трудно реализуемым не только силами экипажа (расчета), но и ремонтными подразделениями частей (соединений) связи. Исходя из этого, на практике применим только агрегатный метод ремонта, при котором восстановление происходит на уровне типовых элементов замены.

Применение агрегатного метода ремонта в оперативном объединении будет эффективным в том случае, когда оптимальным образом будут определены места ремонтных органов для восстановления неработоспособных электронных модулей (ЭМ) в структуре системы ремонта объединения, количество мастеров-ремонтников и объем базового ремонта запасных изделий и принадлежностей (ЗИП) для ремонта средств связи.

Решение этих задач невозможно без построения концептуальной модели процесса восстановления средств связи.

Под концептуальной моделью системы понимается абстрактная модель, содержащая описание (преимущественно на качественном уровне) принципов построения и функционирования системы, анализ существенных свойств этой системы на предмет соответствия требованиям, а также основные вопросы управления системой в процессе функционирования.

В ходе применения средств связи по назначению под воздействием ряда дестабилизирующих факторов возникают отказы и аварийные повреждения. Для поддержания требуемой укомплектованности войск техникой связи и АСУ и восстановления работоспособности или полного (близкого к полному) восстановлению ресурса в системе технического обеспечения войск и систем связи предусмотрена подсистема восстановления.

Как и любая сложная, иерархическая система, система восстановления средств связи имеет множество параметров, отражающих её внутреннее содержание, структуру и принципы функционирования и характеризуется

определёнными свойствами. Система проявляет свои свойства под влиянием каких-либо внешних воздействий.

Качественной мерой описания свойств системы восстановления средств связи служит множество характеристик, основными из которых являются:

- производительность;
- гибкость производственного процесса;
- экономичность восстановления средств связи и автоматизации (СС и А);
- возможности восстановления СС и А потребностям войск в ходе выполнения задач по предназначению;
- устойчивость к воздействиям внешней среды;
- управляемость в ходе функционирования по предназначению и др.

Система восстановления СС и А оперативного объединения является составной частью системы ТОС и А и функционирует непосредственно в ее интересах, имея основной целью восстановление максимального количества СС и А, стоящих на вооружении системы связи, с минимальным расходом ресурсов.

Концептуальная модель процесса восстановления СС и А, применительно к существующей системе восстановления СС и А оперативного объединения при реализации агрегатного метода ремонта с учетом особенностей структурно-топологического построения системы связи и внешних воздействий изображена на рис 1.

Система восстановления СС и А имеет ремонтные органы трех уровней иерархии. Восстановление СС и А, потерявших работоспособность в результате эксплуатационных отказов и аварийных повреждений в ремонтных органах всех уровней иерархии осуществляется агрегатным методом с последующим восстановлением поврежденных ЭМ.

Процесс восстановления неработоспособного средства связи начинается с экипажа (расчета), который в зависимости от уровня его подготовленности, наличия встроенных, приданных и внешних средств диагностирования в составе аппаратной, технической документации, специальных инструментов и принадлежностей, необходимых элементов в комплекте ЗИП может провести текущий ремонт при наличии незначительных повреждений СС и А или провести перезагрузку программного продукта.

В случае невозможности восстановления СС и А экипажем принимается решение об его передаче в ремонтное подразделение части связи, где по результатам последующей дефектации уточняется характер и область повреждения и определяется порядок его восстановления. Это может быть восстановление как силами и средствами ремонтного подразделения части, так и вышестоящих инстанций или отправка на предприятия промышленности или завод-изготовитель.

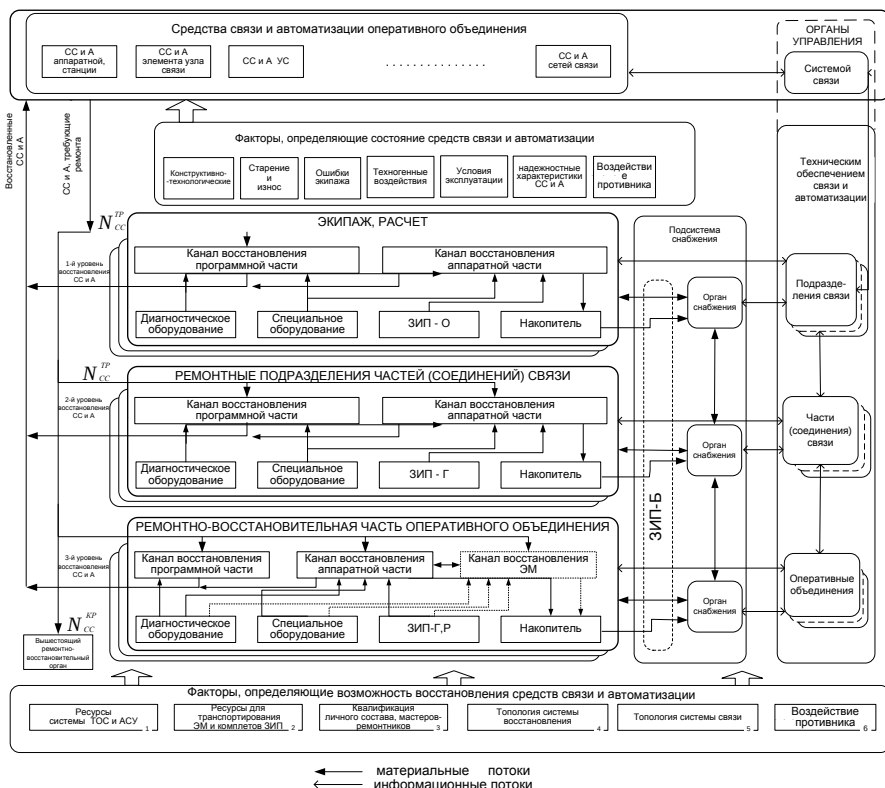


Рис. 1 - Концептуальная модель восстановления средств связи оперативного объединения агрегатным методом.

В общем виде структуру элементов, входящих в состав ремонтно-восстановительных органов всех уровней иерархии оперативного объединения можно представить в виде следующих элементов:

каналы восстановления CC и А (ЭМ), включающие в себя специалистов по ремонту CC и А, комплекс необходимой технической документации, необходимое программное обеспечение;

диагностическое оборудование и специальное оборудование (монтажное, демонтажное, контрольное и т. д.);

запасные части (комплекты ЗИП), принадлежности, эксплуатационно-расходные материалы, необходимые для проведения ремонта.

накопитель на выходе канала восстановления (места хранения неработоспособных ЭМ, CC и А, которые будут ремонтироваться в вышестоящих органах системы восстановления).

Неработоспособные CC и А поступают в ремонтно-восстановительные подразделения (части) всех уровней иерархии, на входе которых находится

канал дефектации. По результатам дефектации, в зависимости от технического состояния СС и А, ЭМ разделяются на:

- работоспособные;
- требующие проведения текущего ремонта;
- требующие проведения среднего ремонта;
- требующие проведения капитального ремонта;
- подлежащие отбраковке в связи с тем, что их восстановление невозможно или экономически нецелесообразно.

После дефектации СС и А, ЭМ, требующие проведения текущего ремонта, поступают в накопитель и по достижении определенного объема партиями направляются в ремонтный орган (органы). СС и А, модули, требующие проведения среднего и капитального ремонта, поступают в накопитель и по мере накопления направляются в ремонтные органы вышестоящего уровня системы восстановления или на ремонтные заводы центра (предприятия-изготовители или ремонтные предприятия промышленности).

Неработоспособные СС и ЭМ накапливаются, как правило, на складах военно-технического имущества (ВТИ) частей (подразделений) связи и складах средств связи ремонтно-восстановительных частей (подразделений) связи соединений и объединений.

Восстановленные ЭМ могут направляться на склады средств связи и далее в ремонтно-восстановительные части (подразделения) соответствующих уровней иерархии для дальнейшего использования при восстановлении СС и А.

Так осуществляется цикл движения ЭМ, при котором часть модулей бракуется и выводится из цикла обращения.

Процесс восстановления СС и А оперативного объединения постоянно находится под руководством системы управления, представленной органами управления различных уровней иерархии и включает в себя основные мероприятия:

- непрерывное добывание, сбор, изучение и обобщение данных обстановки, оказывающей существенное влияние на организацию восстановления аппаратно-программных средств;

- планирование мероприятий по определению потребностей, истребованию, получению, доставке, хранению комплектов ЗИП и расходных материалов, необходимых для восстановления АПСС и вышедших из строя агрегатов;

- планирование мероприятий по всестороннему обеспечению личного состава ремонтно-восстановительных органов различных уровней;

- планирование мероприятий по организации устойчивого управления ремонтно-восстановительными органами военного округа при переводе их с мирного на военное положение;

- управление подчиненными ремонтными органами в процессе восстановления СС и А, ЭМ;

организация тесного взаимодействия органов технического обеспечения по вопросам снабжения, транспортирования СС и А, ЭМ, комплектов ЗИП, эксплуатационных и расходных материалов из органов снабжения (со складов, баз) в ремонтно-восстановительные органы;

организация взаимодействия с вышестоящими органами системы восстановления, предприятиями промышленности, ремонтными органами потребителей региона;

принятие решения по организации восстановления неработоспособных СС и А, ЭМ;

доведение задач до подчиненных и контроль за выполнением задач по восстановлению СС и А, ЭМ, а также оказание помощи подчиненным;

ведение документации.

Представленная концептуальная модель достаточно полно отражает возможные варианты построения системы восстановления СС и А оперативного объединения учитывает взаимосвязи отдельных элементов, факторы, воздействующие на СС и А, процесс их восстановления, технологические процессы и может служить основой для:

постановки задачи на математическое моделирование процесса восстановления СС и А оперативного объединения и разработки математической модели;

выявления и определения перечня показателей системы, формирования системы показателей эффективности для оценки качества её функционирования, ограничений и допущений;

подготовки исходных данных, которые необходимы для проведения модельного эксперимента.

Список использованных источников

1. Абышко В.Ю., Баринов М.А., Захаров А.А., Чихачев А.В. Техническое обеспечение связи и автоматизации. Учебник. – СПб.: ВАС, 2010.
2. Акопов А.С. Имитационное моделирование. Учебник. – Москва.: ВШЭ, 2014.
3. Русаков А.М. Исследование и моделирование сложных систем. Учебное пособие. – Москва.: МГУПИИ, 2014.
4. Семенов С.С., Африкантов И.Н., Смолеха А.В. Постановка задачи на имитационное моделирование процесса восстановления техники связи силами экипажей в ходе боевых действий // Т-Comm: Телекоммуникации и транспорт. 2015. Т. 9. № 10. С. 28-32.
5. Семенов С.С., Педан А.В., Смолеха А.В. Применение технологии распознавания образов как инструмент решения задач технической разведки техники связи и автоматизированных систем управления // Системы управления, связи и безопасности . 2015. №1. С. 26-36.
6. Семенов С.С., Алисевич Е.А., Педан А.В., Смолеха А.В. Постановка задачи на разработку модели функционирования системы технического обеспечения связи и автоматизированных систем управления объедине-

- ния в период непосредственной угрозы агрессии // Системы управления, связи и безопасности . 2015. №4. С. 89-97.
7. Чихачев А.В., Семенов С.С., Заяц С.В. Развитие системы технического обеспечения связи и автоматизации // Военная мысль. 2014. № 11. С. 37-40.

Сирко Н.Н., Степанова Т.С., Чихачёв А.В.

Военная академия связи, г. Санкт-Петербург

Подготовка специалистов-ремонтников в ОВС НАТО

Страны - участницы блока НАТО активно наращивают мощь своих вооруженных сил. В сухопутные войска этих стран поступают новые, более сложные образцы вооружения и военной техники (ВВТ), освоение которых, как отмечается в иностранной печати, невозможно без применения современных методов и технических средств. В связи с этим, совершенствование функционирования системы материально-технического обеспечения в целом, как основы обеспечения боевой готовности войск, рассматривается как аспект национальной безопасности государства.

Основной источник восполнения потерь ВВТ в ходе боевых действий, по опыту войн и вооруженных конфликтов 21 века - восстановление ВВТ силами войсковых ремонтных органов с привлечением выездных ремонтных бригад от ремонтных органов старшего начальника, предприятий промышленности, которые действуют вблизи переднего края. Именно войсковыми ремонтными органами с привлечением штатных расчетов в боевых условиях будет решаться задача по восстановлению поврежденных образцов ВВТ. В настоящее время в Вооруженных Силах Российской Федерации (ВС РФ) организация технического обслуживания и ремонта ВВТ в силу ряда объективных и субъективных факторов находится в трудном положении. Не лучшим образом обстоит дело и с войсковыми ремонтными органами.

ВС РФ уступают объединенных вооруженных сил (ОВС) НАТО в уровне квалификации и количестве обслуживающего персонала. Качество подготовки наших специалистов находится на уровне 2-3 разряда, зарубежных - на уровне 5-6 разряда. Количество ремонтников на одну единицу вооружения в нашей армии составляет около 0,5; в армии США - 1,2; в Германии - 1,5, а стоимость ремонта выше, чем в армии США. Еще до перехода ВС РФ на новый облик, ремонтно-восстановительные органы общевойсковых соединений ОВС НАТО значительно превосходили российские по укомплектованности.

Большое количество инженерно-технических и ремонтных частей и подразделений, высокая квалификация персонала, наличие сложных средств обеспечения и ремонта позволили занять ремонтно-восстановительной службе в ОВС НАТО одно из ведущих мест среди основных служб тылового обеспечения. Об этом свидетельствует соотношение численности личного состава служб и родов войск. Так, в сухопутных войсках Великобритании мотопехота составляет около 30% общей численности, а ремонтно-восстановительная служба — 9,72 %. В настоящее время особое внимание уделяется повышению возможностей ремонтно-восстановительных частей и подразделений, а также сокращению сроков ремонта ВВТ.

Так, предусматривается восстанавливать около 50% вышедшей из строя техники в течение 24 часов, 25%-до 48 часов, 15%-до 72 часов, 10% - до 96 часов. Главная роль в восстановлении ВВТ отводится штатным ремонтным органам. Общий критерий оценки эффективности сил и средств технического обеспечения соединений сухопутных войск - поддержание не менее 70% ВВТ в исправном и готовом к боевому применению состоянии. Это подтверждается и опытом учений, проводимых за рубежом: ремонтными органами войскового и оперативного звеньев может быть восстановлено от 60% до 85% основных систем ВВТ.

По мнению военных специалистов США, созданная в мирное время структура органов технического обеспечения общевойсковых соединений, их материально-техническая оснащенность и квалификационный уровень подготовленности личного состава, позволяют в условиях ведения современных боевых действий успешно решать задачи по своевременному восстановлению ВВТ. Благодаря совершенствованию организационно-штатной структуры ремонтных органов, оснащению их высокопроизводительными средствами, а также резкому повышению качества подготовки специалистов-ремонтников станет возможным увеличить количество подлежащих ремонту ВВТ на 10-15%. Особое внимание в ОВС НАТО уделяется подготовке квалифицированных кадров.

К примеру, в Великобритании вузы и училища ежегодно выпускают до 1 200 специалистов инженерно-технических должностей для ремонтно-восстановительной службы. В Германии имеются три такие школы, в одной из которых осуществляется переподготовка специалистов всех видов вооруженных сил по техническому обслуживанию ВВТ. Обучение ведется по 114 программам. Личный состав всех подразделений службы технического обеспечения в войсках США подбирается из специалистов, имеющих квалификационные разряды по обслуживанию и ремонту средств подвижности и специальной части.

Например, техник по специальной части и техник по шасси получают первый разряд после окончания годичного курса в специальном учебном центре, оснащенном тренажерами. Этим техникам присваивается второй разряд только после двухлетней работы в войсках. Для получения третьего разряда, соответствующего должности техника, необходим стаж работы не менее семи лет. Четвертый (мастер-механик) и пятый (старший мастер-механик) разряды присваиваются после прохождения переподготовки в учебном центре.

Совершенствование процесса подготовки специалистов ведется за рубежом прежде всего в направлении интенсификации обучения. При этом для обучаемых устанавливается напряженный режим, связанный с большими нагрузками. Однако в иностранной печати отмечается, что проблему подготовки специалистов следует решать не только путем интенсификации процесса обучения при увеличении продолжительности рабочего дня, но и за

счет повышения эффективности процесса обучения. В последнем важное место отводится применению технических средств.

Технические средства обучения, используемые в ОВС НАТО для подготовки квалифицированных кадров, в зависимости от назначения подразделяются на информаторы, репетиторы, контролеры и тренажёры. Тренажёры, по мнению специалистов, предназначены для привития практических навыков работы с ВВТ, закрепления знаний и поддержания профессиональных навыков путем периодических тренировок. В ОВС НАТО имеются и разрабатываются тренажёры различных видов: одни предназначены для обучения отдельных специалистов (механиков-водителей, наводчиков, ремонтников и т.д.), а другие - экипажей в целом. В настоящее время создаются сложные комплексные динамические тренажёры с разветвленными программами обучения, которые обеспечивают наиболее полное приближение учебных занятий к реальной (боевой) обстановке. Однако это не исключает применения и простых тренажёров, в том числе статических макетов.

Для обучения механиков-водителей в ОВС НАТО широко используются простейшие тренажёры, представляющие собой, например, отделение управления боевой машины с органами управления и контрольно-измерительными приборами, а также сложные электронные тренажёры, создающие полный эффект присутствия.

Кроме обучения экипажа управлению ходовой и специальной частью образца ВВТ, такие тренажеры позволяют имитировать неисправности в приводе механизмов поворота или тормозов, отсутствие в баках топлива и т.п. Инструктор и обучаемый поддерживают между собой связь с помощью переговорного устройства. Во время выполнения упражнения регистрирующая аппаратура фиксирует все показатели, которые позволяют объективно оценить достигнутый уровень подготовки обучаемого.

В иностранной печати приводятся конкретные цифры, описывающие экономическую целесообразность применения таких тренажёров. Например, сообщается, что расходы за 1 час эксплуатации танка «Чифтен» составляют 50 фунтов стерлингов. В настоящее время на подготовку одного механика-водителя требуется в среднем 16 часов реального вождения танка, то есть 800 фунтов стерлингов. Английские специалисты утверждают, что наилучшие результаты в подготовке механика-водителя достигаются, если его обучать попеременно 8 часов на тренажёре и 8 часов на танке. При этом затраты составят всего 448 фунтов стерлингов.

В ФРГ для подготовки механика-водителя до 1972 года требовалось 12 часов вождения. В настоящее время обучение проводится комбинированным способом (7 часов на тренажёре и 4 часа на образце ВВТ), в результате чего затраты на подготовку механика-водителя уменьшились с 16 200 до 6 400 марок.

Иностранные специалисты находятся в постоянном поиске новых методов и средств обучения личного состава войсковых ремонтных органов. Основная цель создания ремонтных тренажёров – показать процессы, проис-

ходящие в изучаемом устройстве или системе при возникновении типичных неисправностей. На таких тренажёрах производится обучение диагностике неисправностей и их устранение. Узлы и системы, работающие в комплексе с изучаемым устройством, а также влияние внешних условий в ряде случаев имитируются с помощью специальных электронных приставок (эквивалентов).

В зарубежной печати отмечается большая эффективность тренажёров при изучении сложных систем, в которых имеются гидравлические, оптические, электронные и электротехнические устройства. Считается, что с их помощью можно в относительно короткий срок, отведенный для подготовки ремонтника, продемонстрировать обучаемым различные процессы работы узлов и механизмов, не давая предварительно специальных знаний.

Все ремонтные тренажёры, которые применяются в иностранных армиях, состоят из действующих узлов и приборов, демонстрирующих свойства и типичные неисправности изучаемого комплекса. Так как во многих электронных приборах функциональные изменения внешне незаметны, то обычно предусматривается возможность подключения испытательной аппаратуры. При замене элементов конструкции электронными приставками-имитаторами должны сохраняться обратные связи. Имитация внешних условий обязательно предусматривается в тех случаях, когда изучаемый узел подвергается их воздействию и нуждается в соответствующих регулировках. Для лучшего понимания работы изучаемого устройства считается целесообразным применять специальные демонстрационные приборы, например, осциллографы. Ремонтный тренажёр укомплектовывается стандартным и специальным инструментом в зависимости от сложности изучаемого вида ремонта. Для повышения интенсивности обучения на одном тренажёре устанавливается несколько взаимодействующих узлов или систем.

Иностранные специалисты считают, что при наличии хороших учебных планов и программ применение ремонтных тренажёров позволяет в короткое время подготовить специалистов требуемой квалификации. Поэтому одновременно с созданием новых образцов ВВТ следует разрабатывать и соответствующие технические средства, необходимые для подготовки квалифицированных специалистов-ремонтников.

Таким образом, командования сухопутных войск стран блока НАТО рассматривают работы по созданию и внедрению технических средств для обучения специалистов-ремонтников всех родов войск, как одно из важных мероприятий в подготовке частей и подразделений к обеспечению боевых действий в различных условиях и на любом театре военных действий.

Список используемых источников:

1. Сайт журнала «Зарубежное военное обозрение»: <http://www.zvo.su>.
2. «Технические средства подготовки...», СВ, 2014 г.
3. Давыдов А.Н., Демчук В.И. «Техническое обеспечение нового облика войск...» №2, 2010 г.

Сирко Н.Н., Чихачёв А.В.

Военная академия связи, г. Санкт-Петербург

Тыловое обеспечение войск стран НАТО

Руководство блока НАТО рассматривает свои мобильные силы как многонациональное формирование, которое предназначено, прежде всего, для решения военно-политических задач - демонстрации единства и готовности стран-участниц «защищать свои коллективные интересы» силой оружия. Вместе с тем, многонациональный состав мобильных сил позволяет командованию НАТО вовлечь страны блока в любой вооружённый конфликт независимо от места его возникновения и степени непосредственной угрозы тому или иному союзному государству.

Стремясь оказать противодействие процессу оздоровления международной обстановки и преследуя экспансионистские цели, милитаристские круги США расширяют и без того огромную сеть военных баз по всему миру. На этих базах сосредоточены крупные контингенты войск, в том числе авиация, которая считается одним из важнейших мобильных ударных компонентов.

Мобильные сухопутные войска НАТО включают в себя штаб и семь усиленных батальонов, выделенных США, Великобританией, ФРГ, Бельгией, Италией, Люксембургом и Канадой. Батальоны организованы и укомплектованы в соответствии с принятыми для мобильных сил штатами и состоят из трёх пехотных (парашютных, горнопехотных) рот, роты поддержки и артиллерийской батареи. Некоторым батальонам приданы инженерные подразделения, подразделения связи, армейской авиации и тылового обеспечения.

Для поддержания постоянной боеспособности своих войск в любой точке земного шара военное руководство США создало хорошо отлаженную систему тылового обеспечения.

В странах НАТО под термином «тыловое обеспечение войск (сил)» понимается комплекс мероприятий, направленных на удовлетворение материальных, транспортных, бытовых и других потребностей войск (сил) в целях поддержания их в необходимой степени готовности к выполнению поставленных задач. В соответствии с полевым уставом сухопутных войск США FM-100-5 «Ведение боевых действий», тыловое обеспечение является одним из основных видов деятельности, необходимых для создания, поддержания и восстановления боевой мощи сухопутных войск. Система тылового обеспечения сухопутных войск США имеет организационную и функциональную структуры. Организационная система тылового обеспечения делится на три эшелона: стратегический, оперативный и войсковой:

1. Стратегический тыл классифицируется как высший тыловой эшелон. Он может включать органы высшего руководства - управления и другие тыловые организации национальных министерств обороны, а также ремонтные и производственные предприятия центрального подчинения. Стратеги-

ческий тыл, как правило, разворачивается странами-участницами в глубине зоны ответственности НАТО или национальной территории.

2. Оперативный тыл рассматривается как промежуточный тыловой эшелон, который выполняет функции связующего звена между стратегическим и войсковым эшелоном тыла. В его состав входят управления (отделы) тыла штабов видов вооруженных сил и подчиненные им учреждения, соединения и части, отвечающие за все виды тылового обеспечения.

3. Войсковой тыл является низшим тыловым эшелоном, предназначенным для непосредственного обеспечения войск (сил). Он включает тыловые органы соединений, частей и подразделений, которые заняты непосредственным обеспечением личного состава и систем оружия всем необходимым для ведения боя.

Функционально система тылового обеспечения сухопутных войск стран НАТО включает следующие его виды: материальное, транспортное, техническое, медицинское и полевое обслуживание войск. На развитие системы тылового обеспечения оказывает влияние концепция «сетцентрических» боевых действий с учетом нового облика и вероятного характера будущей войны, где планируется широкое использование автоматизированных распределенных робототехнических беспилотных необитаемых разведывательно-ударных комплексов. Боевые действия планируется вести при условии их интеграции в единую аппаратно-программную взаимодействующую структуру, функционирующую на основе принципов систем искусственного интеллекта. Каждая боевая платформа будет способна дистанционно управлять множеством других малоразмерных (беспилотных, безэкипажных, необитаемых) систем, организуя их действия по единому замыслу, цели и задачам.

В настоящее время США реализуют инициативу «тыловое обеспечение будущего», активно внедряют систему автоматической идентификации всей номенклатуры предметов снабжения на основе штрих-кодов, активных и пассивных радиочастотных меток, а также систем спутниковой навигации. С целью улучшения показателей своевременности и качества регламентного обслуживания и ремонтно-восстановительных работ развиваются программы полного автоматизированного обеспечения жизненного цикла BBT и их тылового обеспечения CALS (Continuous Acquisition and Life-Cycle Support). Значительные усилия прилагаются по унификации технического обеспечения и функционально-технической совместимости узлов, агрегатов и механизмов. На этой основе создаются модульные ремонтно-восстановительные комплекты запчастей, инструмента и приспособлений (ЗИП).

Организационно-технологическая структура перспективной системы тылового обеспечения на тактическом уровне уже немыслима без подразделений автоматизации, ответственных за техническое обслуживание и ремонт компьютерных систем, устранение неполадок и корректировку программного обеспечения информационных систем BBT.

Техническое обеспечение должно способствовать повышению эффективности использования и эксплуатационной надежности BBT, их эвакуации

с поля боя в соответствующие ремонтные органы, быстрому восстановлению и возвращению ВВТ в строй. С началом боевых действий, к примеру, на Центрально-Европейском театре военных действий (ТВД), исходной базой обеспечения войск будут являться созданные на нем запасы материальных средств, а также заскладированное тяжелое ВВТ. Другие ТВД, на которых не созданы соответствующие базы для вооруженных сил той страны (коалиции), чьи войска могут быть развернуты здесь, и имея недостаточно развитую инфраструктуру, требуют заблаговременной подготовки.

Важную роль в техническом обеспечении войск (сил) блока играет агентство НАТО по снабжению запасными частями, техническому обслуживанию и ремонту. В мирное время оно подчинено Совету НАТО, в военное переходит в непосредственное подчинение стратегическому командованию объединенных вооруженных сил (ОВС) НАТО в Европе. В ведении агентства находится центр снабжения НАТО (Люксембург), предназначенный для технического обеспечения войск (сил) регионального командования ОВС НАТО «Север», а также южная база тылового обеспечения (Таранто, Италия), обслуживающая войска (силы) регионального командования ОВС НАТО «Юг».

Техническое обеспечение войск (сил) НАТО осуществляется с учетом ряда принципов, основными из которых являются: национальная ответственность за техническое обеспечение войск (сил), передаваемых в оперативное подчинение командований ОВС блока; централизация технического обеспечения (использование единых органов ремонта ВВТ и их совместное производство); создание непосредственно в войсках технической базы для ремонта и восстановления техники.

Эффективность технического обеспечения, представляющего собой важную составную часть системы тылового обеспечения, в ходе боя и операции в армиях большинства государств блока НАТО характеризуется процентом полностью исправных ВВТ и материальной части на поле боя. Поэтому оно направлено прежде всего на восстановление максимально возможного количества ВВТ в кратчайшие сроки.

В сухопутных войсках стран НАТО проводится три вида ремонта: войсковой, полевой и базовый (капитальный), которые в зависимости от сложности и привлекаемых сил подразделяются на пять эшелонов.

Войсковой ремонт (ремонт первого и второго эшелонов), осуществляемый в подразделениях и частях (от взвода до бригады), заключается в проведении текущего ремонта материальной части. Он выполняется силами экипажа боевых машин, водителями транспортных средств, расчетами систем оружия и специально подготовленными подразделениями. Ремонт первого эшелона возложен на эксплуатирующий личный состав, а второго - на специальные ремонтные группы (команды), созданные в районах расположения подразделений. Временные нормативы для первого эшелона не предусмотрены, а для второго составляют 2 - 6 человеко-часов на единицу техники.

Полевой ремонт (третий и четвертый эшелоны), предусматривающий замену или ремонт вышедших из строя узлов и агрегатов, дополняет войско-

вой. Ремонт третьего эшелона осуществляют подготовленные специалисты в тыловых районах бригад и дивизий. На него затрачивается, как правило, до 72 часов. В соответствии с установленными нормативами в этом случае требуется от 24 до 50 человеко-часов. Ремонт четвертого эшелона проводится штатными ремонтными частями и подразделениями тыла армейского корпуса в полустационарных мастерских, оснащенных сложным ремонтно-восстановительным оборудованием, которые развертываются в тыловых районах дивизий и армейских корпусов. Продолжительность работ - до 96 часов.

Базовый ремонт (пятый эшелон) выполняется в специализированных стационарных мастерских, на ремонтных заводах и предприятиях с целью восстановления или замены основных узлов и агрегатов, а также продления эксплуатационного ресурса на 70 %.

Возможности повторного использования ВВТ после ее восстановления влияют на динамику безвозвратных потерь сторон. Опыт вооруженных конфликтов последних лет показал, что к примеру танк, свыше 4 раз участвовавший в бою, подвергался восстановлению и возвращению в строй прежде, чем он причислялся к категории безвозвратных потерь. Следовательно, войска, обладающие большими, чем противник, возможностями по восстановлению поврежденного вооружения и возвращению его в строй, будут иметь большее преимущество в создании и концентрации боевой мощи (поддержании и восстановлении боевого потенциала). Для группировки войск, не имеющей численного превосходства над противником, возможность получать ВВТ, которые прошли ремонт, будет еще более важна. Четко спланированная работа ремонтных органов может сыграть решающее значение в достижении успеха не только на тактическом, но и на оперативном уровне.

С целью сбора поврежденной техники развертываются сборные пункты поврежденных машин (СППМ). Бригадные СППМ обычно находятся на удалении 10 - 15 км от линии боевого соприкосновения сторон, дивизионные - 30 - 60 км. Сбор и вывод техники с поля боя осуществляют эксплуатирующие ее части и подразделения. Ремонт ВВТ проводится по всей глубине оперативного построения войск. При этом средства войскового и полевого ремонта сосредоточены главным образом в двух звеньях: батальонном (ремонтный взвод) и дивизионном (роты ремонта батальона тылового обеспечения дивизии и передовые ремонтные роты батальонов тылового обеспечения бригад).

Из состава ремонтных подразделений дивизий может быть выделено до 70 специализированных бригад (команд), способных за 2 - 3 суток восстановить до 75 % ВВТ, поврежденных за сутки боя и требующих войскового ремонта. Всего же, для выполнения задач по ремонту и восстановлению могут развертываться бригады (команды): в пехотной дивизии США - до 163, в механизированной - до 223, в бронетанковой - до 230. В дивизиях ФРГ таких бригад значительно меньше (в каждой до трех), но по своему составу и возможностям они превосходят американские.

Ремонтные роты дивизий в районе развертывания обычно выполняют ремонт третьего эшелона. Оснащенность ремонтных подразделений коман-

дования тыла (например, механизированной дивизии США) позволяет ежедневно проводить работы общим объемом свыше 500 человеко-часов.

Ремонтные батальоны корпуса занимаются ремонтом третьего и четвертого эшелонов, а более трудоемкий и сложный базовый проводится ремонтными органами в зоне коммуникаций.

Наличие в составе группировки войск ремонтно-восстановительных средств обеспечивает более высокий уровень оснащенности войск вооружением и военной техникой. Максимальное привлечение ремонтных органов позволяет довести относительную долю боевых средств, которые после повреждения могут быть восстановлены и использованы многократно, до 0,65 - 0,75, что свидетельствует об эффективности проводимых работ.

Информатизация и роботизация вооруженной борьбы выдвигают на первый план ряд вопросов: технического снабжения и перевозок; технического обслуживания и ремонта; восстановления боеспособности ВВТ наряду с сохранением, и, возможно, определенным снижением актуальности медицинского и других видов обеспечения. В результате в скором времени будет завершено создание экспедиционной и «сетцентрической» системы тылового обеспечения XXI века, однако принятая уже на данный момент в сухопутных войсках большинства стран НАТО система ремонта и эвакуации ВВТ позволяет успешно решать следующие задачи: проводить ремонт значительной части (50 - 60 %) ВВТ при выходе их из строя на местах или СППМ, что позволяет сократить время их эвакуации; осуществлять эшелонирование ремонтных сил и средств по фронту и в глубину; усиливать нижестоящие звенья системы за счет сил и средств вышестоящего органа; равномерно распределять объем работ между звеньями системы.

В целом, по оценке зарубежных экспертов, существующая в армиях стран НАТО система тылового обеспечения сухопутных войск способна обеспечить своевременное и полное снабжение соединений и частей всем необходимым для ведения боевых действий в условиях современной войны.

Но, тем не менее, военно-политическое руководство США продолжает совершенствование системы тылового обеспечения национальных вооруженных сил, что, несомненно, скажется на повышении эффективности их боевого применения.

Литература:

1. Сайт журнала «Зарубежное военное обозрение», 5.04.14г.: <http://www.zvo.su>
2. Журнал «Зарубежное военное обозрение» №3, 2012 г.
3. Журнал «Зарубежное военное обозрение» №10, 2002 г.
4. «Военные события и проблемы в зеркале НВО», «Независимое военное обозрение». - М.: Воениздат, 2001.-№ 35.
5. Белицкий А.В.«Объединенные ВС НАТО в Европе», ННГУ, Нижний Новгород, 1999 г.

Владимиров Д.Р., Сухарь Г.А., Фоминич Э.Н.

**Военный институт (инженерно-технический) ВА МТО,
г. Санкт-Петербург**

Анализ угроз и методы защиты технических средств от сверхширокополосных импульсов

В условиях современной войны исключительное значение имеет задача надежного и эффективного управления страной и вооруженными силами. Основу такого управления составляют командные пункты различного уровня, оснащенные средствами управления, оповещения, сбора и обработки информации, а также различными средствами связи.

В настоящее время наблюдается стремительное развитие радиоэлектронных и микропроцессорных систем. Параллельно с развитием идет повсеместное внедрение микропроцессорных средств и цифровых элементов, как наиболее современных элементов контроля и управления. Результатом этого становится появление новых типов устройств, использующих цифровые технологии. Достижимое быстродействие подобных систем осуществляется за счет их миниатюризации, уменьшения уровня полезного сигнала, уменьшения времени переключения до единиц и долей наносекунд и существенным повышением тактовых частот.

В последние годы вследствие качественного развития средств электроники особую опасность стал представлять новый вид террористической угрозы - электромагнитный терроризм. Действие электромагнитного терроризма заключается в нарушении работы микропроцессорных средств. Электромагнитный терроризм на практике реализуется с помощью преднамеренных силовых электромагнитных воздействий (ПД ЭМВ). Особенности таких воздействий являются относительно невысокая энергетика воздействий на фоне пикосекундных длительностей импульсов, которые позволяют говорить о сверхширокополосности воздействующих импульсов, т.е. способности оказывать воздействие на большой перечень оборудования и аппаратуры.

Соображения обеспечения надежной и бесперебойной работы технических средств (ТС), в том числе используемых в ВС РФ, требуют того, чтобы применяемые ТС имели защиту от электромагнитного терроризма.

В настоящее время в нормативно-технической документации РФ, отсутствуют документы, определяющие параметры защитных устройств и обязательность их применения, в части вопросов противодействия электромагнитному терроризму. Однако, в 2007 году группой научных коллективов был выпущен и введен в действие стандарт ГОСТ Р 52863-2007 «Защита информации. Автоматизированные системы в защищенном исполнении. Испытания на устойчивость к преднамеренным силовым электромагнитным воздействиям. Общие требования», который рассматривает объекты и технические

средства, содержащие микропроцессорные устройства, как объекты подверженные преднамеренному силовому электромагнитному воздействию.

Преднамеренное электромагнитное воздействие на ТС может осуществляться через порты питания, ввода/вывода информации, через корпус и через заземление ТС. Настоящая статья посвящена воздействию через корпус посредством сверхширокополосных электромагнитных импульсов (СШП ЭМИ).

Анализ современного состояния проблемы и поражающего действия СШП ЭМИ [1, 2, 3, 4] показал, что уровни наводимых напряжений и токов при СШП ЭМИ в электрических цепях ТС, в том числе и цепях передачи данных, могут представлять опасность как для самих микропроцессорных блоков, так и для всего технического средства.

Отличительной особенностью поражающего действия СШП ЭМИ являются:

- дистанционность воздействия - позволяет совершать воздействие на некотором удалении от объекта, в том числе из-за пределов зоны его защиты от традиционных средств;

- "прозрачность" для СШП ЭМИ стандартных материалов строительных конструкций (железобетон, кирпич), являющихся границами охраняемых зон и помещений;

- компактность исполнения, отсутствие явных демаскирующих признаков средств СШП ЭМИ;

- возможность дистанционного управления (в том числе из-за пределов объекта) - позволяет распределять между разными исполнителями функции доставки средства воздействия и его проведение, выбирать наиболее критический с точки зрения последствий момент для совершения воздействия;

- отсутствие признаков совершения воздействия с помощью ПД ЭМВ, позволяющих оперативно определить причину возникновения нештатной ситуации и принять адекватные меры по недопущению (уменьшению) неконтролируемых и нежелательных последствий.

Временные параметры воздействующих импульсов СШП ЭМИ лежат в субнаносекундном диапазоне, который является "нечувствительной" зоной для современных полупроводниковых средств защиты.

Основным способом обеспечения защиты ТС от СШП ЭМИ является экранирование. Для обеспечения комплексной защиты технических средств от такого рода поражающего фактора необходимо использовать в различной степени весь арсенал возможных средств защиты.

Предлагаемые мероприятия по обеспечению защиты апробированы в научных исследованиях ВИ (ИТ) ВА МТО, а также основными положениями, приведенными в работах [5, 6, 7].

Мероприятия, связанные с экранированием могут быть:

- общего характера, выполняемые в интересах группы технических средств, посредством экранирования помещения или объема, в котором эти технические средства установлены;

- системного или частного характера, направленные на экранирование конкретного технического средства или его элементов.

Постоянное и низкочастотное электрическое поле экранируется благодаря электрической индукции. Даже тонкая оболочка обеспечивает отсутствие поля внутри.

Постоянное или низкочастотное магнитное поле чрезвычайно трудно экранировать по сравнению с электрическим полем. Единственным способом экранирования является использование ферромагнитных материалов с $\mu_r \gg 1$. Для экранирования рекомендуется применять: железо, никель, кобальт, гадолиний, тербий и их окислы. Окислы и сплавы этих элементов также обладают ферромагнитными свойствами. Эффективность экранирования растет с увеличением μ_r и относительной толщины стенок экрана d/D .

Сетка из проводников при условии хорошего электрического контакта в точках пересечений также может выполнять роль экрана до определенных частот рис.1.

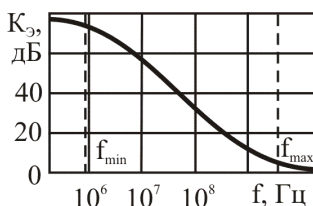


Рис. 1 - Коэффициент экранирования плоской электромагнитной волны, падающей на медную сетку из проволоки 0,1 мм с размерами ячейки 1 см.

Для улучшения защитных свойств корпусов из диэлектрических материалов без существенного изменения массы рекомендуется применять проводящее покрытие корпусов напылением металлов или оклеиванием проводящей фольгой. Высокую эффективность экранирования можно получить применением многослойных комбинированных экранов, которые выполняют из последовательно чередующихся немагнитных и ферромагнитных слоев.

Так как ТС размещается в большинстве случаев по прочностным и другим требованиям в толстостенных металлических шкафах, поэтому следует учитывать возможность проникновения поля через швы и отверстия в экране.

Наличие в стенках корпусов ТС отверстий, щелей, стыков, крышек значительно снижает коэффициент экранирования. Максимальное проникновение магнитного поля наблюдается в случае, когда вектор напряженности направлен по касательной к плоскости отверстия, а электрического поля – при его перпендикулярном направлении.

Эффективность экранирования реального корпуса зависит от конструкции, качества соединения частей, расположения узлов внутри корпуса. В конечном итоге наиболее достоверные данные об эффективности экранирования могут быть получены только экспериментально.

Неразъемные соединения корпуса желательно выполнять сварными по всей длине контакта частей. Разборные соединения должны также иметь хороший контакт по всему периметру соединения.

Для обеспечения электрического контакта должны использоваться уплотняющие электромагнитные проводящие прокладки: из проволоки, ориентировано погруженной в диэлектрик, плетеные, из проводящей пластмассы и в виде подпружиненных гребенок из бериллиевой бронзы. Отверстия для индикаторов и регулировок целесообразно дополнительно экранировать, применяя дополнительные экранирующие элементы. Рекомендуется применять окна с проводящим слоем или тонкой проволоочной сеткой. Стекла с проводящим покрытием должны иметь хороший контакт с остальными частями корпуса. Разъемы должны иметь хороший электрический контакт с корпусом ТС. Неиспользуемые разъемы и вводы должны закрываться металлическими крышками.

Кроме того, существуют современные покрытия, которые обеспечивают высокий уровень экранирования (80 Дб) и обладают рядом преимуществ перед стандартными способами экранирования листами стали, меди, алюминия и т.п.

Таким образом, по материалам статьи и на основании проведенных исследований, можно сделать следующие выводы:

1. СШП ЭМИ представляет серьезную угрозу для современных ТС. Без разработки и применения специальных методов и средств защиты, учитывающих особенности поражающего действия СШП ЭМИ, работа ТС может быть нарушена.

2. При разработке мероприятий по повышению устойчивости и комплексной защите ТС от СШП ЭМИ следует использовать весь арсенал доступных средств защиты с использованием широкой базы результатов исследований различного оборудования, а также последние достижения в области обеспечения устойчивости к электромагнитному воздействию.

3. Выполнение мероприятий и рекомендаций, приведенных в данной работе и мероприятий, не отраженных в ней, позволит повысить устойчивость ТС к СШП ЭМИ.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Электромагнитный терроризм на рубеже тысячелетий/ Под ред. Т.Р. Газизова – Томск: Изд-во Томск. ун-та, 2002 – 206 с.
2. Воршевский А.А., Гальперин В.Е. Электромагнитная совместимость судовых технических средств, СПбГМТУ. – СПб, 2006 – 317 с.

3. Петровский В.В., Петровский В.И. Помехи в технологии обеспечения информационной безопасности. – Казань: Изд-во Казан. гос. техн. ун-та, 2004. 282 с.

4. Балюк Н.В., Кечиев Л.Н., Степанов П.В., Мощный электромагнитный импульс: воздействие на электронные средства и методы защиты. – Москва, ИД Технологии, 2007 г. – 478 с.

5. Отчеты по НИОКР «Динамит» МНИРТИ, 2007 г.

6. Сухоруков С.А., Горячевский В.В. Исследование функционирования СВТИ при испытаниях на устойчивость к намеренному силовому воздействию методами электромагнитного терроризма. Технологии ЭМС. – 2009. - №3, с. 7-17

7. Кечиев Л.Н., Акбашев Б.Б., Ольшевский А.Н., Степанов П.В. Элементы топологической теории экранирования. Сборник научных трудов МИЭМ под ред. Кечиева Л.Н., 2007, с.125-131.

Вязников А.В., Панасюк В.Н., Сухарь Г.А.

Военный институт (инженерно-технический) ВА МТО,
г. Санкт-Петербург

Высшие гармоники в системах электроснабжения специальных объектов МО РФ и средства их компенсации

В настоящее время в системах электроснабжения, в том числе в системах автономного электроснабжения, где мощность источников энергии соизмерима с потребляемой мощностью, все более актуальной становится проблема обеспечения требуемого уровня качества электроэнергии. Это связано с ростом числа электроприемников, построенных на базе силовой преобразовательной техники – частотно-регулируемый электропривод различных механизмов, источники бесперебойного питания, преобразователи рода тока.

В настоящее время указанные устройства, как правило, строятся по двухзвенной схеме, где входное синусоидальное напряжение выпрямляется неуправляемым выпрямителем, а затем инвертором преобразуется в переменное напряжение требуемой частоты и амплитуды.

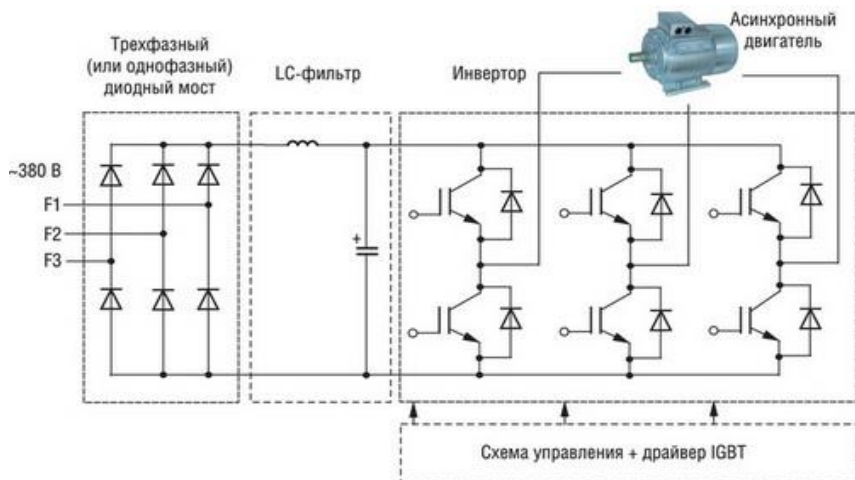


Рис. 1 - Схема ЧРП с двухзвенным преобразователем частоты

Полупроводниковый выпрямитель при подведении к его клеммам синусоидального напряжения потребляет из сети несинусоидальный ток. Несинусоидальный ток, протекая по элементам сети, вызывает падение напряжения в сопротивлениях этих элементов, которые, накладываясь на основную синусоиду напряжения, приводят к искажению формы кривой напряжения.[2]

В соответствии с известными в математике методами (разложение функции в ряд Фурье) несинусоидальный ток может быть представлен как сумма синусоидальных токов, каждый из которых имеет свою частоту, кратную основной. Эти составляющие называются высшими гармониками (ВГ).

Тогда потребляемый ток будет описываться уравнением:

$$i(t) = \sum_{n=1}^{\infty} I_{mn} \cdot \sin(n\omega t + \psi_n) \quad (1)$$

где $I_{mn} \cdot \sin(n\omega t + \psi_n)$ – гармоники или гармонические составляющие n -го порядка с амплитудой I_{mn} и начальной фазой ψ_n .

Гармоника с номером $n=1$, частота которой соответствует частоте сети, называется первой или основной, остальные – высшими гармониками.

Функция напряжения питающей сети в этом случае будет иметь вид:

$$u(t) = \sum_{n=1}^{\infty} U_{mn} \cdot \sin(n\omega t + \psi_n) \quad (2)$$

Гармонический состав потребляемого из сети тока зависит от пульсности схемы выпрямления. Ряд присутствующих гармоник подчиняется зависимости

$$n = km \pm 1,$$

где n – номер гармоники в кривой тока, m – пульсность схемы, k – ряд натуральных чисел.

Для количественной оценки искажения кривой напряжения используются следующие коэффициенты:

коэффициент гармонической составляющей напряжения до 40-го порядка $K_{U(n)}$ в процентах напряжения основной гармонической составляющей U_1

$$K_{U(n)} = 100 \cdot \frac{U_{(n)}}{U_1}, \% \quad (3)$$

суммарный коэффициент гармонических составляющих напряжения (отношение среднеквадратического значения суммы всех гармонических составляющих до 40-го порядка к среднеквадратическому значению основной составляющей) K_U :

$$K_U = 100 \cdot \frac{\sqrt{\sum_{n=2}^N U_{(n)}^2}}{U_1}, \% \quad (4)$$

где $U_{(n)}$ – среднеквадратическое значение n -й гармонической составляющей напряжения, В, кВ;

n – порядок гармонической составляющей напряжения;

N – порядок последней из учитываемых гармонических составляющих напряжения.

Наличие высших гармоник напряжения и тока приводит к ряду нежелательных последствий: появляются дополнительные потери в электрических машинах, трансформаторах и сетях, затрудняется компенсация реактивной мощности с помощью батарей конденсаторов, сокращается срок службы изоляции электрических машин и аппаратов, ухудшается работа устройств автоматики, телемеханики и связи [2].

Коэффициенты гармонических составляющих напряжения являются показателями качества электроэнергии, предельные значения которых устанавливаются нормативными документами. Коэффициенты гармонических составляющих, определяются в соответствии с ГОСТ 32144-2013, согласно которому значения суммарных коэффициентов гармонических составляющих напряжения K_U в сетях 0,38 кВ не должны превышать 8 % в течение 95 % времени интервала в одну неделю и 12 % в течение 100 % времени интервала в одну неделю.

Существующие средства оценки влияния нелинейной нагрузки на качество электроэнергии в питающей сети позволяют рассчитывать коэффициенты гармонических составляющих, имея данные о типе и мощности нелинейной нагрузки и мощности источника питания. Так, при питании от источника ограниченной мощности и суммарной нелинейной нагрузке, состоящей из 6-пульсных выпрямителей без каких-либо средств компенсации высших гармоник тока, 50 % от мощности трансформатора, K_U будет составлять порядка 15 %, что почти вдвое превышает норму. Приведенные данные показывают необходимость компенсировать высшие гармоники в сетях с нелинейной нагрузкой.

Случаи применения специальных средств компенсации нелинейных искажений известны лишь на крупных предприятиях с нелинейной нагрузкой (металлургические комбинаты, целлюлозно-бумажные комбинаты), где для снижения уровня высших гармоник по результатам расчетов или натурных замеров устанавливались пассивные фильтры, представляющие собой последовательно соединенные реакторы и батареи конденсаторов. Сопротивление фильтра токам высших гармоник определяется зависимостью:

$$X_{\phi(n)} = n \cdot X_L - \frac{X_C}{n} \quad (5)$$

где X_L , X_C – сопротивления соответственно реактора и батареи конденсаторов току промышленной частоты. С увеличением частоты индуктивное сопротивление реактора увеличивается, а батареи конденсаторов – уменьшается пропорционально номеру гармоники. На частоте одной из гармоник индуктивное сопротивление реактора становится равным емкостному сопротивлению батареи конденсаторов, и в цепи фильтра возникает резонанс напряжений. При этом сопротивление звена току резонансной частоты равно нулю и оно шунтирует электрическую систему на этой частоте. В общем случае на каждую гармонику необходим отдельный фильтр.

Сопротивление фильтра на основной частоте носит емкостной характер, и кроме снижения уровня высших гармоник обеспечивают генерацию реактивной мощности, поэтому их еще называют фильтрокомпенсирующими устройствами (ФКУ). Возможные варианты ФКУ показаны на рис. 2.

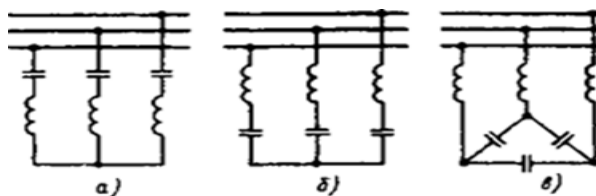


Рис. 2 - Упрощенные схемы ФКУ

Применение ФКУ позволило выявить их некоторые существенные недостатки. Во-первых, значительная установленная мощность и необходимость использования ФКУ нескольких гармоник, что снижает надежность устройств и увеличивает значение токов короткого замыкания в СЭС, а также увеличивает габариты всей установки. Во-вторых, высокая чувствительность к точности настройки. В-третьих, резонансные фильтры настраиваются на определенную частоту кратную основной частоте сети, которая в различных режимах работы может изменяться.

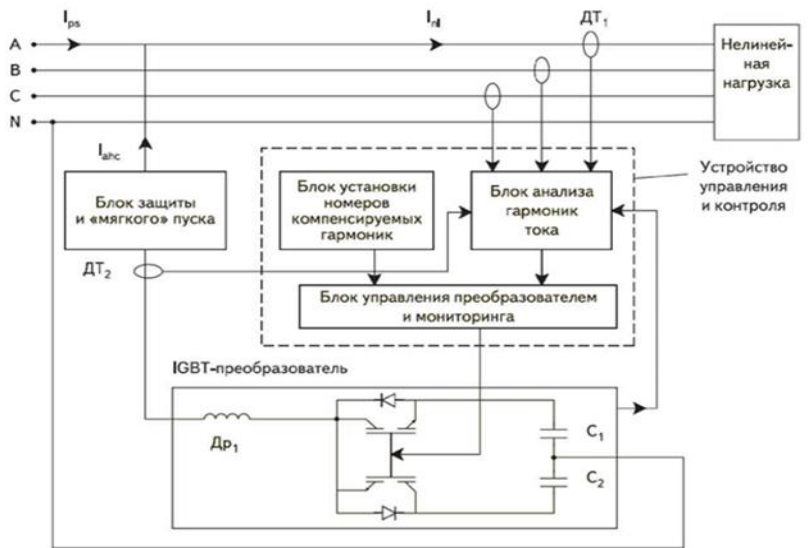


Рис. 3 - Структурная схема АФ

В связи с этим последние годы велись интенсивные поиски решений, позволяющих избежать указанных недостатков. Наиболее перспективным направ-

лением в этом вопросе представляется применение так называемых активных фильтров гармоник [2].

Активный фильтр (АФ) является источником тока, состоящего из реактивного тока первой гармоники нагрузки и суммарного тока ВГ. В силовой части АФ используется инвертор напряжения, на стороне постоянного тока которого включен конденсатор, выполняющий функцию накопителя энергии.

Устройство управления измеряет сигналы напряжения и тока в точке компенсации (точке подключения АФ к сети), вычисляет ток искажения, вносимый нелинейной нагрузкой, определяет суммарный ток компенсации фильтра с учетом заданных пользователем требований и формирует управляющие импульсы для силовых ключей инвертора. В рассматриваемой схеме имеет место двухсторонний обмен активной мощностью между фильтром и сетью таким образом, что среднее значение в установившемся режиме равно нулю.

По сравнению с пассивными АФ имеют следующие преимущества: высокие динамические характеристики (время реагирования менее 50 мс), возможность фильтрации до 20 гармоник, четырехпроводный вариант схемы подключения позволяет исключить третью и другие кратные ей гармоники тока нейтрали, возможность выбора эксплуатационного режима работы (для компенсации высших гармоник или для компенсации ВГ и реактивной мощности), малые размеры; низкие потери мощности (меньше 3 % номинальной мощности нагрузки), отсутствие помех, влияющих на работу систем управления, большая гибкость в перестройке режимов, невозможность перегрузки.

Можно сделать вывод, что доля потребителей, ухудшающих качество электроэнергии в системах электроснабжения, увеличивается. Одновременно растет число электроприемников, предъявляющих повышенные требования к качеству электроэнергии (вычислительная техника, средства автоматизации и др., выполненные на базе микропроцессоров). Все это указывает на необходимость применения специальных средств обеспечения качества электроэнергии, которые должны отвечать современным требованиям: быть компактными, высокодинамичными (практически мгновенно реагировать на любые изменения в нагрузке), экономичными, иметь возможность выбора эксплуатационного режима.

Список литературы:

1. Михайлов А. К. Специальные вопросы объектов Министерства обороны.// ЛВВИСУ, 1987 г.
2. И. В. Жежеленко. Высшие гармоники в системах электроснабжения промпредприятий 4-е издание переработанное и дополненное.// Энергоатомиздат, М. 2000 г.
3. ГОСТ Р 32144-13. Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения.

Жерновой Д.А., Сухарь Г.А., Тишков А.А.

**Военный институт (инженерно-технический) ВА МТО,
г. Санкт-Петербург**

Автоматизация контроля состояния и поиска повреждений изоляции в распределительной сети систем электроснабжения с изолированной нейтралью

Обследование сетей электроснабжения специальных объектов (СО) выявило ситуацию, при которой старение оборудования и технических систем, приводит к росту количества отказов и аварий. При этом старение кабельных сетей приводит не только к их выходу из строя, но и повышению опасности получения электрических травм обслуживающим персоналом, а также возникновением пожаров в сооружении при замыканиях в сети. Эти обстоятельства требуют принятия технических мер, которые должны обеспечить объективный контроль и диагностирование состояния изоляции систем электроснабжения (СЭС), а также оперативное определение мест повреждений, исключающих условия возникновения пожаров и улучшающих условия электробезопасности при эксплуатации оборудования.

Следует отметить, что режим функционирования СО диктует необходимость постоянного контроля состояния изоляции, в том числе использование методов контроля под напряжением, исключение использования методов разрушающего контроля и широким внедрением компьютерной техники. В связи с этим ряд известных методов оценки технического состояния, поиска неисправностей, оценки остаточного ресурса кабельных сетей неприемлем.

В настоящее время СЭС с изолированной нейтралью оснащаются релейной защитой, действующими на сигнал при возникновении однофазного замыкания на землю (ОЗЗ). Их использование существенно сокращает время работы сети в аварийном режиме. Однако учитывая несовершенство способов отыскания места ОЗЗ, такой режим может существовать достаточно долго, что увеличивает вероятность перехода его в многофазное замыкание [1].

Правила эксплуатации электроустановок потребителей допускают работу систем с однофазным замыканием на землю, требуя устранить это замыкание в кратчайший срок. В практике эксплуатации электроустановок поиск места снижения сопротивления изоляции обычно начинается с определения соответствующего фидера главного распределительного щита методом поочерёдного их отключения. При этом может потребоваться изменение конфигурации сети или перевода питания потребителей от другого источника. После определения отходящей линии с ОЗЗ и снятия рабочего напряжения место повреждения находится в процессе последовательных отключений отдельных участков, и затем приступают к поиску непосредственно места замыкания. Наиболее трудоёмкими и ответственными являются этапы поиска

повреждённого фидера и участка линии с повреждением. Количество и длительность операций по переключению в СЭС при поиске повреждённого участка зависит от степени разветвлённости сети, требований по надёжности электроснабжения потребителей, уровню напряжения распределительной сети, соответственно с ростом сложности СЭС будет усложняться и алгоритм действий. При этом время, затраченное на переключения, может занимать до нескольких часов, что требует от персонала концентрации и предельного внимания. Таким образом можно утверждать о необходимости создания системы эффективного контроля состояния изоляции разветвленной системы электроснабжения специальных объектов, обеспечивающей улучшение условий эксплуатации, а также отыскания мест повреждения изоляции и, как следствие, повышение ее электро- и пожаробезопасности. Данная система должна состоять из комплекса технических средств, взаимно связанных и дополняющих друг друга и обеспечить постоянный текущий контроль состояния изоляции в СЭС, позволяющий следить за фактическим состоянием изоляции.

Учитывая особенности структуры и режимы функционирования СЭС, система контроля состояния изоляции должна обеспечивать [2]:

- автоматический контроль общего сопротивления изоляции гальванически связанных сетей переменного, постоянного и двойного рода тока;

- пофидерный контроль несимметричного снижения сопротивления изоляции в электроустановках переменного тока с изолированной нейтралью напряжением до и свыше 1000В;

- поиск мест с поврежденной изоляцией (однофазных замыканий на землю).

Автоматизация этапов поиска повреждённого фидера и участка линии с повреждением может исключить вероятность ошибочных действий персонала, существенно сократить время поиска места ОЗЗ и как следствие пребывание СЭС в аварийном режиме. Моделирование показали, что существует принципиальная возможность автоматизации этапа поиска повреждённой линии.

Выполнение этих функций возможно за счёт сведения всех данных, непрерывно поступающих от устройств системы контроля состояния изоляции непосредственно к диспетчеру. Это позволит осуществлять постоянный контроль за состоянием изоляции СЭС СФС, отслеживать динамику изменения сопротивления изоляции, производить диагностику состояния изоляции и что самое главное осуществлять планирование необходимых переключений в сети и ремонтных работ заблаговременно, не допуская аварийных режимов. Для реализации таких функций требуется разработка автоматизированной системы поиска, сбора, накопления, хранения, передачи, обработки информации о состоянии изоляции сети [3].

В её состав должны быть включены принципиально новые устройства контроля изоляции, первичные датчики которых должны обладать необходимой чувствительностью, состав приборов должен определяться структурой

системы электроснабжения. Реализация такой автоматизированной системы, когда диспетчер выступает неотъемлемым звеном, позволит всю работу по постоянному контролю за состоянием изоляции, анализу сигналов получаемых и обрабатываемых устройствами контроля, накоплению непрерывных статистических данных, выявлению участков сети с низким значением сопротивления изоляции и составлению отчета или возможно рекомендаций, возложить на электронно-вычислительную машину.

Принципиально новым устройством предлагаемым для построения системы контроля состояния изоляции является устройство пофидерного контроля состояния изоляции (ПКСИ). Оно обеспечивает оперативное обнаружение фидера, отходящего от РЩ, имеющего несимметричное снижение сопротивления изоляции ниже заданного порога. Система предназначена для преимущественного использования в качестве первого уровня в составе автоматизированных информационно-измерительных систем и может быть использована для мониторинга состояния изоляции присоединений в электрических распределительных сетях систем электроснабжения до 1000 В с изолированной нейтралью.

Система ПКСИ работает по принципу измерения переменного тока нулевой последовательности в трехфазных цепях (кабелях) путем преобразования магнитного поля, создаваемого трехфазными токами в контролируемой цепи в токовые аналоговые сигналы постоянного тока.

ПКСИ как и любые современные информационно-измерительные системы (ИИС) имеют в своём составе сигнальные процессоры со встроенными аналого-цифровыми преобразователями, которые не требуют мощных сигналов для получения приемлемого отношения сигнал-шум. Поэтому в составе разрабатываемой системы контроля состояния изоляции применяются измерительные датчики, рассчитанные для работы с автоматизированной ИИС. Для полного использования современных достижений электроники и реализации важных функций диагностики под напряжением использованы в первую очередь новые решения в области первичных датчиков, сигнал от которых обрабатывается преобразователем и передаётся для обработки в информационно-измерительную систему. По своей сути он является активным датчиком магнитного поля, реализованным на современной элементной базе с применением гибкого магнитопровода на основе полимерной композиции с микрокристаллическим ферромагнитным материалом. Благодаря такому исполнению магнитопровод имеет распределенный по всей его длине магнитный зазор, и его передаточная характеристика является линейной.

Конструкция датчика-преобразователя позволяет его монтировать как стационарно в распределительных щитах, в одном блоке несколько датчиков, так и непосредственно на кабеле монтажной лентой или скобами, что делает возможной установку этой системы уже на действующих объектах.

Система ПКСИ работает по принципу измерения переменного тока нулевой последовательности, путем преобразования магнитного поля, создаваемого трехфазными токами в контролируемой цепи в аналоговые сигналы,

которые преобразуются в цифровые данные. Датчик-преобразователь тока содержит два сигнальных канала. Первый канал является измерительным и включает катушку индуктивности, второй канал включает емкостной трансформатор напряжения. Это обеспечивает измерение двух параметров: дифференциального тока присоединения и сдвига фаз между этим током и напряжением нулевой последовательности. В кабеле с повреждённой изоляцией ток нулевой последовательности отстаёт от напряжения, а соответственно в неповреждённых линиях опережает. Таким образом, датчик-преобразователь осуществляет следующие функции:

- измерение амплитуды тока нулевой последовательности;
- измерение сдвига фазы между напряжением и током нулевой последовательности, что является признаком нарушения изоляции.

Информация о параметрах исследуемых сигналов (сила тока, фазовый сдвиг) по всем контролируемым фидерам распределительного устройства поступает в блок обработки, который вычисляет фидер с самой слабой изоляцией. Структурная схема системы ПКСИ представлена на рис. 1.

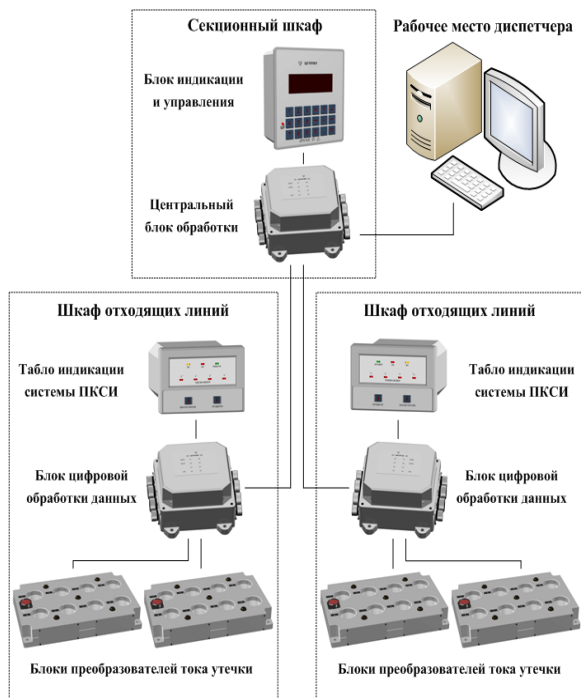


Рис. 1 - Структурная схема системы пофидерного контроля состояния изоляции

Помимо этого система ПКСИ осуществляет ряд принципиально новых функций:

- определение кабеля с повреждённой изоляцией;
- обработку данных по заданному алгоритму;
- регистрацию и накопление данных;
- хранение и передачу на верхний уровень управления;
- визуализацию краткой информации.

Заключение

Использование системы пофидерного контроля состояния изоляции в составе программно-аппаратного комплекса даёт возможность непрерывного мониторинга состояния изоляции всех контролируемых присоединений, что необходимо для прогноза возможных ОЗЗ с достаточным для оперативных мероприятий запасом времени.

Результаты проведённых испытаний на экспериментальной базе ВИ (ИТ) показали, что датчики-преобразователи обладают существенной чувствительностью. Значимые уровни сигнала возникают при сопротивлении в месте ОЗЗ от 13,9 кОм и менее.

Существенным преимуществом применения нового устройства пофидерного контроля состояния изоляции, можно считать:

- постоянный контроль состояния изоляции СЭС;
- выявление в реальном времени несимметричного снижения сопротивления изоляции СЭС;
- автоматизация целого ряда этапов по определению повреждённой линии или линии с ОЗЗ;
- сведение в одно место (пульт диспетчера) и обобщение информации о состоянии изоляции СЭС;
- возможность прогнозирования ОЗЗ на ранних стадиях его развития;

При этом использование современных переносных приборов, определяющих достаточно точно место повреждения линий электропередач, позволит существенно сократить нахождение системы электроснабжения в аварийном состоянии.

Список литературы

1. Михайлов А. К., Фоминич Э. Н., Глухов О. Ф., Тишков А. А. Системы контроля изоляции в системах электроснабжения с изолированной нейтралью - Технология ЭМС. -2007. - №3(22)
2. Михайлов А. К., Фоминич Э. Н., Глухов О. Ф., Тишков А. А. Внедрение методов общего и пофидерного контроля изоляции в системах электроснабжения с изолированной нейтралью. -Сборник тезисов и докладов IX симпозиума «Электротехника 2030» Перспективные технологии электроэнергетики. -2007
3. Тишков А.А., Павленок А.М. Разработка системы контроля состояния изоляции в системах электроснабжения с изолированной нейтралью. // Сборник научных проблем ВИ(ИТ). СПб.: Изд-во Политехн. ун-та., 2013.

Лапшин Г.А.

Военный институт (инженерно-технический) ВА МТО,
г. Санкт-Петербург

Проблемы базирования систем противовоздушной (противоракетной) обороны и способы их решения.

В настоящее время в Российской Федерации комплексов стационарного защищённого базирования систем (противовоздушной) противоракетной обороны нет (информация в открытых источниках по этому вопросу отсутствует) и они не разрабатываются. Комплекс ПРО вокруг города Москвы демонтирован, а новых не строят (информация в открытых источниках по этому вопросу также отсутствует).

Соединённые штаты Америки после демонтажа своей системы ПРО (Сейфгард и Сентинел) вновь возобновили создание систем ПРО на новой основе. Следует отметить, что антиракеты «Спартан» и «Спринт» названных систем ПРО США размещались в шахтных сооружениях.

В настоящее время, США при создании систем ПРО защищённого типа пошли по пути использования шахтных сооружений межконтинентальных ракет, освобождённых в соответствии с международными договорами. Так называемая наземная система противоракетной обороны на среднем участке траектории (англ. Ground-Based Midcourse Defense, GBMD) — американский комплекс противоракетной обороны, была введена в строй в 2005 году. Комплекс предназначен для перехвата межконтинентальных баллистических ракет и их боевых частей в космическом пространстве за пределами атмосферы Земли. В настоящее время, для защиты континентальной территории США развернуто 30 противоракет на Аляске и в Калифорнии, развертывание еще 15 ракет планируется завершить в 2017 году. Составной частью комплекса является ракета-перехватчик наземного базирования (англ. Ground-Based Interceptor - GBI). Противоракета представляет собой трёхступенчатый твердотопливный носитель, рассчитанный на вывод в околоземное пространство кинетического перехватчика — основного поражающего элемента системы. Длина ракеты составляет 16,8 метров, вес в снаряженном состоянии — 12,7 тонн. Основным поражающим элементом комплекса является заатмосферный кинетический перехватчик — англ. Exoatmospheric Kill Vehicle, EKV. Перехватчик выводится противоракетой в космическое пространство и осуществляет перехват и поражение путем тарана на встречном курсе неприятельской боеголовки.

Этот комплекс можно отнести к комплексам дальнего действия.

А что с ПРО США среднего и ближнего действия?

До 2018-го года планируется развернуть в наземном и морском вариантах базирования комплексы противоракет «Стандарт-3» мод. 2А, способных осуществлять перехват ракет средней и частично межконтинентальной дальности.

Рассматривается вариант наземного базирования системы «Иджис» с размещением пускового модуля Mk 41с противоракетами SM-3 на земле в комплектации с РЛС передового базирования AN/TPY-2. Это позволит организовывать зональную оборону континентальной части США, а не только прибрежных районов.

До конца 2015 года предполагается наращивание группировки ПРО США за счет развертывания наземных комплексов с противоракетами «Стандарт-3» мод. 1Б наземного базирования в Румынии и морского базирования на крейсерах и эсминцах УРО.

Standard-3 (SM-3/ RIM-161) — американская зенитная управляемая ракета семейства Standard, входит в систему противоракетной обороны (ПРО) корабельного базирования и предназначена для перехвата баллистических ракет средней и меньшей дальности в верхних слоях атмосферы и на заатмосферном участке.

США рассматривают различные варианты базирования этой ракеты и её модификаций. Не исключён вариант стационарного защищённого шахтного базирования. В Европе предполагается размещение ракет именно в шахтном варианте.

В Российской Федерации есть высокотехнологический «Триумф»

С-400, зенитная ракетная система большой и средней дальности, зенитный ракетный комплекс (ЗРК) мобильного базирования нового поколения, принятая на вооружение в 2007 году.

С-400 «Триумф» предназначен для поражения всех современных и перспективных средств воздушно-космического нападения — самолётов-разведчиков, самолётов стратегической и тактической авиации, тактических, оперативно-тактических баллистических ракет, баллистических ракет средней дальности, гиперзвуковых целей, постановщиков помех, самолётов радиолокационного дозора и наведения и прочих. Каждая ЗРС обеспечивает одновременный обстрел до 36 целей с наведением на них до 72 ракет.

В составе ЗРК мобильные пусковые установки, несущие по 4 ракеты.

С-400 поступают на вооружение Российской армии.

В настоящее время идёт интенсивная разработка зенитно-ракетной системы С-500 «Прометей». Зенитно-ракетный комплекс С-500, представляет собой новое поколение зенитных ракетных систем, в котором предполагается применить принцип раздельного решения задач уничтожения баллистических и аэродинамических целей.

Следует отметить, что габаритные параметры ракет, транспортно-пусковых контейнеров всех ЗРК (С-300, С-400 и С-500) мало отличаются друг от друга. Все названные ЗРК имеют в настоящее время только мобильный вариант базирования. Рассмотрим ниже возможность базирования этих же комплексов в стационарном защищённом варианте.

Параметры защищённости вариантов базирования

Одним из способов повышения защищённости ракет комплексов С-400 и С-500 является размещение их в шахтных защищённых сооружениях.

Степень защищенности мобильного комплекса неизмеримо меньше, чем у ракет, помещённых в шахтах.

В таблицах №№1 и 2 приведена качественная уязвимость комплексов от некоторых видов боевого воздействия.

Таблица № 1

Средство поражения	Мобильный комплекс $\Delta P_{\Phi}=0.05\text{МПа}$	Шахтный защищённый комплекс $\Delta P_{\Phi}=1\text{МПа}$
Фугасные авиационные БП калибром до 100 кг	Радиус поражения 100 м	Не уязвим
Осколочные авиационные БП калибром до 500 кг	Радиус поражения 300 м	Не уязвим
Снайперская винтовка	Поражается на открытой поверхности в радиусе 2 км	Не уязвим
Ядерный БП	см. таблицу 2	см. таблицу 2
БП объёмного взрыва	Радиус поражения 300 м за пределами облака	Уязвим только в зоне облака

Расчёты радиусов поражения сделаны по справочнику офицера «Мясников В.В. Защита от оружия массового поражения, 1989 г»

Таблица № 2

Вид Базирования	Тротиловый эквивалент, кг			
	10	50	100	200
Мобильный комплекс $\Delta P_{\Phi}=0.05\text{МПа}$	800 м	1250 м	1900 м	2400 м
Стационарный комплекс со степенью защиты ΔP_{Φ} , МПа (кгс/см ²)				
0.5(5)	290 м	510 м	640 м	800 м
1(10)	220 м	390 м	490 м	600 м
3(30)	150 м	260 м	320 м	400 м

Как видно из таблиц мобильные ракетные комплексы поражаются на несравненно больших расстояниях от центра взрыва ядерных боеприпасов, чем стационарные шахтные сооружения. В таблице 2 приведены радиусы поражения мобильных комплексов и стационарных защищённых шахтных сооружений в зависимости от их степени защиты и тротилового эквивалента наиболее распространённых ядерных зарядов.

В таблице №3 представлены результаты расчётов вероятности сохранения мобильного комплекса и шахтных комплексов с разной степенью их защиты.

Таблица №3

Вид Базирования	Тротильовый эквивалент, кг			
	10	50	100	200
Мобильный Комплекс $\Delta P_{\Phi}=0.05\text{МПа}$	0.069	0	0	0
Стационарный комплекс со сте- пенью защиты ΔP_{Φ} , МПа (кгс/ см ²)				
0.5(5)	0.52	0.17	0.11	0.07
1(10)	0.91	0.29	0.18	0.12
3(30)	1.0	0.65	0.43	0.275

Из таблицы видно, что мобильные комплексы не обладают практически никакой защитой от воздействия ядерных БП при непосредственном воздействии по ним. Стационарные комплексы со степенью защиты $\Delta P_{\Phi} = 3\text{МПа}$ обеспечивают защиту с высокой степенью вероятности от воздействия БП с тротильовым эквивалентом 10-50 кг.

Выше рассмотрен частный случай ведения боевых действий. Конечно, мобильный комплекс может быть выведен из-под удара маневрированием. Однако следует заметить, что космическая группировка наших вероятных противников будет вести постоянное наблюдение за перемещением стратегических сил, а время подлёта, например, ракет морского базирования составляет 12-15 минут. А с баллистических траекторий и того меньше. Естественно будет радиоэлектронная борьба, использована активная защита и много ещё чего, что будет препятствовать непосредственному воздействию на объекты.

Для полного анализа эффективности функционирования необходимо создавать пространственно-временные модели функционирования этих комплексов, с учётом всего многообразия вооруженной борьбы, модели оценки живучести этих объектов с учётом экономических затрат. И только тогда можно сделать вывод о целесообразности того или иного варианта базирования.

Технико – экономические параметры базирования средств ПВО (ПРО)

Возникает законный вопрос. А насколько дороже стационарный защищённый вариант мобильного варианта? Мы не владем, в полной мере, точными стоимостными параметрами. Ниже в таблице №4 приведены возможные затраты на создание комплексов и их эксплуатацию.

Таблица №4

Затраты (мероприятия)	Мобильный комплекс	Стационарный комплекс
Экипаж комплекса	6 человек в течении всего периода эксплуатации (25- 30 лет)	Автоматизирован (роботизирован)
Ракеты 4 штуки в ТПК	Да	Да
Автомобильное шасси	Да	Нет
Шахтное пусковое сооружение	Нет	Да
Ангара для хранения в мирное время	Да	Нет
Охрана	Постоянно (взвод охраны) в течении всего периода эксплуатации (25-30 лет)	Постоянно (технические средства)
Оборона комплекса от низколетящих средств поражения	ЗРПК «Панцирь-С1»	ЗРПК «Панцирь-С1»

Военнослужащим, участвующим в эксплуатации и в охране комплекса (на всё время - десятки лет) необходимо платить зарплату, обеспечивать обмундированием, жильем и другими социальными услугами. Это очень большие затраты, сравнимые с увеличением затрат на обеспечение защиты. Лучше эти средства потратить на увеличение степени защиты комплексов.

По опыту проектирования шахтных сооружений можно предположить, что ШПУ со степенью защиты 0.1 МПа дороже ангара всего на всего в 1.5 раза, а со степенью защиты 1 МПа приблизительно в 3 раза. Зато вероятность сохранения ракет возрастает соответственно в 100 раз и более.

Нахождение ракет в ангарах во время воздействия может косвенно поразить ракеты за счёт его разрушения.

Время развертывания комплексов

Важнейшей характеристикой систем ПВО и ПРО является их боеготовность. Время развертывания мобильного комплекса 5-10 минут. Время подлёта оперативно-тактических ракет и БП с баллистических траекторий может быть меньше. Есть лучший вариант базирования с более коротким временем развертывания. Это вариант стационарного базирования. Время развертывания его составляет всего 10 секунд. Необходимо открыть только крышу стартового сооружения.

В настоящее время в мире развитие военной техники идёт по пути максимальной роботизации. Комплексы будут полностью автоматизированы и будут выполнять боевые задачи с минимальным присутствием людей. Базирование средств ПРО и ПВО в защищённом шахтном варианте в этом случае предпочтительно.

Заключение

1. Во всех доктринах вооружённой борьбы предполагается неоднократный обмен ударами как обычных, так и ядерных средств. Поэтому для сдерживания повторных воздействий необходимо сохранить боевой потенциал сил ПВО (ПРО). Размещение сил ПВО(ПРО) в защищённых сооружениях – это один из путей сохранения сил.

2. Для тактико-техничко-экономического обоснования вариантов базирования, степеней защиты защищённых сооружений ПВО (ПРО) необходимы исследования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Википедия. Статьи по системам ПРО (ПВО) США и РФ
2. Справочник офицера «Мясников В.В. Защита от оружия массового поражения, 1989 г.»

Лапшин Г.А., Челноков А.В.

**Военный институт (инженерно-технический) ВА МТО,
г. Санкт-Петербург**

Выбор оптимальной конструкции защищенного стартового сооружения огневого комплекса базы ПРО стационарного типа

Актуальность проблемы обеспечения безопасности стратегических объектов военной инфраструктуры, защиты населения и важнейших объектов страны от воздействия ракетных ударов трудно переоценить.

В период после окончания Второй мировой войны в области военной политики не было более дискуссионной темы, чем противоракетная оборона. В настоящее время, роль отечественной ПРО особенно возросла в связи с: появлением ракетного терроризма связанного с относительной доступностью ракетных технологий и ведущимися в ряде азиатских и арабских стран работами в этом направлении; развёртыванием США и НАТО комплексов ПРО в Польше, Чехии и Румынии, которые после завершения создания третьего позиционного района обеспечит возможность перехвата наших баллистических ракет, что приведет к дисбалансу сил и давлению на Россию.

В качестве мер, позволяющих обеспечить паритет сил, мы видим следующие: создание стратегических комплексов неуязвимых для ПРО вероятного противника; перехват ракет ПРО для обеспечения беспрепятственного старта стратегических ракет; создание отечественной ПРО способной обеспечить защиту от ракет вероятного противника.

Военные доктрины большинства стран полагают, что крупные войны не будут кратковременными. Будут произведены неоднократные обмены ударами как обычных, так и ядерных средств поражения. По стратегическим объектам Российской Федерации возможны и второй и третий удары. И эти удары надо отражать.

В ракетных войсках стратегического назначения, имеются мобильные ракетные комплексы, предназначенные для нанесения первого удара и высокозащищённые РК для нанесения, после доразведки, последующих ударов по противнику.

В случае ведения боевых действий будут произведены удары как обычными, так и ядерными средствами поражения. В этой связи необходимо, как и в ракетных войсках стратегического назначения, иметь в системе ПРО не только мобильные ракетные комплексы типа С-400, но и стационарные ракетные комплексы с высокозащищёнными огневыми стартовыми сооружениями и РЛС различного назначения, способными отражать второй и последующие удары противника.

ПРО США в Европе предполагает размещение ракет в шахтных сооружениях. Авторами исследования был изучен опыт создания высокозащищённых стартовых сооружений Ракетных войск стратегического назначения, проведен анализ возможных конструктивно-компоновочных схем для размещения ракет комплекса С-400.

С целью оптимизации затрат на возведение высокозащищённых стартовых сооружений огневого комплекса рассмотрено два варианта конструктивно-компоновочных решений (*цилиндрическое, прямоугольное*) в монолитном и сборно-монолитном исполнении. Выбор оптимального (рационального) варианта выполнено путем сравнения затрат на их возведение при условии их равноценной защищенности.

Основной задачей проектирования является разработка проекта сооружения с учетом всех предъявляемых к нему требований.

В качестве основных исходных данных принято: ракеты - для стартового сооружения приняты ракеты комплекса С-400; количество ракет в стартовом сооружении - 8 штук; старт из сооружения – «холодный»; воздействие по стартовому комплексу – обычными боеприпасами в фугасном и бетонобойном исполнении, воздействие ядерного взрыва.

Разработка объемно-планировочного решения сооружения.

Пусковая установка в конструктивно-компоновочном отношении состоит из следующих основных элементов: защитного устройства (крыши), силового днища, ствола шахты, оголовка шахты (см. рис 1, 2).

Ствол шахты служит для размещения встроенной объемной конструкции (ВОК) в виде капсул с ракетами, элементов систем амортизации, необходимых внутренних элементов и конструкций. Внутренний размер (диаметр) ствола определяется размерами капсул с ракетами, площадок технического обслуживания, конструкций сообщений, габаритами элементов системы амортизации и требуемым зазором между амортизированной встроенной конструкцией и основными конструктивными элементами.

Обязательным элементом сооружения является система амортизации.

Внутренняя встроенная объёмная конструкция (ВОК) подвешена на восьми амортизаторах. Материал конструкции ВОК – металл. В ней расположено 8 ячеек для ракет. Каждая ракета находится в транспортно-пусковом контейнере (ТПК). Ракета имеет “миномётную” схему старта, позволяющую в первую очередь уменьшить геометрические размеры пусковой установки (ПУ). Для этих целей снизу к первой ступени крепится специальный поддон, состоящий из цилиндрической обечайки и двух сферических днищ: верхнего и нижнего. На нижнем днище поддона закреплены пороховые аккумуляторы давления. При старте ракеты, образующиеся в них газы, действуют через верхнее днище поддона, выбрасывают ракету из ТПК на 20...25 м. После выхода ракеты из ПУ обечайка и верхнее днище поддона сбрасываются с помощью пружинных толкателей и уводятся в сторону от ПУ пороховыми ракетными двигателями. Уже в воздухе запускается ракетный двигатель и производится наклон в сторону цели, тем самым устраняя необходимость

поворота пусковой установки. При этом вес поддона составляет около 1 т, в том числе уводимая часть поддона 0,3 т. Для амортизации в поперечном направлении и безударного выхода ракеты из ТПК на её корпусе устанавливаются поперечные опоры (кольца), сбрасываемые после выхода ракеты из ПУ.

Зазор между ВОК и ограждающими конструкциями, для сооружения с принятой по заданию степенью защиты, принимаем равным 1 м.

Защитное устройство предназначено для защиты внутреннего объема от действия обычных средств поражения, поддержания заданного температурно-влажностного режима, а также для защиты ракет и пускового оборудования от атмосферного влияния. Материал крыши – металл или железобетон. Крыша может открываться при помощи гидравлических домкратов или с помощью генератора давления. Толщины защитных устройств (крыши) приняты конструктивно. В варианте откатных железобетонных крыш толщины принята равной 1,5 м.

Стены, в соответствии с заданием, принимаем монолитными или сборно-монолитными железобетонными. Толщина стен принята по результатам расчетов сооружения на действие ядерного оружия и боеприпасов в обычном снаряжении. Устройство бокового тьюка (толщиной 0,55 м и выносом 4 м) позволило уменьшить толщину стен от воздействия обычных средств поражения. По результатам расчётов толщина стен принята для прямоугольного сооружения 1,9 м, для цилиндрического 1,5 м.

Фундаментная плита запроектирована исходя из расчетов на ядерное воздействие и воздействие обычных средств поражения. Материал плиты – железобетон. Сопряжение фундаментной плиты со стенами – жесткое.

Сооружение цилиндрической формы. В результате разработки объемно-планировочного решения получены следующие размеры сооружения: внутренний диаметр сооружения цилиндрической формы составляет 9,70 м; с учетом принятой толщины наружных ограждающих железобетонных конструкций ($t=1,50$ м) диаметр ствола составляет 12,70 м; высота ствола и размеры оголовка определялись длиной ракеты, габаритами элементов систем амортизации и пуска ракеты; отметка дна шахты составляет -11,30 м относительно поверхности земли (-12,30 м с учетом ножевых элементов опускного колодца); защитное устройство (крыша) состоит из двух створок с подъемными устройствами (гидравлический привод), толщина в центральной части 1,55 м; силовое днище воспринимает нагрузки, передаваемые стволом сооружения. Геометрические размеры определялись размером (диаметром) ствола и расчетной нагрузкой. Диаметр железобетонного днища 13,0 м, толщина, в соответствии с расчетами принята равной 1 м.

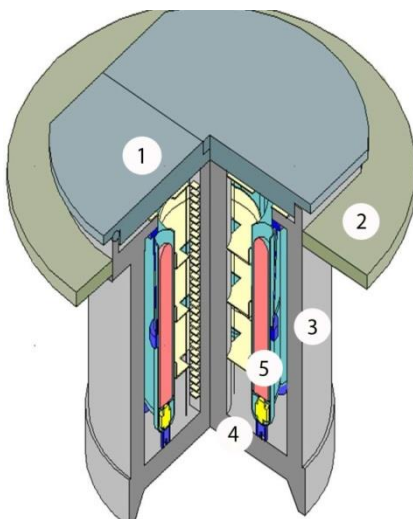


Рис. 1 - Аксонометрия стартового сооружения цилиндрического типа
 1- защитная металлическая крышка; 2- железобетонные стены;
 3 – тюфяк; 4 - фундаментная плита, 5 - встроенная амортизируемая конструкция (ВОК).



Рис. 2 - Аксонометрия стартового сооружения прямоугольного типа

В результате разработки объемно-планировочного решения получены следующие размеры сооружения: ширина – 9,60 м, длина - 10,80 м, высота - 10,65 м, толщина стен – 1,90 м, толщина фундаментной плиты – 1,0 м.

Таблица 1 - Сравнение затрат на возведение различных вариантов стартового сооружения

№ п/п	Тип конструкции	Форма сооружения	Трудоемкость, чел-см	Общая продолжительность строительства, дней	Объем ж/б в конструкции, м ³	Сметная стоимость, руб.
1.	Монолитная	Цилиндрическая	743,2	68	559,8	7824184
2.	Сборно-монолитная	Цилиндрическая	728	64	632	9115598
3.	Монолитная	Прямолинейного очертания	764,5	66	603,1	7887458
4.	Сборно-монолитная	Прямолинейного очертания	802,1	64	587,9	9355608

Заключение:

1.Проведенные исследования по выбору оптимальной (рациональной) конструкции защищенного стартового сооружения огневого комплекса базы ПРО стационарного типа показали, что цилиндрическое сооружение в монолитном исполнении менее затратное по стоимости.

2.Материалы военно-научной проектно-конструкторской работы по данной теме находятся в Военном-институте (инженерно-техническом) ВА МТО.

Литература:

- 1.ВСН /МО РФ Специальные фортификационные сооружения. - М., 2003.;
2. Лапшин Г.А. Специальные фортификационные сооружения и их комплексы. - СПб.: ВИТУ, 2012.

Ольховский А.Е., Фоминич Э.Н.

**Военный институт (инженерно-технический) ВА МТО,
г. Санкт-Петербург**

Защита установок гарантированного питания статического типа от мощных электромагнитных воздействий источников естественного и искусственного происхождения

В соответствии с требованиями ГОСТ В 20.39.308-98 «Требования стойкости к воздействию электромагнитных полей и токов источников естественного и искусственного происхождения» электрооборудование специальных фортификационных сооружений должно быть защищено от воздействия импульсных токов и перенапряжений, генерируемых электромагнитными излучениями современного оружия, от молниевых разрядов и от внутренних коммутационных перенапряжений.

Установки гарантированного питания применяемые на специальных объектах для питания электрооборудования с высокими требованиями по надежности, живучести и качеству электроэнергии, должны иметь защиту от указанных выше факторов.

Для обеспечения помехоустойчивости к мощным электромагнитным импульсам современного оружия, кондуктивным электромагнитным помехам в сети и мощным внешним молниевым воздействиям, а также фильтрации высокочастотных гармоник питающего и выходного тока, установок гарантированного питания в сейсмостойком исполнении (УГП СТ СИ) /1/, разработан блок 5-и ступенчатой защиты, состоящий из ОПН В80К550 EPCOS, S220K680 EPCOS, S20K460 EPCOS, и разрядника РВН-0,5МНУ1. Схема модуля защиты представлена на рис.1, а внешний вид блока защиты представлен на рис. 2.

Модуль защиты выполнен из элементов защиты по входу УГП от коммутационных и молниевых воздействий и элементов защиты по выходу. На входе установлены четыре разрядника G1 –G4, где G1 включен между нейтралью и шиной земли, а G2 - G3 между входными фазами А, В, С и шиной земли. Параллельно разрядникам G2 - G4 установлены варисторы VR4, VR6 и VR8 подключенные одним проводом к шине земли другим, соответственно к фазам А, В и С.

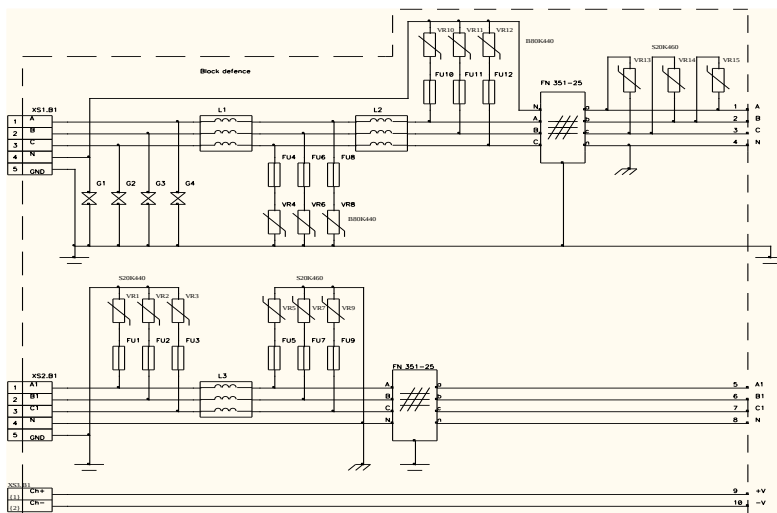


Рис. 1 - Схема блока защиты ввода УП СТ СИ от электромагнитных помех:
 L1, L2 – индуктивность 36 мкГн; G1-G4 – разрядник РНВ – 0,5Н У1; VR7, VR8, VR9 – варистор S220K680 EPCOS; VR10, VR11, VR12 – варистор B80K550 EPCOS; VR13, VR14, VR15 – варистор S20K460 EPCOS.



Рис. 2 - Внешний вид блока защиты УП СТ СИ

Напряжение срабатывания разрядника – не более 2700 В, пропускная способность по току 5 кА. Уровни ограничения варисторов второй, третьей и четвертой ступеней защиты 1815 В, 1500 В, 800 В и 480 В. Таким образом уровень перенапряжений на портах питания ограничен 480 В, что обеспечивает устойчивое функционирование и соответствие УП требованиям нормативной документации. Координация ступеней защиты осуществляется специальными индуктивностями L1, L2 (индуктивность не менее 36 мкГн). Ограничение эмиссии гармоник тока в питающую сеть осуществляется специальными высокочастотными фильтрами гармоник тока.

Варисторы VR10- VR12 соединены в звезду, одни выводы подключены к шине нейтрали, а вторые выводы к фазам А, В и С. Фильтр радиочастотных помех FN1 установлен на выходе модуля защиты, на выходе которого установлены варисторы, включенные по схеме треугольник, между фазами А,В и С. Выходная схема модуля защиты включает фильтр радиопомех FN2 и варисторы VR5, VR7, VR9 включенные между выходами фаз А1, В1 и С1 и нейтралью N. Варисторы VR1 - VR3 между выходными фазами А1, В1, С1 и шиной земли.

Работает данное устройство следующим образом, если входное напряжение не превышает предельно установленных напряжений, то разрядники и варисторы не срабатывают. Соответственно входное напряжение поступает непосредственно на выходы без искажений через фильтр радиопомех FN 351-25. При возникновении электромагнитных импульсов относительно земли на одной фазе или одновременно на всех фазах А, В и С происходит открытие разрядников G2 - G4, которые ограничивают напряжение до уровня 300...400 В. Варисторы VR4, VR6 и VR8 служат для устранения коротких входных перенапряжений, которые могут пройти при несрабатывании разрядников G2 - G4. Максимальное напряжение срабатывания варисторов типа B800K440 составляет 1180 В. Для устранения одновременных срабатываний и селективности между разрядниками и варисторами установлены индуктивности L1. Величина индуктивности L1 равна 30 мкГн. При включении УГП по четырех проводной схеме варисторы VR10 - VR12, позволяют устранить перенапряжение между фазами А, В и С и нейтралью. Максимальное напряжение срабатывания составляет 1180В.

Для устранения радиопомех поступающих на вход УГП, а также радиопомех проникающих из УГП в сеть, установлен симметричный фильтр радиопомех FN1, который обеспечивает подавление выбросов сетевого напряжения. Подавление помех не хуже 40 dB.

Для устранения радиопомех поступающих с выхода УГП в сеть, установлен симметричный фильтр радиопомех FN2, который обеспечивает подавление выбросов сетевого напряжения. Подавление помех не хуже 40 dB.

В качестве мероприятий, обеспечивших устойчивость к индуктивным электромагнитным помехам, применено локальное экранирование портов питания и сокращение общей протяженности системы заземления установки гарантированного питания.

По электромагнитной совместимости УГП СТ СИ соответствует требованиям ГОСТ Р 51317.4.2, ГОСТ Р 51317.4.3, ГОСТ Р 51317.4.4, ГОСТ Р 51317.4.5, ГОСТ Р 51317.4.6, ГОСТ Р 51317.4.11. Степени жесткости проведенных испытаний приведены в таблице 1.

Уровень радиопомех, создаваемых УГП СТ СИ, не превышает значений, указанных в ГОСТ Р50745-99.

Таблица 1 - Требования по электромагнитной совместимости для УПП СТ СИ

№ п/п	Наименование испытаний, параметры воздействий, критерии устойчивости функционирования	Степень жесткости	ГОСТ
1	Устойчивость к магнитному полю промышленной частоты 10А/м.	III	ГОСТ Р 50648
3	Устойчивость к провалам, прерываниям и выбросам напряжения питания: - провалы на 30 %, длительность—1 с. Прерывания до нуля на 200 мс; - выбросы на 20 %, длительность—1 с.	IV	ГОСТ Р 51317.4.11-99
4	Устойчивость к радиочастотному электромагнитному полю (80-1000) МГц; 10 В/м (140 дБ), глубина модуляции 80 % синусоидальным сигналом частотой 1 кГц; (1,4-2,0) ГГц; 10 В/м (140 дБ); глубина модуляции 80 % синусоидальным сигналом	IV	ГОСТ Р 51317.4.3
5	Устойчивость к кондуктивным помехам, наведенным радиочастотными полями: 150 кГц-80 МГц; $U_0=10$ В (140 дБ); глубина модуляции 80 % синусоидальным сигналом частотой 1 кГц; критерий А.	IV	ГОСТ Р 51317.4.6
6	Устойчивость к наносекундным помехам): а) в цепях питания переменного тока: 5/50 нс, 5 кГц, ± 2 кВ – «провод-провод», «провод-земля»; б) в сигнальных цепях: 5/50 нс, 5 кГц, ± 1 кВ, «провод-земля» (в емкостных клещах), критерий А	III	ГОСТ Р 51317.4.4
7	Устойчивость к воздействию микросекундных помех большой энергии (МИП): а) в цепях питания переменного тока: 1/50 мкс; ± 2 кВ – «провод-провод», «провод-земля»; критерий А; б) в сигнальных цепях: 1/50 мкс, ± 2 кВ, «провод-земля» (в емкостных клещах), критерий А.	III	ГОСТ Р 51317.4.5
8.	Эмиссия промышленных радиопомех от оборудования информационных технологий		ГОСТ Р 51318.22

УПП СТ СИ по стойкости, прочности и устойчивости к сейсмоударному воздействию соответствует требованиям, предъявляемым к аппаратуре группы 1.2 по ГОСТ РВ 20.39.304-98. УПП СТ СИ устойчива к сейсмоударному воздействию с амплитудой ударного ускорения 100 (10) м/с² (g) при

длительности полуволн от 30 мс до 50 мс. УГП СТ СИ с комплектным устройством виброизоляции устойчиво к сейсмоударному воздействию с амплитудой ударного ускорения 200 (20) м/с² (g) при длительности полуволн от 30 до 50 мс.

Основные преимущества разработанной установки гарантированного питания статического типа в специальном исполнении УГП СТ СИ состоят в следующем:

- высокий выходной коэффициент мощности позволяет защищать оборудование большей мощности;
- модели для однофазных и трехфазных электросетей перекрывают все потребности заказчиков;
- возможна поставка дополнительных внешних батарейных блоков для значительного увеличения времени автономной работы;
- УГП СТ СИ мощностью от 10 кВт и выше могут работать в параллельном режиме для резервирования или увеличения мощности;
- мониторинг параметров УГП СТ СИ и электросети можно осуществлять через любые стандартные и дополнительные интерфейсы.

Технические условия УГП СТ СИ - ЕИЛВ.656443.001 ТУ.

Результаты проведенных предварительных и государственных испытаний на стойкость опытных образцов установки гарантированного питания статического типа в специальном исполнении ЕИЛВ. 301243.001.2 с блоком защиты от воздействия электромагнитных полей, токов и напряжений естественного и искусственного происхождения показали что блок защиты УГП СТ СИ, выполненный на базе разрядника РНВ-0,5Н У1, двух ступеней защиты на базе варисторов Epcos AG B80K440 и помехозащитных фильтров обеспечивают защиту установки гарантированного питания на действие импульсного тока ЭМИ ядерных взрывов и токов молнии с амплитудными значениями тока, установленным техническим заданием.

Список литературы:

1. Фоминич Э.Н., Ольховский А.Е. Установки гарантированного питания статического типа в специальном исполнении. Статья в настоящем сборнике. СПб, 2016.

Ольховский А.Е., Фоминич Э.Н.

**Военный институт (инженерно-технический) ВА МТО,
г. Санкт-Петербург**

Современное состояние устройств защиты систем электропитания от импульсных перенапряжений естественного и искусственного происхождения

На современном этапе произошел значительный прорыв в создании систем вооружения и военной техники, способных генерировать мощные электромагнитные импульсы (ЭМИ). В ряде стран активно проводятся работы по совершенствованию и созданию новых видов ядерного оружия, а также неядерного электромагнитного оружия в целях электромагнитного терроризма. В этой связи проблема защиты систем электропитания (СЭС) от воздействия сверхмощных электромагнитных помех искусственного происхождения становится все более острой и актуальной.

Анализ воздействия мощных ЭМИ, генерируемых данными источниками показывает, что уровни токов, наводимых на структурных элементах СЭС, могут составлять до нескольких десятков килоампер, а перенапряжения нескольких сотен киловольт. Длительности фронта импульсов напряжения и тока на уровне 0,1...0,9 амплитуды составляют 0,05...0,5 мкс, а длительность импульсов напряжения и тока на уровне 0,5 амплитуды достигает значений до 3...5 мс. Данные токи по длительности более чем на порядок превосходят токи молнии (среднестатистический ток молнии составляет 30 кА при длительности 50...350 мкс).

Обзор существующих средств защиты от мощных электромагнитных импульсов показывает, что в настоящее время отсутствует необходимая номенклатура средств защиты СЭС, которые в полной мере соответствуют указанным параметрам. Поэтому для защиты СЭС от воздействия импульсных токов и напряжений с подобными параметрами необходимо применение специальных устройств защиты от импульсных перенапряжений (УЗИП) с повышенными значениями энергоемкости и скорости срабатывания. Основной трудностью создания специальных УЗИП, предназначенных для защиты СЭС от воздействия современного электромагнитного оружия является необходимость поглощения большого количества энергии.

В 80-е годы был разработан комплекс УЗИП, выполненных на базе взрывных коммутаторов, которые имели пропускную способность по току 200 кА на одну фазу при длительности импульса 10 мс, но по ряду причин, в производство запущен не был. Средства защиты, разработанные на базе нелинейных ограничителей напряжения (ОПН) и управляемых тиристорных коммутаторов имели пропускную способность по току с амплитудами от 25

кА до 100 кА при длительности импульса 10 мс, однако из-за неприемлемых массо-габаритных показателей, запущены в серийное производство не были.

Применительно к системам электроснабжения на номинальное напряжение 0,4 кВ разработан и в настоящее время применяется арсенал нелинейных ограничителей напряжений на основе оксидно-цинковых нелинейных резисторов серий "Джоуль-28" и 15Р 169.1, а для систем управления и автоматики на номинальные напряжения 220 В и 30 В - устройства БОН-1, БОН-4, БОН-20, БОН-40.

УЗИП "Джоуль-28" и 15Р 169.1 рассчитаны на предельные токи в каждой фазе в многократном режиме 5000 А. Предельный ток в каждой фазе в однократном режиме у устройства 15Р169.1 составляет 50000 А, при этом происходит замыкание фазы на корпус (землю). Нелинейные ограничители напряжения БОН-1, БОН-4, БОН-20, БОН-40 рассчитаны на предельные токи в каждой фазе в многократном режиме 400 А.

В конце 80-х, начале 2000-х годов были созданы новые виды электромагнитного оружия (супер-ЭМИ, внутреннее ЭМИ и др.), характеризующегося повышенной генерацией электромагнитных излучений наносекундной длительности. Параметры электромагнитных излучений, регламентируемые комплексом государственных военных стандартов "Мороз-6", существенно ужесточили требования к средствам защиты от электромагнитных воздействий, в части их быстродействия. Так амплитудно-временные характеристики токов и напряжений, воздействующих на УЗИП, составляют:

- при наземном ядерном взрыве: - скорость нарастания импульса напряжения не менее 10 кВ/мкс, длительность фронта импульсов напряжения и тока на входе устройства защиты на уровне 0,1...0,9 амплитуды не более 0,1 мкс, длительность импульсов напряжения и тока на уровне 0,5 амплитуды до 5 мс.

- при высотном ядерном взрыве - скорость нарастания импульса напряжения не менее 5000 кВ/мкс, длительность фронта импульсов напряжения и тока на входе устройства защиты на уровне 0,1...0,9 амплитуды не более 25 нс, длительность импульсов напряжения и тока на уровне 0,5 амплитуды до 100 нс.

УЗИП для данных параметров, должны соответствовать следующим требованиям:

При воздействии ЭМИ наземного ядерного взрыва:

- пропускная способность по току 10...50 кА для устройств 6 и 10 кВ;
- остающееся напряжение для устройств 6 кВ не более 27...32 кВ, а для устройств 10 кВ не более 45...48 кВ;

При воздействии ЭМИ высотного ядерного взрыва:

- пропускная способность по току 2 кА для устройств 6 и 10 кВ;
- остающееся напряжение для устройств 6 кВ не более 35 кВ, а для устройств 10 кВ не более 50 кВ.

В основу разработки специальных УЗИП нового поколения в 2000-е годы были положены принципиально новые принципы ограничения перенапряжений:

- использование УЗИП комбинированного типа на базе управляемых вакуумных разрядников;
- использование УЗИП на основе сверхмощных импульсных кремниевых динисторов;
- использование УЗИП на основе металлооксидных резисторов с высоко-нелинейной вольтамперной характеристикой.

В соответствии с техническим заданием Министерства обороны РФ, для систем электроснабжения на номинальные напряжения 6 кВ и 10 кВ в период 2011...2013 гг. разработано и в настоящее время используется на специальных объектах устройства защиты комбинированного типа серии "УЗИП – 6 (10)". Принципиальная схема универсального комбинированного защитного устройства 6(10) кВ приведена на рис. 1.

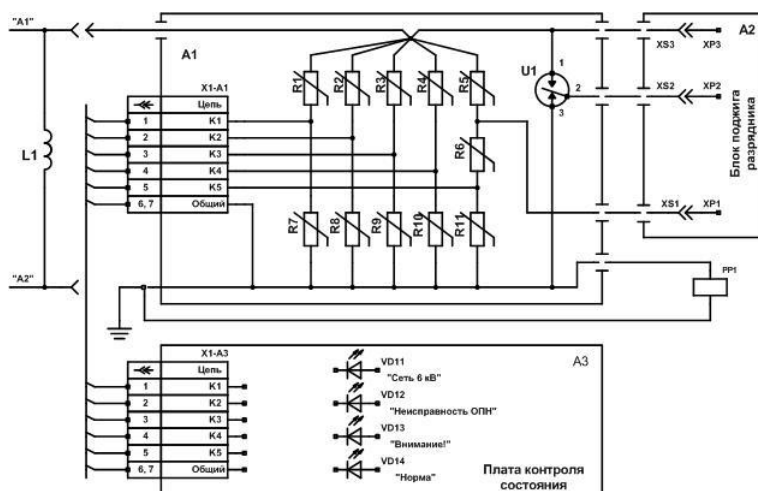


Рис. 1 - Принципиальная схема универсального комбинированного защитного устройства 6(10) кВ:

L1 - линейная индуктивность фильтра частот, R1-R11 – набор нелинейных резисторов, U1 – вакуумный разрядник

По принципу работы устройство является комбинированного типа и содержит элементы как коммутирующего, так и ограничивающего типов, которые могут коммутировать и ограничивать напряжения, а также выполнять обе функции; их действие зависит от характеристик воздействующего импульса напряжения и тока.

Защитные функции данного УЗИП выполняются в 4 этапа:

- защита от импульсов наносекундной длительности (ЭМИ высотных ядерных взрывов, супер-ЭМИ) обеспечивается с помощью фильтра нижних частот, состоящего из дополнительной линейной индуктивности и паразитной электрической емкости блока мощных нелинейных резисторов;

- защита от грозовых импульсов (длительностью импульсов длительностью до 50 мкс) обеспечивается набором нелинейных резисторов, при этом перенапряжение ограничивается до допустимого уровня – 27 кВ;

- защита от коммутационных импульсов и мощных импульсов от источников преднамеренного воздействия (ЭМИ наземных ядерных взрывов) обеспечивается вакуумным разрядником со схемой его запуска, при этом ограничение перенапряжения обеспечивается путем замыкания фазы электрической цепи на корпус (землю). При этом избыточная мощность проходит через устройство защиты. По окончании воздействия помех происходит восстановление всех защитных функций УЗИП.

Масса серийного образца составила 118 кг при габаритных размерах устройства 570x520x300 мм. Монтируется устройство защиты в стандартных ячейках комплектных распределительных устройств КРУ-6(10). Вероятность безотказной работы устройства не менее 0,995, а полный срок службы 20 лет.

Разработанное устройство позволяет обеспечить комплексную защиту системы электроснабжения на номинальные напряжения 6(10) кВ от воздействия мощных ЭМИ естественного (включая молниевые и коммутационные перенапряжения) и искусственного происхождения (ЭМИ наземных и высотных ядерных взрывов) и может применяться на объектах различного назначения.

Для обеспечения модернизации специальных объектов МО в части повышения защищенности электрооборудования на напряжение до 0,4 кВ от воздействия электромагнитных излучений современного оружия поставлена ОКР по разработке устройств защиты от импульсных помех (УЗИП) на импульсные токи 10, 25 и 50 кА в сейсмостойком исполнении.

В состав разрабатываемого типа УЗИП должны входить следующие устройства:

1. УЗИП класса защиты 1 - тип 1 - остаточное напряжение U_{res} , - 4 кВ;
2. УЗИП класса защиты 1 - тип 2 - остаточное напряжение U_{res} , - 2,5 кВ;
3. УЗИП класса защиты 2;
4. УЗИП класса защиты 3.

Для УЗИП класса 1:

- номинальный (многократный) разрядный ток ЭМИ, выдерживаемый каждым полюсом, 50 кА;

- максимальный (однократный) разрядный ток ЭМИ, выдерживаемый каждым полюсом, 75 кА;

- длительность фронта импульсов тока ЭМИ на входе УЗИП на уровне 0,1...0,9 амплитуды не более $0,5 \times 10^{-6}$ с;

- длительность импульсов тока ЭМИ на входе УЗИП на уровне 0,5 амплитуды не менее 5×10^{-3} с;

- импульсный ток молнии I_{imp} (10/350 мкс) - 150 кА;

- номинальный разрядный ток молнии I_n (8/20 мкс) - 75 кА.

Для УЗИП класса 2:

- номинальный (многократный) разрядный ток ЭМИ, выдерживаемый каждым полюсом, 5 кА;

- максимальный (однократный) разрядный ток ЭМИ, выдерживаемый каждым полюсом, 10 кА;

- длительность фронта импульсов тока ЭМИ на входе УЗИП на уровне 0,1...0,9 амплитуды не более $0,5 \times 10^{-6}$ с;

- длительность импульсов тока ЭМИ на входе УЗИП на уровне 0,5 амплитуды не менее 5×10^{-3} с;

- максимальный разрядный ток молнии I_m (8/20 мкс) - 75 кА;

- номинальный разрядный ток молнии I_n (8/20 мкс) - 50 кА.

Для УЗИП класса 3:

- номинальный (многократный) разрядный ток ЭМИ, выдерживаемый каждым полюсом, 1 кА;

- максимальный (однократный) разрядный ток ЭМИ, выдерживаемый каждым полюсом, 5 кА;

- длительность фронта импульсов тока ЭМИ на входе УЗИП на уровне 0,1...0,9 амплитуды не более 5×10^{-6} с;

- длительность импульсов тока ЭМИ на входе УЗИП на уровне 0,5 амплитуды не менее 5×10^{-3} с;

- максимальный разрядный ток молнии I_m (8/20 мкс) 50 кА;

- номинальный разрядный ток молнии I_n (8/20 мкс) 10 кА.

Классификация и терминология характеристик УЗИП приводится в соответствии с ГОСТ Р 51992-2002.

По принципу действия УЗИП 1 класса - комбинированного типа, а УЗИП 2 и 3 классов ограничивающего типа.

УЗИП предназначены для ограничения до безопасного уровня затекающих на электроприемники импульсных токов и напряжений, наводимых электромагнитным импульсом ядерного взрыва, молний и другими источниками естественного и искусственного происхождения в электрических сетях.

Каждое устройство типоряда должно обеспечивать аппаратное сопряжение и информационное взаимодействие с существующими системами (аппаратное соединение, характеристики сигналов, информационный протокол, уровни и объем информации и т.д.).

УЗИП по стойкости и прочности к воздействию механических ударов одиночного действия должны соответствовать требованиям, предъявляемым к изделиям в соответствии с ГОСТ РВ 20.39.304-98.

Ольховский А.Е., Фоминич Э.Н.

**Военный институт (инженерно-технический) ВА МТО,
г. Санкт-Петербург**

Установки гарантированного питания статического типа в специальном исполнении

Большинство ответственных потребителей специальных объектов МО для своей нормальной работы требуют не только высокой надежности и бесперебойности электроснабжения, но и высокого качества электроэнергии во всех режимах работы, другими словами гарантированного электроснабжения, гарантирующего высокую надежность, отсутствие перерывов в питании, высокое качество электроэнергии. Гарантированное электроснабжение ответственных потребителей не может быть обеспечено с помощью обычных энергетических средств и требует применения специальных установок, которые получили название установок гарантированного питания (УГП).

Под установкой гарантированного питания понимают комплексную автоматизированную энергетическую установку, предназначенную для непрерывного питания ответственных потребителей электроэнергией высокого качества во всех возможных режимах, включая перерывы в подаче электроэнергии от основных источников.

Следует подчеркнуть, что для специальных объектов МО характерна тенденция непрерывного повышения доли электроприемников категории IА в общем составе потребителей электроэнергии. Это приводит к обострению проблемы гарантированного электроснабжения ответственных потребителей, интенсивному развитию систем гарантированного электроснабжения, повышению их установленной и единичной мощности УГП.

Основными требованиями к УГП являются:

непрерывность электроснабжения ответственных потребителей во всех режимах работы;

высокая надежность электроснабжения;

обеспечение высокого качества электроэнергии в нормальных и переходных режимах.

Дополнительным, но принципиально важным требованием, предъявляемым к установкам гарантированного питания, используемым в специальных фортификационных сооружениях, является требование высокой живучести УГП при воздействии современного оружия вероятного противника, в частности стойкость к электромагнитным излучениям современного оружия и механическому действию ядерных взрывов.

Несмотря на обилие различных конструктивных и схемных решений, сложились некоторые типовые схемы построения источников гарантированного питания. Наиболее перспективными являются УГП переменного тока

статического типа с аккумуляторными источниками энергии, выполненные по схеме on-line с двойным преобразованием электроэнергии, которые обеспечивают на питаемых потребителя электроэнергии бесперебойное высококачественное синусоидальное напряжение.

На рис. 1 приведена структурная схема источника гарантированного питания аккумуляторного типа с двойным преобразователем напряжения (on-line).

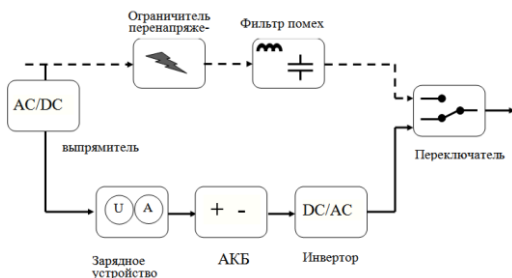


Рис. 1 - Источники гарантированного питания с двойным преобразователем напряжения (on-line)

По данной схеме аккумуляторная батарея постоянно подключена к входу выпрямителя и инвертора и питает последний при аварийном режиме. Диапазон мощностей для данного типа УГП лежит в области 10...100 кВт.

Данная схема построения установки гарантированного питания позволяет обеспечить практически идеальное питание нагрузки при любых неполадках в сети (включая фильтрацию высоковольтных импульсных и электромагнитных помех) и характеризуется нулевым временем переключения в аварийный режим без возникновения переходных процессов на выходе устройства. При этом источник гарантированного питания использует энергию аккумуляторных батарей и выполняет следующие функции:

- поглощение сравнительно малых и кратковременных выбросов напряжения;
- фильтрация питающего напряжения, снижение уровня шумов;
- обеспечение резервного электропитания нагрузки в течение некоторого времени после попадания напряжения сети;
- защита от перегрузок и короткого замыкания.

Для решения задачи обеспечения гарантированного питания в настоящее время представлен широкий спектр устройств с различными параметрами выдаваемой мощности, временем резервирования, быстродействием и надежностью. По эксплуатационным, конструкторским и другим параметрам серийные УГП не удовлетворяют требованиям к условиям функционирования, выдаваемой мощности и быстродействию, предъявляемым к УГП специальных объектов МО. В этом случае появляется необходимость разработки новых устройств, удовлетворяющих предъявляемым высоким требованиям.

Наиболее перспективными в настоящее время являются аккумуляторные установки гарантированного питания.

В соответствии с Государственным оборонным заказом на ОКР «Гарант» по техническому заданию МО РФ разработана установка гарантированного питания статического типа в сейсмостойком исполнении (УГП СТ СИ) для обеспечения бесперебойного электроснабжения потребителей первой категории. Технические условия на УГП СТ СИ - ЕИЛВ.656443.001 ТУ.

В соответствии с данными техническими условиями промышленность приступила к выпуску установок гарантированного питания статического типа в специальном исполнении «УГП СТ СИ» на мощности 10 кВт, 20 кВт, 50 кВт и 100 кВт для применения в системах автономного электроснабжения с повышенными требованиями по надежности электроснабжения и качеству вырабатываемой электроэнергии.

Данные УГП СТ СИ предназначены для питания ответственных потребителей трехфазным синусоидальным напряжением 380 В, 50 Гц с глухозаземленной нейтралью и поддержания параметров напряжения вторичной сети с требованиями ГОСТ 27699-88, ГОСТ РВ 20.39. 309-98 для класса аппаратуры 1 по ГОСТ РВ 20.39.304.

Электрическая схема установки приведена на рис. 2. УГП СТ СИ предназначена для обеспечения электроэнергией трехфазных потребителей номинальным напряжением 380 В и частотой 50 Гц. Она обеспечивает контроль параметров на входе при обеспечении питания от внешней сети и в режиме питания от батарей, контролирует выходное напряжение и уровень нагрузки.

Контроль параметров сети позволяет своевременно реагировать на исчезновение напряжения или отход его величины от установленных границ. УГП СТ СИ обеспечивает время резервного питания, во время которого необходимо выполнить переход на более энергоемкий источник (ДЭС) при 100% нагрузке не менее 15 мин.

Режимы работы УГП:

Основной режим работы УГП СТ СИ – "On-line", который подразделяется на два подрежима: нормальный и автономный.

Регламентный режим - ручной «by-pass».

На рис. 3 представлена функциональная схема УГП СТ СИ, где показаны все основные элементы установки.

Особенностью данной установки гарантированного питания является двойное преобразование энергии для обеспечения более высокого качества выдаваемой энергии. Питающее переменное напряжение на первом этапе преобразуется в постоянное с амплитудой 200 В. На втором этапе осуществляется увеличение зарядного напряжения до 400 В. Это необходимо для обеспечения отсутствия провала в случае обратного преобразования постоянного напряжения в переменное в момент провалов или пропадания питающего напряжения.

40 dB. Переменное 3х фазное напряжение преобразуется в постоянное, диодным неуправляемым выпрямителем 11. Выходное напряжение с блока 11, образуемое суммой двух составляющих: - постоянной и переменной сглаживаются LC фильтром 12, через диодный переключатель поступает на преобразователь DC/DC, блок 14.

Конструктивно УГП СТ СИ выполняется в виде шкафов. На рис.4 показан внешний вид шкафа УГП СТ СИ. Шкаф УГП СТ СИ состоит из четырех основных частей:

- блока защиты;
- блока выпрямления и коммутации;
- блока преобразователей;
- блока измерений и индикации.



Рис. 4 - Общий вид шкафа установки гарантированного питания УГП СТ СИ.

Шкафы УГП на мощности 10 кВт, 20 кВт, 50 кВт и 100 кВт комплектуется одним типом блоков защиты, блоков выпрямления и коммутации, модулей преобразований и управляющими контроллерами.

Увеличение мощности свыше 50 кВт осуществляется за счет параллельного подключения нескольких шкафов УГП СТ СИ одного типа.

В данном типе УГП СТ СИ предусмотрена защита от мощных токов и напряжений, наводимых электромагнитными импульсами ядерных взрывов. Стойкость, прочность и устойчивость к сейсмоударному воздействию соответствует требованиям, предъявляемым к аппаратуре группы 1.2 по ГОСТ РВ 20.39.304-98. УГП СТ СИ устойчива к сейсмоударному воздействию с амплитудой ударного ускорения 100 (10) м/с² (g) при длительности полуволн от 30 мс до 50 мс.

Квасов М.Н., Уткин Д.Р.

**Военно-космическая академия имени А.Ф. Можайского,
г. Санкт-Петербург**

Подход к прогнозированию интенсивности нагрузки в сети спутниковой связи при поступлении нестационарного трафика

Моделирование сетевого трафика является одним из наиболее актуальных направлений при исследовании технологий в современной связи. Последние исследования доказывают, что трафик в системах и сетях связи обладает сложной многомасштабной структурой. Процессы с такими свойствами принято относить к классу мультифрактальных. В связи с этим для описания и моделирования подобных процессов необходимо использовать корректный математический аппарат, который бы позволил получить адекватные результаты.

Существует ряд факторов, влияющих на возникновение сложной структуры передаваемого трафика, однако выделить конкретную причину возникновения свойства самоподобия, как правило, затруднительно. Если говорить о самоподобном сетевом трафике, то следует понимать особую структуру сетевого трафика, сохраняющуюся при многократном масштабировании [6]. Самоподобие трафика в ряде случаев влияет на потери и задержки пакетов при прохождении трафика через узлы сети.

Причинами самоподобия являются, во-первых, наличие большого количества сетевых маршрутов, на которых периодически возникают резкие колебания задержки в передаче данных и большие потери при коммутации, буферизации и пакетизации, во-вторых, наличие нестационарных источников сообщений, несогласованность их совместной работы и, как следствие, наложение однородных и разнородных (т.е. независимых) потоков сообщений. Перечисленные факторы доказывают наличие структурной сложности передаваемого трафика, следовательно, возникает необходимость создания универсальных, достаточно точных и реализуемых на практике методов моделирования и прогнозирования поведения самоподобного трафика, а также моделей, учитывающих свойство самоподобия трафика.

На качественном уровне свойство самоподобия трафика проявляется в появлении медленно убывающей зависимости между интенсивностью трафика в различные периоды времени и в статистическом подобии его параметров при различных масштабах времени. Использование классических пуассоновских моделей трафика в этом случае приводит к недооценке реальной нагрузки. Как было показано в работе, самоподобные процессы характеризуются свойством долговременной памяти и, как следствие, наличием зависимости интенсивностей трафика даже между далеко

стоящими друг от друга значениями. Это свойство лежит в основе методов прогнозирования, использующих объем накопленной статистики трафика для прогноза его будущей интенсивности. При этом к методу прогнозирования предъявляются следующие требования:

- метод прогнозирования должен показывать положительные результаты как в случае больших, так и в случае малых объемов выборки параметров трафика;
- скорость построения прогностической модели должна быть достаточной для принятия решения о реконфигурации;
- применение модели прогнозирования должно осуществляться без участия эксперта по математическим методам анализа и моделирования;
- метод прогнозирования должен работать корректно, в том числе и с сильно зашумленными данными.

Традиционные модели трафика [2, 3, 4] предполагают сглаживание трафика (например, применение метода статистического мультимплексирования [1]).

Большинству методов присущи такие недостатки, как недостаточная точность, неспособность осуществить прогноз развития трендов с высокой степенью адекватности, а также наличие постоянных периодических составляющих. В моделях, основанных на аппроксимации с помощью кривых, тенденции трафика экстраполируются путем расчета величин параметров некоторой гладкой функции, которая, как предполагается, характеризует рост трафика с течением времени. В таких моделях тенденции трафика экстраполируются путем расчета на основе метода наименьших квадратов величин параметров некоторой временной функции, которая, как предполагается, характеризует динамику изменения интенсивности трафика. Эти методы в худшей степени приспособлены для прогнозирования самоподобного трафика.

Одним из вариантов представления процесса поступления сетевого трафика в узел коммутации может быть его интерпретация в виде сигнала. Тогда становится возможным его разложение во временной ряд, где в качестве базисных функций как правило могут быть выбраны ортогональные многочлены (Эрмита, Чебышева и т.п.) или система гармонических колебаний (ряд Фурье). При этом в качестве самого параметра можно выбрать, например интенсивность поступления пакетов в буфер обслуживающего прибора или средний интервал времени между пакетами и т.п. Данный подход имеет существенный недостаток (как и для моделей Бокса – Дженкинса) - неспособность отслеживать изменение спектральных характеристик процесса с течением времени, что является следствием конструктивных недостатков самих этих подходов, например:

- ошибки восстановления процесса являются следствием ограничения числа базисных функций;
- отдельные (локальные) особенности наблюдаемого процесса вызывают изменения частотного образа процесса, которые «размазываются»

по всей частотной оси, что делает обнаружение изменений по спектру сигнала практически невозможным;

- локальные пики процесса, разрывы процесса затруднительны к представлению, из-за плавного характера базисных функций, что приводит к необходимости использования в его представлении и функций высокого порядка, которые влияют на форму восстановленного сигнала и за пределами локальных особенностей процесса;

- по составу высших составляющих спектра затруднительно оценить местоположение особенностей.

В качестве альтернативного подхода, позволяющего устранить эти недостатки, а соответственно и устранения неспособности отслеживания изменения спектральных характеристик процесса с течением времени можно использовать метод вейвлет-преобразования, являющегося новым подходом к исследованию и прогнозированию случайных процессов (сигналов), сетевого трафика. Для исследования и оценки поведения сетевого трафика с использованием вейвлет преобразования, а затем последующего прогнозирования поведения трафика в сети необходимо представить трафик в виде функциональной зависимости от времени. Суть вейвлет преобразования заключается в осуществлении разложения приближений к наблюдаемому функциональному процессу на две составляющие: аппроксимирующую (скейлинг-функцию) и детализирующую (вейвлет-функцию), с последующим повторным разложением. Все вейвлет-функции должны быть локализованы на числовой оси, а совокупность волновых пакетов, должна быть способной отражать локальные изменения процесса. В сущности, вейвлет это новый базис детализации процесса произвольной формы.

С использованием информации о вейвлет-коэффициентах на разных уровнях разложения и информации о характере масштабирования могут быть построены вейвлет модели для сетевого трафика. Таким образом, последовательное применение процедуры получения разложения (аппроксимации) и уточнения (детализации) позволяет представить функциональную зависимость с требуемой степенью точности.

Решение задачи оценивания поведения процесса может осуществляться методом вероятностной аппроксимации [5], что даёт возможность получить представления о динамике изменения коэффициентов детализации (как функций, описывающих детализирующую часть процесса) и аппроксимации (как функций, описывающих аппроксимирующую часть процесса) в виде временного ряда. Тогда для независимого вычисления величины отчетов значений аппроксимирующей и детализирующей частей процесса на момент прогнозирования, можно использовать оценки векторов составляющих представление скейлинг-функции и вейвлет-функции.

Предлагаемая технология прогнозирования поведения процесса, описанного вейвлет-аппроксимацией, представляет сумму аппроксимирующей и детализирующих составляющих процесса. На основе

предлагаемого подхода возможны решения по моделированию сетевого трафика, и принятия решений по адекватному распределению сетевого ресурса на интервале прогнозирования. Предложенный подход основан на возможности независимого прогнозирования каждой составляющей вейвлет-аппроксимации процесса.

Алгоритмы на основе вейвлет-разложения, схожие по вычислительной сложности с быстрым преобразованием Фурье, позволяют в режиме реального времени получать вейвлет-спектрограмму сложных сигналов. Однако исследований, направленных на использование вейвлетов для решения задач оперативного прогнозирования интенсивности трафика, в настоящее время явно недостаточно.

Таким образом, в работе предлагается проводить оценивание параметров вейвлет-разложения во временной ряд на основе метода наименьших квадратов с целью уточнения модели трафика, при этом остается актуальным вопрос прогнозирования пользовательской нагрузки на основе полученной модели и оценивания качества такого прогноза.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ажмухамедов И.М., Марьенков А.Н Поиск и оценка аномалий сетевого трафика на основе циклического анализа // Инж. вестн. Дона. – 2012. – Вып. № 2, т. 20.– С. 17–26.

2. Бойко А.А., Дегтяренко И.В. Влияние свойств мультисервисного трафика на возможность прогнозирования и балансировки нагрузки в современных сетях мобильной связи // Сб. науч. работ XIII научно-техн. конф. аспирантов и студентов, Донецк 14–17 мая 2013 г. – Донецк: ДонНТУ, 2013. – 441 с.

3. Гахов Р.П., Кучук Н.Г. Моделирование трафика беспроводной сети передачи данных // Науч. ведомости Белгородского гос. ун-та. Сер. История. Политология. Экономика. Информатика. – 2014. – Вып. № 1-1 (172), т. 29. – С. 175–181.

4. Герасина А.В. Адаптивное нечеткое прогнозирование трафика в информационных телекоммуникационных сетях ГВУЗ // Системы обработки информации. – Днепропетровск: Национальный горный ун-т, 2013.– Вып. 9 (116). – С. 141–145.

5. Мануйлов Ю.С., Новиков Е.А., Павлов А.Р. Решение задачи радио-контроля орбиты космического аппарата на основе метода вероятностной аппроксимации // Радиотехнические и телекоммуникационные системы. – 2012. – Вып. № 1. С. 43-49.

6. Новиков Е.А., Макаренко С.И. Оперативное управление ресурсом атм-коммутатора при обеспечении заданного качества обслуживания нестационарных информационных потоков // Радиотехнические и телекоммуникационные системы. – 2013. – Вып. № 1 (9). С. 43-52.

Макаренко С.И.

Военно-космическая академия имени А.Ф. Можайского,
г. Санкт-Петербург

Радиоэлектронное функциональное подавление сетецентрических систем управления

Основная парадигма ведения войн в ближайшем десятилетии, действующая в войсках технически развитых государств, основана на концепции «сетецентрической войны». Основу сетецентрической системы составляет информационная решетка, на которую накладываются взаимно пересекающиеся сенсорная и боевая решетки. Несмотря на несомненные достоинства внедряемая концепция сетецентрического управления обладает существенным недостатком, дающим возможность асимметричного противодействия данному принципу управления. Нарушение функционирования информационной подсистемы в составе сетецентрической системы управления приведет к невозможности централизованного управления ни всей группировкой войск (сил), ни отдельными подразделениями. Предварительный анализ сетецентрического принципа управления показал, что к основным направлениям противодействия такой системе относятся:

- разрушение информационных потоков, циркулирующих между элементами системы;
- снижение скорости информационного обмена между элементами системы;
- обеспечение достаточно массированного и долговременного вывода из строя сетеобразующих средств, расположенных на значительной территории;

Таким образом, для реализации вышеуказанных направлений противодействия необходимо принять меры по совершенствованию и скоординированности действий систем и средств разведки, радиоэлектронной и информационной борьбы, связи, управления и средств поражения, способных нарушать работу и выводить из строя основные органы управления, связи и разведки противника. Наиболее простым, эффективным и наименее дорогостоящим способом воздействия на функционирование информационной подсистемы является применение средств радиоэлектронного подавления (РЭП) на сети радиосвязи (СРС) в составе информационной подсистемы в интересах нарушения функционирования подсистемы передачи данных.

Воздействие средств РЭП на сети связи СС происходит на физическом уровне модели взаимодействия открытых систем (модель OSI), однако в пол-

ной мере это воздействие проявляется также и на вышестоящих уровнях транспортной подсистемы модели OSI. Именно за счет использования эффектов воздействия средств РЭП на канальном, сетевом и транспортном уровнях OSI предполагается решение проблемы комплексного подавления объединенных СС. При этом непосредственным объектом воздействия будут отдельные СРС, функционирующие в составе объединенных СС.

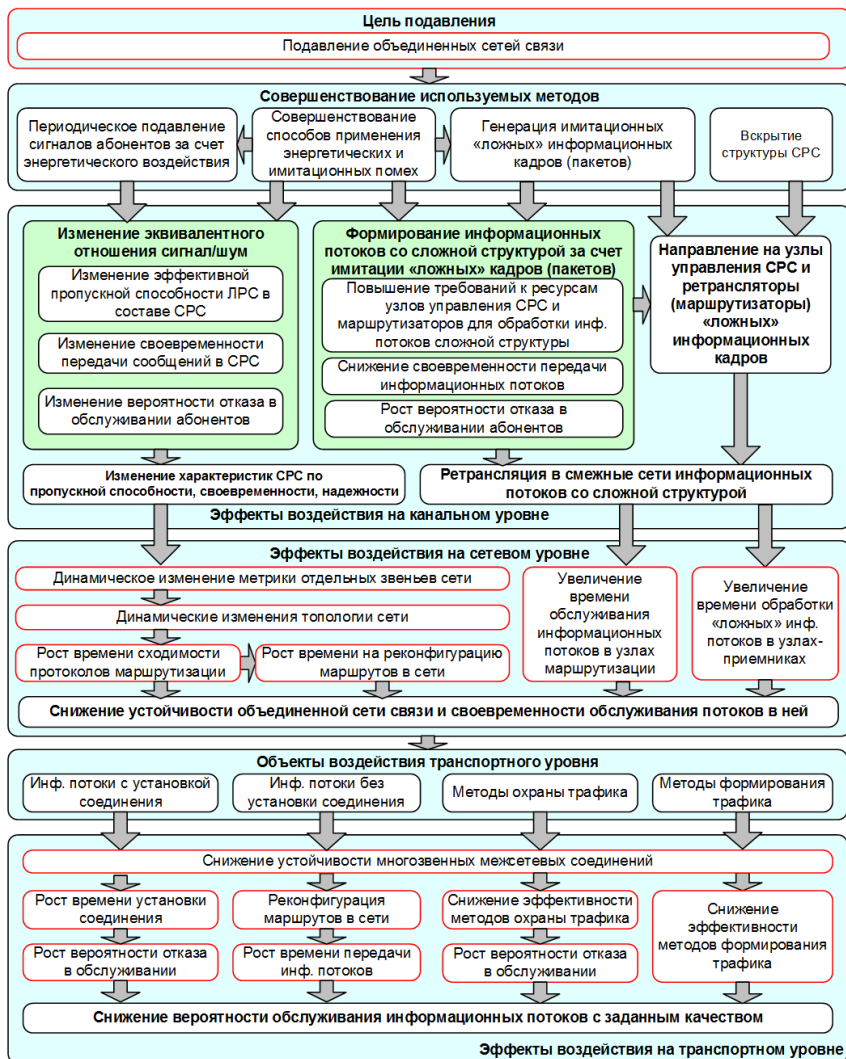


Рисунок 1 – Решение проблемы подавления объединенной СС

Макаров А.А., Семёнов А.А.

Военно-космическая академия имени А.Ф. Можайского,
г. Санкт-Петербург

Вопросы частотно-временного обеспечения при создании Единого информационного пространства Космических войск Воздушно-космических сил

Информационное обеспечение деятельности органов военного управления, организаций Министерства обороны играет все более важную роль в современных условиях, характеризующихся высокой динамикой, неопределенностью, важностью последствий принимаемых решений. Высокий уровень информационного обеспечения боевых действий войск (сил) становится определяющим условием достижения стратегического и оперативно-тактического превосходства над противником. Выступая с докладом о стратегии развития России до 2020 года на расширенном заседании Государственного совета, Президент Российской Федерации отметил, что «Использование новейших технологий потребует и переосмысления стратегии строительства Вооруженных Сил Российской Федерации (ВС РФ). Ведь передовые научные разработки в области био-, нано- и информационных технологий могут привести к революционным изменениям в области вооружений»[1]. В новых условиях требуется реформирование способов ведения боевых действий, а также организации поддержки войск на поле боя с учетом последних достижений в области инфокоммуникаций.

Это означает, что в комплексе мер по обеспечению обороноспособности государства наряду с поддержанием высокой боевой готовности войск приоритетным направлением является развитие и совершенствование информационного обеспечения как важнейшего элемента инфраструктуры, определяющего эффективность применения войск и оружия.

В настоящее время активно развернута работа по созданию единого информационного пространства (ЕИП) Космических войск (КВ) Воздушно-космических сил (ВКС). Реализация данной задачи должна способствовать эффективному применению войск (сил) путем организации своевременного планирования и согласования их действий, обеспечения своевременной обратной связи с подчиненными соединениями, частями и подразделениями для получения сведений об их состоянии, положении и средствах, способствующих выполнению поставленных задач.

Единое информационное пространство представляет собой совокупность информационных ресурсов, упорядоченную по единым принципам и правилам формирования, формализации, хранения, распространения[2]. ЕИП создается как единая информационно-коммуникационная инфраструктура, объединяющая взаимосвязанные распределённые вычислительные системы

коллективного пользования, локальные вычислительные сети, системы связи, базы данных, системы компьютерной и сетевой безопасности, средства обучения пользователей, а также другие элементы, предназначенные для централизованного управления войсками.

Создание единого информационного пространства КВ ВКС предполагает:

- создание глобальной информационной среды, обеспечивающей комплексную обработку сведений в реальном масштабе времени о противнике, своих войсках и окружающей местности в интересах поддержки принятия решения по созданию группировок (сил) оптимального (для достижения поставленных целей) состава и их эффективного применения в различных условиях обстановки;

- повышение качества восприятия текущей обстановки (единая картина тактической обстановки);

- улучшение качества взаимодействия разнородных сил, повышение степени согласованности и целенаправленности их действий, а также оперативности управления;

- повышение эффективности применения сил и средств.

В рамках ЕИП КВ ВКС, особое место занимают задачи частотно-временного обеспечения (ЧВО) потребителей Вооруженных Сил путем применения системы единого времени и эталонных частот «Цель». В современных условиях высокий уровень ЧВО боевых действий войск (сил) становится одним из определяющих факторов достижения стратегического и оперативно-тактического превосходства над противником.

Однако на данный момент существуют определенные проблемы в области ЧВО, такие как:

- системы и средства ЧВО недостаточно увязаны между собой с точки зрения единого подхода к их созданию и использованию, дублируют друг друга, выполнены на различных технологических уровнях, в различной степени используют современные временные и информационно-телекоммуникационные технологии;

- существенным недостатком отдельных созданных сегодня технологий ЧВО является привязка задач к узким интересам отдельных видов, родов ВС и отдельных министерств и ведомств.

Также прогресс в области частотно-временного обеспечения тормозится отсутствием:

- единой концепции развития ЧВО в рамках ВС (нормативно-правовая база);

- тенденции унификации и снижения стоимости оборудования;

- единого подхода развития систем и средств ЧВО.

Таким образом, основными задачами, решаемыми в рамках частотно-временного обеспечения в едином информационном пространстве должны являться:

- ГСЕВЭЧ «Цель» - основа частотно-временного обеспечения в едином информационном пространстве ВС РФ и сегменте КВ ВКС;
- развитие методов высокоточных сличений эталонов времени и частоты;
- создание малогабаритных (возимых, микро-стандартов и т.д.) высокоточных стандартов времени и частоты;
- создание подсистемы мониторинга частотно-временного поля.

Исходя из своего предназначения и тактико-технических характеристик система ГСЕВЭЧ «Цель» в перспективе будет являться основой Единой системы ЧВО объектов и средств министерства обороны при формировании ЕИП.

При создании Единой системы навигационного и ЧВО объектов и ВВСТ Министерства обороны в настоящее время возникает ряд вопросов, требующих проработки:

прежде всего, необходима унификация подходов к созданию и применению отдельных элементов и средств ЧВО. Зачастую средства дублируют друг друга, выполнены на различных технологических уровнях, в различной степени используют современные координатно-временные, навигационные и информационно-телекоммуникационные технологии и ресурсы;

необходима скоординированная работа по организации и проведению ремонта, модернизации и продлению ресурса существующих средств системы единого времени (СЕВ), стоящих на вооружении видов и родов ВС РФ;

повышение надежности функционирования систем ЧВО, обеспечение непрерывности, доступности и живучести систем ЧВО в любых условиях обстановки;

необходимо стремиться к снижению стоимости оборудования, за счет использования новых технологий, унификации блоков и комплектующих, разработки новых методов доведения частотно-временной информации (ЧВИ).

Наличие указанных проблем затрудняет выработку решения по обеспечению межвидового взаимодействия различных информационных средств в рамках ЕИП.

Улучшение потребительских характеристик систем и средств СЕВ КВ ВКС должно проходить по следующим направлениям:

Вскрытие потенциальных возможностей системы и рациональное использование невостребованного ресурса, позволяющего улучшить качественные показатели систем ЧВО КВ ВКС при создании ЕИП.

Одновременное комплексное использование всех существующих и перспективных систем ЧВО для повышения достоверности и непрерывности частотно-временных определений.

Повышение помехозащищенности каналов доведения ЧВИ.

Внедрение в инфраструктуру центрального оборудования СЕВ волоконно-оптических линий связи и радиоканалов, защищенных методами современной криптографии.

Отказ от узкоспециализированных средств отображения времени и переход на многофункциональные средства.

Улучшение эргономических характеристик оборудования и снижение его стоимости, совершенствование эксплуатационных характеристик.

Совершенствование методик резервирования за счет избыточности информационных полей ЧВО.

Таким образом, в рамках концепции ЕИП КВ ВКС для организации эффективного межвидового взаимодействия необходим комплексный подход к созданию Единой системы частотно-временного обеспечения, основой которой должна стать модернизированная ГСЕВЭЧ «Цель» с обновленным составом подсистемы средств потребителей, обеспечивающего возможность интегрирования информационных потоков от различных систем.

Список использованных источников

1. Мейчик Е.Р. Перспективы развития системы связи и автоматизированных систем управления Вооруженных сил Российской Федерации // «Федеральный справочник. Оборонно-промышленный комплекс России», Том №6, С.379-384.
2. Я.В.Безель Развитие и совершенствование автоматизированных систем управления воздушно-космической обороны и испытательной базы межвидового испытательного полигона Минобороны России // Вестник Концерна ПВО «Алмаз – Антей», №2, 2015 – с.13-15.

Ушанев К.В.

Военно-космическая академия имени А.Ф. Можайского,
г. Санкт-Петербург

Повышение своевременности обслуживания трафика в целях обеспечения устойчивости сети связи

Анализ современных направлений и тенденций развития систем военного управления [1-4] показал, что основу современных систем управления войсками и оружием (СУВО) составляет концепция сетецентрического (сетевого) управления боевыми действиями за счет объединения в единое информационное пространство средств функционально взаимосвязанных подсистем (информационной, сенсорной (разведывательной) и боевой (подсистемы отдельных тактических подразделений и боевого управления)).

Центральное место и самостоятельная роль в сетецентрическом управлении боевыми действиями отводится информационной подсистеме. В ней осуществляется приём информации сенсорной подсистемы, приказов, анализ выработки решений по управлению, данных целеуказания, информация об обстановке. Основой информационной подсистемы СУВО является перспективная система связи (ПСС).

В ПСС интегрированы четыре эшелона: наземный, воздушный, космический и морской. Новым и перспективным решением при построении бортовой ретрансляционной аппаратуры космических аппаратов связи, применяемых в космическом эшелоне ПСС, является использование технологии асинхронной передачи данных АТМ в режиме обработки сигналов на борту [5, 6].

Применение технологии АТМ в сетецентрической СУВО позволит снизить цикл управления за счет повышения скорости передачи данных между абонентами сети связи независимо от типа передаваемого трафика обеспечивая при этом требуемый уровень по качеству обслуживания [7].

Однако отличительной особенностью функционирования ПСС является функционирование в условиях применения по ней противником средств радиоэлектронного подавления и средств информационно-технического воздействия (ИТВ).

В настоящее время широко изучены воздействия радиоэлектронных помех на функционирование отдельных каналов и систем связи [8-10]. Воздействия средств ИТВ исследованы в меньшей степени. Однако в связи с активным развитием теоретических основ информационного противоборства [11] на первый план выходит поиск новых способов защиты от новых видов ИТВ, направленных на преднамеренное создание условий, которые ведут к повышению структурной сложности трафика (коэффициент вариации c_t интервалов времени между соседними пакетами трафика $c_t > 1$),

повышению времени обработки трафика в узлах маршрутизации и, как следствие, снижению своевременности $T_{\text{зад}} > T_{\text{зад}}^{\text{треб}}$ обслуживания и росту вероятности отказа в обслуживании такого трафика ниже значений, определяемых требованиями к системе связи [12]. Что в свою очередь ведет к снижению устойчивости сети связи (СС) в целом $P_y < P_y^{\text{треб}} \mid T_{\text{зад}} > T_{\text{зад}}^{\text{треб}}, P_{\text{отк}} > P_{\text{отк}}^{\text{треб}}$ [13].

Проведенный анализ результатов исследований по передаче трафика сложной структуры [14,15] показал, что при росте значения коэффициента вариации от $c_\tau=1$ до $c_\tau=2$ своевременность обслуживания $T_{\text{зад}}$ сформированного трафика в узлах коммутации ниже в 5-6 раз относительно обслуживания простейшего трафика ($c_\tau=1$). В работе [16] проведено исследование своевременности обслуживания трафика со сложной структурой, имеющего значения коэффициента вариации $c_\tau \in [1; 23,6]$, при различных значениях загрузки $\rho \in [0,1; 0,9]$. В качестве модели трафика со сложной структурой использовался поток с распределением Парето.

В результате исследования [16] была определена область (на рис. 1 выделена красным цветом), в которой происходит резкое снижение своевременности $T_{\text{зад}}$ обслуживания трафика со сложной структурой, при различных значениях коэффициента вариации c_τ и загрузки ρ .

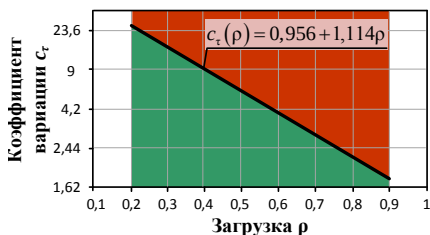


Рис. 1 - Область резкого снижения своевременности $T_{\text{зад}}$ обслуживания трафика со сложной структурой

Своевременность обслуживания $T_{\text{зад}}$ трафика со сложной структурой при условии высоких значений загрузки $\rho=0,9$ и структурной сложности трафика $c_\tau=23,6$ по сравнению с обслуживанием простейшего трафика снижается в 539 раз!

Таким образом актуальной является задача, состоящая в разработке моделей и методов оценки функционирования систем связи, новых систем поддержания устойчивости сетей связи в условиях циркуляции в них трафика со сложной структурой.

В целях решения данной задачи на основе научного подхода, представленного в [17] была составлена аналитико-имитационная модель преобразования трафика со сложной структурой [18], которая позволяет в результате моделирования получить значения времени задержки преобразования

пакета трафика $T_{\text{зад}}$ и вероятности отказа в обслуживании пакета трафика $P_{\text{отк}}$. В результате исследования модели были выявлены три типовых состояния процесса преобразования трафика, из которых только в одном возможно повышения своевременности обслуживания $T_{\text{зад}}$ (снижение структурной сложности трафика).

Для поддержания процесса преобразования в вышеуказанном состоянии была составлена методика преобразования, в которой впервые введены показатели качества процесса преобразования (коэффициент стабильности временных параметров преобразования трафика θ , коэффициент эффективности преобразования трафика $K_{\text{эф}}$), позволяющие оценить эффективность процесса преобразования [19].

Использование предложенной методики позволит обеспечить устойчивость СС за счет повышения своевременности обслуживания трафика

$$P_y \geq P_y^{\text{треб}} \mid T_{\text{зад}} \leq T_{\text{зад}}^{\text{треб}}, P_{\text{отк}} \leq P_{\text{отк}}^{\text{треб}}.$$

Литература

1. Денисов Б.Б. Проблемы наращивания телекоммуникационного ресурса в интересах функционирования информационно-управляющих систем специального назначения // Мат. Всероссийская научная конференция «Современные тенденции развития теории и практики управления в системах специального назначения». Под ред. Ю.В. Бородакия. М.: ОАО «Концерн «Созвездие», 2012.

2. Кобозев Ю.Н. Перспективы развития систем связи и телекоммуникаций в информационно-управляющих системах специального назначения // Мат. Всероссийская научная конференция «Современные тенденции развития теории и практики управления в системах специального назначения». Том 4 «Телекоммуникации и связь в информационно-управляющих системах». Под ред. Ю.В. Бородакия. – М.: ОАО «Концерн «Созвездие», 2013. С. 7-9.

3. Шептура В.Н. Архитектура перспективной системы связи группировки войск (сил) для обеспечения управления адаптивными действиями войск (сил) // Мат. Всероссийская научная конференция «Современные тенденции развития теории и практики управления в системах специального назначения». Том 4 «Телекоммуникации и связь в информационно-управляющих системах». Под ред. Ю.В. Бородакия. – М.: ОАО «Концерн «Созвездие», 2013. С. 16-20.

4. Гриняев С.Н. Поле боя – Интернет. – www.agentura.ru/dossier/russia/people/grinyaev/internet

5. Моисеев Н.И., Могучев В.И., Сигал А.И. Перспективные направления в развитии спутниковых систем связи РФ двойного назначения на базе подсистемы IMS // Т-Comm – Телекоммуникации и Транспорт. 2010. № 11. С. 4-12.

6. Кузенков А.В. Состояние и перспективы развития отечественных ретрансляторов // Аэрокосмический курьер. 2013. № 2. С. 42-45.
7. Олифер В.Г., Олифер Н.А. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы: Учебник для вузов. 4-е изд. СПб.: Питер, 2012. 944с.
8. Перунов Ю.М., Мацукевич В.В., Васильев А.А. Зарубежные радиоэлектронные средства / Под ред. Ю.М. Перунова. В 4-х книгах. Кн.2: Системы радиоэлектронной борьбы. М.: «Радиотехника», 2010. 352 с.
9. Радзиевский В.Г., Сирота А.А. Информационное обеспечение радиоэлектронных систем в условиях конфликта. М.: ИПРЖР, 2001. 456 с.
10. Куприянов А.И., Сахаров А.В. Радиоэлектронные системы в информационном конфликте. М.: Вузовская книга, 2003. 528 с.
11. Макаренко С.И., Чукляев И.И. Терминологический базис в области информационного противоборства // Вопросы кибербезопасности. 2014. № 1(2). С. 13-21.
12. Макаренко С.И. Преднамеренное формирование информационного потока сложной структуры за счет внедрения в систему связи дополнительного имитационного трафика // Вопросы кибербезопасности. 2014. № 3(4). С. 7-13.
13. Макаренко С.И., Михайлов Р.Л. Оценка устойчивости сети связи в условиях воздействия на нее дестабилизирующих факторов // Радиотехнические и телекоммуникационные системы. 2013. № 4. С. 69-79.
14. Бахарева Н.Ф., Карташевский И.В., Тарасов В.Н. Анализ и расчет непуассоновских моделей трафика в сетях ЭВМ // Инфокоммуникационные технологии. 2009. Т.7. № 4. С. 61-66.
15. Тарасов В.Н., Бахарева Н.Ф., Горелов Г.А. Математическая модель трафика с тяжелохвостным распределением на основе системы массового обслуживания $H_2/M/1$ // Инфокоммуникационные технологии. 2014. Т. 12. № 3. С. 36-41.
16. Ушанев К.В. Имитационные модели системы массового обслуживания типа $Pa/M/1$, $H_2/M/1$ и исследование на их основе качества обслуживания трафика со сложной структурой // Системы управления, связи и безопасности. 2015. № 4. С. 217-251.
17. Линец Г.И., Фомин Л.А., Говорова С.В., Меденец В.В. Построение мультисервисных сетей на основе функциональных преобразований трафика // «Инфокоммуникационные технологии». 2014. Т. 12. № 4. С. 40-45.
18. Ушанев К.В., Макаренко С.И. Аналитико-имитационная модель функционального преобразования трафика сложной структуры // Системы управления, связи и безопасности. 2015. № 2. С. 26-44.
19. Ушанев К.В., Макаренко С.И. Преобразование структуры трафика с учетом требований по качеству его обслуживания // Радиотехнические и телекоммуникационные системы. 2015. № 2. С. 74-84.

Антонов А.В., Ведищев С.Ю., Назмутдинов И.С.

**ВУНЦ ВВС «ВВА имени профессора Н.Е.Жуковского и
Ю.А. Гагарина», г. Воронеж**

Методика выбора способов формализации функций управления сложных радиотехнических систем

В статье предлагается один из способов определения функций управления, подлежащих автоматизации и обоснования допустимых способов формализации функций управления.

Исходными данными для разработки методики выбора способов формализации функций управления являются:

- структура органов управления
- множество функций управления, подлежащих автоматизации;
- множество задач управления, подлежащих автоматизации;
- объем информации предназначенный для решения задач;
- способы формализации задач.

Алгоритм определения функций управления $\{\Phi_j\}$, $j = \overline{1, J}$ подлежащих автоматизации и формирование перечня задач $\{Z_{ji}\}$, $j = \overline{1, J}$, $i = \overline{1, I}$ по каждой функции управления представлен на рисунке 1.

Проведя анализ функционирования органов управления при автоматизации, могут быть автоматизированы следующие функции управления [1]:

Функции, связанные со сбором, обработкой, учётом и выдачей информации, необходимой для управления составом, ресурсом и состоянием.

Функции, связанные с разработкой документов по планированию решения задач управления.

Функции, связанные с доведением принятых решений до исполнителей.

После определения функций управления, подлежащих автоматизации и формирования перечня задач по каждой функции управления переходим к обоснованию допустимых способов формализации задач управления.

По способам формализации задачи могут быть условно разделены на три класса: информационные задачи, расчетные задачи и математические модели.

Общим для класса **информационных задач** является наличие большого объема перерабатываемой информации и логический характер процесса решения.

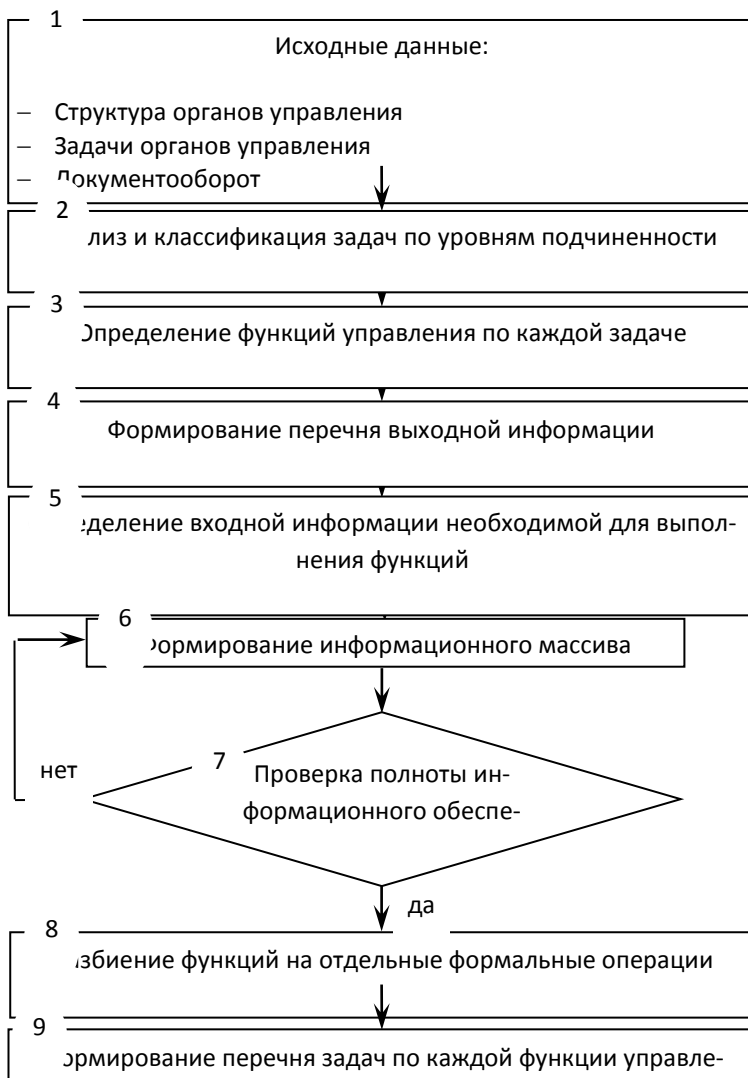


Рис. 1 - Алгоритм определения перечня задач управления, подлежащих автоматизации

Задачи характеризуются тем, что в ходе решения фиксируется или выдается информация, как правило, в том виде, в каком она вводилась в систему. При этом применяются простейшие способы обработки (обобщение данных, преобразование общих показателей в другие и т.п.)

Класс **расчетных задач** характеризуется относительно небольшим объемом перерабатываемой информации, но сложными и разнообразными методами решения. Отличительной особенностью задач этого класса является то, что в процессе решения получается новая информация, которая в явном виде в систему не вводилась.

Математические модели обеспечивают анализ и оценку информационной ситуации, выработку рекомендаций для принятия решения. В ходе преобразования осуществляется воспроизведение поведения системы во времени и (или) пространстве.

Алгоритм обоснования допустимых способов формализации задач управления представлен в [1].

Выбор допустимых способов формализации задач, предназначенных для автоматизации процессов управления, осуществляется методом непосредственной экспертной оценки [2]. На начальном этапе осуществляется формирование группы экспертов.

Исходной информацией для выбора способов формализации является:
 множество функций управления, подлежащих автоматизации;
 множество задач управления, подлежащих автоматизации;
 способы формализации;
 объем информации, предназначенный для решения задач управления.

В начале осуществляется процедура соответствия имеющегося объема информации k -ой задачи управления при v -ом способе формализации задачи, элементы которого определяются следующим образом:

$$w_{kv} = \begin{cases} 1, & \text{если } k\text{-ая задача может быть формализована } v\text{-ым способом} \\ 0, & \text{иначе} \end{cases}$$

$$v = \begin{cases} 1, & \text{информационная задача} \\ 2, & \text{расчетная задача} \\ 3, & \text{математическая модель} \end{cases},$$

$$\text{при этом } \sum_{v=1}^3 w_{kv} = 1$$

Полученная матрица оформляется в виде таблицы – соответствия имеющегося объема информации k -ой задачи управления при v -ом способе формализации, в которой для каждой задачи управления единичное значение в графах соответствует имеющийся объем при v -ом способе формализации.

На следующем шаге с помощью метода непосредственной экспертной оценки, определяется матрица возможных способов формализации задач управления, с учетом целесообразности того или иного способа.

По результатам обработки для каждой из задач должны быть определены возможные способы ее формализации из трех возможных:

- формализация в виде информационной задачи;
- формализация в виде расчетной задачи;
- формализация в виде математической модели.

В процессе оценки каждый эксперт определяет возможные способы формализации задач управления из имеющегося перечня. При этом если возможно формализовать в виде информационной, расчетной или математической модели, то каждому возможному способу формализации присваивается условная оценка **1**. Если задачу нельзя формализовать тем или иным способом, то такому способу присваивается оценка **0**.

По результатам опроса каждого эксперта формируется матрица оценок возможных способов формализации задач ($S^* = \|s_{kv}^*\|$) без учета имеющихся для их решения объемов, которая оформляется в виде таблицы.

Средняя оценка возможного способа формализации для каждой задачи рассчитывается по формуле:

$$S_{kv}^* = \left\lfloor \sum_{l=1}^L x_{kv l} \times k_l \right\rfloor, \quad k = \overline{1, K}, \quad v = \overline{1, 3} \quad (1)$$

где $x_{kv l}$ – оценка l -го эксперта по k -ой задаче; k_l – коэффициент компетентности l -го эксперта; L – количество экспертов; $\lfloor \rfloor$ – операция округления до ближайшего целого.

Далее формируются элементы матрицы допустимых способов формализации задач:

$$S_{kv} = s_{kv}^* \wedge w_{kv} \quad (2)$$

Таким образом, полученная матрица оформляется в виде таблицы, и может использоваться для обоснования требований к основным тактико-техническим характеристикам автоматизированной системе управления.

Литература:

1. Военная кибернетика: методология создания автоматизированных систем управления техническим обеспечением. /Под ред. Ю.И. Арпина. – Тверь: ЗАО НИИ ЦПС. – 2006.
2. Сиротинин Е.С., Малышев А.Н. Экспертные оценки в теории принятия решений. – Тверь: ВА ПВО, 1991.

Безрядин В.А., Офтаев А.С.

**ВУНЦ ВВС «ВВА имени профессора Н.Е.Жуковского и
Ю.А. Гагарина», г. Воронеж**

Методический подход к оценке эффективности радиоконтроля каналов радиосвязи

В интересах оценки эффективности мер по защите информации от радиоразведки, заключающейся в комплексном использовании средств шифрования, шифровальной аппаратуры связи и криптографических средств, применением систем (комплексов) с высокой надежностью функционирования и защищенных от деструктивных воздействий и другими мерами, в ВВС используется контроль безопасности связи.

Он включает контроль за качеством и соблюдением установленного порядка передачи сигналов боевого управления своего штаба, соблюдением требований скрытого управления войсками (силами), установленных режимов работы и норм технической эксплуатации средств связи и автоматизации, мер радиомаскировки, правил ведения связи и обмена информацией.

Составной частью такого контроля в части средств радиосвязи является радиоконтроль за соблюдением установленного порядка передачи служебной информации при использовании открытых каналов радио, радиорелейных, тропосферных, спутниковых и других линий и сетей радиосвязи, доступных для радиоразведки (далее – РК).

РК является формой объективного контроля, которая позволяет оценить степень утечки информации, составляющей государственную и служебную тайну, по доступным для радиоразведки каналам радиосвязи. Важной особенностью РК является то, что в его результате проводится оценка вскрытия смысловой информации, передаваемой по каналам радиосвязи.

С учетом того, что для вскрытия смысловой информации требуется обнаружение соответствующего канала радиосвязи, определение местоположения РЭС, организующего такие каналы радиосвязи, а так же перехват информации, в интересах оценки эффективности РК целесообразно использовать расчетные соотношения разведзащищенности элементов системы связи, которые учитывают все этапы перехвата информации, передаваемой с использованием средств радиосвязи [1,2]. В то же время данные расчетные соотношения не учитывают возможность закрытия радиоканала передачи информации (с использованием криптографических и иных методов), а так же вероятность нарушения правил радиообмена (правил передачи служебной информации по радиоканалу).

В то же время с учетом особенностей радиоконтроля, целесообразно ввести дополнительный показатель $P_{\text{вскр см}}(t)$ – вероятность вскрытия смысло-

вой информации, представляющей интерес для радиоразведки, который рассчитывается следующим образом:

$$P_{\text{вскр.см}}(t) = P_{\text{обн}}(t)P_{\text{мо}}(t)P_{\text{прх}}(t)K_{\text{з}}P_{\text{нар.пр}}, \quad (1)$$

где $P_{\text{обн}}(t)$ – вероятность обнаружения РЭС за время t , характеризующая возможность выделения сигнала (радиоизлучения) на отдельной частоте или в диапазоне частот на фоне помех;

$P_{\text{мо}}(t)$ – вероятность определения местоположения объекта за время t , характеризующая точность местоопределения объекта;

$P_{\text{прх}}(t)$ – вероятность перехвата сообщений за время t (характеризует подсистему радионаблюдения противника);

$K_{\text{з}}$ –коэффициент, характеризующий закрытие радиоканала передачи информации (с использованием криптографических и иных методов), принимающий значения 0 (радиоканал закрыт) и 1(радиоканал не закрыт);

$P_{\text{нар.пр}}(t)$ –вероятность нарушения правил радиообмена (правил передачи служебной информации по радиоканалу).

Вероятность обнаружения источника радиоизлучения определяется выражением[1,2]:

$$P_{\text{обн}} = 1 - \left(1 - \frac{t_k}{t_{\text{обн}}} \right) \exp \left[-\frac{t_k}{t_{\text{обн}}} \right], \quad (2)$$

где t_k - среднее время контакта приемника поиска с излучением для снятия пеленга и проведения первичного анализа. Для автоматизированных радиоразведывательных комплексов $t_k = 2-3$ с;

$t_{\text{обн}}$ - среднее время обнаружения радиоизлучения:

$$t_{\text{обн}} = \frac{\lambda_f \cdot \Phi_0}{K_f \cdot n_{\text{пт}} \cdot \alpha_t \cdot P_{\text{эмд}}} \cdot t_k, \quad (3)$$

где λ_f – плотность излучений, количество станц./МГц;

Φ_0 – диапазон частот, в котором радиоразведывательный комплекс ведет разведку;

K_f – коэффициент «просеивания» по частоте (имеет значения в пределах 2,60–2,85);

$n_{\text{пт}}$ – количество приемников поиска;

α_t – относительное время излучения для различных режимов работы радиосредств:

$$\alpha_t = \frac{t_{\text{изл}}}{t_{\text{изл}} + t_n}, \quad (4)$$

где $t_{\text{изл}}$ и t_n – средние значения длительности излучений и пауз между ними;

$P_{\text{эмд}}$ – вероятность электромагнитной доступности источника излучения для радиоразведки противника на дальности разведки $D_{\text{пр}}$, которая рассчитывается по формуле:

$$P_{эмд} = \frac{t_{эмд}}{t_{эмд} + t_{нэмд}}, \quad (5)$$

где $t_{эмд}$ – среднее время электромагнитной доступности;

$t_{нэмд}$ – среднее время отсутствия электромагнитной доступности (пауза).

Вероятность определения местоположения источника излучения определяется выражением:

$$P_{мо} = 1 - \left(1 - \frac{t_{кнел}}{t_{нел}} \right) \exp \left[-\frac{t}{t_{нел}} \right], \quad (6)$$

где $t_{кнел}$ – среднее время контакта приемника пеленгаторного поста с излучением для снятия пеленга ($t_{кнел} = 10\text{--}17$ с);

$t_{нел}$ – среднее время на пеленгование источника радиоизлучения:

$$t_{нел} = \frac{\lambda_f \cdot \Phi_o}{K_f \cdot K_c \cdot n_{nc} \cdot \alpha_t \cdot P_{эмднел}} \cdot t_{кнел}, \quad (7)$$

где K_c – коэффициент «просеивания» по сектору пеленгования (лежит в пределах 2,75–3,10);

n_{nc} – количество пеленгаторных сетей;

$P_{эмднел}$ – вероятность электромагнитной доступности источника излучения для радиоразведки противника на дальности пеленгования $D_{нел}$.

Вероятность перехвата источника излучения определяется выражением:

$$P_{прх} = 1 - \left(1 - \frac{t_{кпрх}}{t_{нпрх}} \right) \exp \left[-\frac{t}{t_{нпрх}} \right], \quad (8)$$

где $t_{кпрх}$ – среднее время контакта приемников наблюдения с радиоизлучением для выделения разведпризнака, если он имеется в данный момент в перехваченном сообщении ($t_{кпрх} = 20\text{--}30$ с);

$t_{нпрх}$ – среднее время выделения разведпризнака:

$$t_{нпрх} = 10 \cdot \frac{\lambda_f \cdot \Phi_o}{K_f \cdot K_c \cdot K_{mn} \cdot n_{nn} \cdot \alpha_t \cdot P_{эмд}} \cdot t_{кпрх}, \quad (9)$$

где K_{mn} – коэффициент «просеивания» пеленгаторной сети по зоне ответственности (зависит от диапазона частот, в котором работают источники излучения: для УКВ-диапазона $K_{mn} = 1,1\text{--}1,3$; для КВ-диапазона $K_{mn} = 2,9\text{--}3,2$);

n_{nn} – количество приемников наблюдения в составе разведывательного комплекса.

Вероятность нарушения правил радиообмена (правил передачи служебной информации по радиоканалу) определяется следующим образом (при условии потока сообщений по радиоканалу как простейшего пуассоновского потока):

$$P_{нар.пр}(t) = 1 - \exp(-\lambda_{нар} t_{пер}), \quad (10)$$

где $\lambda_{нар}$ – плотность (интенсивность) потока нарушений правил радиобмена (правил передачи служебной информации по радиоканалу):

$t_{пер}$ – время передачи информации по радиоканалу.

Предполагается, что чем больше интенсивность передачи информации по радиоканалу, чем больше время использования радиоканала, сказывающаяся на состоянии усталости оператора связи, тем больше вероятность нарушения правил радиобмена (правил передачи служебной информации по радиоканалу);

Средняя плотность (интенсивность) потока нарушений правил радиобмена (правил передачи служебной информации по радиоканалу) определяется путем оценки статистических данных, имеющихся у контролирующих органов ВВС по количеству выявленных в процессе радиоконтроля нарушений I, II и III категории за соответствующее время наблюдений:

$$\lambda_{нар} = (N_1 + N_2 + N_3) / t_{набл}. \quad (11)$$

Анализ данных расчетных соотношений показал следующее:

в том случае, если радиоканал закрыт ($K_{зj} = 0$), вскрытия смысловой информации, представляющей интерес для радиоразведки, не происходит, то есть $P_{вскр}(t) = 0$;

в том случае, если радиоканал не закрыт ($K_{зj} = 1$), на вероятность вскрытия смысловой информации, представляющей интерес для радиоразведки $P_{вскр см}(t)$ влияет, наряду с другими параметрами $P_{обн}(t)$, $P_{мо}(t)$, $P_{прх}(t)$, вероятность нарушения правил радиобмена (правил передачи служебной информации по радиоканалу) $P_{нар.пр}(t)$;

в том случае, если радиоканал не закрыт ($K_{зj} = 1$), но в то же время выполняются требования по радиобмену (полностью соблюдаются правила передачи служебной информации по радиоканалу), соответственно $P_{нар.пр}(t) = 0$, то вскрытие смысловой информации, представляющей интерес для радиоразведки, не происходит $P_{вскр}(t) = 0$;

в том случае, если радиоканал не закрыт ($K_{зj} = 1$) и вероятность нарушения правил радиобмена (правил передачи служебной информации по радиоканалу) максимальна $P_{нар.пр}(t) = 1$, то на $P_{вскр см}(t)$ влияют только значения $P_{обн}(t)$, $P_{мо}(t)$ и $P_{прх}(t)$.

Данные расчетные соотношения также показывают, что для снижения вероятности вскрытия смысловой информации, представляющей интерес для радиоразведки $P_{вскр см}(t)$, можно использовать, в том числе, пространственные, временные и энергетические ограничения и другие меры, определенные руководящими документами.

Таким образом, в интересах оценки эффективности РК предложен методический подход, базирующийся на расчетных соотношениях разведзащищенности элементов системы связи и учитывающий возможность закрытия радиоканала передачи информации (с использованием криптографических и

иных методов), а так же вероятность нарушения правил радиообмена (правил передачи служебной информации по радиоканалу).

Литература:

1. Андриенко А.А. Основы РЭБ, радиоэлектронная защита и безопасность связи. – Л.: ВАС, 1988. – 368 с.
2. Андриенко А.А. Основы радиоэлектронной борьбы, радиоэлектронная защита и безопасность связи и АСУ / Под.ред. М.В. Симонова. – Л.: ВАС, 1989. – 346 с.

Безрядин В.А., Офтаев А.С.

**ВУНЦ ВВС «ВВА имени профессора Н.Е.Жуковского и
Ю.А. Гагарина», г. Воронеж**

Порядок оценки информативности линий радиосвязи в интересах планирования радиоконтроля объектов защиты

Планирование работ является важнейшим условием достижения цели радиоконтроля (РК) и осуществляется на основе анализа данных об объектах защиты, проводимых на них мероприятиях, связанных с использованием сведений, содержащих государственную и (или) служебную тайну, и состояния защиты информации на этих объектах, а также используемых на объектах защиты каналов радиосвязи (КРС).

Процесс планирования работ по РК включает три этапа.

На первом этапе планирования разрабатываются исходные данные по: составу объектов защиты;

мероприятиям, которые проводятся на объектах защиты и предусматривают работу со сведениями, составляющими государственную и (или) служебную тайну;

организации систем связи служебного назначения с КРС и средствами связи, обеспечивающими их функционирование;

разведдоступности излучений радиосредств, обеспечивающих функционирование КРС, а также информативности разведдоступных КРС.

На втором этапе планирования на основе комплексного анализа исходных данных определяются задачи РК и разрабатываются мероприятия по их выполнению:

определяются цели и задачи РК на год с учетом результатов РК, полученных за предшествующий году планирования период, заданий, поставленных руководством;

определяется перечень приоритетных для РК объектов и информативных КРС;

распределяются силы и средства РК по объектам и задачам;

определяются виды и сроки представления отчетно-информационных документов, а также порядок взаимодействия и все виды обеспечения.

На третьем этапе разрабатываются документы планирования, включающие:

план проведения РК на год;

планы проведения РК на месяц.

Планирование РК базируется на оценке потенциальной информативности КРС [1-3]. Основными исходными данными для оценки потенциальной информативности КРС являются:

перечень КРС, используемых должностными лицами каждого объекта защиты;

перечень и уровни важности объектов защиты, должностные лица которых используют данный КРС;

данные об уровнях важности, планируемых (прогнозируемых) сроках, количестве одновременно проводимых мероприятий на каждом объекте защиты, предусматривающих работу со сведениями, составляющими государственную тайну.

Оценка информативности проводится в два этапа. На первом этапе выполняется предварительная оценка потенциальной информативности установленных каналов каждого радиосредства по результатам анализа данных об объектах защиты, проводимых на них мероприятиях и используемых КРС.

На втором этапе выполняется оценка информативности с применением технических средств (радиоприемной аппаратуры, аппаратуры каналов выделения и регистрации) с целью подтверждения предварительных выводов о возможности использования этих каналов должностными лицами объектов защиты для передачи информации служебного характера, прямо или косвенно касающейся сведений, составляющих государственную или служебную тайну.

Показателем информативности конкретного КРС является коэффициент информативности, учитывающий [1, 2]:

уровни важности объектов защиты и мероприятий, проведение которых планируется (предполагается) на каждом объекте;

количество и сроки проведения на объектах мероприятий, представляющих интерес для радиоразведки.

Коэффициент информативности КРС рассчитывается на каждом временном интервале (календарный день) по формуле:

$$W_j = \sum_{i=1}^L Z_{ji}, \quad (1)$$

где i – номер объекта ($i = 1, L$, L – количество объектов);

j – номер КРС;

Z_{ij} – частный коэффициент информативности j -го КРС, характеризующий его информативность при использовании на i -м объекте и рассчитываемый по формуле:

$$Z_{ij} = V_i m_i k_{ij}, \quad (2)$$

где V_i – весовой коэффициент, который характеризует уровень важности i -го объекта как объекта РК при проведении на нем r -го мероприятия ($r = 1, m_i$, m_i – количество мероприятий, проведение которых планируется на i -м объекте на рассматриваемом временном интервале);

m_i – количество мероприятий, проведение которых планируется (прогнозируется) на i -м объекте на рассматриваемом временном интервале (сутки, месяц);

k_{ij} – двоичный индикатор, характеризующий использование j -го КРС на i -м объекте и принимающий значение «0», если канал на i -м объекте не используется, или «1», если канал используется.

Весовой коэффициент V_i в выражении (2) рассчитывается по формуле:

$$V_i = V_{O3} + \sum_{r=1}^{m_i} V_r, \quad (3)$$

где V_{O3} – весовой коэффициент, характеризующий уровень важности объекта защиты;

V_r – весовой коэффициент, характеризующий уровень важности мероприятия r , проводимого на объекте защиты.

Важность мероприятий, проводимых на объектах, определяется уровнем руководства мероприятия:

мероприятия, проводимые по подготовке к ведению боевых действий – 1-ый уровень важности;

остальные мероприятия – 2-ой уровень важности.

Рассмотрим определение весового коэффициента V_i для авиационного формирования, на котором планируется проведение мероприятий при подготовке к ведению боевых действий. В этом случае уровень важности объекта соответствует категории защиты от радиоразведки (первый уровень важности, весовой коэффициент V_{O3} равен 5). Уровень важности мероприятия равен 1, что соответствует весовому коэффициенту $V_r = 20$. Суммарный весовой коэффициент V_i равен 25 (рассчитано по формуле 3).

Оценка информативности проводится в соответствии с методикой, предусматривающей проведение расчетов в табличной форме и проводится в следующем порядке.

1. Объекты защиты упорядочиваются по уровням важности, нумеруются, каждому объекту и мероприятию, которое на нем проводится, в зависимости от уровня важности присваивается весовой коэффициент в баллах.

2. На основе данных, получаемых в ходе плановых проверок, а также анализа источников информации составляется календарный график проведения мероприятий на объектах защиты. В том случае, если данные о факте и (или) сроках проведения мероприятий не известны, используемые на этом объекте КРС могут контролироваться периодически в течение месяца в зависимости от загрузки сил и средств РК.

3. Заполняется таблица использования КРС должностными лицами объектов защиты, данные приведены в таблице 1. В ячейке таблицы на пересечении строки, соответствующей объекту, и столбца, соответствующего используемому на данном объекте КРС, записывается «1». Если конкретный КРС не используется на объекте, в ячейке записывается «0».

4. Рассчитываются значения частного коэффициента информативности каждого КРС последовательно на каждом временном интервале по формуле 2 и представляются в таблицу 2. На пересечении строки, соответствующей

объекту, и столбца, соответствующего КРС, записывается рассчитанное значение частного коэффициента информативности.

Таблица 1 - Привязка КРС к объектам защиты (пример заполнения)

Номер, наименование объекта защиты	Использование ОКРС на объекте защиты (значения индикатора k_{ij})			
	№ КРС			
	РРЛС	КВ РС	УКВ РС	спутниковая РС
Штаб и ЦУ ВВС	1	1	1	1
Штаб и КП объединений	1	0	1	0
Штаб и КП соединений	0	1	1	0

Далее определяется коэффициент информативности каждого j -го КРС по формуле 1 на рассматриваемом временном интервале путем суммирования значений Z_{ij} для всех объектов, на которых используется данный КРС.

Таблица 2 - Результаты оценки информативности КРС

№ объекта	Частный коэффициент информативности КРС			
	№ КРС			
	РРЛС	КВ РС	УКВ РС	спутниковая РС
Штаб и ЦУ ВВС	50	50	50	50
Штаб и КП объединений	3	0	3	0
Штаб и КП соединений	0	0	0	0

Аналогичным способом рассчитывается информативность КРС на каждом временном интервале.

Таким образом, методика оценки информативности линий РС определяет правила учета динамики мероприятий, проводимых на объектах защиты и предусматривающих работу со сведениями, содержащими государственную тайну. В качестве показателя информативности КРС использован коэффициент информативности КРС, представляющий собой сумму взвешенного количества мероприятий, проведение которых предполагается (прогнозируется) в течение рассматриваемого временного интервала на каждом из совокупности объектов защиты, использующих данный КРС. Такой показатель

отражает существующую зависимость интенсивности сообщений от времени и количества мероприятий, проводимых на объектах, с учетом их важности, и не требует проведения громоздких вычислений. Она позволяет выделить наиболее важные для обеспечения безопасности системы связи.

Результаты оценки информативности используются при планировании работ по РК для определения приоритетных задач РК.

Литература:

1. Данилин С.Н. О современном понятии информации /С.Н. Данилин // Информационные технологии. – 2003. – № 11. – С. 53–57.
2. Присяжнюк С.П., Сазонов К.В. Потенциальная информативность как новая характеристика отражения материального объекта / С.П. Присяжнюк, К.В. Сазонов // Информация и космос. – 2006. – № 2. – С. 100–105.
3. Сазонов К.В. Модели оценивания потенциальной информативности потоков сообщений / К.В. Сазонов // Научно-технические технологии. – 2009. – Т. 10. – № 12. – С. 63–69.

Блинов А.В., Ивануткин А.Г.

**ВУНЦ ВВС «ВВА имени профессора Н.Е.Жуковского и
Ю.А. Гагарина», г. Воронеж**

Основные требования к техническому обеспечению системы радиотехнического обеспечения полетов государственной авиации

Постоянная готовность техники радиотехнического обеспечения (РТО) полётов авиации к эффективному применению по назначению в процессе управления войсками и летательными аппаратами достигается правильной организацией технического обеспечения.

Техническое обеспечение системы связи и РТО полётов - это комплекс мероприятий по укомплектованию войск связи и РТО техникой связи и РТО, поддержанию её в готовности к применению и эффективному использованию. К мероприятиям технического обеспечения системы связи и РТО относятся:

- снабжение подразделений связи и РТО техникой связи и РТО;
- техническая разведка и эвакуация повреждённой и неисправной техники связи и РТО;
- эксплуатация техники связи и РТО.

Для обеспечения правильного и своевременного выполнения этих мероприятий на аэродромах государственной авиации осуществляется развёртывание и эксплуатация центров РТО полётов. Эксплуатация центра РТО это комплекс организационных и технических мероприятий, направленных на обеспечение высокой боевой готовности центра РТО и его эффективного применения по предназначению. Эксплуатация центра РТО, как одного из элементов узла связи РТО включает организацию оперативно-технической службы на боевых постах РТО и всех видов обеспечения функционирования центра РТО. Она проводится на основе полученной задачи и осуществляется должностными лицами центра (должностными лицами дежурной смены) через систему управления центром [1].

Оперативно-техническая служба на центре РТО представляет собой комплекс организационных и технических мероприятий, направленных на обеспечение своевременного и качественного формирования, отображения и обмена навигационной информации по обеспечению управления экипажами на земле и в воздухе в зоне ответственности аэродрома. Оперативно-техническая служба является ведущей службой на центре РТО и организуется в соответствии с объёмом и сложностью решаемых задач, особенностью его оперативно-технического построения, составом оборудования, наличием и подготовкой личного состава. Одними из основных задач оперативно-технической службы являются:

обеспечение своевременного и качественного формирования навигационной информации о воздушном судне на пункте управления;

обеспечение технической исправности и своевременного включения средств объективного контроля воздушной обстановки и переговоров группы руководства полётами, дежурной сменой и экипажами воздушных судов;

обеспечение постоянной готовности средств к изменению режимов работы в соответствии с указаниями группы руководства полётами.

На центре РТО узла связи и РТО эти задачи решаются выполнением оперативных и технических мероприятий.

К техническим мероприятиям относятся:

своевременное и качественное проведение технического обслуживания, ремонта средств РТО полётов и контроль за их техническим состоянием; планирование, учёт эксплуатации и ремонта технических средств;

своевременное выявление и устранение причин, которые могут привести к ухудшению качества навигационной информации, неисправности техники и средств РТО;

проведение плановых измерений параметров средств РТО и доведение их до эксплуатационных норм;

создание установленных запасов имущества РТО, учёт их и хранение;

сбор, обобщение и анализ данных о состоянии технической эксплуатации на центре РТО и разработку практических мероприятий по её улучшению;

своевременное восполнение расхода и потерь средств связи, РТО и другого имущества.

Специфическими особенностями технического обеспечения РТО полетов государственной авиации является то, что к РТО предъявляется ряд основных требований, а именно [2]:

- оснащение аэродромов государственной авиации должно производиться только штатными (табельными) средствами РТО, принятыми на снабжение или допущенными к применению для обеспечения полетов авиации;

- для обеспечения полётов разрешается использовать средства РТО, аналогичные по назначению штатным (табельным) средствам;

- средства РТО допускаются к обеспечению полетов приказом старшего авиационного начальника, в штате которой состоят эти средства, по результатам летной проверки;

- летная проверка средств РТО организуется и проводится в соответствии с Руководством по летной проверке средств связи и радиотехнического обеспечения полетов государственной авиации;

- списанные или не предусмотренные штатом средства РТО использовать для обеспечения полетов запрещается;

- выработавшие назначенный ресурс (срок эксплуатации) средства РТО могут быть допущены к обеспечению полетов после продления их срока эксплуатации в установленном порядке;

– аэродромы государственной авиации оборудуются средствами РТО в зависимости от задач авиационных формирований, базирующихся на аэродроме, от требуемого минимума аэродрома для посадки (взлета) воздушных судов, характеристик бортового оборудования воздушных судов, местных особенностей;

– размещение средств РТО на аэродромах, местность в местах развертывания средств РТО и в зонах формирования диаграмм направленности излучения должны соответствовать требованиям Норм годности к эксплуатации аэродромов государственной авиации и эксплуатационной документации средств РТО;

– тактико-технические характеристики средств РТО должны находиться в пределах, установленных в Нормах годности к эксплуатации аэродромов государственной авиации, в условиях одновременной работы всех радиотехнических средств на аэродроме.

– допускается незначительное ухудшение технических характеристик средств РТО по объективным причинам (влияние рельефа местности, интенсивных промышленных помех, природных аномалий), что должно подтверждаться материалами летной проверки средств связи и РТО.

К наземным средствам связи и РТО полетов относятся:

приводные аэродромные радиостанции и маркерные радиомаяки;

автоматические радиопеленгаторы;

радиолокационные системы посадки, обзорные и посадочные радиолокаторы;

светосигнальное оборудование;

кодовые (импульсные) маяки;

аэродромные прожекторные станции;

радиотехнические системы ближней навигации, азимутально-дальномерные радиомаяки;

радиомаячные системы инструментального захода воздушных судов на посадку;

средства авиационной радиосвязи;

наземные средства объективного контроля, установленные на средствах связи и РТО полетов;

выносные индикаторы системы посадки, комплексы средств руководства полетами.

Аэродромы постоянного (основного) базирования авиационных формирований оборудуются, как правило, стационарными средствами РТО, которые размещаются в капитальных зданиях (сооружениях). Проектирование и строительство стационарных объектов РТО (в том числе стационарного светосигнального оборудования) осуществляются специализированными проектными и строительно-монтажными организациями, а монтаж и ввод средств РТО в эксплуатацию – заводами-изготовителями или строительно-монтажными организациями.

При оснащении аэродрома средствами РТО в подвижном варианте (на шасси автомобилей или на прицепах) для их развертывания строятся площадки. Развертывание (монтаж) и ввод средств РТО в эксплуатацию производятся силами эксплуатирующих организаций связи и РТО в соответствии с эксплуатационной документацией.

Таким образом, при организации системы технического обеспечения системы радиотехнического обеспечения полетов авиационных формирований необходимо учитывать специфические особенности эксплуатации техники радиотехнического обеспечения полетов номенклатуры Воздушно-космических сил.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Ивануткин А.Г., Блинов А.В. Анализ организации оперативно-технической службы на центрах радиотехнического обеспечения узлов связи и радиотехнического обеспечения Воздушно-космических сил // Сборник статей всероссийской НТК молодых ученых, слушателей и курсантов, посвященной дню образования Войск связи. – Воронеж: 2015. – С. 28.
2. Федеральные авиационные правила «Радиотехническое обеспечение полетов воздушных судов и авиационная электросвязь в гражданской авиации». М.: 2014. – С. 24.

Васильев В.А., Ведищев С.Ю., Мосин А.И.

**ВУНЦ ВВС «ВВА имени профессора Н.Е.Жуковского и
Ю.А. Гагарина», г. Воронеж**

**Методика оценки достоверности результатов
автоматизированного контроля технического состояния
средств связи**

Оценка технического состояния средств связи (СС) осуществляется автоматизированной системой контроля (АСК) по заданному набору контролируемых параметров. Решения АСК формируются путем сравнения параметров, информация о которых поступает от объекта контроля (ОК), с допустимыми уровнями и логической обработкой результатов в соответствии с некоторыми, иногда достаточно сложными алгоритмами. В качестве решений АСК может выступать информация о технологических режимах объекта и требования об их изменении, выводы о работоспособном состоянии объекта или его отказ. При этом инструментальная достоверность принятых решений, т.е. степень их правильности характеризуется вероятностями ошибок первого (ложный отказ) и второго (необнаруженный отказ) рода. Последствия ошибок I и II рода могут быть существенно различны.

С математической точки зрения задача оценки достоверности выдаваемых АСК сообщений является достаточно сложным преобразованием случайных величин, полученных в результате отдельных измерений. Даже для наиболее распространенного в практике нормального закона распределения контролируемого параметра и погрешности измерений математические выражения вероятностей ошибок I и II рода слишком сложны и громоздки, содержат двумерные интегралы вероятностей, выразить которые через элементарные функции не представляется возможным [1, 2]. Кроме того, возникает необходимость учитывать предыдущие состояния ОК, создавать временные задержки контролируемых сигналов, что аналитическими способами сделать также невозможно. Отмеченные трудности позволяет обойти предлагаемый в работе метод статистического моделирования на ЭВМ для оценки вероятностей I и II рода.

Рассматривается задача определения вероятностей ошибок I и II рода при многопараметрическом контроле статистически независимых параметров при статистически независимых погрешностях их измерений. Требование статистической независимости позволяет использовать результаты определения характеристик инструментальной достоверности, полученные для случая однопараметрического контроля, по методике, изложенной в [3]. Имитационная модель работы АСК как и принятие ею решений, представляется в форме алгоритма, вид которого определяется количеством контролируемых параметров, их взаимосвязью, структурой и функционированием ОК. При

достаточно сложной структуре ОК возможно алгоритмическое описание контроля состояния отдельных его частей с последующим объединением всех частных алгоритмов в общий в зависимости от принципов работы самой АСК (параллельный, последовательный, смешанный опрос датчиков, повторные измерения, учет предыдущих состояний отдельных частей и ОК в целом и т.д.).

Отметим, что для определения достоверности сообщения играет роль не собственно значение контролируемого параметра, а факт нахождения его в допуске или за его пределами. Исходя из этого, по каждому параметру целесообразно сформировать признак нахождения в допуске (F_i). Данный признак является случайной величиной, принимающей значения: 0 и 1. Для i -го контролируемого параметра $F_i = 1$ – параметр в допуске с вероятностью P_{i1} ; $F_i = 0$ – параметр не в допуске с вероятностью $P_{i2} = 1 - P_{i1}$. Вероятности P_{i1} определяем для каждого параметра отдельно по методике [3]. Тогда моделирование признака нахождения i -го параметра в допуске или нет, может быть осуществлено с помощью датчика случайных чисел, генерирующего равномерно распределенные в интервале $[0, 1]$ числа.

Разобьем этот интервал на два под интервала длины которых соответственно равны P_{i1} и P_{i2} .

Если $\gamma \in [0, P_{i1}]$, то $F_i = 1$;

$\gamma \in [P_{i1}, 1]$, то $F_i = 0$.

где γ - числа, выдаваемые датчиком.

Аналогично будем моделировать бинарные сигналы включения и задания режимов. Для каждого признака необходимо использовать отдельный датчик случайных чисел.

Алгоритмически признаки объединяются, анализируются согласно модели работы АСК, и формируется соответствующее сообщение о состоянии ОК.

Предположим, что контролируемое СС находится в некотором состоянии. Тогда в соответствии с алгоритмом этому состоянию соответствует определенная совокупность сообщений, которые должны быть сформированы при отсутствии ошибок в принятых сообщениях и в процедуре их обработки. Формирование непредусмотренных сообщений следует рассматривать как ошибочное.

Предлагаемая в работе методика предполагает многократное выполнение выбранного режима и подсчет числа появлений каждого сообщения: правильного или ошибочного. Вероятность появления j -го сообщения

$$P_j = \frac{m_j}{n},$$

где m_j – число появлений j -го сообщения; n – общее число испытаний.

Вероятность ошибки I рода для j -го сообщения $P_{1j} = P_j$, если данное сообщение не должно появляться при данном режиме работы ОК. Вероят-

ность ошибки II рода для j -го сообщения $P_{2j} = 1 - P_j$, если данное сообщение должно появляться при данном режиме.

Техника статистического моделирования выбранной ситуации может осуществляться по различным методикам [4].

На основе вышеизложенной методики построен комплекс программных средств, позволяющий проводить численные эксперименты по определению достоверности сообщений при автоматизированном контроле средств связи [5].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Приборно-модульные универсальные автоматизированные измерительные системы: Справочник/ В.А.Кузнецов, В.Н.Строителев, Е.Ю.Тимофеев и др.; Под ред. В.А.Кузнецова. – М.: Радио и связь. – 1993. – 426 с.

2 Дмитриев А.К. , Мальцев П.А. Основы теории построения и контроля сложных систем. – Л.: Энергоатомиздат. – 1988. – 408 с.

3 ОСТ 100433-81. Средства контроля технического состояния изделий авиационной техники. Методика определения характеристик инструментальной достоверности контроля. – М.: Издательство стандартов. – 1983. – 23 с.

4 Прицкер А. Введение в имитационное моделирование и язык СЛАМ. – М.: Мир. – 1987. – 646 с.

5 Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ. «АСК ВТРС» Управляющая программа для автоматизированной системы контроля параметров военной техники связи / Федоров Н.П., Васильев С.В., Игнатенко М.В. – №2003610999.

Данилин М.А., Ивануткин А.Г., Файзулин Р.Г.

**ВУНЦ ВВС «ВВА имени профессора Н.Е.Жуковского и
Ю.А. Гагарина», г. Воронеж**

**Проблемные вопросы технического обеспечения
мобильных систем дальней радионавигации и пути их
решения.**

В современных реалиях военно-политической обстановки в целях защиты интересов Российской Федерации и ее граждан, поддержания международного мира и безопасности формирования Вооруженных Сил могут оперативно использоваться за пределами Российской Федерации в соответствии с общепризнанными принципами и нормами международного права, международными договорами Российской Федерации и федеральным законодательством [1].

Вместе с тем, анализируя опыт локальных войн и вооруженных конфликтов последних десятилетий, можно отметить резкое возрастание роли военных действий в воздушном пространстве. Успешное решение задач вооруженными силами на современном этапе ставится в прямую зависимость от результатов борьбы по завоеванию господства в воздухе.

Опыт применения авиации за пределами национальной территории, операции по принуждению к миру Грузии и в ходе проведения учений с миротворческими силами ОДКБ, КСБР, КСОР ОДКБ «Нерушимое братство – 2015» и «Взаимодействие – 2015» показал, что при применении в “кризисных” районах авиации для обеспечения полетов по оптимальным маршрутам, над безориентирной местностью, акваториями морей и океанов, а также решения боевых задач в тактической и оперативной глубине противника возникает необходимость в надежном навигационном обеспечении.

В условиях применения противником массированных помех и, учитывая пространственный размах боевых действий, наиболее надежным источником навигационной информации будет являться система дальней радионавигации.

Мобильные системы дальней радионавигации позволяют в короткие сроки сформировать на театре военных действий радионавигационное поле площадью до 1 000 000 км² и обеспечить определение воздушными судами своего местоположения с заданными точностными характеристиками в любое время года и суток [2].

Бортовое оборудование самолетов позволяет использовать радиотехнические системы дальней навигации, развертываемые в полосе боевых действий, во всем диапазоне высот полета на весь тактический радиус с неограниченной пропускной способностью. Таким образом, применение систем дальней радионавигации позволяет решать задачи определения самолетами

своего местоположения на удалении до 1000 км от линии боевого соприкосновения.

Высокая эффективность данных систем подтверждена более чем 30-летним опытом их эксплуатации, в том числе и в условиях локальных вооруженных конфликтов в Афганистане и на Северном Кавказе, где в условиях горной и безориентирной местности системы дальней радионавигации зачастую являлись единственным средством коррекции пилотажно-навигационных комплексов для решения задач воздушной навигации и боевого применения [3,4].

Однако, для эффективного применения станций дальней радионавигации, как и любой техники связи, радиотехнического обеспечения и автоматизированных систем управления, необходимо проводить комплекс мероприятий по поддержанию техники в постоянной готовности к применению. И тут возникает ряд проблемных вопросов, который давно назрел и требует своего решения.

Системы дальней навигации РСДН-10 были разработаны еще в 40–50-е годы прошлого века и давно требовали модернизации. Проведенные предприятиями промышленности доработки техники по бюллетеням, сняли часть проблем эксплуатации (в плане замены устаревшей элементной базы), но изношенность оборудования и двойная выработка назначенного ресурса станций не позволяют использовать все боевые возможности данных систем.

Средства подвижности по своему техническому состоянию также не отвечают требованиям боеготовности, что в свою очередь не позволяет говорить о мобильности системы в целом. Ведомственные ремонтные предприятия были сокращены, а гражданские (в соответствии с централизованным планом ремонта) принимают на обслуживание только автомобили марки КамАЗ, которые составляют около 1 % от штатной автомобильной техники.

Отдельно можно выделить вопрос укомплектованности личным составом, эксплуатирующем технику. Проведенные мероприятия по оптимизации организационно-штатной структуры частей дальней радионавигации привели к тому, что высококвалифицированные обученные военнослужащие, проходившие службу по контракту в данных частях по несколько лет, были вынуждены переводиться в другие воинские части, а на должности, подлежащие замещению гражданским персоналом, найти специалиста не представлялось возможным ввиду низкой оплаты труда. К тому же, при организации подготовки специалистов, эксплуатирующих технику станции дальней радионавигации, столкнулись с отсутствием единых программ и методик подготовки.

Все вышеописанные проблемы затрудняют организацию и осуществление грамотного использования, обслуживания и ремонта станций дальней радионавигации поддержания её в постоянной готовности к применению.

В целях обеспечения национальной безопасности в области радионавигации, предлагается:

1. Провести замену наземных станций мобильных систем дальней радионавигации на поступившую на вооружение перспективную информационную систему координатно-временного обеспечения «Скорпион».

2. Укомплектовать станции личным составом из числа военнослужащих, для чего пересмотреть штат станций.

3. Разработать и внедрить единые программы подготовки специалистов станций дальней радионавигации, для чего использовать потенциал кафедры дальней радионавигации ВУНЦ ВВС «ВВА» имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина.

Таким образом, предложенные рекомендации позволят выполнить одну из важных задач технического обеспечения систем дальней радионавигации – поддержание боеготовности частей на требуемом уровне, потому как от качества технического обеспечения связи, радиотехнического обеспечения и автоматизированных систем управления напрямую зависит боевая готовность как техники, так и части в целом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Военная доктрина Российской Федерации. – М.: ВИ, 2015. – 29 с.
2. Оборудование и эксплуатация мобильной радионавигационной станции дальнего действия РСДН10 / под ред. М.Н. Прусова. – М.: ВИ МО СССР, 1990. – 208 с.
3. Данилин М.А., Дьяченко В.А., Стафеев М.А. Опыт организации связи и радиотехнического обеспечения объединенной группировки авиации в контртеррористической операции на территории Чеченской Республики // Сборник научных статей по материалам Всероссийской НПК 16-17 мая 2012 г. Часть 6. Проблемы и перспективы гидрометеорологического, экологического и радиотехнического обеспечения войск связи и автоматизации управления боевыми действиями авиации. – Воронеж, 2012. – С. 157-159.
4. Данилин М.А., Мосин А.И., Ивануткин А.Г. Особенности организации связи между пунктами управления авиации в ходе боевых действий в Республике Афганистан // Сборник научных статей по материалам Всероссийской НПК 16-17 мая 2012 г. Часть 6. Проблемы и перспективы гидрометеорологического, экологического и радиотехнического обеспечения войск связи и автоматизации управления боевыми действиями авиации. – Воронеж, 2012. – С. 155-157.

Данилин М.А., Игумнов М.А., Стафеев М.А.

**ВУНЦ ВВС «ВВА имени профессора Н.Е.Жуковского и
Ю.А. Гагарина», г. Воронеж**

Особенности оценки технического состояния техники связи и радиотехнического обеспечения полетов

Проверки в Вооруженных Силах являются формой контроля за состоянием и деятельностью органов военного управления, войск (сил) и организаций. Проверки проводятся с целями: контроля за выполнением законодательства Российской Федерации, определение реального состояния боевой готовности, способности выполнить задачи. В соответствии с действующими руководящими документами при проведении проверок соединение, воинская часть, подразделение не могут оцениваться выше, чем оценено состояние вооружения, военной и специальной техники (ВВСТ). Части и подразделения связи и радиотехнического обеспечения (РТО) Воздушно-космических сил комплектуются техникой связи, РТО и АСУ непосредственно обеспечивающей полеты, что и определяет наличие особенностей оценки технического состояния данной техники.

Состояние ВВСТ оценивается по состоянию образцов, групп и видов ВВСТ. В соответствии с руководящими документами регламентирующими обеспечение полетов государственной авиации [1] к основным группам ВВСТ относится:

- приводные аэродромные радиостанции и маркерные радиомаяки;
- радиолокационные системы посадки, обзорные и посадочные радиолокаторы;
- светотехническое оборудование;
- радиотехнические системы ближней навигации (РСБН), азимутально-дальномерные радиомаяки;
- радиомаячные системы (РМС) инструментального захода воздушных судов (ВС) на посадку;
- средства авиационной радиосвязи;
- наземные средства объективного контроля, установленные на средствах связи и РТО полетов;
- выносные индикаторы системы посадки, комплексы средств руководства полетами.

Известно, что в проверяемой группе ВВСТ должно проверяться не менее 30 % образцов от списочного состава, при этом в обязательном порядке в план проверки включаются образцы, предназначенные для обеспечения полетов.

В соответствии с требованиями обеспечения безопасности полетов все средства связи и РТО допускаются к обеспечению полетов после летных

проверок. Летная проверка средств связи и РТО полетов - это комплекс мероприятий по оценке соответствия параметров и характеристик средств связи и РТО полетов установленным требованиям в целях определения их способности обеспечивать полеты ВС в соответствии со своим предназначением.

Использовать для обеспечения полетов средства связи и РТО полетов без проведения летной проверки и документального оформления ее материалов запрещается. В отдельных случаях для обеспечения полетов ВС днем в простых метеоусловиях допускается использование приводных радиостанций, средств авиационной радиосвязи без проведения летной проверки. Решение об их использовании принимает должностное лицо, организующее полеты ВС.

Летные проверки средств связи и РТО полетов подразделяются на первичные, периодические, предполетные, контрольные и специальные.

Первичные летные проверки средств связи и РТО полетов выполняются:

- при проведении государственной регистрации (перерегистрации) аэродрома государственной авиации; при вводе средств РТО полетов в эксплуатацию;

- после развертывания средств РТО полетов на новых позициях;

- после повторного развертывания радиомаячных и радиолокационных систем посадки, РСБН, радиопеленгаторов, РЛС и радиовысотомеров на прежних позициях, а также замены, изменения места установки или высоты подъема их антенных систем;

- после проведения капитального ремонта средств;

- после изменения угла глиссады РМС;

- после перевода приводных радиостанций, РСБН и РМС на новые рабочие частоты (каналы).

Первичные летные проверки средств связи и РТО полетов, имеющих резервные комплекты (полукомплекты), проводятся в полном объеме для всех комплектов (полукомплектов) аппаратуры. Для средств РТО полетов, обеспечивающих посадку ВС с двух направлений, первичная летная проверка выполняется в полном объеме для каждого направления посадки.

Периодические летные проверки РМС выполняются 2 раза в год после проведения сезонного и годового технического обслуживания (ТО) РМС, как правило, после окончания сезонных изменений подстилающей поверхности.

Предполетная летная проверка средств связи и РТО полетов выполняется перед началом летной смены экипажем ВС - разведчика погоды или специально выделенного ВС в целях контроля работоспособности средств связи и РТО полетов и их готовности к обеспечению полетов, при этом проверяются средства связи и РТО полетов обоих направлений посадки.

Контрольные летные проверки средств связи и РТО полетов выполняются:

- при наличии замечаний на работу средств связи и РТО полетов со стороны летного состава или лиц группы руководства полетами;

при обнаружении отклонений основных параметров и характеристик средств связи и РТО полетов по наземным средствам измерений;

после проведения доработок и ремонта отдельных блоков и узлов, влияющих на значения основных параметров и характеристик средств;

при увеличении углов закрытия позиций средств связи и РТО полетов;

после продления срока службы (назначенного ресурса) средств связи и РТО полетов;

по планам вышестоящих командиров (начальников) в целях оценки качества проведения летных проверок средств связи и РТО полетов авиационными формированиями.

Специальные летные проверки средств связи и РТО полетов выполняются:

при расследовании авиационных происшествий и авиационных инцидентов, связанных с недостатками в работе средств связи и РТО полетов;

при подготовке средств связи и РТО к обеспечению специальных полетов;

при проведении испытаний новых и модернизированных средств связи и РТО полетов;

для проверки электромагнитной совместимости средств связи и РТО полетов с другими радиоэлектронными средствами, выявления источников радиопомех и других причин неустойчивой работы средств связи и РТО полетов.

На практике в процессе эксплуатации и во время выполнения некоторых мероприятий ТО ВВСТ параметры аппаратуры могут выходить за пределы допустимых изменений. Поэтому после проведения работ по ТО-2 и сезонному ТО техника связи и РТО, непосредственно обеспечивающая полеты, подвергается периодической летной проверке. Проверка радиомаячных систем инструментального захода ВС на посадку проводится самолетами-лабораториями, других средств непосредственно обеспечивающих полеты учебно-боевыми (боевыми) самолетами (вертолетами) со штатным оборудованием.

Таким образом, для качественной проверки состояния ВВСТ воинских частей и подразделений Воздушно-космических сил необходимо учитывать особенности эксплуатации средств связи и РТО непосредственно обеспечивающих полеты.

Литература:

1. Федеральных авиационных правил радиотехнического обеспечения полетов государственной авиации – М. 2009.

Дьяченко Ю.В., Назмутдинов И.С., Щербаков А.А.

**ВУНЦ ВВС «ВВА имени профессора Н.Е.Жуковского и
Ю.А. Гагарина», г. Воронеж**

Анализ возможностей автоматизации процессов управления системы технического обеспечения

Говоря об автоматизации управления системы технического обеспечения (ТО), следует отметить, что объектами управления в данной системе могут быть как технические устройства, так и личный состав служб технического обеспечения.

Исходя из структуры системы ТО и задач управления данной системой, автоматизированная система управления ТО на верхних уровнях иерархии должна выполнять функции системы организационного типа. На нижних уровнях иерархии данная система должна объединять в себе черты как системы организационного типа, так и систем управления радиотехническими средствами (РТС) или технологическими процессами (в виде автоматизированных систем контроля и диагностики, прогнозирования технического состояния РТС).

Опыт внедрения и работы АСУ различного назначения показывает, что при автоматизации управления в основном сохраняются последовательность и содержание работ управляющих органов, но изменяется методика и технология управления. АСУ позволяет автоматизировать основные трудоемкие процессы и освободить личный состав для разносторонней оценки вариантов и принятия оптимальных решений по заданным критериям. При этом отпадает функция книжного учета наличия, состояния и движения средств, сводятся к минимуму трудоемкие и ручные расчеты, появляются функции выбора из общего перечня задач, конкретно необходимых в данных условиях, подготовки информации для решения на ЭВМ, определения порядка выдачи выходной информации и ее передачи исполнителям, а также организация размещения и обслуживания средств автоматизации.

При автоматизации управления ТО могут быть автоматизированы следующие функции управления [1]:

функции, связанные со сбором, обработкой, учетом и выдачей информации, необходимой для управления составом, ресурсом и состоянием РТС;

функции, связанные с разработкой документов по планированию решения задач управления;

функции, связанные с доведением принятых решений до исполнителей.

Главной целью, которая ставится при автоматизации управления ТО, является повышение эффективности управления за счет обеспечения оперативности, полноты и достоверности получения информации, оптимальности

методов управления и оперативности доведения управленческих решений до исполнителей.

Автоматизированная система управления ТО представляет собой совокупность органов управления ТО и комплекса средств автоматизации с соответствующим информационным и программным обеспечением. Она предназначена для управления силами и средствами ТО, всеми процессами технического обеспечения, а также управления техническим состоянием эксплуатируемых средств.

Автоматизация управления в системе ТО требует наличия определенного специального программного обеспечения. Под специальным программным обеспечением понимается совокупность программных средств, осуществляющих смысловую обработку информации в интересах деятельности соответствующих органов управления. Специальное программное обеспечение является сугубо специфичным для каждого конкретно взятого органа управления. В его состав должны входить комплексы расчетных задач, автоматизирующие определенные функции, выполняемые органом управления. Поэтому при разработке специального программного обеспечения управления ТО, важное значение имеют работы по формированию перечня расчетных задач и взаимная их увязка в соответствующие комплексы, предназначенные для обработки информации в ходе автоматизированного выполнения соответствующей функции управления.

Автоматизация функций управления ТО требует разбивки их на отдельные формальные операции, из которых можно было бы построить определенную логическую последовательность действий для достижения поставленной цели. Такие отдельные операции можно описать вполне определенными формальными правилами. Выполнение совокупности таких формальных правил можно назвать решением задачи. Таким образом, под задачей следует понимать логически законченный процесс обработки информации, когда используется один или несколько первичных документов (сообщений, хранящихся в ЭВМ), в результате обработки которых получается один или несколько выходных документов в виде сообщений определенной структуры.

Решение задач с использованием ЭВМ поставило вопрос о комплексации расчетных задач, то есть объединение их в комплексы различного функционального назначения. В состав комплексов в зависимости от их назначения может входить разное количество отдельных расчетных задач с различной периодичностью их решения. Исходя из назначения, их можно разбить на следующие группы:

- группу задач учета, который ведется органами управления;
- группу задач планирования;
- группу задач оперативного управления ТО.

Задачи ведения учета - это процесс систематической регистрации данных о состоянии объектов управления, осуществляемый с помощью ЭВМ на основании информации, поступающей от всех нижестоящих источников в вышестоящие в виде донесений определенной формы.

Задачи планирования - это задачи, связанные с проведением различного рода расчетов и составления планов по ТО.

Задачи оперативного управления - это задачи, связанные с подготовкой различных документов для должностных лиц органов управления ТО, необходимых им в процессе управления.

По методам и принципам решения задачи рассмотренных групп могут быть условно разделены на два класса: информационных и расчетных задач.

Такое деление объясняется существенным различием методов решения и объектов перерабатываемой при этом информации.

Общим для класса информационных задач является наличие большого объема перерабатываемой информации и логический характер процесса решения. Задачи характеризуются тем, что в ходе решения фиксируется или выдается информация, как правило, в том виде, в каком она вводилась в систему. При этом применяются простейшие способы обработки (обобщение данных, преобразование общих показателей в другие и т.п.). К этому классу можно отнести задачи групп учета и оперативного управления.

Класс расчетных задач характеризуется относительно небольшим объемом перерабатываемой информации, но сложными и разнообразными методами решения. Отличительной особенностью задач этого класса является то, что в процессе решения получается новая информация, которая в явном виде в систему не вводилась. К классу расчетных задач можно отнести задачи всех видов планирования.

В [2] представлен сформулированный на основе анализа задач управления перечень ИРЗ и их распределение по уровням иерархии управления. Из представленного перечня ИРЗ видно, что ряд задач, решаемых на всех уровнях, являются аналогичными, однако различаются объемом обрабатываемой информации, возрастающим от нижнего уровня к верхнему. Кроме того, для решения многих задач верхнего уровня управления требуется дополнительная детальная информация, имеющаяся на нижнем уровне.

Опыт применения вычислительных средств для целей управления свидетельствует об определенном удобстве и преимуществе применения для этих целей персональных ЭВМ (ПЭВМ), объединенных в сеть. Причем сеть ПЭВМ может быть подсоединена к высокопроизводительным ЭВМ или серверам. При этом ПЭВМ легко превращается в автоматизированное рабочее место (АРМ) для выполнения специализированных функций управления или решения определенных классов задач управления.

Сеть вычислительных средств должна быть согласована с организационной структурой ТО.

Поскольку службы, непосредственно подчиненные заместителю командира по вооружению, располагаются достаточно компактно, то сеть ЭВМ для этого уровня управления может быть локальной вычислительной сетью (ЛВС). Для автоматизации учета на складах, хранилищах также должно быть предусмотрено применение ПЭВМ, сопряженной с ЛВС соответствующего уровня управления.

Для выполнения ряда расчетов при планировании ТО необходимы данные о боевой обстановке, состоянии подразделений, о местах нанесения ударов по группировке и др. Такие данные могут находиться в ЛВС штаба. Поэтому должно быть предусмотрено сопряжение с ЛВС начальника штаба, а возможно и других должностных лиц.

Обмен информацией между ЛВС различных уровней управления ТО должен осуществляться с помощью глобальной сети, обеспечивающей передачу информации на сотни километров с требуемой достоверностью. В качестве такой глобальной сети в перспективе следует ориентироваться на единую автоматическую систему передачи данных, обеспечивающую обмен информацией в пакетном режиме.

С целью централизованной обработки данные объединяются в базы данных. Каждая база данных представляет собой совокупность систематизированных и объединенных в массивы данных, относящихся к определенной предметной области: данные о составе РТС, ЗИП; данные о составе сил и средств ТО; нормативно-справочные данные и другие.

С ростом объема информации многие современные информационные системы испытывают трудности по причине низкой общей производительности. Решения этой проблемы может быть достигнуто путем реализации концепции распределенных баз данных.

Принципиальное отличие распределенных информационных систем заключается в том, что данные размещаются там, где используются, а через сеть направляются потоки извещений об их изменениях. Под распределенной БД понимается набор файлов, логически связанных между собой, и хранящихся в различных узлах вычислительной сети.

Проектирование распределенных систем подразумевает решение двух основных задач:

в каких узлах информационной системы, какая и в каком виде должна храниться информация; определение требуемых потоков информации, способов и мест ее обработки.

Выбор технической реализации АСУ ТО в виду ограниченного множества допустимых вариантов допускаемых ГОСТами к применению в военных системах осуществляется простым перебором вариантов.

Структура последовательности построения АСУ ТО представлена на схеме и выглядит следующим образом [2].

А. Формирование комплекса информационно-расчетных задач (КИРЗ):
анализ задач (функций) управления ТО;
формирование перечня задач управления в системе ТО;
определение входной информации;
выбор вариантов технической реализации АСУ ТО с учетом стоимостных ограничений.

Б. Формирование распределенной базы данных:
распределение ИРЗ по рабочим местам АСУ ТО;

рациональное распределение информационных массивов по вычислительным сетям;

определение времени решения КИРЗ;

выбор рационального варианта технической реализации АСУ;

формирование рационального варианта организации управления в системе ТО.

Комплекс ИРЗ, распределение задач по уровням управления и один из вариантов организации управления в системе ТО представлены на схеме [2]. Причем АСУ ТО построена в соответствии с общей иерархической структурой органов управления.

Техническую основу АСУ ТО составляют ПЭВМ, на базе которых создаются автоматизированные рабочие места для должностных лиц органов управления. АСУ ТО выполняет функции управления в соответствии с КИРЗ.

Таким образом, в современных условиях использование АСУ является важным направлением повышения эффективности и качества управления ТО. Основная цель автоматизации состоит в том, чтобы способствовать приведению уровня управленческой деятельности в соответствие с требованиями оперативности, качества, устойчивости управления за счет перевода его на современную техническую базу и совершенствования организационной основы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Олейников Л.Ф. Эксплуатация и ремонт вооружения и военной техники радиотехнических войск на этапе перевооружения. – М.: Воениздат, 1990. – 216 с.

2. Военная кибернетика: методология создания автоматизированных систем управления техническим обеспечением. / Под ред. Ю.И. Арепина. – Тверь: ЗАО НИИ ЦПС. – 2006. – 204 с.

Журавков В.М., Рябов А.В.

**ВУНЦ ВВС «ВВА имени профессора Н.Е.Жуковского и
Ю.А. Гагарина», г. Воронеж**

Проблемы обеспечения помехозащищенности систем авиационной радиосвязи

Эффективное управление Воздушно-космическими силами (ВКС) в современных условиях является фактором, оказывающим решающее влияние на успешность операций (боевых действий). При этом эффективность системы управления во многом определяется параметрами и характеристиками системы связи и радиотехнического обеспечения (РТО), являющейся ее неотъемлемой составной частью и материальной основой [1].

Вскрытие системы связи можно считать равнозначным вскрытию системы управления. Вскрытие системы связи осуществляется для обеспечения гарантированного подавления системы управления и дезорганизации управления войсками, силами и оружием всеми возможными способами: физическим подавлением элементов системы связи и пунктов управления и радиоэлектронным подавлением линий связи. Противник обладает необходимыми и самыми совершенными силами и средствами разведки, радиоэлектронной борьбы и высокоточным оружием, и имеет решительные цели по разведке, уничтожению и подавлению систем связи и пунктов управления, о чем свидетельствует опыт локальных войн и военных конфликтов последних лет [2, 3]. Наиболее подверженными воздействию средств радио и радиотехнической разведки (РПТР) и, соответственно, средств радиоэлектронного подавления (РЭП) противника остаются средства радиосвязи, важность использования которых при построении системы связи и обеспечении управлении достаточно высока [2, 3].

Наиболее подверженными воздействию средств РЭП противника остаются средства радиосвязи, важность использования которых при построении системы связи и РТО, а также при обеспечении управления достаточно высока [4, 5]. В условиях боевых действий системы радиосвязи функционируют в условиях сложной сигнально-помеховой обстановки, при воздействии комплекса дестабилизирующих факторов (случайных и преднамеренных помех, различных ионосферных возмущений и изменений). Следовательно, актуальной задачей в этих условиях является обеспечение требуемой помехозащищенности системы связи, решение которой связано с правильным выбором методов помехозащиты каналов радиосвязи [4, 5].

Одним из направлений повышения эффективности радиосвязи является разработка комплексных методов адаптации к условиям ведения связи и построение адаптивных систем и сетей радиосвязи с автоматическим управлением структурным, алгоритмическим и параметрическим ресурсом [6].

Широкое применение нашли методы адаптивного управления параметрами радиолиний (частотой, скоростью передачи, видом сигналов и др.), обеспечивающие повышение устойчивости систем радиосвязи в условиях воздействия непреднамеренных помех [6]. В то же время, возможности адаптивного управления структурой системы радиосвязи для повышения помехозащищенности системы связи являются недостаточно исследованными.

Поскольку этапу постановки помех радиосредствам предшествует этап радиоразведки (радиотехнической разведки) противника, помехозащищенность авиационных средств радиосвязи характеризует их способность эффективно функционировать в условиях ведения противником РРТР и создания радиопомех [5]. Тогда в качестве критерия оценки помехозащищенности может быть принята вероятность помехозащищенности $p_{пз}$ средства радиосвязи, определяющая достоверность связи в условиях воздействия преднамеренных помех противника:

$$p_{пз} = p_{пп} \cdot p(D_{пп} \leq D_{доп}) + (1 - p_{пп})p(D \leq D_{доп}), (1)$$

где $p_{пп}$ – вероятность действия преднамеренных помех противника на рассматриваемое средство связи; $D_{пп}$ – потери достоверности связи в условиях действия преднамеренных и непреднамеренных помех; D – потери достоверности приема информации в условиях действия только непреднамеренных помех; $D_{доп}$ – допустимые потери достоверности связи; $p(D_{пп} \leq D_{доп})$, $p(D \leq D_{доп})$ – вероятность связи с достоверностью не хуже заданной при воздействии преднамеренных помех противника и без него соответственно.

Вероятности $p(D_{пп} \leq D_{доп})$ и $p(D \leq D_{доп})$ являются показателями эффективности радиосвязи по достоверности, характеризующими соответственно помехозащищенность и электромагнитную совместимость системы связи [4].

Обобщенный показатель, называемый потерями достоверности D , при передаче дискретных (цифровых) сигналов определяется коэффициентом ошибок $D = p_{ош}$, а при передаче непрерывных (аналоговых) сигналов определяется величиной обратной артикуляции $D = 1 - A$ [4].

Качество радиосвязи по достоверности определяются только отношением сигнал/помеха q ($q_{пп}$) на входе приемника [6]

$$q = P_{с\text{ вх}} / P_{пп\text{ вх}}; (2)$$

$$q_{пп} = \frac{P_{с\text{ вх}}}{P_{пп\text{ вх}} + P_{пп\text{ вх}}}; (3)$$

где $P_{с\text{ вх}}$ – мощность сигнала на входе приемника; $P_{пп\text{ вх}}$, $P_{пп\text{ вх}}$ – мощность преднамеренных и непреднамеренных помех на входе приемника соответственно. Тогда:

$$p(D \leq D_{доп}) = p(q \geq q_{доп}); (4)$$

$$p(D_{пп} \leq D_{доп}) = p(q_{пп} \geq q_{доп}), (5)$$

где $q_{\text{доп}}$ – минимально допустимое превышение уровня сигнала над уровнем помех на входе приемника, при котором обеспечивается заданная достоверность приема информации $D_{\text{доп}}$.

С учетом (4) и (5), критерий (1) может быть представлен в виде:

$$p_{\text{пз}} = p_{\text{пп}} \cdot p(q_{\text{пп}} \geq q_{\text{доп}}) + (1 - p_{\text{пп}})p(q \geq q_{\text{доп}}) \quad (6)$$

Вероятность действия преднамеренных помех $p_{\text{пп}}$ характеризует скрытость работы средств связи и эффективность работы систем радиотехнической разведки противника.

Из анализа выражения (6) следует, что в соответствии с принятым критерием, повышение помехозащищенности системы радиосвязи возможно путем использования следующих направлений:

- увеличением величины отношения сигнал/помеха $q_{\text{пп}}$ на входе приемника при фиксированной величине минимально допустимого значения $q_{\text{доп}}$;
- минимизация допустимого отношения сигнал/помеха на входе приемника $q_{\text{доп}}$ при фиксированной величине среднего значения $q_{\text{пп}}$;
- минимизация вероятности действия преднамеренных помех $p_{\text{пп}}$ на входе приемника.

Как следует из выражений (2) и (3), увеличение отношения сигнал/помеха $q_{\text{пп}}$ может быть достигнуто повышением энергетики полезного сигнала, пришедшего в точку приема и (или) снижением уровня помехового воздействия на подавляемый приемник. С учетом этого в качестве основных способов увеличения значения $q_{\text{пп}}$ на входе приемника могут быть приняты [6]:

- применение методов параметрической адаптации (по частоте, мощности и др.);
- применение антенн с высокими направленными свойствами, адаптивных антенн;
- использование методов компенсации помех.

К основным способам, позволяющим минимизировать значение $q_{\text{доп}}$ можно отнести [6]:

- применение разнесенного приема сигналов;
- передача сообщений по составным радиоприемам через ретрансляторы;
- использование радиосигналов, обладающих высокой помехоустойчивостью, в том числе широкополосных и шумоподобных сигналов, сигналов сложной структуры, помехоустойчивого кодирования сигналов.

Задача минимизация вероятности действия преднамеренных помех связана с повышением разведзащищенности радиоприема и средств радиосвязи. Данная задача может решаться следующими способами:

- минимизация уровня излучаемой мощности передатчиков;

- применение антенн с высокими направленными свойствами, адаптивных антенн;

- использование широкополосных и шумоподобных сигналов.

Перечисленные выше способы обладают неодинаковой эффективностью и в различной степени поддаются автоматизации. Эффективность применения ряда способов зависит от структуры линий и сетей радиосвязи, используемых частотных диапазонов. Отсюда следует, что для эффективного повышения помехозащищенности авиационных систем радиосвязи целесообразно комплексное применение различных способов, как в рамках одного направления, так и относящихся к разным направлениям. Так, например, использование разнесенного приема в совокупности с компенсацией помех, использованием и помехоустойчивого кодирования позволяют существенно повысить достоверность связи, что обеспечивает снижение допустимого значения отношения $q_{\text{доп}}$ сигнал/помеха, а следовательно, повысить помехозащищенность средств и комплексов радиосвязи. Это, в свою очередь позволяет адаптивно минимизировать уровень излучаемой передатчиками мощности, что в совокупности с использованием широкополосных сигналов обеспечивает с одной стороны выполнения требований (4), (5), а с другой стороны повышает разведзащищенность радиолиний. Повышение разведзащищенности радиолиний снижает вероятность действия преднамеренных помех $p_{\text{пп}}$, что в соответствии с выражением (6) так же приводит к повышению помехозащищенности систем авиационной радиосвязи. Кроме того использование адаптивных фазированных антенных решеток позволяет фокусировать энергию полезного сигнала в направлении на абонента и минимизировать ее (в идеальном случае исключить) в направлении станций РРТР и РЭП противника. При этом, как следует из основного уравнения передачи [6], использование антенн с высокими направленными свойствами повышает эффективность использования энергии передатчика и позволяет снизить уровень излучаемой мощности. Это в свою очередь повышает развед- и помехозащищенность средств (линий) радиосвязи.

В перспективных системах, комплексах и средствах радиосвязи военного назначения, разрабатываемых как отечественными, так и зарубежными производителями, широкое применение нашли следующие меры повышения помехозащиты [7]:

- использование радиосигналов с большой базой (ФМ-ШПС, ППРЧ и др.);

- новые адаптивные виды сигналов и протоколы радиосвязи;

- широкий частотный диапазон радиосредств от 1,5 МГц до 2,5 ГГц;

- интеграция в сетевые структуры с гибкой динамической конфигурацией (MESH и т.д.).

- комплексное использование алгоритмов помехозащиты: адаптация по частоте (во всех диапазонах частот); адаптация по скорости передачи данных (во всех диапазонах частот); адаптация по мощности (кроме диапазонов частот ОНЧ и НЧ); адаптация по режимам работы (во всех диапазонах частот);

компенсация помех с использованием методов модемных подавителей; компенсация помех с использованием методов управления диаграммой направленности по пространственной координате;

- развитие функциональности на единой SDR платформе (программно определяемое радио), позволяющей эффективно реализовать перечисленные выше меры и адаптивно управлять ими.

Таким образом, обеспечение требуемой помехозащищенности системы может быть основано на решении комплексной задачи адаптивного управления параметрами автоматизированных радиопередающих радиоприемных линий, алгоритмами функционирования и структурным ресурсом системы радиосвязи. При этом комплексное использование методов, основанных на адаптивном управлении параметрами радиопередающих радиоприемных линий в рамках адаптивного управления структурным ресурсом автоматизированных систем радиосвязи, обеспечит максимальную эффективность повышения помехозащищенности системы связи.

Литература:

1 Ермишин А.Г. Теоретические основы построения систем военной связи в объединениях и соединениях. Ч. 1. Методологические основы построения организационно-технических систем военной связи. Санкт-Петербург: ВАС, 2005. 740 с.

2 Сидоркин А.Н., Мингатын Г.М., Прищепов В.М., Акуленко В.П. Вооруженные силы зарубежных государств: Информационно-аналитический сборник. – М.: Воениздат, 2009. – 528 с.

3 Сидоркин А.Н. и др. Информационные, специальные, воздушно-десантные и аэромобильные операции армий ведущих зарубежных государств: Информационно-аналитический сборник. – М.: Воениздат, 2011. – 344 с.

4 Боговик А.В., Игнатов В.В. Эффективность системы военной связи и методы ее оценки. – С.Пб.: ВАС, 2006. – 184 с

5 Цветнов В.В., Демин В.П., Куприянов А.И. Радиоэлектронная борьба: радиомаскировка и помехозащита: Учебное пособие. – М: Изд-во МАИ, 1999. – 240 с.

6 Головченко Е.В., Рябов А.В., Савельев М.А., Федюнин П.А. Управление мощностью передающих устройств автоматизированных линий дециметрового радиосвязи. – Воронеж: ВАИУ, 2010. – 140 с.

7. Novie-racii-azart-dlya-voorugennih-sil: www.armiya-i-flot.ru/index.php/news/voorugenie (дата обращения 5.12.2015).

Ивануткин А.Г., Сурков В.В.

**ВУНЦ ВВС «ВВА имени профессора Н.Е.Жуковского и
Ю.А. Гагарина», г. Воронеж**

Проблемные вопросы технического обеспечения системы радиотехнического обеспечения полетов на аэродромах государственной авиации и пути их решения.

На авиацию Вооруженных Сил Российской Федерации в настоящее время возложено большое количество задач как в мирное время так и в ходе подготовки и ведения военных действий. Основу боевого применения и обеспечения безопасности полетов составляет существующая и разворачиваемая система радиотехнического обеспечения (РТО) полетов. Полеты современных летательных аппаратов (ЛА) обеспечиваются различными радиотехническими средствами и системами. Однако, гарантия безопасности полетов и эффективное применение авиационных комплексов различного назначения днем, ночью и в сложных метеорологических условиях также при минимуме погоды в большей степени связана с качеством технического обеспечения система радиотехнического обеспечения (РТО) полетов [1].

Проведя анализ состояния радиотехнического обеспечения полетов на аэродромах государственной авиации показало что основная часть средств РТО полетов находящаяся на вооружении, разрабатывалась 30 лет назад и серийно выпускалась до начала 1990 года, и имеет выработку установленного ресурса на 94 процента [2].

Укомплектованность подразделений по отдельным видам средств РТО сохраняется за счет запаса образовавшегося в результате сокращения ВВС, что позволяет поддерживать боеготовность на минимально допустимом уровне.

Тем самым главная цель технического обеспечения системы РТО полетов будет являться эволюционное наращивание оперативно-тактических возможностей системы и улучшение тактико-технических характеристик ее элементов в интересах обеспечения эффективного применения авиационных комплексов в любых условиях обстановки

Пути решения возникших проблем в техническом обеспечении подразделений радиотехнического обеспечения полетов будут заключаться: во-первых поддержание боеготовности существующей системы РТО полетов за счет капитального ремонта и модернизации находящихся на вооружении средств; во-вторых создание перспективной системы РТО полетов для оборудования аэродромов на основе достигнутого научно-технического задела и производственного технологического потенциала предприятий отечественной промышленности с учетом требований , предъявляющих к ней системой управления; в третьих оснащение перспективной системой РТО полетов

аэродромов в соответствии с заданными приоритетами и состояния оборудования; в четвертых профессиональная подготовка инженерно-технического состава и младших специалистов.

Основные направления технического обеспечения на данном этапе развития Воздушно-космических сил заключается в разработке и своевременное снабжение подразделений РТО полетов перспективными радиотехническими средствами:

автоматизированными командно- диспетчерскими и стартовыми- командными пунктами ,как центральные элементы системы, в интересах качественного управления полетами в районе аэродрома;

перспективными радиолокационными системами посадки (РСП) с использованием фазированных антенных решеток для реализации программного обзора воздушного пространства ,цифровым методом обработки и передачи радиолокационной информации;

модернизированное светосигнальное оборудования аэродромов базирования в соответствии с рекомендациями ICAO;

модернизированную систему дистанционного управления средствами РТО и централизованную систему дистанционного управления и контроля технического состояния средств РТО;

Решение выявленных проблем в вопросах технического обеспечения системы РТО полетов можно разделить на три этапа:

первый этап – «Поддержание боевой готовности современной системы РТО полетов на аэродромах на достигнутом уровне» :

проведение ремонта и плановой модернизации ключевых элементов существующей системы РТО полетов путем замены наиболее критичных блоков и узлов с переводом изделия на новую элементную базу, как в местах дислокации, так и на предприятиях промышленности;

завершение ведущихся ОКР по созданию и модернизации средств РТО полетов и поставка первых серийных изделий в войска;

развертывание работ по созданию перспективных систем РТО полетов, серийное производство и поставка в войска необходимых материальных средств для поддержания боеготовности.

Второй этап - «Создание перспективной системы РТО полетов и начала оснащения войск вооружением и военной техникой»:

первоочередное оснащение перспективной системой РТО полетов аэродромов дальней авиации.

Третий этап – «Дальнейшее снабжение перспективной системой РТО полетов»

оснащение перспективной системой РТО полетов всех аэродромов гражданской авиации.

Таким образом, предложенные пути решения выявленных проблемных вопросов и комплекс организационных и технических мероприятий позволят усовершенствовать систему технического обеспечения Войск связи, радио-

технического обеспечения и автоматизированных систем управления Воздушно-космическими силами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Березин О.А., Зверев М.А., Майоров А.В., Письменный В.Л. Методические подходы исследования функционирования авиационной системы при возникновении авиационных инцидентов// Научный вестник «НИИ Аэронавигации». 2011. №11. С. 99-104.
2. Концепция развития системы радиотехнического обеспечения полетов авиации на аэродромах Вооруженных Сил Российской Федерации на период до 2020 года. М.: 2009. 24 с.

Игумнов М.А., Стафеев М.А.

**ВУНЦ ВВС «ВВА имени профессора Н.Е.Жуковского и
Ю.А. Гагарина», г. Воронеж**

**Повышение качества управления техническим
обеспечением связи и радиотехническим обеспечением
полетов авиации**

В статье произведено обоснование актуальности и необходимости использования и применения средств автоматизированной обработки информации при выполнении мероприятий технического обеспечения связи и радиотехнического обеспечения полетов. Проведен анализ существующих подходов к автоматизированному решению задач технического обеспечения связи и радиотехнического обеспечения авиационного формирования, предложены основные пути повышения качества управления техническим обеспечением связью и радиотехническим обеспечением.

Одним из основных недостатков существующей системы управления техническим обеспечением связи и радиотехнического обеспечения авиационного формирования является то, что при осуществлении обработки, сбора информации от подчинённых частей и подразделений, ввод данных осуществляется с бумажных или электронных носителей. Обработка данных, преобразование их в необходимую форму также осуществляется не автоматизировано.

Анализ основных планирующих и информационно-отчетных документов по техническому обеспечению органа управления связью и радиотехнического обеспечения авиационного формирования показывает, что в них есть информационно логические связи, повторяющиеся блоки и связанные между собой однотипные элементы.

Применение автоматизированных методов обработки информации при разработке документов позволит значительно повысить качество управления техническим обеспечением связью и радиотехническим обеспечением авиационного формирования, снизить количество ошибок в разработке документов и повысить оперативность управления.

В целях повышения качества работы должностных лиц органа управления связью в ходе выполнения ими задач технического обеспечения возможно создание информационной инфраструктуры, которая обеспечит полноценную информационную связь должностных лиц органов технического обеспечения и предоставит информационные услуги по сбору, обработке, хранению, распространению и управлению информацией [1].

Основу автоматизированной системы технического обеспечения могут составлять типовые многофункциональные комплексы средств автоматизации, включающие автоматизированные рабочие места должностных лиц ор-

ганов управления с соответствующим программным функциональным обеспечением, предназначенным для решения задач управления.

При построении автоматизированной системы управления техническим обеспечением необходимо определение перечня решаемых функциональных задач, подлежащих автоматизации.

Для проведения структурно-функционального анализа подсистемы управления техническим обеспечением связи и радиотехническим обеспечением авторами предлагается методология SADT (Structured Analysis and Design Technique) как одна из самых известных методологий анализа и проектирования систем [2]. Она является методологией, отражающей такие характеристики, как управление, обратная связь и ресурсы.

Из состава инструментов SADT интерес для исследователя системы технического обеспечения связи и радиотехнического обеспечения могут представлять следующие стандарты:

IDEF0 – методология функционального моделирования, позволяющая описать процессы в виде иерархической системы взаимосвязанных функций;

IDEF3 – методология описания процессов, рассматривающая последовательность выполнения и причинно-следственные связи между ситуациями и событиями для структурного представления знаний о системе.

Для дополнения традиционной модели IDEF0 целесообразно использовать IDEF3 моделирование как вполне жизнеспособный путь построения моделей проектируемых систем для дальнейшего анализа имитационными методами. Имитационное моделирование при этом можно использоваться для оценки эксплуатационных качеств разрабатываемой системы.

Основой модели IDEF3 служит так называемый сценарий процесса, который выделяет последовательность действий или подпроцессов анализируемой системы. Сценарий для большинства моделей должен быть документирован. Для рассматриваемого вопроса это может быть перечисление набора функциональных обязанностей лиц боевого расчета ПУА.

Целью моделирования системы является выработка набора вопросов, ответами на которые будет служить модель, границ моделирования – какие части системы войдут, а какие не будут отображены в модели.

Главным достоинством предложенного способа конечной декомпозиции блоков функциональной модели системы технического обеспечения связи и радиотехнического обеспечения, построенной в соответствии с методологией IDEF0, является возможность увязки выполнения функций системы во времени.

IDEF3-диаграммы могут быть использованы в качестве основы имитационной модели. При этом статистически значимые изменения в исследуемой системе ассоциируются с «событиями» (в терминологии IDEF3). Фактически, имитационное моделирование производится посредством перехода с одного события на другое с течением времени. Такой тип имитационного моделирования называется дискретным имитационно-событийным моделированием (discrete event simulation) [3]. Процесс получения результатов моде-

лирования основывается на сборе некоторой статистической информации о моделируемой системе аналогично тому, как это происходило бы при функционировании реальной системы.

Совокупное использование стандартов IDEF0 и IDEF3 – это эффективный способ описания функций системы технического обеспечения связи и радиотехнического обеспечения авиационного формирования, который можно реализовать на этапе анализа и проектирования автоматизированной системы управления техническим обеспечением.

Таким образом, создание автоматизированной системы управления техническим обеспечением связью и радиотехническим обеспечением авиационного формирования способно значительно повысить качество управления техническим обеспечением, автоматизировать процесс сбора и обработки информации, а так же разработки распорядительных, планирующих и информационно-отчетных документов органов управления связью и радиотехнического обеспечения авиационного формирования. Для проведения структурно-функционального анализа подсистемы управления техническим обеспечением связи и радиотехнического обеспечения предлагается методология SADT.

Литература:

1. Черемных С.В., Семенов И.О., Ручкин В.С. Структурный анализ систем: IDEF-технологии. – М.: Финансы и статистика, 2003. – 152 с.
2. Бут Д.В., Васильев В.А. Методика функционального описания подсистемы управления авиацией в составе единой системы управления тактического звена// Матер. Всероссийской НТК. Воронеж.: ВАИУ (г.Воронеж), 2012. – 178 с.
3. Назаров А.Н., Сычев К.И. Модели и методы расчета показателей качества функционирования узлового оборудования и структурно-сетевых параметров сетей связи следующего поколения. – Красноярск: Изд-во ООО «Поликом», 2010. – 389 с.

Казьмин А.И., Манин В.А, Федюнин П.А.

**ВУНЦ ВВС «ВВА имени профессора Н.Е.Жуковского и
Ю.А. Гагарина», г. Воронеж**

Повышение эффективности технического обслуживания защитных покрытий авиационных комплексов.

Авиационный комплекс (АК) - это совокупность совместно используемых воздушных и наземных средств, функционально объединенных для выполнения боевых задач, включающий в себя самолеты, вертолеты с их системами и устройствами, связанными с применением бортового авиационного вооружения и средствами наземного обслуживания и контроля. Современные АК с новейшим радиоэлектронным и навигационным оборудованием и имеющие высокие аэродинамические характеристики способны применяться в любых погодных условиях, днем и ночью и выдерживать высокие перегрузки в процессе полета, что приводит к необходимости постоянного контроля его технического состояния.

В ходе эксплуатации такой организационно сложной технической системы, которой является АК, в настоящее время на первый план выходят вопросы безопасности полетов, что обеспечивается нормативно правовой базой, профилактической работой по предотвращению авиационных происшествий и катастроф, а так же обеспечением надежности и отказобезопасности авиационных систем (АС).

В настоящее время основными направлениями повышения надежности и отказобезопасности АК в целом определяющим и повышение безопасности полетов являются:

1) на этапе проектирования:

- создание максимально простых схем с минимально возможным числом элементов;
- резервирование элементов и систем;
- создание схем с расширенными допусками на изменение характеристик элементов;
- использование высоконадежных элементов;
- обеспечение элементам и системам облегченных режимов работы;
- высокая технологичность и ремонтпригодность.

2) на этапе изготовления:

- совершенствование технологии и культуры производства;
- тренировка и испытания элементов и систем;
- совершенствование методов контроля изготовленной продукции.

3) на этапе эксплуатации:

- внедрение научных методов ТО и эксплуатации;
- сбор, учет и анализ отказов, обобщение опыта эксплуатации;

- повышение квалификации летного и инженерно технического состава;
- улучшение технологии и качества выполнения ремонта и регламентных работ;
- оценка эффективности реализуемых мероприятий.

Кроме того, повышение отказобезопасности АС достигается за счет увеличения вероятности парирования летчиком последствий отказов авиационной техники, за счет выполнения технических и эксплуатационных мероприятий.

В комплексе программ и мероприятий, проводимых в Военно-воздушных силах для достижения военно-технического превосходства, одно из центральных мест занимают вопросы создания АК с низким уровнем радиолокационной заметности (РЛЗ), что существенно расширяет их боевые возможности и повышает боевую эффективность за счет снижения возможностей противника по обнаружению, распознаванию и наведению на них оружия. Основным эффектом от снижения РЛЗ заключается в уменьшении эффективной поверхности рассеяния (ЭПР) АК и, как следствие, дальности его обнаружения радиолокационными средствами.

Применение радиопоглощающих покрытий (РПП) и радиопоглощающих материалов (РПМ) в конструкции АК является распространенным и эффективным способом снижения РЛЗ [1].

При проектировании АК для получения заданного уровня ЭПР РПП имеют строго заданные параметры: переменную по профилю толщину, сложную структуру с меняющимися значениями комплексных диэлектрической и магнитной проницаемостей. При оптимальном выборе РПП и мест их нанесения можно уменьшить величину ЭПР образцов АК на порядок и более.

Характеристики рассеяния объектов в радиолокационном диапазоне длин волн (от нескольких сантиметров до нескольких метров) очень чувствительны к различным неоднородностям на них: острым краям, ребрам, дефектам соединений, нарушениям сплошности, инородным включениям, отслоениям РПП и т.д. Любой дефект, возникающий на поверхности АК со сниженной РЛЗ, если не принять специальных мер, может стать демаскирующим элементом АК, повысит вероятность его обнаружения и приведет к снижению его боевых возможностей.

Таким образом, возникает противоречие: с одной стороны необходимо максимальное уменьшение ЭПР АК, а с другой стороны в процессе эксплуатации АК происходит изменение параметров РПП, определяющих ЭПР, что снижает их боевые возможности.

Решение данного противоречия возможно за счет всестороннего и своевременного контроля ЭФП и выявления дефектов РПП и РПМ АК в ходе его эксплуатации.

На основе разработанной ранее математической модели [2], нами разработан СВЧ способ обнаружения неоднородностей диэлектрических и маг-

нитодиэлектрических покрытий на металле и оценки их относительной величины.

СВЧ способ обнаружения неоднородностей в диэлектрических покрытиях на металлической подложке, заключается в создании электромагнитного поля медленной поверхностной Е-волны над диэлектрическим покрытием на электропроводящей подложке и последующей регистрации изменения параметров характеризующих высокочастотное поле, расчете коэффициента затухания α напряженности поля медленной поверхностной Е-волны в нормальной плоскости относительно ее направления распространения в разнесенных точках и определении границ неоднородностей. Основная суть данного способа заключается в том, что, предварительно измеряют действительную часть диэлектрической проницаемости ϵ' и толщину b эталонного образца покрытия, по которым определяют пороговое значение коэффициента затухания напряженности поля медленной поверхностной Е-волны α_0 , сравнивают в каждой точке измерений сканируемой поверхности покрытия текущее значение коэффициента затухания напряженности поля поверхностной медленной волны α с пороговым значением коэффициента затухания α_0 , и если $\alpha < \alpha_0$, то принимают решение о наличии отслоения покрытия d в данной точке и рассчитывают его величину:

$$d = \frac{\operatorname{arcth} \left(\frac{\frac{\sqrt{k_1^2 - k^2 - \alpha^2}}{\alpha} \frac{1}{\epsilon'} \operatorname{tg} \sqrt{k_1^2 - k^2 - \alpha^2} b - 1}{\frac{\alpha}{\sqrt{k_1^2 - k^2 - \alpha^2}} \epsilon' \operatorname{tg} \sqrt{k_1^2 - k^2 - \alpha^2} b + 1} \right)}{\alpha},$$

где α – текущее значение коэффициента затухания напряженности поля поверхностной медленной Е-волны, $k = \frac{2\pi}{\lambda_e}$ – волновое число свободного

пространства; $k_1 = \frac{2\pi}{\lambda_e} \sqrt{\epsilon'}$ – волновое число в слое исследуемого покрытия;

λ_e – длина волны СВЧ-генератора, ϵ' – действительная часть диэлектрической проницаемости исследуемого покрытия, b – толщина слоя исследуемого покрытия[3].

Разработанный способ предлагается реализовать в СВЧ-устройстве для обнаружения и оценки неоднородностей в диэлектрических и магнитодиэлектрических покрытиях на металле.

Структурная схема устройства показана на рисунке 2, где обозначено: 1 - поглотитель затекающего тока, 2 - «крышка-преломитель», 3 - круглый волновод, 4 - управляющий клапан соответствующего n-рупора Pn, 5 - один из Pn рупоров, 6 - согласующий конус, 7 - верхняя «тарелка» апертуры с уг-

лом раскрыва $\theta_{порт}$ обеспечивающим удовлетворительное согласование со свободным пространством, 8 - подстилающая металлическая поверхность, 9 - нанесенное покрытие, 10 – горизонтально ориентированные приемные вибраторы В/, 11 - вертикально ориентированные приемные вибраторы В, 12 - внутренний дефект покрытия (отслоение), 13 - генератор СВЧ с прямым цифровым синтезом, 14 и 15 - СВЧ детекторы переменного тока Дет-1 и Дет-2, 16 и 17 - усилители постоянного тока УПТ1 и УПТn, 18 персональная электронно-вычислительная машина (ПЭВМ), 19 и 20 - усилители постоянного тока УПТ-1 и УПТ-2, 21 - шаговый электродвигатель ШД-1, для перемещения приемных вибраторов В и В/ по координате X, 22 - шаговый электродвигатель ШД-2, для перемещения приемных вибраторов В и В/ по координате Y, 23 - шаговый электродвигатель ШД-3, для перемещения приемных вибраторов В и В/ по координате Z, 24 - аналогово-цифровой преобразователь АЦП-1, 25 - аналогово-цифровой преобразователь АЦП-2, 26 - дешифратор, 27, 28, 29 - контроллеры шаговых двигателей.

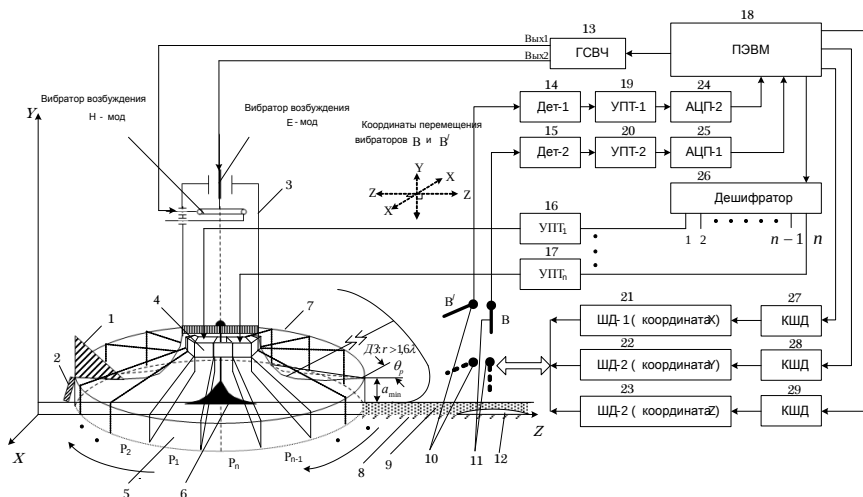


Рис. 1 - СВЧ-устройство для обнаружения и оценки неоднородностей в диэлектрических и магнитодиэлектрических покрытиях на металле

Алгоритм работы устройства в режиме обнаружения и оценки неоднородностей подробно рассмотрен нами в [3].

Для оценки эффективности разработанного способа в сравнении прототипами проведены экспериментальные исследования по обнаружению неоднородностей в диэлектрических покрытиях на металлическом основании.

В ходе натурного эксперимента были исследованы различные виды диэлектрических покрытий на металлическом основании. В каждое из них были внесены неоднородности типа «отслоение» различных размеров. Для

расчета вероятностей обнаружения неоднородностей был применен статистический критерий оптимальности Неймана-Пирсона.

На основе данного подхода получены экспериментальные кривые обнаружения неоднородностей типа «отслоение» обусловленные отслоением самого покрытия и вогнутостью металлической подложки.

Предлагаемый способ и устройство для его реализации позволяют повысить вероятность обнаружения неоднородностей, обеспечивает повышение точности определения степени отслоения покрытия от подложки и позволяет произвести количественное (численное) определение величины отслоения покрытия d от металлической подложки.

Таким образом, современные АК являются высокотехнологической системой, обладающей высокими качественными показателями. Поэтому грамотное техническое обслуживание, контроль и диагностика всех составных частей АК является необходимым условием эффективного применения современных АК для выполнения поставленных задач.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Ягольников С.В. и др. Видимость «Неведимок» // Воздушно космическая оборона. 2007. № 3(34). С 70–75.
2. Манин В.А. Математическая модель распространения поверхностной медленной электромагнитной волны в диэлектрическом покрытии на металлическом основании. Случай отслоения покрытия/В.А.Манин, А.И.Казьмин, П.А. Федюнин // Вестник Тамбовского ГТУ. 2015. Т. 4. С. 553–560.
3. Манин В.А. СВЧ-способ обнаружения и оценки дефекта типа «отслоение» в защитных покрытиях вооружения, военной и специальной техники и устройство его реализации/ В.А. Манин, А.И.Казьмин, П.А. Федюнин // Национальные приоритеты России.–2015.–№ 2.–С. 119–125.
4. Методы неразрушающих испытаний / Под ред. Р. Шарпа. М.: Мир, 1972. 496 с.

Симирский А.С., Стафеев М.А.

ВУНЦ ВВС «ВВА имени профессора Н.Е.Жуковского и
Ю.А. Гагарина», г. Воронеж

Анализ состояния технического обеспечения подсистемы радиотехнического обеспечения полетов морской авиации

Подсистема радиотехнического обеспечения (РТО) полетов морской авиации, как часть системы связи и РТО морской авиации - это сложный комплекс наземных радиотехнических и светотехнических средств обеспечения полетов, которые в сочетании с бортовым оборудованием воздушных судов образуют системы обеспечения посадки воздушных судов, системы обеспечения радионавигации воздушных судов, системы обеспечения управления воздушным движением (УВД) в районе аэродромов.

На вооружение подразделений связи и радиотехнического обеспечения морской авиации поступает совершенная техника, обладающая высокими тактико-техническими характеристиками. Личный состав настойчиво осваивает эту сложную технику, совершенствует способы ее боевого применения. Но перед специалистами подразделений связи и РТО стоит и другая, не менее ответственная и сложная задача: организовать эксплуатацию техники связи и РТО таким образом, чтобы в течение положенного срока обеспечить ее бережение и исправное состояние, постоянную готовность к применению по назначению и высокую эксплуатационную надежность. Все это - неперемennые условия достижения высокой боевой готовности подразделений связи и РТО морской авиации.

Постоянная готовность техники связи и радиотехнического обеспечения полетов морской авиации к эффективному использованию по назначению в процессе управления воинскими частями и летательными аппаратами достигается правильной организацией технического обеспечения.

Техническое обеспечение подсистемы РТО - комплекс мероприятий по укомплектованию подразделений связи и РТО техникой связи и РТО, поддержанию ее в готовности к применению и эффективному использованию [1].

К составным частям технического обеспечения подсистемы РТО морской авиации относятся:

- снабжение подразделений связи и РТО техникой связи и РТО;
- техническая разведка и эвакуация поврежденной и неисправной техники связи и РТО;
- эксплуатация техники связи и РТО.

Техническая разведка и эвакуация техники связи и РТО является особенно важными в ходе выполнения боевых задач, хотя их элементы не исключаются и в мирное время. Сущностью технической разведки является

добывание, сбор, анализ и обобщение данных, необходимых для организации и руководства техническим обеспечением. Основные задачи технической разведки:

- выявление местонахождения поврежденной и вышедшей из строя техники и вооружения;

- определение состояния, объема ремонтных и эвакуационных работ;

- выбор путей эвакуации, маршрутов перемещения, районов размещения и развертывания ремонтных подразделений (частей);

- определение наличия и возможности использования трофейной техники местной промышленной базы, материальных ресурсов в интересах обеспечения эксплуатации техники.

В подразделениях связи и РТО морской авиации силы и средства, специально предназначенные для решения задач технической разведки, отсутствуют. Поэтому она организуется командирами подразделений связи и РТО, ведется подготовленной к выполнению этих задач частью личного состава экипажей и водителей, эксплуатирующих технику, инженерно-техническим составом, личным составом специалистов ремонтных подразделений, а также создаваемыми временными формированиями - эвакуационными и ремонтными группами, пунктами технического наблюдения, техническим замыканием колонн на марше.

От качества технического обеспечения зависит боеготовность техники связи и РТО. Боеготовой считается работоспособная техника связи и РТО, имеющая закрепленный расчет (экипаж) личного состава, необходимый запас межремонтного ресурса на поставленную задачу, укомплектованная согласно ведомости комплекта поставки, указанного в формуляре (паспорте), приведенная в исходное, установленное эксплуатационной документацией положение или состояние и подготовленная к выполнению поставленной задачи на использование по назначению.

В настоящее время, в связи с систематически возрастающими показателями интенсивности применения радиотехнических и светотехнических средств, при обеспечении полетов морской авиации, создается практически критическая ситуация. Состояние средств радиотехнического обеспечения полетов морской авиации характеризуется следующим образом - фактически, по сроку службы и выработке ресурса подлежат капитальному ремонту либо списанию более половины всех радиотехнических и светотехнических средств обеспечения полетов.

Для решения выше изложенной проблемы необходимо выработать комплекс мероприятий, обеспечивающий безаварийную эксплуатацию средств радиотехнического обеспечения, безопасность полетов и направленный, прежде всего, на соблюдение законности при организации радиотехнического обеспечения полетов.

Комплекс радиотехнических и светотехнических средств обеспечения полетов на аэродромах морской авиации должен применяться в соответствии с требованиями Федеральных авиационных правил производства полетов

государственной авиации на основании решения командира авиационной части на проведение полетов и заявки штаба авиационной части на выделение необходимых сил и средств.

Выделение основных и резервных средств связи и РТО для обеспечения полетов и личного состава дежурных смен регламентировать приказом командира подразделения связи и РТО.

Необходимо обратить внимание на методику контроля функционирования средств связи и радиотехнического обеспечения и, в первую очередь, на оценку качества работы средств связи и РТО при проведении предполетных летных проверок.

Расчетные данные средств радиотехнического обеспечения полетов, имеющиеся на пунктах управления, на рабочих местах группы руководства полетами так же должны быть подтверждены материалами летных проверок [3].

Невыполнение предполетных летных проверок и несвоевременное выполнение периодических летных проверок радиомаячных систем посадки оказывают негативное влияние на безопасность полетов. Основными причинами несвоевременного выполнения периодических летных проверок радиомаячных систем являются низкое качество и несвоевременная подготовка средств радиотехнического обеспечения, имели место случаи, когда только во время проведения летных проверок инженерно-техническим составом лаборатории выявлялись неисправности средств, что приводило к срыву запланированных сроков проверки.

Так, при проведении периодических летных проверок радиомаячных систем в 2014, 2015 годах, не были выполнены, в установленные начальником морской авиации сроки, летные проверки средств радиомаячных систем по причине выявления неисправностей, таких как неисправность кабеля передающей антенны глиссадного радиомаяка, неисправности линейки фидерного тракта курсового радиомаяка, искривление диаграммы направленности в ближней зоне глиссадного радиомаяка, вызванное нахождением в зоне формирования диаграммы направленности забора из колючей проволоки. Наличие вышеперечисленных неисправностей повлекло за собой выделение дополнительного времени на восстановление техники силами инженерно-технического состава самолета-лаборатории.

Именно, на командиров подразделений связи и РТО возлагается ответственность за своевременную и качественную подготовку средств к летной проверке. До вызова самолета-лаборатории командир подразделения связи и РТО обязан организовать проверку и доведение параметров и характеристик средств, подлежащих летному контролю, до норм, установленных эксплуатационной документацией.

Одним из важных вопросов является электромагнитная совместимость средств связи и РТО с различными радиотехническими средствами гражданского назначения. Особенно актуальна проблема электромагнитной совме-

стимости радиотехнических систем ближней навигации и посадочных радиомаячных групп с системами сотовой связи.

Исследовав факторы, связанные с неудовлетворительной работой средств связи и РТО полетов можно сделать вывод о том, что основной их причиной является низкая эксплуатационная надежность техники, которая непосредственно связана с техническим состоянием средств.

Командирам авиационных частей и командирам подразделений связи и РТО необходимо использовать все доступные способы по сбережению оставшегося ресурса средств радиотехнического обеспечения полетов объединения.

Командирам частей и подразделений связи и РТО работу по освидетельствованию выработавших установленный ресурс средств РТО и продлению сроков их эксплуатации необходимо проводить в строгом соответствии с требованиями Руководства по техническому обеспечению связи, автоматизированных систем управления и радиотехнического обеспечения авиации вооруженных сил.

Анализируя недостатки и нарушения в техническом обеспечении подсистемы радиотехнического обеспечения полетов морской авиации необходимо отметить, что в подразделениях связи и РТО продолжают иметь место случаи неудовлетворительной подготовки сил и средств РТО к полетам, обусловленные организационными упущениями в работе руководящего состава частей и подразделений связи и связанные со снижением уровня специальной и технической подготовки специалистов РТО.

Решение проблем технического обеспечения средств связи и РТО полетов требует комплексного решения и участия всех должностных лиц авиационных гарнизонов – как командиров авиационных частей так и служб тыла.

Для повышения качества и эффективности технического обслуживания подсистемы радиотехнического обеспечения аэродромов морской авиации необходимо командирам подразделений связи и РТО основные усилия сосредоточить:

на организации грамотной технической эксплуатации средств радиотехнического обеспечения, проводить многоуровневый контроль качества технического обслуживания средств связи и радиотехнического обеспечения полетов;

на организации качественной подготовки специалистов связи и радиотехнического обеспечения, с должностными лицами подразделений связи и РТО, перед проведением сезонного технического обслуживания, проводить дополнительные занятия с принятием зачетов по знанию требований нормативных документов, регламентирующих связь и РТО полетов;

на организации профилактической работы по предупреждению авиационных инцидентов по вине личного состава подразделений связи и РТО, предотвращению нарушений и недостатков в радиотехническом обеспечении полетов;

на проведении тренажей по переключению средств связи и РТО полетов на резервные и автономные источники питания, действия в особых случаях полета, с целью поддержания высокого уровня натренированности личного состава в выполнении нормативов и учебных задач;

на осуществлении постоянного контроля наличия мешающего воздействия систем сотовой связи на радиомаячные системы аэродромов, обязательно принимать участие в согласовании мест установки передающих устройств в зоне действия радиотехнических средств с компаниями сотовой связи.

Таким образом, в настоящее время, когда более половины средств связи и РТО полетов морской авиации фактически по срокам службы подлежат капитальному ремонту, либо списанию, а имеющиеся поставки новых средств связи и РТО не позволяют в полном объеме заменить выработавшие ресурс средства – значительно возрастает уровень личной ответственности командиров подразделений связи и РТО в вопросах сбережения и организации грамотной технической эксплуатации.

Литература:

- 1 Бут Д.В., Васильев В.А. Методика функционального описания подсистемы управления авиацией в составе единой системы управления тактического звена// Матер. Всероссийской НТК. Воронеж.: ВАИУ (г.Воронеж), 2012. – 178 с.
- 2 Эксплуатация техники связи, АСУ и РТО. Военно-воздушная академия. Монино. 1992 год. - 189 с.
- 3 Кругликов С.В. Организация автоматизированного управления единой региональной системой противовоздушной обороны на западном направлении // Вестник академии военных наук. 2011г. № 2 (35). – 156 с.

Лукашов С.В.

ВУНЦ ВМФ «Военно-морская академия», г. Санкт-Петербург

Некоторые проблемы технического обеспечения АС ВМФ

Общеизвестный факт, что уровень технической готовности образцов ВиВТ напрямую зависит от условий эксплуатации, продуманного технического обеспечения, своевременности и качества выполняемого технического обслуживания.

Установленный в настоящее время облик Вооруженных Сил Российской Федерации внес существенные изменения в организационно-штатную структуру флота. Часть подразделений была расформирована, оставшаяся часть подразделений была реорганизована. Изменилась штатная номенклатура подразделений, в сторону увеличения численности гражданского персонала. При этом парк вычислительной техники заметно увеличился, в связи с поступлением на флот новых образцов систем и средств автоматизации.

Однако, при столь значительном изменении облика флота, нормативно-правовая база (а по сути руководящие документы) связанная с организацией технического обслуживания в части касающаяся систем связи и автоматизации осталась прежней. Происходит некоторая не состыковка между требованиями руководящих документов по подготовке персонала, по организации, регламенту, нормам технического обслуживания и т.д. и штатной номенклатурой персонала подразделения. В руководящих документах расписаны требования с учетом штатной категории военнослужащий, а на практике штатные категории заменены на гражданских специалистов. Безусловно, это касается не всех подразделений и частей связи и автоматизации, но для некоторых это носит принципиальный характер, поскольку отдельные подразделения укомплектованы только гражданский персоналом, регламент работы которого, в соответствии с трудовым законодательством отличается от регламента служебного времени военнослужащих. Обозначенное противоречие требует существенной переработки руководящих документов по техническому обеспечению с учетом существующих реалий, в том числе связанных с изменением элементной базы на которой создается вычислительная техника.

Введенное в Министерстве обороны централизованное сервисное обслуживание, показало ряд сложных проблем, которые ставят вопрос о целесообразности его продолжения.

Во-первых, в договоре по централизованному сервисному обслуживанию вычислительной техники нет ссылки на руководящие документы которые регламентируют техническое обслуживание вычислительной техники в ВС РФ. Региональная компания, которая осуществляет техническое обслуживание вычислительной техники флота, сама определяет состав и этапы проведения технического обслуживания, ориентируясь на какие-то свои

предпочтения. Некоторые образцы вычислительной техники имеют информационные карты по техническому обслуживанию, другие не имеют, тем самым давая повод для различной интерпретации проводимых операций, как правило, не в пользу повышения надежности ее эксплуатации.

Во-вторых, состав технических средств стоящих на централизованном сервисном обслуживании. В соответствии, с одним из требований для поставки на централизованное сервисное обслуживание необходимо, чтобы вычислительная техника не стояла на гарантийном обслуживании предприятия изготовителя и срок ее службы не превышает 5 лет. Опыт эксплуатации вычислительной техники показывает, что основные неисправности начинают проявляться именно после пятилетнего срока эксплуатации и именно в это время ремонт и восстановление технической готовности наиболее актуально.

В дополнение к «возрастному» фактору свою непонятную роль начинает вносить и «составной» фактор. В состав вычислительной техники находящейся на централизованном сервисном обслуживании включено достаточно много средств не первостепенной важности. Эксплуатирующие подразделения подают необходимый состав вычислительной техники, а в список попадает измененный и не в лучшую сторону.

Например, в штабе флота из 148 позиций вычислительной техники находящейся на централизованном сервисном обслуживании, 77 позиций занимают источники бесперебойного питания. Источники бесперебойного питания являются элементом в составе АРМ офицеров операторов, но вероятность выхода их из строя мала и не критична. АРМ, без источника бесперебойного питания, может полноценно работать. В то время как наиболее значимые и важные элементы (серверы, плоттеры и т.п.) в перечень не входят.

Контрактом предусмотрена процедура внесения изменений в перечень вычислительной техники находящейся на централизованном сервисном обслуживании, на практике, подаваемые изменения не вносятся.

В-третьих, оперативность выполнения ремонтных работ. Ни для кого не секрет, что отдельные компоненты вычислительной техники входящей в состав систем и средств автоматизации управления, как правило, не самого высокого качества. Это объясняется несколькими причинами: экономическими (для удешевления стоимости образца изделия), заинтересованностью производителя (чем раньше изделие выйдет из строя, тем ранее потребует замена на новый образец или чаще нужно выполнять ремонт), технологическими (стремительное развитие ИТ – технологий, приводит к быстрому моральному устареванию вычислительной техники).

Существующая организация ремонта вычислительной техники находящейся на централизованном сервисном обслуживании не всегда позволяет выполнить ремонт в требуемые сроки. Поскольку с момента подачи заявки на ремонт, до прибытия специалистов может пройти довольно много времени. Хотя контрактом предусмотрены нормативы выполнения ремонтных работ, а на практике если вычислительное средство выходит из строя в конце рабоче-

го дня или в выходной, или в праздничный день, то время прибытия специалистов для выполнения ремонтных работ может вырасти кратно.

Специалисты региональной организации, осуществляющей централизованное сервисное обслуживание, прибывают в часть, производят блочный ремонт (заменяют блок аналогичным), проверяют работоспособность вычислительного средства и сдают комиссии отремонтированную технику.

Такой подход к организации ремонта вычислительной техники можно считать приемлемым для организаций и учреждений Министерства обороны не относящихся к боевым частям или органам военного управления, поскольку они функционируют в режиме «гражданского предприятия».

Боевые части и органы военного управления, как правило, функционируют круглосуточно. Коренным образом меняется регламент их деятельности с переводом сил флота в высшие степени боевой готовности. В случае поломки вычислительной техники начинают возникать дополнительные сложности, связанные с организацией прохода специалистов для выполнения ремонта на объекте (пункте). Т.е. с переводом сил меняется пропускной режим прохода на пункты управления для личного состава органов военного управления, а гражданский персонал сторонних организаций не допускается вообще. При работе органов военного управления в высших степенях готовности изменяется режим работы систем и средств автоматизации. Нагрузка на вычислительную технику значительно возрастает, что безусловно приводит к более частым поломкам отдельных модулей вычислительной техники и требует их оперативной замены. Следует отметить, что в данной ситуации система централизованного сервисного обслуживания не функционирует.

В-четвертых, наличие запасных частей. Нормы комплектования запасным имуществом и принадлежностями (ЗИП) систем и средств автоматизации управления четко регламентированы. Но поскольку используемая в блоках вычислительной техники элементная база, не самая лучшая (надежная), то по отдельным позициям ЗИП быстро заканчивается.

Пример. Практика показала, что у ПЭВМ, используемых в составе систем и средств автоматизации, чаще всего из строя выходят блоки питания. Поскольку ремонт осуществляется блочно, то блок питания меняется целиком, в результате чего их запас заканчивается раньше всех других комплектующих. Вышедшие из строя блоки питания восстановлению на флотском ремонтном заводе не подлежат из-за отсутствия специалистов и запасных частей.

Специалисты региональной организации осуществляющей централизованное сервисное обслуживание при отсутствии блоков и исчерпанию их лимита, ремонт вычислительной техники не производят.

Исходя из опыта, чаще всего в блоке питания перегорает выходной транзистор и (или) фильтрующие конденсаторы. Стоимость этих деталей составляет несколько десятков рублей, стоимость блока целиком на порядок больше. Транзисторы и конденсаторы в состав ЗИП не входят и поэлементно довольствующимися органами не поставляются. Восстановить блок питания,

техники эксплуатирующей организации могут самостоятельно. Целесообразно пересмотреть номенклатуру поставляемого ЗИПа довольствующим органами, включить в их перечень элементную базу состоящую из транзисторов, конденсаторов, резисторов и т.д. нужных номиналов.

Исходя из изложенного, следует отметить, что перечислены лишь отдельные проблемы, которые требуют оперативного решения и пересмотра с первую очередь нормативно-правовой базы.

Подводя итог, можно сделать выводы:

- система централизованного сервисного обслуживания на настоящий момент не в полной мере удовлетворяет требованиям органов военного управления в мирное время и не решит задачи в переходной период и военное время;

- требуется разработка руководящего документа по централизованному сервисному обслуживанию в Министерстве обороны РФ.

Бегунов М.Л., Бондаренко В.С.

Михайловская военная артиллерийская академия,
г. Санкт-Петербург

Методика прогнозирования потребности в средствах погрузочно-разгрузочных работ с контейнерами для хранения и перевозки артиллерийских боеприпасов для обеспечения РВиА.

В процессе исследования была разработана математическая модель, позволяющая производить решение следующей задачи:

- выбор типа средства ПРР из существующего набора для перегрузки указанного запаса боеприпасов таким образом, чтобы общее количество погрузчиков необходимых для ПРР указанного запаса боеприпасов было минимальным, а средний коэффициент использования средств ПРР был максимальным.

Постановка первой задачи в общем виде была произведена следующим образом. На складе имеется запас n калибров (видов) боеприпасов с объемами запасов в тоннах $q_1, q_2, q_3 \dots q_j \dots q_n$, которые могут перегружаться (погружаться, разгружаться) m типами погрузчиков. Известны грузоподъемности средств ПРР g_i и коэффициенты использования подъемно-транспортных машин по времени при погрузке-выгрузке i –того типа контейнера K_{ij} при загрузке каждого j - того калибра боеприпасов.

Требовалось из m типов погрузчиков выбрать один тип погрузчика так, чтобы общее число y_i погрузчиков выбранного типа, необходимое для перегрузки указанного суммарного запаса боеприпасов в контейнерах всех калибров Q было минимальным, а коэффициенты использования подъемно-транспортных машин по времени при погрузке-выгрузке i –того типа контейнера K_{ij} был максимальным.

Поставленная задача является задачей оптимизации. Выбор типа погрузчика производился по двум критериям

$$y = \min \{y_1, y_2 \dots y_i \dots y_m\}, \quad (1)$$

где y_i - суммарное количество средств ПРР данного типа для перегрузки указанного суммарного Q объема запаса боеприпасов, и

$$Q_n \geq Q_{mp}, \quad (2)$$

где Q_n - имеющийся запас боеприпасов;

Q_{mp} - требуемый объем боеприпасов.

Пошаговое решение выбора средства ПРР по данной математической модели состояло в следующей последовательности.

Шаг 1. Последовательно рассчитывалось количество погрузчиков x_{ij} i – го типа, необходимое для погрузки (разгрузки) каждого j – го вида боеприпасов в контейнерах заданного объема q_j по зависимости

$$x_{ij} = \frac{q_i}{g_i K_{ij}}, \quad (3)$$

где $i = \overline{1, m}$ и $j = \overline{1, n}$

В результате расчёта были получены потребности в средствах ПРР i -го типа для погрузки (разгрузки) объема боеприпасов j -го типа.

Шаг 2. Рассчитывалось общее количество средств ПРР, необходимое для перегрузки суммарного объема запаса боеприпасов в контейнерах Q по каждому типу погрузчика по зависимости

$$y_i = \sum_{j=1}^n x_{ij}, \quad (4)$$

где $i = \overline{1, m}$

Выполнение вычислительных операций по указанной формуле по существу представляет собой операцию суммирования элементов в каждой строке таблицы. В результате расчётов формируется матрица столбец

$$y = \{y_1; y_2 \dots y_i \dots y_m\}. \quad (5)$$

Шаг 3. Рассчитывалось значение суммарной грузоподъемности средств ПРР по всем типам погрузчиков при условии, что коэффициент использования подъёмно-транспортных машин по времени при погрузке-выгрузке i –го типа контейнера K_{ij} равен 1, для всех $i = \overline{1, m}$ и $j = \overline{1, n}$ по зависимости

$$Q_i = \sum_{i=1}^m g_i y_i. \quad (6)$$

Шаг 4. Определялось среднее значение коэффициента использования средств ПРР каждого типа:

$$K_{cp_i} = \frac{Q_i}{Q_i} \quad (7)$$

где $i = \overline{1, m}$

На основе анализа полученных значений y_i и K_{cp} принимается решение о выборе типа погрузчика.

Вырвич А.А., Дюдя Ю.В.

Михайловская военная артиллерийская академия,
г. Санкт-Петербург

**Оценка эффективности функционирования системы
эксплуатации ракетно-артиллерийского вооружения в
условиях взаимодействия с сервисными предприятиями
промышленности**

Результаты проведенного анализа свидетельствуют о том, что в сложившихся условиях имеют место различные варианты организации функционирования системы эксплуатации (СЭ) ракетно-артиллерийского вооружения (РАВ) формирований ракетных войск и артиллерии (РВиА). Однако, выбор рационального варианта невозможно осуществить только на основании обеспечения требований к боеготовности формирования РВиА. В условиях привлечения специалистов сервисных предприятий промышленности (СПП), необходимо учитывать экономические аспекты целесообразности их участия в функционировании исследуемой системы. Для решения задачи выбора рационального варианта организации эксплуатации РАВ в условиях взаимодействия с СПП разработана данная методика, в качестве показателя эффективности в которой, принято, количество затрат, приходящихся на единицу достигаемого эффекта, рассчитываемого в соответствии с выражением

$$W_{\varepsilon_s} = \frac{\beta_s}{c_{\varepsilon_s}}, \quad (1)$$

где C_{ε_s} – затраты на эксплуатацию РАВ при s -ном варианте организации эксплуатации РАВ.

β_s – значение эффекта функционирования СЭ РАВ при s -ном варианте организации эксплуатации РАВ, в качестве показателя которого принята вероятность боеготового сочтения формирования РВиА в произвольный момент времени.

Результаты проведенного анализа позволили сделать вывод о том, что затраты на эксплуатацию РАВ представляют собой совокупность достаточно существенного количества групп и подгрупп затрат. Однако, некоторые из составляющих затрат на эксплуатацию РАВ практически не зависят от участия сервисных предприятий ОПК. Следовательно для определения эффективности функционирования СЭ РАВ в рассматриваемых условиях такие показатели затрат, для упрощения расчетов целесообразно не учитывать.

В качестве основных составляющих затрат на которые в значительной мере оказывает влияние выбранный вариант организации эксплуатации РАВ в условиях взаимодействия с СПП выбраны следующие значения:

C_{S_0} – суммарные затраты на РАВ находящегося в работоспособном состоянии (на этапах использования по назначению, хранения, транспортирования, приведения в установленную степень готовности к использованию по назначению и поддержания в этой степени готовности);

C_{S_1} – стоимостная оценка затрат труда личного состава и гражданского персонала ВРО формирования РВиА на восстановление работоспособного состояния РАВ;

C_{S_2} – затраты на восстановление работоспособного состояния вооружения при ремонте в заводских условиях;

C_{S_3} – стоимостная оценка затрат труда специалистов выездных бригад СПП на восстановление работоспособного состояния РАВ.

Следовательно, при условии постоянства затрат не включенных в рассматриваемый перечень, сумма выбранных показателей в достаточной мере характеризует затраты при различных вариантах функционирования СЭ РАВ в условиях взаимодействия с СПП и в дальнейшем рассматривается как величина затрат на эксплуатацию РАВ

$$C_3 = C_{S_0} + C_{S_1} + C_{S_2} + C_{S_3}, \quad (2)$$

где C_3 – величина основных затрат на эксплуатацию РАВ в условиях взаимодействия с СПП.

В настоящее время разработана имитационная модель функционирования СЭ РАВ в условиях взаимодействия с сервисными предприятиями ОПК. В основу данной модели положен граф состояний образца РАВ, представленный на рисунке, в соответствии которым образец РАВ, может иметь следующие несовместимые состояния:

S_0 – исправное (работоспособное) состояние; S_1 – неисправное состояние при котором восстановление организовано в войсковых условиях (войсковой ремонт); S_2 – неисправное состояние при котором восстановление организовано в заводских условиях (заводской ремонт); S_3 – неисправное состояние при котором восстановление организовано в войсковых условиях силами специалистов выездных бригад сервисных предприятий ОПК; $S_{0ЗР}$ – неисправное состояние при котором образец ожидает отправки в заводской ремонт; $S_{0Спец}$ – неисправное состояние при котором образец ожидает прибытия специалистов выездных бригад предприятий ОПК.

Сопоставление выбранных показателей затрат (C_{S_0} , C_{S_1} , C_{S_2} , C_{S_3}) с графом состояний образца РАВ, позволили сделать вывод о том, что данные показатели являются характеристиками затрат на пребывание образцов РАВ рассматриваемого типа в состояниях соответственно S_0 , S_1 , S_2 и S_3 . В случае же нахождения образцов РАВ в состоянии ожидания ремонта ($S_{0Спец}$, $S_{0ЗР}$), затраты на данное вооружение возможно принять равным затратам на хранение образцов РАВ при эксплуатации, которые много меньше других затрат рассматриваемой системы

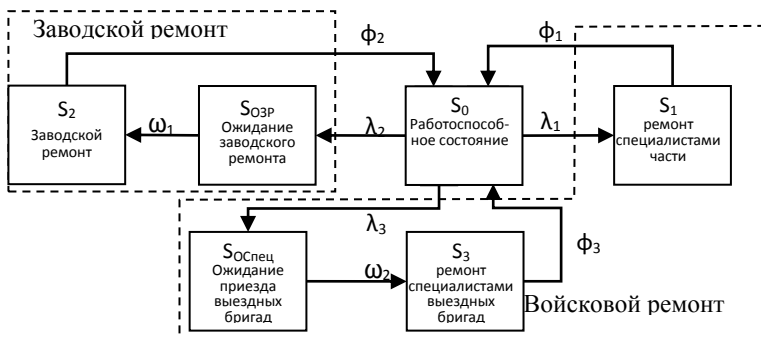


Рис. - Граф состояний образца РАВ в условиях взаимодействия с предприятиями промышленности

$$C_{S_{0\text{Спец}}} \ll C_k, C_{S_{0ЗР}} \ll C_k, \text{ при } k \in \{S_0, S_1, S_2, S_3\}. \quad (3)$$

Соответственно, за основу формируемой модели затрат на эксплуатацию (2) принят подход полумарковского процесса с доходами, а в качестве исходных данных принято использовать выходные значения имитационной модели функционирования СЭ РАВ.

Для учета фактора времени все единовременные и текущие затраты на проведение ЭТМ в процессе эксплуатации умножаются на известный коэффициент дисконтирования.

Суммарное время нахождения i -го образца анализируемого типа РАВ в каждом из k состояний будет равно продолжительности моделируемого времени Δt

$$\Delta t = \sum t_{ki}, \text{ при } k \in \{S_0, S_1, S_2, S_3, S_{0\text{Спец}}, S_{0ЗР}\}, i = \overline{1, N}. \quad (5)$$

где N – количество образцов РАВ рассматриваемого типа.

Обозначим Π_{S_0} – затраты ресурсов в единицу времени пребывания образца РАВ в состоянии S_0 . Тогда, если i -тый образец РАВ находится в состоянии S_0 , в течение времени t_{S_0} в m -тый расчетный период, интегральные затраты трудовых и материальных ресурсов в этом состоянии определятся как произведение

$$C_{S_0 i} = \Pi_{S_0} \alpha_m t_{S_0 m i}, \quad (6)$$

где $t_{S_0 m i}$ – продолжительность нахождения i -го образца РАВ в состоянии S_0 в m -ный расчетный период, час.

Соответственно суммарные затраты на однотипные образцы РАВ находящиеся в работоспособном состоянии возможно представить выражением

$$C_{S_0} = \Pi_{S_0} \sum_{m=1}^{\Delta t} (\alpha_m \sum_{i=1}^N t_{S_0 i}). \quad (7)$$

Данное ограничение не противоречит принятым в военно-экономических исследованиях допущениям о линейном росте издержек в процессе эксплуатации РАВ.

Обозначим затраты на переход из состояния k в состояние y ($y \in \{S_0, S_1, S_2, S_3, S_{\text{ОСпец}}, S_{\text{ОЗР}}\}$) как Π_{ky} . При условии, что $\Pi_{S_0 S_2} = \Pi_{S_2 S_0}$ и с учетом выражения (4), будет справедливо равенство

$$C_{S_2} = \sum_{m=1}^{\Delta t} \alpha_m N_{mS_2}^{\Sigma} (C_{3p} + 2\Pi_{S_0 S_2}), \quad (8)$$

где $N_{mS_2}^{\Sigma}$ – количество РАВ отправленных в заводской ремонт за m -ный расчетный период.

Аналогичным образом возможно сделать вывод, что затраты на переход $\Pi_{S_0 S_3} \neq 0$, в связи с тем, что данный переход соответствует командировочным расходам прибывающих в формирование РВиА специалистов выездной бригады предприятий ОПК.

Командировочные расходы включают в себя: затраты по бронированию и найму жилого помещения, проезду к месту командировки и обратно, суточные расходы. При условии, что количественный состав специалистов выездной бригады СПП на протяжении периода Δt остается неизменным, будет справедливо равенство

$$C_{S_3} = \sum_{m=1}^{\Delta t} \left(t_{\text{ВБр}m}^{\Sigma} \Pi_{\text{н.чВБр}m} + n_{\text{Спец}} \alpha_m \sum_{k_m} (C_{k_m}) \right) \quad (9)$$

где $q_{\text{ВБр}m}^{\Sigma}$ – суммарная трудоемкость работ выполняемых специалистами выездной бригады СПП в m -тый расчетный период, чел.час.;

$\Pi_{\text{н.чВБр}m}$ – цена единицы работы (нормо-час) специалистов СПП в m -тый расчетный период, у.е./час.

$n_{\text{Спец}}$ – среднее количество специалистов в составе выездной бригады, чел.;

k_m – количество приездов специалистов СПП в m -ный расчетный период;

C_{k_m} – Затраты на проезд и проживание специалистов СПП в m -ный расчетный период;

При расчете затрат на пребывание образцов РАВ в состоянии S_1 следует учитывать тот факт, что индексация заработной платы гражданского персонала формирования РВиА, а так же размеров денежного довольствия военнослужащих проводиться через относительно большие интервалы времени. Соответственно при допущении о постоянстве данной составляющей затрат на протяжении анализируемого периода, затраты труда личного состава и гражданского персонала ВРО формирования РВиА на восстановление работоспособного состояния РАВ рассчитывались в соответствии с выражением

$$C_{S_1} = q_{\text{ВРО}}^{\Sigma} \frac{З_{\text{ПВРО}}}{D_{\text{мес}} t_{\text{раб}}} . \quad (10)$$

где $q_{\text{ВРО}}^{\Sigma}$ – суммарная трудоемкость работ выполняемых специалистами ВРО формирования РВиА, чел.час.;
 $D_{\text{мес}}$ – среднее количество рабочих дней в месяце;
 $t_{\text{раб}}$ – суточная продолжительность рабочего времени, час

Таким образом, применение разработанной методики позволяет, на основе показателей стоимости и надежности анализируемого типа РАВ, оценить эффективность функционирования СЭ РАВ, что обеспечит выбор рационального варианта организации процесса ее функционирования в условиях взаимодействия с СПП.

Дубовский В.А.

Михайловская военная артиллерийская академия,
г. Санкт-Петербург

Методика обоснования требований к аппаратуре контроля и диагностирования технического состояния систем управления перспективных оперативно-тактических ракет

В соответствии с концепцией системного подхода и структурой жизненного цикла [4] основными этапами создания образца ВВТ являются исследование и обоснование разработки, разработка и производство, каждый из которых может быть представлен определенной совокупностью решаемых задач. Наиболее важными из них являются выработка требований к системе, подразумевающая формирование совокупности требований и ее научное обоснование.

Опыт разработки современных сложных технических систем показывает, что это мероприятие представляет собой в техническом и организационном отношениях, весьма трудоемкий и многоэтапный процесс. Длительность которого (с момента возникновения идеи создания системы до ввода в эксплуатацию хотя бы одного варианта) колеблется, в зависимости от типа системы и различных обстоятельств, от двух до пятнадцати лет [1,2].

Задача формирования тактико-технических требований возникает на этапе проектирования, когда определен приборный состав системы управления (СУ), конструктивное исполнение и технические характеристики блоков и систем, а также составлена последовательность операций подготовки к пуску. На этом этапе, на основе тщательного анализа конструктивных особенностей объекта контроля разрабатывается диагностическое обеспечение для оценивания технического состояния (ТС) СУ.

Результатом этапов формирования и обоснования требований служат исходными данными, которые необходимы разработчику для того, чтобы обосновано приступить к разработке образца вооружения.

Совершенствование и повышение боевой возможности современных и перспективных СУ ракет идет по пути увеличения сложности изделия. Этому способствует увеличение круга решаемых задач, разнообразие условий боевого применения, ужесточение требований по боевой эффективности, а также внедрение новых высокотехнологичных решений и технологий.

Поэтому для обеспечения эффективности эксплуатации и применения современных СУ возникает потребность в обеспечении соответствия тактико-технических характеристик средств контроля и диагностирования предъявляемым требованиям. Это можно обеспечить путем формирования и обоснования основных требований к аппаратуре контроля и диагностирования ТС СУ. В то же время, как свидетельствуют результаты проведенного анализа

предметной области исследования, в настоящее время отсутствует инструмент позволяющий произвести обоснование требований к АКДТС СУ перспективных оперативно-тактических ракет (ОТР).

На основании вышеизложенного, возникла необходимость разработки обоснованных требований к АКДТС. Их основой должны стать требования по назначению, надежности и технико-экономическая оценка применения АКДТС с характеристиками соответствующим предъявленным требованиям.

Требования назначения, характеризующие свойства АКДТС определяют ее основные функции, для которых она предназначена в заданных условиях [3], таковыми являются:

Обоснование требований к АКДТС заключается в определении наилучших значений характеристик с учетом тактико-технического задания (ТТЗ). Как правило, решение такой задачи имеет итерационный процесс, в основе которого лежит использование специфических методов оптимизации. Однако следует отметить, что в связи с особенностями многокритериальных задач обоснования требований (сложность и нелинейность критериев, многочисленность ограничений) классические методы скалярной оптимизации (вариационное исчисление, динамическое программирование, принцип максимума Портягина и др.) не могут быть эффективно использованы для их решения. С этой точки зрения более целесообразным оказываются следующие шаговые методы оптимизации при условии их реализации на ЭВМ:

- градиентные методы обеспечивают направленный поиск оптимальных решений в пространстве варьируемых (оптимизируемых) параметров;
- методы случайного поиска (метод наилучшей пробы, метод статистического градиента) приводят к определенному случайному блужданию процесса оптимизации;
- метод ЛП-поиск, который заключается в зондировании допустимой области пространства характеристик на основе метода статистических испытаний.

При решении задачи обоснования характеристик наибольшую ценность представляет метод линейного программирования (ЛП – метод), идеи которого были известны, но долгое время не находили применения в силу ряда причин. Для реализации данного метода необходимы следующие данные:

- набор оптимизируемых характеристик $A = (a_1, a_2, a_3, \dots, a_n)$;
 - ограничения в виде пределов изменения каждой характеристики $\alpha_{\min j} \leq a_j \leq \alpha_{\max j}, j = \overline{1, n}$;
 - функциональные ограничения вида $C_{\min j} \leq f_j(A) \leq C_{\max j}$;
- где $f_j(A)$ – некоторые функции от характеристик $(a_1, a_2, a_3, \dots, a_n) = A$.
Причем в большинстве случаев функциональные ограничения часто представляют (задают) в виде функционалов;
- набор критериев качества аппаратуры $\Phi_v(A), v = \overline{1, k}$.

Цифровые значения исходных данных уточняются и определяются с учетом стоящих перед аппаратурой задач.

Общая схема обоснования требований к АКДТС, основанная на модификации метода линейного программирования, представляет собой совокупность элементарных процедур, последовательное выполнение которых позволит осуществить оптимизацию характеристик предлагаемой аппаратуры.

1. Используя один из известных статистических подходов генерирования возможной совокупности характеристик аппаратуры, формируется таблица критериев качества, причем значения критериев располагаются в порядке возрастания:

$$\Phi_v(A_{11}) \leq \Phi_v(A_{12}) \leq \dots \leq \Phi_v(A_{1N}). \quad (1)$$

Для каждого значения критерия указывается номер $i_1, i_2, \dots, i_n$ соответствующей пробной точки. Из такого построения таблиц следует, что при $N \rightarrow \infty$ первое значение соответствует $\min \Phi_v(A)$, а последнее – $\max \Phi_v(A)$.

Учитывая, что основная цель обоснования требований к аппаратуре заключается в определении ее оптимального варианта с учетом всех противоречивых критериев качества. Обозначим через $\check{A}$ некоторый набор характеристик, которым соответствуют критерии $\Phi_v(\check{A})$, $v = \overline{1, h}$. Предположим, что нашелся еще один набор параметров $\ddot{A}$, для которого

$$\Phi_v(\ddot{A}) \geq \Phi_v(\check{A}), v = \overline{1, h}. \quad (2)$$

Причем хотя бы одно из неравенств являлось строгим. Очевидно, что $\ddot{A}$ предпочтительнее $\check{A}$, поэтому $\check{A}$ следует исключить из рассмотрения.

Таблицы испытаний позволяют:

учитывать необходимое количество критериев, для определения правильного функционирования аппаратуры (подсистемы, элемента) и его оптимизации с позиции всех противоречивых критериев качества;

сократить исходную систему критериев качества и выбрать информативную подсистему критериев, характеризующих аппаратуру;

обосновать параметрические, функциональные и критериальные ограничения, определить допустимое и множество решений, проанализировать ресурсные возможности аппаратуры.

2. По результатам анализа таблицы испытаний, назначаются ограничения на критерии, для которых эти таблицы составлены. Обозначаются через Φ_v^{**} выбранные ограничения, $v = \overline{1, h}$.

3. Проверяются непустые множества допустимых точек в каждой таблице испытаний. Схема проверки заключается в следующем:

– рассматривают таблицу для одного из критериев, например, для первого критерия;

– выбирают все пробные точки, для которых критерий удовлетворяет заданному ограничению, в данном случае, Φ_v^{**} т.е. справедливо соотношение

$$\Phi_1(a_{11}) \leq \Phi_1(a_{12}) \leq \dots \leq \Phi_1(a_{1j}) \leq \Phi_v^{**}. \quad (3)$$

Выбранная точка a_{ij} входит во множество допустимых, если для нее имеют место одновременно $\Phi_v(a_{12}) \leq \Phi_v(a_{12}) \leq \Phi_v^{**}$.

В случае пустоты множества возможны два выхода:

- изменить некоторые критериальные ограничения Φ_v^{**} ;
- увеличить количество пробных точек, т.е. продолжить построение таблиц испытаний. Если при многократном увеличении N точек a_{ij} не образуют допустимого множества, то выбранные критериальные ограничения несовместимы.

Процесс поиска множества допустимых точек можно рассматривать и с позиций сравнительной оценки вида

$$\lambda_v^i = \frac{\Phi_v}{\min \Phi_v}, \quad (4)$$

где $\min \Phi_v$ – наименьшее значение Φ_v по всем пробным точкам (при изменении количества точек оно будет меняться);

Φ_v – значение критерия для i -й пробной точки. Оценка λ_v^i характеризует модель с точки зрения близости к наилучшему результату по каждому критерию (условно принимаем, что все критерии желательно минимизировать). Так как одна и та же модель в общем случае не является наилучшей ($\lambda_v^i=1$) по всем Φ_v , то в целях поиска компромиссного варианта, устанавливается допуск на отклонение Φ_v от $\min \Phi_v$ (или λ_v^i от 1), который называется критериальным допуском и обозначается $\Delta\lambda_v$. Фактически еще при назначении Φ_v^{**} устанавливается $\Delta\lambda_v$, так как

$$\Phi_v^{**} = \min \Phi_v + \Delta\lambda_v. \quad (5)$$

Однако вычисление λ_v по приведенной выше формуле не всегда удобно. В ряде случаев целесообразно использовать зависимость вида

$$\lambda_v^i = \frac{\min \Phi_v}{\Phi_v}, \quad (6)$$

а также вместо $\min \Phi_v$ рассматривать в обоих случаях и $\max \Phi_v$.

Модификации вычисления λ_v^i необходимо учитывать при обработке результатов эксперимента. Используя λ_v^i можно построить нормированные таблицы испытаний, в которых вместо абсолютных значений Φ_v будут записаны относительные величины, т.е. λ_v^i .

4. После определения множества компромиссных решений (допустимых точек) и нахождения λ_v^i для всех этих решений перед разработчиком стоит задача выбора из них оптимального. Это делается на основе ранжирования критериев, выбора в результате этого одного из главных критериев, а с помощью его определение лучшего варианта объекта проектирования из компромиссных. При возникновении трудностей с назначением главного критерия уместно воспользоваться интегральным критерием

$$\Lambda^v = \sum_{v=1}^h \rho_v \lambda_v^i, \quad 1 \leq i \leq q, \quad (7)$$

где $\rho_v = 0$ – коэффициенты важности частных критериев.

Суммирование осуществляется для каждой точки допустимого множества по всем критериям. Множество $\{\Lambda^i\}$ всегда имеет нижнюю границу. Для анализа результатов, как правило, строят нормированную таблицу, в которой варианты располагают в порядке значений Λ^i . Оптимальная модель (вариант) проектируемого объекта выбирается из условия $\max \Lambda^i$.

Таким образом, эти четыре этапа представляют методику обоснования требований к характеристикам АКДТС при фиксированном количестве и наборе критериев.

Литература:

1. Буравлев, А.И. Управление техническим состоянием динамических систем / А.И. Буравлев, Б.И.Доценко, И.Е.Казаков. – М.: Машиностроение, 1995. – 240с.
2. Гасюк, Д.П. Основы унификации ракетного вооружения: монография / Д.П. Гасюк, Р.Р. Садыков, И.Н. Филатов. – СПб.: МВАА, 2007. – 156 с.
3. ГОСТ РВ 15.201-2003. Военная техника. Тактико-техническое (техническое) задание на выполнение опытно-конструкторских работ, 2003. – 42с.
4. Гуменюк, В.М. Основы теории надежности и технической диагностики: учебное пособие / В.М.Гуменюк. –Владивосток 2013. – 184с.

Кулешов Е.А., Ларькин В.В., Мысяков К.А.

Михайловская военная артиллерийская академия,
г. Санкт-Петербург

Направление повышения оперативности управления артиллерийско-техническим обеспечением

Одним из важнейших факторов, определяющих успех ведения военных действий, является всестороннее и непрерывное техническое обеспечение войск (сил). Происходящие в последнее время глобальные изменения в военно-политической обстановке и пересмотр концептуальных установок, определяющих формы и способы применения Вооруженных Сил, предъявляют требования к системе технического обеспечения приведению ее в соответствие с новыми требованиями. Возникновение качественно новых, более мощных видов оружия и массовое внедрение их в войска создали предпосылки для дальнейшего развития способов и форм ведения военных действий, значительно изменили содержание и объемы задач в мирное и военное время артиллерийско-технического обеспечения войск, которое является составной частью технического обеспечения. Одним из результатов развития военного дела явилось возрастающее влияние оперативности управления на конечные результаты деятельности войск.

Управление артиллерийско-техническим обеспечением является составной частью управления войсками (силами). Управление артиллерийско-техническим обеспечением представляет собой целенаправленную деятельность командующего, штаба, заместителя командующего, начальников управлений МТО, отделов и служб (объединения): по поддержанию постоянной боевой и мобилизационной готовности войск (сил) в АртТО; обеспечению высокой степени боевой и мобилизационной готовности органов управления АртТО, соединений, частей; планированию и выполнению задач АртТО при подготовке и в ходе операции (боевых действий); руководству АртТО при выполнении поставленных задач.

Составными частями управления артиллерийско-технического обеспечения являются:

- непрерывное добывание, сбор, изучение, обработка, обобщение, анализ, оценка и отображение обстановки по АртТО с учетом прогноза ее развития при подготовке операции (боевых действий), в ходе ее ведения и после выполнения поставленных задач; принятие решения на АртТО;
- доведение задач по АртТО до подчиненных соединений, частей и организаций АртТО;
- планирование АртТО в операциях (боевых действиях);
- организацию и проведение мероприятий по всестороннему обеспечению войск (сил);
- руководство АртТО войск (сил), подготовкой подчиненных соединений, частей и организаций АртТО к операции (боевым действиям);

- организацию контроля и оказание помощи войскам (силам) и подчиненным органам АртТО;

- непосредственное руководство АртТО в ходе операций (боевых действий), поддержание высокого морально-психологического состояния личного состава и другие мероприятия.

Многообразие и сложность решаемых задач предъявляют повышенные требования к управлению артиллерийско-технического обеспечения. Значительный объем разнородной информации об обстановке, требующейся органам управления АртТО для руководства, необходимость заранее и в нескольких вариантах прогнозировать возможные изменения обстановки, скоротечность характера боевых действий требуют решения многих вопросов в короткие сроки. Традиционные ручные методы и способы сбора и обработки информации уже не удовлетворяют требованиям оперативности управления, прежде всего по временным показателям.

Главным условием повышения оперативности управления АртТО является и будет являться в последующем, постоянное внедрение современных средств автоматизации и связи.

На современном этапе развития средств и способов вооруженной борьбы фактор времени становится решающим. В этих условиях степень автоматизации деятельности органов управления АртТО является одним из важнейших направлений, обеспечивающих повышение оперативности управления АртТО в целом.

Создание автоматизированных систем управления АртТО позволит в первую очередь в полной мере использовать современные телекоммуникационные услуги:

- цифровую открытую и защищенную телефонную связь;
- защищенную видеоконференцсвязь;
- электронную почту, рабочим местам АСУ и адресатам ЗС СПД;
- автоматизированный сбор и синтезирование формализованных данных;
- ведение обстановки на электронной карте местности, прием-передачу слоев обстановки;
- контроль и управление функционированием объектов АСУ МТО в режиме реального времени.

По опыту реализации подобных систем автоматизации внедрение АСУ позволит сократить циклы:

- управления войсками в период подготовки операции примерно в 2 раза;
- управления войсками в ходе операции примерно в 3 раза.

Автоматизация создает огромные возможности повышения результативности управления. Она позволяет качественно изменить содержание управленческой деятельности, исключив трудоемкие шаблонные операции и повторяющиеся расчеты, сократить документацию и свести её к ограниченному числу форм, усовершенствовать организационную структуру управления [1].

Список литературы

1. Козлова, О.В. Учитесь управлять /Козлова О. В., Брянский Г.А., Иванов О.И., Разу М.А. — М.: Знание, 1974. —192 с.

Кулешов Е.А., Мысяков К.А., Хрулев В.Л.

Михайловская военная артиллерийская академия,
г. Санкт-Петербург

Роль и место арсеналов комплексного хранения ракет и боеприпасов в системе обеспечения войск артиллерийскими боеприпасами

Развитие современной международной обстановки и сохранение угроз безопасности Российской Федерации, в том числе вокруг наших границ, требуют всесторонней модернизации Вооруженных Сил (ВС) в рамках обозначенных Президентом Российской Федерации приоритетов их развития. В рамках создания нового облика ВС обрели новую структуру, новую систему военного планирования, а также обновленные системы подготовки и обеспечения войск. Принципиально обновлены системы боевой готовности управления войсками, материально-технического обеспечения и подготовки войск. В системе Министерства обороны четко разделены оперативные и обеспечивающие функции. Сформированы два направления ответственности первое - планирование, применение и строительство ВС; второе - обеспечение деятельности армии и флота.

Среди наиболее значимых структурных преобразований можно отнести создание 1 октября 2013 г. арсеналов комплексного хранения ракет, боеприпасов и взрывчатых материалов (АКХ). В настоящее время в рамках реализации ведомственной целевой программы «Совершенствование инфраструктуры системы хранения и эксплуатации ракет, боеприпасов и взрывчатых материалов» ведется работа по приведению объектов хранения к уровню, обеспечивающему полную безопасность содержания на них запасов ракет и боеприпасов. Программой предусмотрено развитие инфраструктуры арсеналов. Объем финансирования составляет более 95,0 млрд. руб.

Рассматривая роль и место АКХ в системе обеспечения войск боеприпасами необходимо выделять два наиболее важных аспекта:

- технический, который определяет место процессов, осуществляемых на АКХ, в структуре жизненного цикла боеприпасов, как объектов производственной и операционной деятельности АКХ;
- организационный, который определяет место АКХ в структуре воинских формирований, образующих систему обеспечения войск боеприпасами в масштабе ВС, а так же на конкретном стратегическом направлении (СН).

При рассмотрении технического аспекта построения системы обеспечения войск – боеприпасы как технические системы характеризуются следующими особенностями:

обладают повышенной пожаро- и взрывоопасностью;

являются сложными по конструкции и технологии изготовления изделиями массового производства однократного применения;

при использовании по назначению прекращают свое существование, однако при этом остаются их элементы (порох переменных метательных зарядов, гильзы, тара), которые могут быть использованы в дальнейшем;

непосредственно влияют на боеспособность войск;

имеют большой расход при ведении боевых действий, сравнимый с расходом горюче-смазочных материалов и превышающий расход остальных видов материальных ресурсов;

обязательно требуют при эксплуатации специального технического средства – тары.

Эти особенности обуславливают специфику жизненного цикла боеприпасов, включая стадии разработки, производства и эксплуатации, которые могут иметь значительную продолжительность и, как правило, отделены друг от друга во времени и в пространстве.

Особенности конструкции артиллерийских боеприпасов определяют специфику системы обеспечения войск боеприпасами, включая этапы их разработки, производства и эксплуатации. Указанные этапы жизненного цикла боеприпасов разделены друг от друга во времени и в пространстве. Так, например, изготовление элементов артиллерийских выстрелов включает в себя несколько этапов: на механических заводах изготавливаются корпуса снарядов, на химических – взрывчатые вещества; на поровых – пороха и метательные заряды; взрыватели, на специализированных предприятиях – гильзы, капсульные втулки.

С заводов промышленности готовые для дальнейшего использования комплектующие элементы поступают на АКХ, где осуществляется заключительный этап изготовления выстрелов – их сборка.

Собранные готовые выстрелы поступают на хранение или отправляются по мере необходимости в войска по нарядам ГРАУ и службы ракетно-артиллерийского вооружения (РАВ) округа. В войсках осуществляются соответствующие режимы эксплуатации и применение боеприпасов по назначению.

Схема движения элементов артиллерийских боеприпасов представлена на рисунке 1.



Рис. 1 - Схема движения элементов артиллерийских боеприпасов

Таким образом, АКХ занимают в системе обеспечения войск боеприпасами промежуточное положение между заводами промышленности, изготавливающими отдельные элементы выстрелов, и войсками, потребляющими выстрелы в их готовом к боевому применению виде. Они играют ключевую роль в сборке и ремонте боеприпасов, накоплении их запасов на стратегическом и оперативном уровне, хранении боеприпасов в течение установленных сроков с периодическим контролем технического состояния и поддержанием в готовности к боевому применению. Размещение АКХ подчинено идее глубокого эшелонирования районов дислокации, группирования военной и привлекаемой к военному производству гражданской промышленности с одновременным формированием в рамках каждого СН полного набора сил и средств артиллерийско-технического обеспечения.

Кулешов Е.А., Савекин Ф.Н.

Михайловская военная артиллерийская академия,
г. Санкт-Петербург

Некоторые аспекты планирования в автоматизированном режиме обеспечивающих действий формирований РВиА сухопутных войск

Попытки описания постановки комплекса задач по автоматизации планирования обеспечивающих действий формирований ракетных войск и артиллерии Сухопутных войск (РВиА СВ) были предприняты в 2004 – 2007 годах при разработке автоматизированной системы управления (проект изделия 9С79И1-Р).

Однако в период с 2005 года по настоящее время произошли изменения в организационно-штатных структурах сил и средств обеспечения, а также порядке обеспечивающих действий формирований РВиА СВ. Введены в действие новые руководящие документы, изменились схемы обеспечивающих действий. Все это вызвало необходимость разработки новых постановок информационно-расчётных задач планирования обеспечивающих действий формирований РВиА СВ, соответствующих «новому облику» ВС РФ.

Для применения перечня информационно-расчётных задач планирования обеспечивающих действий формирований РВиА СВ в условиях внедрения автоматизированных систем управления необходимо разработать методики решения каждой из них.

Методика [1] – это чётко определённая последовательность решения поставленной задачи с применением моделей, методов, алгоритмов и программ. В [2] методика трактуется как процедура, система правил, чёткое (инструктивное) описание способа действий, выполнения какой-нибудь работы.

Алгоритм представляет собой пошаговую реализацию методик основных информационно-расчётных задач (ИРЗ) сложных электромеханических систем вооружения.

В соответствии с [3] алгоритм – конечный набор предписаний для получения решения задачи посредством конечного количества операций.

Алгоритм согласно [4] – точное предписание по выполнению некоторого вычислительного процесса, который через определенное конечное число шагов приводит к решению любой задачи данного типа.

Правила выполнения и условные обозначения схем алгоритмов и программ изложены в ГОСТ [5], согласно которому схемы алгоритмов, программ, данных и систем состоят из имеющих значение символов, краткого пояснительного текста и соединяющих линий.

В соответствии с [6] описание постановки задачи с целью последующего программирования включает следующие разделы:

характеристика комплекса задач;

выходная информация;
входная информация.

Непосредственно комплекс основных ИРЗ предназначен для планирования обеспечивающих действий формирований РВиА СВв условиях функционирования подсистемы АСУ и включает десять взаимосвязанных основных информационно-расчетных задач, решаемых должностными лицами на ЭВМ в составе автоматизированных рабочих мест (АРМ). Ряд ИРЗ имеет в своем составе частные информационно-расчетные подзадачи.

Организационно-техническая сущность комплекса ИРЗ заключается в проведении расчётов в автоматизированном режиме на основании введенных исходных данных (входной информации), сравнительной оценки и обработки полученных результатов решения за счёт применения логических функций и вывода на устройство отображения необходимой выходной информации.

Выходная информация (результаты решения задач) применяется должностными лицами, принимающими участие в планировании обеспечивающих действий формирований РВиА СВ и выводится в виде форм решения ИРЗ из состава комплекса на экран монитора ЭВМ и на печать в виде бланков необходимых документов, автоматически заполняемых по окончании решения той или иной задачи, содержащих, как правило, таблицы с результатами решения ИРЗ и текстовую информацию вспомогательного характера.

Выходная информация сохраняется в памяти ЭВМ под указанным пользователем наименованием и при необходимости может быть вызвана к просмотру на мониторе или выведена на печать в требуемый момент времени после окончания решения задачи даже при выключении и последующем включении ЭВМ вновь.

Все задачи комплекса ИРЗ тесно взаимосвязаны между собой и часто выходная информация одних ИРЗ является исходными (входными) данными для других расчётно-информационных задач комплекса.

При решении задач входная информация отображается в интерфейсе диалогового окна и сохраняется в памяти ЭВМ, что сокращает время на ввод исходных данных при необходимости повторного решения ИРЗ, если исходные данные изменяются не полностью, а частично, в том числе и при неоднократном решении отдельных информационно-расчетных задач или всего комплекса ИРЗ. Некоторую входную информацию пользователь может вводить самостоятельно в «ручном режиме».

Решение ИРЗ комплекса инициируется пользователем по окончании ввода исходных данных (входной информации) и осуществляется с помощью ЭВМ в автоматизированном режиме.

Предусмотрено решение как всего комплекса ИРЗ планирования обеспечивающих действий формирований РВиА СВ, так и по отдельности входящих в состав комплекса информационно-расчетных задач, являющихся по своей сути самостоятельными ИРЗ.

Периодичность решения всего комплекса ИРЗ планирования обеспечивающих действий формирований РВиА СВ либо отдельных информационно-

расчетных задач, входящих в состав комплекса – пользователем по мере необходимости и ограничена техническими возможностями ЭВМ, может прекращаться при возникновении неисправностей (сбойных ситуаций), определяемых техническими характеристиками ЭВМ.

Пользователь, осуществив выбор требуемой задачи, осуществляет в рамках расчётной процедуры её решение в соответствии с методикой. По завершении автоматизированной расчётной процедуры осуществляется вывод результатов решения на экран монитора ЭВМ в виде формы решения данной ИРЗ.

Запись результатов решения в память ЭВМ осуществляется в специальном блоке алгоритма данной ИРЗ, например “Baza_Dannih”. При этом пользователь самостоятельно задаёт наименование сохраняемому файлу и в любой момент может извлечь его из памяти ЭВМ для последующей обработки и применения.

В первом шаге осуществляется формирование и ввод входных данных.

На втором и третьем шагах производится расчёт промежуточных и выходных данных в соответствии с методикой решения данной ИРЗ.

Вывод полученных результатов производится на завершающем шаге алгоритма решения ИРЗ.

По окончании расчёта требуемых пользователю расчётных процедур, входящих в состав ИРЗ, обобщенные данные по каждому решённому блоку данной информационно-расчётной задачи могут быть вызваны пользователем и применены по назначению.

Переход из формы решения данной ИРЗ другим информационно-расчетным задачам комплекса осуществляется посредством активации предусмотренной специальной процедуры.

Таким образом, разработка методик, алгоритмов, постановок и программ решения комплекса расчетно-информационных задач способствует повышению оперативности, достоверности и обоснованности планирования обеспечивающих действий формирований РВиА СВ при применении комплекса ИРЗ в современных ЭВМ в качестве СМПО автоматизированных рабочих мест должностных лиц в условиях функционирования автоматизированной системы управления.

Литература:

1. ИВАНОВ А.Ф. Основы методики диссертационного исследования. Учебное пособие. - СПб.: ВАУ, 2002 г. - 139 с.
2. Ушакова О.Д. Толковый словарь русского языка, II издание. - М.: Локид-Пресс, 2006 - 800 с.
3. ГОСТ 34.003 - 90. Автоматизированные системы. Термины и определения). - М.: - 15 с.
4. МИТНИК Ю.Ш., ХМЕЛЬНИЦКИЙ А.С. Программирование и алгоритмические языки. - М.: Машиностроение, 2004. - 368 с., ил.
5. ГОСТ 19.701 - 90. Схемы алгоритмов, программ, данных и систем. Условные обозначения и правила выполнения.- М.: - 15 с.
6. ГОСТ 24.204 - 80. Требования к содержанию документа «Описание постановки задачи» (с изменениями ИУС 11-85).-М.: - 5 с.

Кулешов Е.А., Савекин Ф.Н., Тихонов Н.А.

**Михайловская военная артиллерийская академия,
г. Санкт-Петербург**

К вопросу применения моделей, методик, алгоритмов и программ при планировании обеспечивающих действий формирований РВиА сухопутных войск

В настоящее время проведено значительное количество исследований, в которых решались вопросы совершенствования планирования обеспечивающих действий формирований ракетных войск и артиллерии Сухопутных войск (РВиА СВ), в том числе и учеными Михайловской военной артиллерийской академии.

Если в исследованиях, проводимых в 1970-х годах, решались вопросы повышения оперативности планирования обеспечивающих действий за счёт перераспределения функциональных обязанностей между должностными лицами, внедрения средств механизации, формализации документов и рациональной последовательности их обработки, то уже в 1980-х годах авторы ряда исследований пришли к выводу, что принципиальное повышение качества и оперативности планирования обеспечивающих действий формирований РВиА СВ, может быть достигнуто только за счёт внедрения вычислительной техники [1].

В некоторых исследованиях в рассматриваемый период основное внимание уделялось разработке информационного обеспечения, методически основанного на применении информационных моделей, например, в виде матриц вида 100х100.

В последующих работах был разработан и в определенной последовательности решался комплекс информационных задач, а информационное моделирование осуществлялось непосредственно с помощью персональных электронно-вычислительных машин (ПЭВМ).

Однако исследования прерывались неоднократным реформированием Вооруженных Сил и, как следствие, изменением требований руководящих документов, структур, состава сил и средств, а также порядка и схем обеспечивающих действий формирований ракетных войск и артиллерии Сухопутных войск (РВиА СВ).

Так в 80-х годах прошлого столетия коллективом исполнителей не была завершена попытка разработки комплекса информационных и расчётных задач для ЕС – 1030 (на алгоритмическом языке PL - I) полевой АСУ [2].

В рассмотренных исследованиях задачи разрабатывались различными исполнителями без взаимной увязки и для разнотипных ныне устаревших ЭВМ и поэтому не могли применяться в качестве составных элементов специального математического и программного обеспечения (СМПО) автомати-

зированных подсистем управления (АСУ). Постановки многих задач в наше время потеряли практическую ценность.

Такие изменения привели к необходимости уточнения и корректировки, а в некоторых случаях и новой разработки методик, постановок, алгоритмов и программ решения отдельных задач. Поэтому исследования и разработка автономных задач планирования обеспечивающих действий формирований РВиА СВ на ЭВМ были продолжены.

Тем не менее, практическое решение этих задач показало наличие некоторых существенных недостатков:

- модели получились громоздкими и требуют подготовки большого объёма исходной информации;

- при изменениях оперативно-технической обстановки или исходных данных приходилось проводить каждый раз повторное решение задач, как правило, от начала до конца, что ведёт к значительному снижению оперативности и неэффективному применению машинного времени;

- модели не в полной мере отвечали временным параметрам, простоте обращения с ними и возможности реализации в установленные сроки на существующей вычислительной технике.

В последующем, в работе [3] предпринята попытка разработки прообраза системы поддержки и принятия управленческих решений (СППР) на базе имитационных моделей «GPSS», а на основе полученных результатов разработаны постановки и алгоритмы комплекса информационных и расчётных задач СМПО подсистемы АСУ планирования обеспечивающих действий формирований РВиА СВ, которые были утверждены для реализации в опытном образце.

С распадом СССР, с 1991 года практически не исследовались вопросы автоматизации планирования обеспечивающих действий формирований РВиА СВ. Лишь в 2008 году в работе [4] была разработана методика комплексного планирования обеспечивающих действий формирований РВиА СВ, и на её основе обоснован перечень и постановки четырёх расчётных задач с разработкой алгоритмов их решения.

Анализ выполненных учёными Михайловской военной артиллерийской академии научных работ позволяет судить о характере научно-методического аппарата, применяемого при проведении исследований.

Теория управления запасами применяется для исследования бесперебойного и своевременного обеспечения исследуемых сложных электромеханических систем и объектов соответствующими специальными ресурсами.

При решении вопросов эффективности функционирования исследуемых систем применяются методы математического программирования – раздела прикладной математики, занимающегося изучением задач оптимизации и разработкой методов их решения. В настоящее время наиболее активно применяются линейное, целочисленное (дискретное) и динамическое программирование.

Теория расписаний применяется исследователями при решении задач календарного планирования, т.е. упорядочения во времени множества работ, выполняемых на заданном оборудовании.

Если основа исследуемой системы представлена сетевой моделью комплекса работ, представляемого в виде ориентированного графа, то применяются методы сетевого планирования и управления.

При оценке различных показателей эффективности рассматриваемых систем, вероятностных показателей исследуемых процессов применяются методы теории вероятностей, в том числе и в сочетании с другими методами, например, с методами математического программирования и сетевого планирования и управления.

Широкое применение при проведении исследований получили аналитические методы, которые подразумевают наличие строгих или аппроксимированных функциональных зависимостей (формул, соотношений), одной или нескольких функций (функционалов) от всей совокупности условий, факторов, характеристик, параметров исследуемой специальной системы.

Как один из основных методов моделирования исследуемых систем в исследованиях применяется метод статистических испытаний (имитационного моделирования). Сущность метода состоит в многократной имитации на ЭВМ случайных процессов, протекающих в реальной системе. Искомые величины, характеризующие исследуемый процесс, находят статистической обработкой данных, полученных многократным моделированием.

Модификацию метода статистических испытаний в сочетании с оптимизацией представляет собой эволюционно-симулятивный метод. Он по сравнению с методом статистических испытаний позволяет значительно сократить объем розыгрышей (испытаний) при том же уровне точности решения.

Однако возможности применения рассмотренного научно-методического аппарата не проверялись в условиях функционирования современных автоматизированных подсистем АСУ при планировании обеспечивающих действий формирований РВиА СВ, а применяемое СМПО представляет совокупность не связанных между собой методик частных расчетов и не моделирует функционирование систем обеспечения формирований РВиА СВ в целом в тесной взаимосвязи со всеми её элементами. Разработанные расчётные и информационные задачи зачастую не имеют ни расчётной, ни информационной совместимости, в наше время утратили актуальность и не применимы в СМПО современных ЭВМ. Они оказали определенное влияние на общее развитие теории обеспечения и явились промежуточным этапом при построении соответствующих подсистем АСУ.

Литература:

1. БОЕВ В.Д. Исследование и разработка вопросов автоматизации процессов планирования... - Дис. ... канд. техн. наук - Л.: ВАА, 1983. - 379 с.

2. Отчёт о НИР № 0-76-457 «Исследование путей совершенствования автоматизации управления и военно-научное обеспечение разработки АСУВ «Манёвр». Шифр «Меркурий – 2». - Л.: ВАА, 1981. - 287 с.

3. БОЕВ В.Д. Теоретическое обобщение и разработка моделей, методик и их информационного обеспечения ... - Дис. ... докт. воен. наук - Л.: ВАУ, 1990. - 492 с.

4. ЕРЮШЕВ А.С. Методика комплексного планирования ... - Дис. ... канд. воен. наук - СПб.: МВАА, 2008. - 203 с.

5. САВЕКИН Ф.Н. Планирование специального обеспечения ... - Дис. ... канд. воен. наук - СПб.: МВАА, 2010. - 274 с.

Лукашин Ю.А.

Михайловская военная артиллерийская академия,
г. Санкт-Петербург

Надежность электроснабжения мастерской ремонтно-слесарной артиллерийской МРС-АР в полевых условиях

Цель проведенного исследования показать влияние воздействующего напряжения, рабочей температуры и токовой перегрузки на срок службы генератора ЕСС5-62-4у2-М101, входящего в состав мастерской ремонтно – слесарной артиллерийской МРС-АР. Рассмотрены подходы решения задачи определения скорости теплового старения внутренней изоляции, а также зависимость срока службы генератора от напряжения сети.

В полевых условиях электроснабжение электрооборудования мастерской ремонтно – слесарной артиллерийской МРС-АР осуществляется синхронным генератором ЕСС5-62-4у2-М101.

Электрические машины, в том числе и синхронные генераторы, как правило, рассчитаны на срок службы 15 - 20 лет без капитального ремонта, при условии правильной их эксплуатации.

Под правильной эксплуатацией понимается работа в соответствии с номинальными параметрами, указанными в паспорте синхронного генератора. В реальной жизни имеет место значительное отклонение от номинальных режимов эксплуатации.

В большинстве случаев (85-95%) отказы электрических машин происходят из-за повреждения обмоток и распределяются следующим образом: межвитковые замыкания – 93%, пробой межфазной изоляции – 5%, пробой пазовой изоляции – 2%. Остальные отказы в работе вызваны механическими повреждениями [2]. Таким образом, срок эксплуатации генератора определяется, в основном, качеством изоляции обмоток.

С увеличением напряжения, приложенного к изоляции любого типа, темпы электрического старения возрастают, а сроки службы соответственно уменьшаются [3]. Зависимость срока службы τ от значения воздействующего напряжения U в широком диапазоне значений τ может иметь сложный характер (рис.1). Для области относительно малых и средних сроков службы (от единиц часов до 10^3 - 10^4 ч) экспериментально установлена зависимость следующего вида:

$$\tau = A / U^n, \quad (1)$$

где A - постоянная, значение которой зависит от свойств изоляции;

n - показатель степени, зависящий от конструктивных особенностей изоляции и рода воздействующего напряжения.

Для области больших сроков службы (более 10^4 ч) количество экспериментальных данных сравнительно невелико из-за большой стоимости и продолжительности экспериментов. Установлено, что по мере снижения напряжения U сроки службы в области 2 увеличиваются быстрее, чем следует из (1), а ниже некоторого напряжения становятся неограниченно длительными. Такому ходу зависимости соответствует выражение (2):

$$\tau = \frac{A_1}{(U - U_{\times m})^{n_1}}. \quad (2)$$

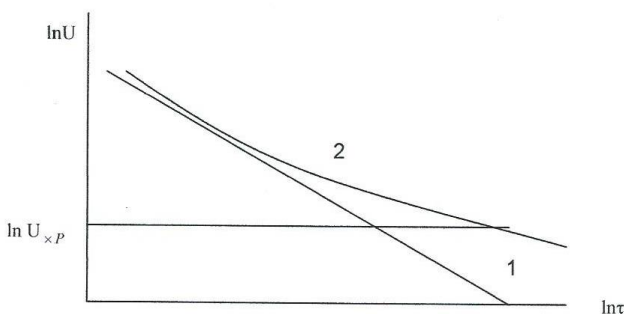


Рис. 1 - Зависимость среднего срока службы τ внутренней изоляции от действующего напряжения:

$$1 - \text{по } \tau = A/U^n,$$

$$2 - \text{по } \tau = \frac{A_1}{(U - U_{\times m})^{n_1}}.$$

При рабочих температурах ($60-130^\circ\text{C}$) в диэлектрических материалах возникают или резко ускоряются химические реакции, которые приводят к постепенному изменению структуры и свойств материалов - к ухудшению свойств всей изоляции в целом. Эти процессы именуют тепловым старением.

Для твердых диэлектриков наиболее характерным является постепенное снижение механической прочности в процессе теплового старения. Со временем это приводит к повреждению изоляции под действием механических нагрузок и затем уже к пробоям.

Темпы теплового старения внутренней изоляции определяются скоростями химических реакций, зависящими от температуры в соответствии с уравнением Аррениуса:

$$v = v_0 e^{-W_A/kT}, \quad (3)$$

где v - скорость химической реакции.

Срок службы изоляции при тепловом старении обратно пропорционален скорости химических реакций. При разных температурах T_1 и T_2 отношения сроков службы изоляции

$$\tau_1 / \tau_2 = 2^{-(T_1 - T_2) / \Delta T}, \quad (4)$$

где ΔT - повышение температуры, вызывающее сокращение срока службы изоляции при тепловом старении в 2 раза;

τ_1, τ_2 – срок службы изоляции при температуре T_1 и T_2 соответственно.

Значение ΔT для разных видов внутренней изоляции лежит в пределах от 8 до 12°C и в среднем составляет 10°C.

В тех случаях, когда генератор работает при неизменной температуре изоляции, оценить скорость процесса старения изоляции или срок эксплуатации машины сравнительно несложно. Известны зависимости, связывающие срок службы изоляции данного класса с определенным постоянным уровнем температуры в течение срока службы.

Первые работы в этом направлении имели, главным образом, опытный характер и относились к изоляции класса А. В результате исследований было сформулировано правило «восьми градусов» (правило Монтзигера). В соответствии с этим правилом повышение температуры на каждые 8°C сверх предельно допустимой сокращает срок службы вдвое [4, 6].

$$R_{\tau_{\text{пер}}} = R_{\tau} 2^{\frac{\tau - \tau_{\text{пер}}}{\Delta \tau}} = R_{\tau} e^{-b \tau_{\text{пер}}} \quad (5)$$

где $R_{\tau_{\text{пер}}}$ - срок службы при увеличенной температуре;

R_{τ} - срок службы при температуре τ (определяется в зависимости от класса изоляции, например, 7 лет при $\tau = 105^\circ \text{C}$);

$\Delta \tau$ - постоянное приращение температуры (для применяемых классов изоляции находится в диапазоне 8-10 К),

b – коэффициент, определяемый классом изоляции.

Значения $\Delta \tau$ не могут быть названы точно, если недостаточен объем экспериментальных данных. Для изоляционных материалов класса А обычно принимают $\Delta \tau = 8$ К. Термоактивная изоляция (класса В) повысила это значение до $\Delta \tau = 10$ К.

Логарифмический характер зависимости (5) диктует жесткие правила эксплуатации электрических машин. Согласно [6] именно пиковые температуры определяют практический срок службы машины. С этой точки зрения качество конструкции тем выше, чем меньше отношение пиковой температуры к средней.

Формула (5) является приближенной, но она позволяет верно произвести оценку конструкций электрических машин и режимов их эксплуатации, особенно при экономических расчетах.

Во время работы машины изоляция испытывает еще электрические и механические воздействия, следовательно, можно предположить, что в действительности ее разрушение вследствие пробоя произойдет значительно

раньше. Согласно последним исследованиям, длительная работа генератора с токовой перегрузкой всего на 5% от номинального сокращает срок его службы в 10 раз [6].

Вывод. В исследовании показано влияние воздействующего напряжения, рабочей температуры и токовой перегрузки на срок службы генератора ЕСС5-62-4у2-М101:

- с увеличением напряжения, приложенного к изоляции любого типа, темпы электрического старения возрастают, а сроки службы соответственно уменьшаются;

- пиковые температуры определяют практический срок службы машины;

- длительная работа генератора с токовой перегрузкой всего на 5% от номинального сокращает срок его службы в 10 раз.

Литература:

1. ГОСТ Р 54149-2013. Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения. Москва. Стандартинформ, 2013.

2. Котеленец Н.Ф., Акимова Н.А., Антонов М.В. Испытания, эксплуатация и ремонт электрических машин. – М., Академия, 2003.

3. <http://gendocs.ru/v6093/content/>. Лекция. Общие закономерности старения внутренней изоляции.

4. Воробьев В.Е., Кучер В.Я., Прогнозирование срока службы электрических машин: Письменные лекции. – СПб.: СЗТУ, 2004. – 56 с.

5. Ерошенко Г.П., Коломиец А.П., Кондратьева Н.П., Медведько Ю.А., Таранов М.А. Эксплуатация электрооборудования. – М., КолосС, 2005.

6. Филиппов И.Ф. Теплообмен в электрических машинах. – Л.: Энергоатомиздат, 1986.

Николаев С.Г.

Михайловская военная артиллерийская академия,
г. Санкт-Петербург

Методика оценки результативности функционирования системы обеспечения качества образцов РАВ в условиях дискретного производства

Настоящая методика устанавливает показатели и способ оценки результативности системы обеспечения качества образцов РАВ в условиях дискретного производства.

Методика предназначена для применения в системе обеспечения качества образцов РАВ в условиях дискретного производства при оценке её результативности, мониторинга и измерения процессов, анализа соответствующих данных для демонстрации пригодности участия предприятия в ГОЗ и результативности СОК, а также ее постоянного повышения.

Методика используется для количественной оценки результативности СОК с целью представления ее для анализа экспертным комиссиям проводящим анализ функционирования СОК на предприятии и заказчику, для анализа возможности привлечения предприятия к участию в ГОЗ.

Оценка результативности СОК рассчитывается как средневзвешенная оценка пяти частных показателей (1), приведенных в таблице 1. Функциональные блоки оценки результативности функционирования системы обеспечения качества образцов РАВ в условиях дискретного производства представлены на рисунке.

$$R_{\text{СОК}} = \frac{\sum_{i=1}^5 \beta_i * R_i}{\sum_{i=1}^5 \beta_i}, \quad (1)$$

где

R_i – значение i -го показателя ;

β_i – весовой коэффициент i -го показателя, приведенный в таблице 1.

Определение частных показателей производится на основе использования частных показателей первого – пятого уровней.

При расчетах частных показателей, как и результативности СОК предприятия в целом, используется метод средневзвешенных оценок.

Оценка результативности СОК включает следующие этапы:

- определение частного показателей первого уровня;
- определение частного показателя второго уровня;
- определение частного показателя третьего уровня;
- определение частного показателя четвертого уровня;
- определение частного показателя пятого уровня;

Таблица 1 – Частные показатели оценки результативности функционирования системы обеспечения качества образцов РАВ в условиях дискретного производства

№ частного показателя	Обозначение частного показателя	Содержание частного показателя	Весовой коэффициент показателя (β)
1	R ₁	Характеризует удовлетворенность заказчиков качеством выпускаемой продукции	1
2	R ₂	Характеризует соответствие требованиям к продукции	1
3	R ₃	Характеризует степень выполнения требований ГОСТ РВ 15.002, зависящих от вида деятельности предприятия	0,9
4	R ₄	Характеризует степень достижения целей предприятия в области качества и установленных критериев оценки результативности процессов	0,9
5	R ₅	Характеризует качество продукции поставщиков	0,8

- определение значения интегрального показателя результативности СОК;
- интерпретация значения интегрального показателя результативности СОК.

R₁ характеризует удовлетворенность потребителей (заказчиков) качеством выпускаемой организацией продукции.

Величина R₁ определяется как средневзвешенная оценка частных показателей первого уровня, приведенных в таблице 2.

В зависимости от вида деятельности из таблицы 2 выбираются либо все

показатели, либо часть из них, например, только S₁ и S₂ для предприятий, выпускающих исключительно научно-техническую продукцию в рамках ГОЗ.

Расчетная формула:

$$R_1 = \frac{\sum_{i=1}^4 y_i * S_i}{\sum_{i=1}^4 y_i}, \quad (2)$$

где

S_i – значение i -го частного показателя первого уровня;
 y_i – весовой коэффициент i -го частного показателя первого уровня, приведенный в таблице 2.

Таблица 2 – Частные показатели первого уровня для расчета R_1

№ показателя	Обозначение показателя	Содержание частного показателя первого уровня	Весовой коэффициент показателя(y)
1	S_1	Доля актов приемки НИР, ОКР и их этапов, не содержащих замечания заказчика, в общем числе актов приемки научно-технической продукции	1
2	S_2	Доля продукции, сданной с первого предъявления заказчику (ОТК)	1
3	S_3	Доля продукции, на которую не получены рекламации, в общем числе сданной продукции	1
4	S_4	Доля продукции, на которую от заказчика не получены замечания, не оформленные в виде рекламаций, но признанные организацией, в общем числе сданной продукции	0,6

При выборе показателей, по которым рассчитываются частные критерии, учитывается, что:

- величина показателя должна изменяться в диапазоне от 0 до 1;
- 1 - соответствует наилучшее возможное значение;
- 0 - соответствует наихудшее возможное значение.

В том случае, если предприятие занимается не только производством, но и проектированием образцов РАВ, показатель S_2 учитывается дважды, поскольку при выполнении НИР и/или ОКР не все научно-технические отчеты (продукция) принимаются заказчиком (ОТК) сразу без замечаний.

R_2 характеризует соответствие требованиям к продукции. Величина R_2 определяется как средневзвешенная оценка частных показателей второго уровня, приведенных в таблице 3.

В зависимости от вида деятельности из таблицы 3 выбираются либо все показатели, либо часть из них, например, для предприятий, выпускающих исключительно научно-техническую продукцию не могут быть использованы T_1 и T_2 .

Таблица 3 – Частные показатели второго уровня для расчета R_2

№ показателя	Обозначение показателя	Содержание частного показателя второго уровня	Весовой коэффициент показателя (δ)
1	T_1	Доля продукции, не забракованной ОТК при операционном контроле	1
2	T_2	Доля продукции, сданной с первого предъявления ОТК	1
3	T_3	Доля несоответствующей продукции, не принятой с отклонениями по согласованию с заказчиком	1
4	T_4	Доля неповторяющихся несоответствий продукции по данным из записей	0,6

Расчетная формула:

$$R_2 = \frac{\sum_{i=1}^4 \delta_i * T_i}{\sum_{i=1}^4 \delta_i}, \quad (3)$$

где T_i – значение i -го частного показателя второго уровня;

δ_i – весовой коэффициент i -го частного показателя второго уровня, приведенный в таблице 3.

R_3 характеризует степень выполнения требований ГОСТ РВ 0015-02, зависящих от вида деятельности организации. Величина R_3 определяется как средневзвешенная оценка частных показателей третьего уровня, приведенных в таблице 4.

В зависимости от вида деятельности из таблицы 4 выбираются либо все показатели, либо часть из них, например, для предприятия, занимающегося и проектированием и производством, необходимо использовать все показатели.

Таблица 4 – Частные показатели третьего уровня для расчета R_3

№ показателя	Обозначение показателя	Содержание частного показателя третьего уровня	Весовой коэффициент показателя (λ)
1	U_1	Доля заданий на проектирование (ТЗ, ТТЗ) и контрактов, имеющих документальное подтверждение (записи) проведения анализа входных данных	1

2	U_2	Доля НИР, ОКР, их этапов, имеющих документальное подтверждение (записи) проведения анализа выполняемых работ	1
3	U_3	Доля опытных образцов (при их наличии), имеющих документально оформленные программы и методики испытаний	1
4	U_4	Доля опытных образцов (при их наличии), имеющих документальное подтверждение проведения анализа дефектов, выявленных при их испытании	1
5	U_5	Доля изменений проектов и разработок, имеющих документальное подтверждение анализа изменений(записи), включающего оценку влияния изменений на составные части и уже поставленную продукцию.	1
6	U_6	Доля технологического оборудования, для которого плановые сроки проведения проверки на технологическую точность были соблюдены	1
7	U_7	Доля технологического оборудования, для которого плановые сроки проведения наладочных и ремонтных работ были соблюдены	1
8	U_8	Доля специальных и особо ответственных технологических процессов, имеющих свидетельства аттестации	1
9	U_9	Доля технологических операций без нарушения технологической дисциплины	1
10	U_{10}	Доля измерительного, контрольного и испытательного оборудования, прошедшего поверку и аттестацию в запланированные сроки	1
11	U_{11}	Доля продукции, выпущенной и принятой в соответствии с производственным планом	1
12	U_{12}	Доля персонала, прошедшего обучение и аттестацию в соответствии с установленными требованиями	1

Расчетная формула:

$$R_3 = \frac{\sum_{i=1}^{12} \lambda_i * U_i}{\sum_{i=1}^{12} \lambda_i}, \quad (4)$$

где

U_i – значение i -го частного показателя третьего уровня;

λ_i – весовой коэффициент i -го частного показателя третьего уровня, приведенный в таблице 4.

R_4 характеризует степень достижения целей организации в области качества и установления критериев результативности процессов определенных организаций как определенное для СОК. Величина R_4 определяется с учетом фактических величин критериев результативности процессов, определенных предприятием как необходимые для СОК, а также достижения поставленных на год целей организации в области качества

Расчетная формула:

$$R_4 = \frac{\sum_{i=1}^{K_{RP}} W_i + \sum_{j=1}^{K_{Ц}} Z_j}{K_{RP} + K_{Ц}}, \quad (5)$$

где

W_i – «вклад в R_4 » i -го критерия результативности процессов;

Z_j – «вклад в R_4 » j -го критерия достижения целей;

K_{RP} – количество критериев результативности процессов;

$K_{Ц}$ – количество критериев достижения поставленных на год целей.

Величина W_i «вклад в R_4 » i -го критерия результативности процессов принимает значение в зависимости от того, какие действия требуется произвести при фактической величине критерия:

$$W_i = \begin{cases} 0 & \text{если требуются корректирующие действия;} \\ 0,5 & \text{если требуются предупреждающие действия;} \\ 1 & \text{если действия не требуются.} \end{cases} \quad (5)$$

Корректирующие действия требуются, если фактическое значение критерия результативности хуже установленного норматива.

Предупреждающие действия требуются, если фактическое значение критерия результативности находится в допустимом диапазоне установленного норматива, но отсутствует улучшение по сравнению с предыдущим периодом.

Корректирующие и предупреждающие действия не требуются, если фактическое значение критерия результативности лучше установленного норматива и имеется динамика улучшения по сравнению с предыдущим периодом.

В случае подведения промежуточных итогов несколько раз в год (например, поквартально) W_i рассчитывается как среднее арифметическое всех промежуточных итогов.

Величина Z_j «вклад в R_4 » критерия достижения i -й цели, поставленной на год, принимает значение в зависимости от того, достигнута ли цель:

$$Z_j = \begin{cases} 0 & \text{если их цель не достигнута;} \\ 1 & \text{если цель достигнута.} \end{cases} \quad (6)$$

Величина R_5 определяется как средневзвешенная оценка частных показателей пятого уровня, приведенных в таблице 5

В случае наличия существенно разнородной закупаемой продукции показатель V_2 следует определять как среднее значение частных показателей, установленных организацией для групп однородной продукции.

Таблица 5 – Частные показатели пятого уровня для расчета R_5

№ показателя	Обозначение показателя	Содержание частного показателя второго уровня	Весовой коэффициент показателя (μ)
1	V_1	Доля поставщиков, имеющих документально подтвержденные сведения (записи) об оценке и повторной оценке	0,7
2	V_2	Доля годной продукции в общем количестве поставленной. Величина V_2 определяется как отношение количества забракованной продукции поставщиков ($k_{\text{брак}}$) к общему количеству поставленной ими продукции ($k_{\text{поставл}}$) по формуле: $V_2 = 1 - \frac{k_{\text{брак}}}{k_{\text{поставл}}}$	1

Расчетная формула:

$$R_5 = \frac{\sum_{i=1}^2 \mu_i * V_i}{\sum_{i=1}^2 \mu_i}, \quad (7)$$

где

V_i – значение i -го показателя;

μ_i – весовой коэффициент i -го показателя, при веденный в таблице 5.

Значение интегрального показателя результативности СОК представляет собой количественную величину $R_{\text{СОК}}$, определяемую по формуле:

$$R_{\text{СОК}} = \frac{\sum_{i=1}^5 \beta_i * R_i}{\sum_{i=1}^5 \beta_i}, \quad (8)$$

где

R_i – значение частного показателя i - го уровня;

β_i – весовой коэффициент показателя i -го показателя, приведенный в таблице 5.

Интерпретация полученных значений $R_{\text{СОК}}$ приведена в таблице 6.

Таблица 6 – Интерпретация полученных значений $R_{\text{СОК}}$

Полученная оценка результативности СОК	Результативность СОК
$R_{\text{СОК}} < 0,60$	Недопустимая
$0,60 \leq R_{\text{СОК}} < 0,75$	Допустимая
$0,75 \leq R_{\text{СОК}} < 0,95$	Достаточная
$R_{\text{СОК}} \geq 0,95$	Высокая

Таран С.П.

Михайловская военная артиллерийская академия,
г. Санкт-Петербург

Один из подходов к организации управления жизненным циклом комплексов ракетно-артиллерийского вооружения

Понятие жизненного цикла является одним из базовых элементов в теории вооружения.

Жизненный цикл (ЖЦ) изделия военной техники (ВТ) представляет собой совокупность взаимосвязанных процессов последовательного изменения изделия ВТ от формирования исходных требований к ним до снятия их с эксплуатации и списания [1].

Действующий в настоящее время государственный военный стандарт Российской Федерации ГОСТ РВ 15.004 определяет следующую структуру жизненного цикла [2]:

- исследование и обоснование разработки;
- разработка;
- производство;
- эксплуатация изделий;
- капитальный ремонт.

В то же время современные специалисты в области проектирования, разработки, производства и эксплуатации сложных технических систем придерживаются более прогрессивных взглядов на структуру ЖЦ, которые продиктованы накопленным опытом научно-методического сопровождения ЖЦ комплексов РАВ, а также требованиями Международной организации по стандартизации.

Так, например, в соответствии с требованиями международных стандартов серии ИСО-9000 [3] стадии жизненного цикла промышленной продукции имеют вид так называемой «петли качества», продемонстрированной на рисунке 1.

По нашему мнению на сегодняшнем этапе развития военной науки применительно к комплексам ракетно-артиллерийского вооружения (РАВ) целесообразно определить следующие стадии ЖЦ:

Исследование потребностей видов и родов войск ВС РФ. Обоснование разработки.

- Материально-техническое обеспечение.
- Разработка.
- Производство.
- Эксплуатация.
- Капитальный ремонт.
- Утилизация.

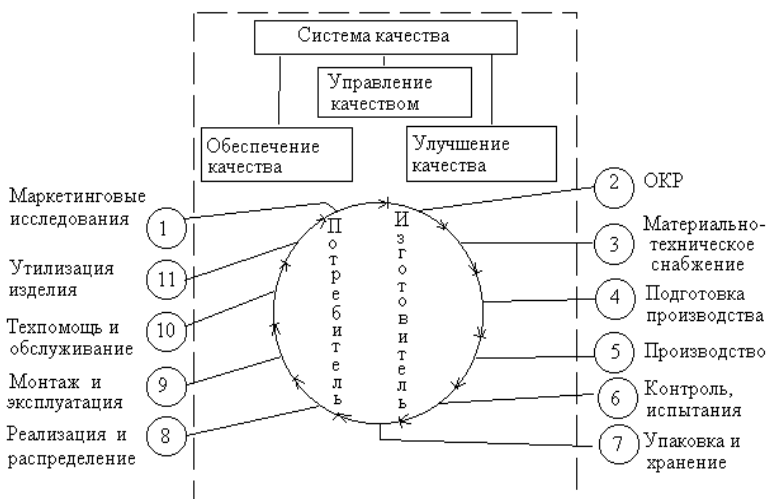


Рис. 1 - Жизненный цикл («петля качества») продукции по стандарту ИСО-9004

Основным содержанием целевых исследований в процессе управления жизненным циклом комплексов РАВ являются: анализ прогнозируемого и фактического состояния образцов вооружения, оценка ожидаемых и фактических результатов технической эксплуатации и применения по назначению, оценка приоритетности решения поставленных задач, выявление предпочтительных направлений модернизации.

Обычно при таком анализе возникают следующие вопросы:

- какие факторы, условия и на каких стадиях следует подвергать оценке?
- какой должна быть система критериев оценок?
- какие методологические подходы и приемы следует применять в ходе оценки?

Поэтому предлагается в ходе управления жизненным циклом образца вооружения опираться на систему контрольных точек цикла. На всех контрольных точках анализируют отклонения качественных и количественных параметров образца РАВ от проектных значений по техническим и экономическим критериям и вырабатывают соответствующие решения по критерию «эффективность-стоимость». Количество контрольных точек (КТ) зависит от конкретного образца РАВ.

По результатам изучения и анализа накопленного опыта производства и эксплуатации комплексов РАВ можно рекомендовать следующие КТ в жизненном цикле:

КТ-1 - решение о начале проекта;

КТ-2 - окончание технического проекта (решение о разработке рабочей документации и изготовлении опытного образца);

- КТ-3 - окончание ОКР (решение об изготовлении опытного образца);
- КТ-4 - оценка качества серийно выпускаемых образцов вооружения (решение о повышении качества и надежности);
- КТ-5 - оценка необходимости обновления или модернизации продукции;
- КТ-6 - оценка целесообразности и методов капитального ремонта изделий в процессе эксплуатации;
- КТ-7 - оценка целесообразности снятия изделия с производства;
- КТ-8 - снятие изделия с эксплуатации и передача его на утилизацию;
- КТ-9 – оценка результатов утилизации.

Таким образом, введение системы контрольных точек гарантированно повысит эффективность управления жизненным циклом комплексов ракетно-артиллерийского вооружения, что приведет к снижению затрат на каждой из стадий жизненного цикла и повышению технической готовности вооружения к выполнению задач по предназначению на стадии «эксплуатация» в соединениях и воинских частях РВиА.

Хрулёв В.Л.

Михайловская военная артиллерийская академия,
г. Санкт-Петербург

Рекомендации по построению системы обеспечения с учетом живучести баз и складов с запасами ракет и боеприпасов

Базы и склады с запасами ракет, боеприпасов, с подразделениями их подвоза должны обладать такой живучестью, которая обеспечит их боеспособное состояние в течение проводимых армейских операций.

Рассматривая базы и склады во взаимосвязи с обеспечиваемыми бригадами РВиА как систему, функционирующую под воздействием противника и способную к восстановлению утраченной боеспособности, в качестве показателей их живучести принята вероятность того, что процесс изменения состояний баз и складов под воздействием противника за время t не достигнет небоеспособного состояния

$$P_{\text{жс}} = P\{S(t) > S_K(t)\} \quad (1)$$

где $S(t)$ – текущее состояние базы, склада в зависимости от состояний их элементов;

$S_K(t)$ – небоеспособное состояние базы, склада.

Значения $P_{\text{ж}}$ определены по параметрам потоков поражения баз, складов с учетом экспоненциального закона распределения времени боеспособного состояния вида $S^I(t) = \lambda \cdot e^{-\lambda t}$ и для случая простейшего потока воздействий имеют вид

$$P_{\text{жс}}(t) = e^{-\lambda t} \quad (2)$$

где λ – среднесуточное значение интенсивностей возможных воздействий и потерь ресурсов баз, складов;

t – время сохранения боеспособного состояния базы, склада в виде выражения

$$T_{\text{жс}} = \int_0^T P_{\text{жс}}(t) dt, \quad (3)$$

решение которого принимает вид

$$T_{\text{жс}} = T - \lambda \frac{T^2}{2} \quad (4)$$

Принимая в качестве T время ведения планируемых боевых действий и операций с применением омсбр и абр, и, считая известными значения интен-

сивностей их потерь, определены $T_{жс}$ и предъявлены как требуемые значения показателей живучести баз и складов на территориях ВО.

Рассматривая живучесть как способность баз и складов сохранять под воздействием противника свои функциональные свойства, в том числе организационную структуру и мобильность, обеспечивающие их боеспособное состояние, в качестве показателя живучести принято выражение вида

$$P_{жс} = 1 - P_{\rho} \cdot P_{ну} \quad (5)$$

где $P_{\rho} = P_{ок} [1 - K_M(t_{пр})] e^{\frac{B L_a}{l}}$ - вероятность разведки (обнаружения) базы, склада;

$P_{ок}$ - вероятность попадания кадра в окно облачности при обзоре местности;

K_M - коэффициент, характеризующий степень тактической маскировки брас, трб;

B - коэффициент распознавания объекта;

L_a - линейное разрешение аппаратуры разведки, м;

l - минимальный размер автомобильной техники брас, трб;

$P_{ну}$ - вероятность нанесения удара.

Для повышения живучести и сохранения боеспособности баз и складов необходима тактическая маскировка, которая включает организационные мероприятия по использованию маскирующих свойств местности, времени года и суток, введению ограничений на связь.

В качестве показателя живучести базы, склада целесообразно принять приведенный показатель предотвращенного ущерба вида

$$\Theta = 1 - P_{обн} \cdot P_{ну} (M_{II} - M_B) \quad (6)$$

где $P_{ну}$ - вероятность нанесения удара средствами ТА;

M_{II} - математическое ожидание долей потерь ресурсов базы, склада;

M_B - математическое ожидание долей сохраненных средств базы, склада за счет противодействия.

Величина предотвращенного ущерба брас зависит не только от количества действующих самолетов противника, их вооружения, от активности противодействия наших средств ПВО, но и от уровня маскировки элементов средств ПВО, баз, складов.

Задача обоснования состава средств и способов маскировки от средств перевозки заключается в том, чтобы при заданных возможностях противника определить такие значения коэффициента K_M , при которых МОЖ потерь ресурсов M_{II} не превысит 0,4.

Хрулёв В.Л.

Михайловская военная артиллерийская академия,
г. Санкт-Петербург

Рекомендации по проведению преобразований в системе обеспечения ракетами и боеприпасами ракетных войск и артиллерии в соответствии со стратегией ее развития

Для достижения цели развития системы обеспечения ракетами и боеприпасами (СОРБ) ракетных войск и артиллерии (РВиА) в направлении оптимизации ее ресурсов и структуры, переоснащения арсеналов, баз и складов с запасами ракет, и боеприпасов (БП) современными образцами вооружения, военной и специальной техники (ВВСТ) и способов действий, обеспечивающих полную реализацию боевых возможностей РВиА в военное время, предполагается провести:

- оптимизацию неприкосновенных запасов ракет и БП с учетом состава ракетно-артиллерийского вооружения (РАВ) и планируемых расходов ракет и БП в каждом военном округе (ВО);
- определить объемы содержания ракет и БП для РВиА СВ ВС РФ и других войск РФ;
- создание подсистемы автоматизированной системы управления (АСУ) ракетно-техническим (РТО) и артиллерийско-техническим обеспечением (АртТО) с реализацией в ней современных информационных технологий;
- мероприятия по повышению пожаровзрывобезопасности и приведению условий содержания ракет и БП к установленным нормам и требованиям руководящих документов;
- формирование системы комплексного хранения ракет и БП на арсеналах без ущерба для боевой готовности РВиА и управления РТО и АртТО;
- разработку научно-методического аппарата расчета возможных потерь ракет и БП с учетом характера современных военных действий;
- разработку принципиально новых методик нормосодержания ракет и БП.

Реализацию стратегии внутреннего роста СОРБ с интеграцией системы с предприятиями ОПК и диверсификацией предметов обеспечения, с новыми элементами стратегии управления запасами ракет и БП предлагается провести в три этапа.

Хрулёв В.Л.

Михайловская военная артиллерийская академия,
г. Санкт-Петербург

Требования к организации и производительности средств погрузочно-выгрузочных работ с ракетами и боеприпасами

Производственные возможности баз и складов с запасами ракет и боеприпасов (БП) определяются и обосновываются во взаимосвязи с грузовыми единицами, в которых они находятся (упаковываются).

Упаковка ракет и БП должна удовлетворять требованиям: прочности, удобства и информационной насыщенности, соответствия экологическим стандартам, что повышает потребительское качество и сервисный уровень обеспечения ракет и БП.

Организация и производительность погрузочно-выгрузочных работ (ПВР) с ракетами, БП должна определяться из условий требуемых объемов подвоза за располагаемое для подвоза время

$$T_{рас} = T_{обд} - T_{пер} - T_{ПВР}, \quad (1)$$

где $T_{обд} = 18$ час – продолжительность дня активных боевых действий и использования суточного времени на перемещение баз, складов $T_{пер}$ и на выполнение ПВР $T_{ПВР}$;

$$T_{ПВР} = \frac{Q_{сс}}{n_{ПВР} \cdot \rho} - \text{время ПВР с ракетами, БП};$$

$n_{ПВР}$ – количество технических средств ПВР;

$$\rho = \frac{60 \cdot q}{t_{ц}} - \text{часовая производительность средства ПВР (т/час)}$$

q – вес грузовой единицы (т);

$t_{ц}$ – время погрузки, выгрузки одной грузовой единицы (мин);

60 – час, как 60 мин.

Оборачиваемость автотранспорта подвоза ракет и БП за время $T_{рас}$ (1) определяется по выражению

$$K_{рейс} = \frac{V_{тр} \cdot T_{рас}}{2L_{тр}}, \quad (2)$$

где $V_{тр} = 20$ км/час – скорость транспортирования ракет, БП по военно-автомобильным дорогам, по путям подвоза и эвакуации МТС;

$L_{тр}$ – протяженность маршрутов подвоза.

Доставка БП в батареи адн абр осуществляется в пакетах на поддонах, доставка БП к самоходным гаубицам осуществляется в ТЗМ.

Требования условий применения баз и складов определяют уровень приспособленности к действиям в соответствии с предназначением в условиях ведения бригадами РВиА боевых действий с применением обычных средств поражения в течение дня боя и в течение проводимой ГВ(с) операции. При этом они должны обладать требуемыми значениями показателей живучести, мобильности и защищенности.

Хрулёв В.Л.

Михайловская военная артиллерийская академия,
г. Санкт-Петербург

Требования к подсистемам обеспечения ракетных войск и артиллерии военных округов ракетами и боеприпасами

Подсистемы обеспечения ракетами и боеприпасами (ОРБ) ракетных войск и артиллерии (РВиА) военных округов (ВО) должны удовлетворять оперативно-тактическим требованиям к организационной структуре, неприкосновенным запасам ракет и боеприпасов (БП), к функционированию.

Организационная структура подсистемы ОРБ РВиА ВО должна соответствовать боевому составу межвидовой ГВ(с) ОСК.

Операционные возможности подсистем ОРБ РВиА ВО должны соответствовать потребностям соединений, частей и подразделений РВиА ВО в ракетах, БП и удовлетворять их в заданные интервалы времени в планируемых объёмах.

Транспортные возможности подсистем ОРБ РВиА ВО должны обеспечивать подвижность войсковых и оперативных запасов ракет и БП.

Неприкосновенные запасы ракет и БП в каждом ВО должны быть такими, чтобы после создания постоянно находились в пределах гарантийных сроков эксплуатации с ежегодным расходом на боевую подготовку РВиА и восполнением производящими предприятиями ОПК с условием удовлетворения потребностей РВиА в оборонительной и контрнаступательной операции межвидовых ГВ(с).

Организационная структура основных элементов подсистем ОРБ РВиА ВО должна соответствовать организационной структуре рбр, реабр, абр, их потребностям в ракетах, РС, БП и способам их боевого применения.

Подсистема обеспечения РВиА ВО ракетами и БП должна строиться и функционировать в соответствии со следующими требованиями:

- объёмы неприкосновенных запасов ракет и БП должны определяться по принципу рациональности;

- объёмы войсковых, оперативных запасов и запасов ракет и БП центра должны быть разными с учётом состава группировок войск противостоящих сторон, разных среднесуточных расходов ракет и БП, различий в характере военных действий.

Гарманов С.С., Калач Г.Г., Калач Г.П., Киселев Д.В.

Московский технологический университет, г. Москва

Проблемы локальной и глобальной навигации мобильных роботов

В статье описываются основные существующие типы навигации мобильных роботов. Представлен анализ положительных сторон и недостатков каждого типа, а также перспективы развития в данной области.

Problems of local and global navigation of mobile robots.

This review article describes the main types of navigation of mobile robots. The article describes the advantages and disadvantages of each type, and the prospects of this area.

Ключевые слова: автономные роботы; мобильные роботы; навигация; бортовая система; лазерные дальномеры.

Ориентация в пространстве и определение своего положения относительно других объектов, одна из главных проблем при проектировании и постановке задачи автономному роботу. Ключевым параметром является автономность. Решением «системы навигационных уравнений» являются координаты объекта.

Поскольку основной проблемой всех существующих мобильных роботов, перемещающихся самостоятельно без управления человека, остается навигация, то для успешной навигации бортовая система должна решить две задачи: «где находится?» и «куда двигаться?». Другими словами, решить проблему навигации в широком понимании этого слова, а именно уметь строить маршрут, управлять параметрами движения (угол поворота колес и скорость их вращения), правильно интерпретировать сведения, получаемые от датчиков, и постоянно отслеживать собственные координаты.

Общие сложности мобильной навигации.

При выборе системы навигации мобильного робота есть ряд технических сложностей.

1. Для достижения цели (поставленных координат), роботу необходимо решить проблему построения карты окружающей среды.

Построение карты - решение проблемы сбора и интеграции информации, собранной с датчиков, установленных на борту. В этом случае робот, как бы отвечает на вопрос: «Что его окружает и как?». Одним из примеров такого сбора информации являются лазерные дальномеры, ультразвуковые генераторы (сонары). Однако, единичное использование данных приборов проблематично. Лазерный луч поможет получить образ среды только в зоне прямой видимости, а мелкие помехи на пути луча будут давать погрешности в координатах, в то время как ультразвуковые датчики, имеют свойство большого времени отклика сигнала, что не позволяет роботу передвигаться

быстро. Применение данных датчиков зависит от среды работы мобильного робота. Также стоит отметить, что для построения точной трехмерной карты в режиме реального времени необходимы существенные вычислительные мощности, что не совсем удовлетворяет параметрам мобильности, автономности и энергонезависимости робота.

Следующий способ построения карты, - является его формальным, структурированным «словесным» описанием, что может быть достигнуто с помощью технического зрения. Машинное зрение, в свою очередь, несёт с собой ряд других проблем, связанных с окклюзией, оптическими ошибками, правильным распознаванием объектов и т.д.

2. В ходе движения, робот должен быстро и точно управлять мотором и положением колес.

В данном случае решаются задачи динамики движения робота: управление скоростью вращения колёс, решение проблемы пробуксовки колёс и многие другие. В такой ситуации от бортовой системы требуется постоянное решение систем дифференциальных уравнений. Сложности здесь, как технические, так и теоретические.

3. Робот должен знать свое реальное местонахождение, а оно, почти всегда отличается от хранящегося в бортовой системе.

Непосредственное решение фундаментальной задачи навигации или локализации. Локализация - это проблема определения местоположения робота на карте, то есть, определение своих координат. При этом робот, как бы отвечает на вопрос - «Где я?».

Схемы навигации автономных устройств

В робототехнике выделяется три навигационные схемы:

Локальная - определение координат устройства относительно стартовой точки. Эта схема востребована разработчиками беспилотных летательных аппаратов и наземных роботов, выполняющих миссии в пределах заранее известной области, с готовой картой;

Глобальная - определение абсолютных координат устройства при движении на незнакомом маршруте;

Персональная - позиционирование роботом частей своего тела и взаимодействие с близлежащими предметами, что актуально для устройств, снабженных манипуляторами.

Считается, что чем крупнее аппарат, тем выше для него важность глобальной навигации и ниже - персональной. У роботов «малышей» все наоборот.

Классификация систем навигации

Системы навигации классифицируются еще по одному признаку - они могут быть *пассивными* и *активными*. Пассивная система навигации подразумевает прием информации о собственных координатах и других характеристиках своего движения от внешних источников, а активная рассчитана на определение местоположения только своими силами. Как правило, все гло-

бальные схемы навигации пассивные, локальные бывают и теми, и другими, а персональные схемы - всегда активные.

Примерами *пассивной навигации* являются системы определения координат по радиомаякам, с помощью маркеров, триангуляционным способом. В более масштабном варианте GPS, ГЛОНАСС, Galileo. У данного типа навигации есть свои минусы: точность зависит от количества репитеров в системе, необходимость маяков на определённой площади, погрешность в определении координат за счёт особенностей рельефа, недоступность сигнала в сложных метео - или магнитных условиях и т.д. Также, точность данных систем иногда превышает размеры мобильного размера. Поэтому негибридные GPS-подобные системы навигации, используются преимущественно в автопилотах крупных самолетов или океанских лайнеров. Кроме того, в различных регионах Земли, на местности со сложным рельефом и в зданиях GPS-сигнал может приниматься неустойчиво и с помехами. Таким образом, эта система еще довольно долго не сможет использоваться как основная в задачах глобальной навигации небольших аппаратов (мобильных роботов).

Самый известный представитель активной навигации – инерциальные навигационные системы. Данный тип навигации полностью автономен, впервые был задействован в немецких ракетах V2. Приборы инерциальной навигации, гироскопы, акселерометры и магнитометры позволяют измерять усилие (моменты внешней силы) прикладываемое к телу, на котором они размещены, и на этой основе определять положение тела относительно позиции с которой началось движение, и его скорость. Таким образом, инерциальный способ определения местоположения объекта, можно уподобить свойству часов и хронометров, измерять время вне зависимости от контактов с внешним миром. Другими словами, принципы инерциальной навигации основаны на физических законах, действующих во Вселенной, независимо от установленных человеком связей с внешней средой. Основная идея получения координат состоит в интегрировании полученных данных, отсюда следуют их основные минусы данного типа навигации.

Появление ошибки при интегрировании и накопление ошибки за время активной работы, т. е. чем дольше в движении находится объект, оснащенный инерциальной навигационной системой (ИНС), тем больше будет погрешность в определении координат. Кроме того, ИНС малоэффективны в случаях, когда скорость объекта часто и резко меняется.

Гибридные системы навигации

Недостаток вышеперечисленных способов навигации связан с отсутствием в реализующих их устройствах интеллектуальной составляющей. Гибридная бортовая система управления роботом использует навигационные средства всех видов, но занимается, прежде всего оценкой окружающей обстановки, анализом выполняемого задания и принятием решений. Аппарат пытается построить собственный образ среды, в которой ему приходится действовать, после чего формирует маршрут и движется по нему, постоянно сопоставляя свою карту пространства с данными, полученными от устройств

навигации. Метод одновременной навигации и построения карты становится очень популярным и называется *SLAM* (от англ. *Simultaneous Localization And Mapping*). SLAM метод - это проблема построения карты и локализации робота на этой карте. На практике, эти две проблемы не могут быть решены независимо друг от друга. Прежде чем робот сможет ответить на вопрос о том, как выглядит окружающая среда (исходя из серии наблюдений), он должен знать, где эти наблюдения были сделаны. В то же время, трудно оценить текущее положение робота без карты. То есть применением данного метода решается два вопроса навигации: робот строит карту и находит свои координаты на ней. Сложность технического процесса определения текущего местоположения и построения карты обусловлена низкой точностью приборов, участвующих в процессе вычисления текущего местоположения.

В свою очередь бурное развитие MEMS (*Micro Electro Mechanical or microelectronic and microelectromechanical systems and the related micromechatronics*) технологий, возобновило интерес к ИНС. До этого использования инерциальных датчиков на мобильных роботах было затруднительно, поскольку они были громоздкими и могли достигать размеров соизмеримых с нынешними автономными роботами. MEMS-решения хороши и тем, что в их основу заложены механические элементы, действие которых в отличие от электронных систем невозможно подавить дистанционно. В ближайшие годы цена компактного MEMS-гироскопа составит около 3 долларов (США). В 2002 г. таких устройств было продано на сумму 279 миллионов долларов, к 2007-му этот рынок вырос до 396 млн. долл., на 2014 год, сумма составила 800 млн, а к 2017 году прогноз объёма будет составлять 1,4 млрд. долл.

С бурным ростом «MEMS-навигации» растёт точность данных приборов, тем самым складывается тенденция к миниатюризации инерционных систем. Так, десять из двенадцати ведущих поставщиков инерционных систем навигации создают собственные MEMS-решения (INEMO от компании STMicroelectronics, MEMS-датчики фирмы Analog devices). Новый интерес к миниатюрным ИНС и появление более точных бесконтактных систем локальной навигации, использующих генератор радио- или каких-либо других (чаще всего ультразвуковых и инфракрасных) сигналов, подымает такие системы на новый уровень. Интеграция двух типов навигации помогает с достаточно хорошей точностью знать направление и скорость движения благодаря инерциальной составляющей, а благодаря бесконтактным системам есть возможность обнулять ошибку, накопленную на MEMS-датчиках. Также этапом обнуления для ИНС могут выступать пассивные системы навигации. На открытых участках это могут быть GPS-подобные системы. Точность данных приборов становится всё лучше. Также можно задействовать дифференциальные методы GPS, расширяющие стандартный GPS-сервис с помощью дополнительного оборудования, интеграция маяков с глобальной навигацией. Эти маяки обретут интеллектуальные свойства и состыкуются с GPS-службой, при развертывании наземных станций, местоположение которых

точно известно, тем самым можно значительно повысить качество определения координат объектов.

Значительно более перспективно формирование точной геометрической модели окружающего пространства. Но для этого надо иметь максимально детальную информацию об окружающей среде, а предоставить ее могут устройства визуального наблюдения (машинное зрение) высокого разрешения и хорошие системы распознавания объектов. Во многих случаях карта может быть подготовлена заранее, но тогда возникает проблема определения собственного местоположения на ней, что весьма сложно в случаях, когда отсутствуют различимые особенности местности. Отличным вариантом в данной ситуации будет SLAM метод, но есть потребность в более мощных вычислительных способностях бортовой системы мобильного робота.

Перспективы данного метода очень хороши, использование методов искусственного интеллекта, расширенного фильтра Калмана, улучшают скорость SLAM метода. Подтверждением этого есть огромное количество открытых проектов по созданию данного типа навигации в рамках различных конкурсов:

VSLAM - реализация метода SLAM на основе методов компьютерного зрения;

rgbdslam - пакет, для регистрации облака точек с RGBD датчиков, таких как Kinect или стерео-камеры;

hector_mapping - SLAM для платформ без одометрии - только на основе данных от LIDAR-ов и т.д.

Всё чаще используется группа мобильных роботов, поэтому резко возрос интерес к проблемам групповой навигации и интеллектуального управления движения мобильных роботов как агентов сложных мультиагентных робототехнических систем, коллективно решающих общую задачу. В зарубежных изданиях появляется термин как «мультиагентные автономные навигационные системы». В состав таких решений входит группа мобильных роботов, которые используют на своём борту гибридные решения навигации, основанные на ИНС в частности безинерциальные навигационные системы (БИНС). В таких условиях каждый агент вносит свой вклад в построении карты. Общая глобальная навигация может осуществляться путем распределённого вычисления.

Перспективы развития

Точность систем глобального позиционирования начинает не удовлетворять потребителя той точностью, которая нужна ему. Поэтому готовится уже третье поколение спутников глобальной навигации. Первые спутники были запущены в 2014 году. Новая система уже позволяет увеличить точность до 1м, мощность сигнала возрастает в несколько раз больше, что позволяет приемникам легче улавливать сигналы, особенно в городах с высокими зданиями, под кронами деревьев и даже в помещениях. Планируется введение единой частоты работы спутников, благодаря чему устройства смо-

гут определять местоположение, комбинируя данные спутников различных навигационных систем.

Очень важным фактором при вычислении координат является время. Поэтому снабдив мобильную инерциальную навигационную систему миниатюрными атомными часами с большой точностью, можно добиться увеличения точности подсчёта координат.

Создание интеллектуальных маяков, «локальный» вариант GPS, становится популярным в авиации и горной промышленности. Так называемая система определения местоположения без GPS (NGBPS) компании Locata, может обеспечить точное позиционирование в условиях невозможности GPS. В новой системе LocataNet для определения местоположения объекта в пространстве применяется алгоритм, очень похожий на определение координат в системе GPS. Однако LocataNet использует помимо космических навигационных спутников еще и приемопередатчики сигнала, расположенные на поверхности Земли.

При перемещении испытуемого объекта со скоростью 560 км/час, LocataNet показала разброс значений относительно реальных координат в пределах 6-15 см. LocataNet работает на частотах беспроводной передачи данных Wi-Fi, поэтому при ее установке не потребуются разрабатывать какое-то специфическое приемно-передающее оборудование. Достаточно будет изменения архитектуры и протоколов интернет сетей Wi-Fi. LocataLite трансиверы потребляют мало энергии, поэтому смогут легко применяться в мобильных устройствах, в том числе в навигации мобильных роботов.

Бурный рост рынка мобильных устройств инициализирует создание новой коммерческой ниши - «дополненная реальность». Проект начал своё существование в компании Boeing, при создании авиа тренажёров. Появление MEMS-датчиков и камер в мобильных устройствах подстегнуло рост и интерес к внедрению «дополненной реальности» в обыденную жизнь. Для полноты работы «дополненной реальности» нужна возможность работы в помещениях. Над решением этой проблемы уже не первый год работает компания Nokia, которая теперь объявила о создании организации In-Location Alliance. В альянс In-Location вошли 22 компании, среди которых отмечены такие мощные бренды как Broadcom, Samsung, Sony Mobile и Qualcomm, все они заинтересованы в создании стандартного решения, которое обеспечит высокоточные навигационные функции там, где недоступно спутниковое позиционирование. Внедрение технологии будет базироваться на аппаратных особенностях Bluetooth 4.0 и Wi-Fi и будет иметь чисто программно-алгоритмический аппарат.

Поскольку многие вышеописанные технологии всё чаще используют ставшие для нас обыденным сигналы Wi-Fi, Bluetooth, GPS устройств, а те в свою очередь встречаются почти везде, можно сказать, что применение и комплексирование информации с такого большого количества датчиков позволит увеличить точность определения координат в несколько раз. Создание некоего информационного поля навигации и маршрутизации позволит карто-

графировать и локализоваться на местности с большой точностью. По оценкам IBM появление таких систем ожидается в ближайшие 3-4 года.

Увеличение объёма задач перед мобильными роботами, ставит роль мультиагентных робототехнических систем на новый уровень. Понятие «мультиагентные автономные навигационные системы» принесет новые алгоритмы. Использование методов искусственного интеллекта позволит комплексировать информацию с разного рода датчиков, не используя большие вычислительные мощности, но в условиях большой неопределённости. Мультиагентность системы будет обеспечивать принцип избыточности навигационной информации, а экспертные системы позволят фильтровать информацию в разных условиях работы мобильного робота.

Будущее за интегрированием информации о положении объекта, из разных, по типу получения приборов. У каждого типа навигации есть свои плюсы и минусы, а интеллектуальные системы смогут выявить и применить точные, правильные значения - вот перспективы развития мобильной навигации.

Список литературы:

1. Минин А. А. Навигация и управление мобильным роботом, оснащённым лазерным дальномером: диссертация кандидата технических наук: 50.02.05, Москва, 2008.
2. Giorgio Grisetti, Cyrill Stachniss, and Wolfram Burgard: Improving Gridbased SLAM with Rao-Blackwellized Particle Filters by Adaptive Proposals and Selective Resampling, In Proc. of the IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA), 2005
3. Све Лин Хту Аунг. Навигация и управление движением мобильного робота в городских условиях: диссертация кандидата технических наук: 50.02.05, Москва, 2011.
4. Maryum F. Ahmed. Development of a stereo vision system for outdoor mobile Robots. Abstract of Thesis Presented to the Graduate School of the University of Florida in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Master of Science. 2006. pp 78.

Научное издание

Проблемы технического обеспечения войск в современных условиях

Межвузовская научно-практическая конференция

Материалы докладов

Электронное издание

Издательство «Наукоемкие технологии»

ООО «Корпорация «Интел Групп»

197372, Санкт-Петербург, пр. Богатырский, дом 32, к. 1 лит. А, пом. 6Н.

<http://publishing.intelgr.com>

E-mail: publishing@intelgr.com

Тел.: (812) 945-50-63

ISBN 978-5-9906429-1-1



Гарнитура «Times New Roman».

Печ.л. 25,5. Тираж 500 экз.

Материалы докладов изданы в авторской редакции