

Т Р У Д Ы
ВОЕННО-КОСМИЧЕСКОЙ АКАДЕМИИ
имени А. Ф. Можайского

Под общей редакцией
доктора технических наук,
профессора **М. М. Пенькова**

В ы п у с к 638
Март

Издается с 1942 года



Санкт-Петербург
2013

Редколлегия:

председатель **С.С. Суворов**, доктор физ.-мат. наук, проф.;
зам. председателя **М.М. Пеньков**, доктор техн. наук, проф.;

А.И. Замарин, доктор техн. наук, проф.; **Г.Н. Мальцев**, доктор техн. наук, проф.;
А.М. Гончаров, доктор воен. наук, проф.; **К.Ю. Цветков**, доктор техн. наук, проф.;
В.Н. Калинин, доктор техн. наук, проф.; **Д.А. Авсюкевич**, доктор техн. наук, проф.

Ответственный за выпуск

С.В. Чернышёв (начальник ОВТИ)

В-63/М Труды Военно-космической академии имени А.Ф. Можайского.
Выпуск 638 / председатель редколлегии С.С. Суворов; под ред.
М.М. Пенькова; ответственный за вып. С.В. Чернышёв. – СПб.: ВКА им.
А.Ф. Можайского, 2013. – 61 с.

В сборнике представлены материалы по различным направлениям научных исследований, проводимых учеными академии и представителями сотрудничающих военных вузов и научно-исследовательских организаций.

Материалы сборника могут быть полезны научным сотрудникам, преподавателям, слушателям, адъюнктам и докторантам.

УДК 355.7 (082)

© ВКА им. А.Ф. Можайского, 2013

Подписано к печ. 27.08.2013

Печ. л. 16,00

Авт. л. 7,50

Заказ 2578

Бесплатно

Типография ВКА им. А.Ф. Можайского

СОДЕРЖАНИЕ

ПРОБЛЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ И ЭКСПЛУАТАЦИИ ВООРУЖЕНИЯ
И ВОЕННОЙ ТЕХНИКИ ВОЙСК ВОЗДУШНО-КОСМИЧЕСКОЙ ОБОРОНЫ

- Половников В.И.* Метод высокоточной космической триангуляции..... 5
- Заборовский И.С.* Расчет характеристик адаптивного медианного обнаружителя радиолокационных сигналов в неоднородном помеховом фоне..... 9

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ
ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ВОЙСК ВОЗДУШНО-КОСМИЧЕСКОЙ ОБОРОНЫ

- Цветков К.Ю., Акмолов А.Ф., Ефимов С.Н., Викторов Е.А., Веремчук А.С.*
Концепция построения разнорысотной многоспутниковой системы связи с мобильными абонентами: принципы построения шлюзовых станций и аппаратуры потребителей..... 16
- Гусеница Я.Н., Вихрев И.В.* Информационная модель экспертизы программного обеспечения образцов вооружения и военной техники Войск воздушно-космической обороны..... 25
- Гусеница Я.Н., Кругляк Ю.Л., Петрич Д.О.* О некоторых особенностях надежности программного обеспечения автоматизированных систем управления войсками..... 31
- Бескостый Д.Ф.* Адаптация алгоритма обработки сигналов к отклонению статистики шумов от нормального закона распределения..... 37

ПРОБЛЕМЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СИСТЕМЫ ВЫСШЕГО
И ВОЕННО-СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

- Калинина М.И., Петрова И.С.* О необходимости обучения в высших учебных заведениях основам обеспечения качества..... 42

ВОПРОСЫ ГУМАНИТАРНЫХ НАУЧНЫХ ДИСЦИПЛИН

- Бочинин Д.А.* О разработках новой авиационной техники в Ленинграде накануне Великой Отечественной войны..... 47
- Бочинин Д.А., Тарасов А.В.* Советские телемеханические самолеты как прообраз современных беспилотных летательных аппаратов (БПЛА)..... 54

Рефераты статей.....	57
Сведения об авторах.....	59
Сведения о рецензентах.....	61

В.И. Половников,
доктор техн. наук, профессор

МЕТОД ВЫСОКОТОЧНОЙ КОСМИЧЕСКОЙ ТРИАНГУЛЯЦИИ

В данной статье рассматривается практическое применение метода высокоточной космической триангуляции при проведении угломерных измерений параметров орбит космических объектов на фоне звездного неба.

Ключевые слова: космический аппарат, космический объект, контроль, метод, определение координат, триангуляция, измерение.

ВВЕДЕНИЕ

Триангуляционные методы определения координат наземных пунктов используются в геодезии при создании геодезических сетей.

Триангуляция (от лат. *triangulum* – треугольник) – метод определения положения геодезических пунктов построением на местности систем смежно расположенных треугольников, в которых измеряют длину одной стороны (базиса) и углы, а длины других сторон треугольника определяют тригонометрически [1].

Метод космической триангуляции предполагает определение координат подвижных космических объектов (КО) одновременно с двух космических аппаратов-измерителей (КАИ), линейное расстояние между которыми (базис) известно за счет определения координат КАИ с помощью навигационной системы «ГЛОНАСС», а углы между базисом и направлениями КАИ и КО измеряются бортовой оптикоэлектронной аппаратурой путем привязки к каталожным звездам, координаты которых известны с большой точностью. По известным значениям базиса и двух углов определяются стороны треугольника, в вершинах которого в момент измерений находятся два КАИ и КО, т.е. определяются дальности между КАИ и КО, что в конечном итоге позволяет определить координаты КО в инерциальной системе координат в момент измерений (рис.1).

На рис. 1 введены обозначения: x_{np1}, x_{np2}, y_{np} – прямоугольная измерительная система координат; x, y, z – оси абсолютной геоцентрической экваториальной системы координат (АГЭСК); $\bar{D}_{1ko}, \bar{D}_{2ko}$ – дальность между КО и КАИ₁, КАИ₂; B_{12} – базис; τ, n, v – оси подвижной орбитальной системы координат.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ МЕТОДА КОСМИЧЕСКОЙ ТРИАНГУЛЯЦИИ

Оптико-электронные приборы (сборки телескопов) устанавливаются на борту каждого КА-измерителя таким образом, чтобы поля их зрения образовали зону двойного обзора, в которую при движении космического аппарата (КА) по орбите попадают заданные области высот космического пространства, где по своим орбитам движутся КО, фиксируемые на ПЗС-матрицах в виде точек на фоне звезд, являющихся неподвижными точечными излучателями света. Затвор оптико-электронного прибора (ОЭП) с заданной частотой открывается на время экспозиции $\Delta t < 1$ с., чтобы избежать значительного смаза изображения точечных источников излучений на ПЗС-матрице. Чувствительность ПЗС-матрицы определяется максимальным значением звездной величины m_v^{\max} , которая может быть зафиксирована на ПЗС-матрице за время экспозиции $\Delta t/3$ с заданной надежностью.

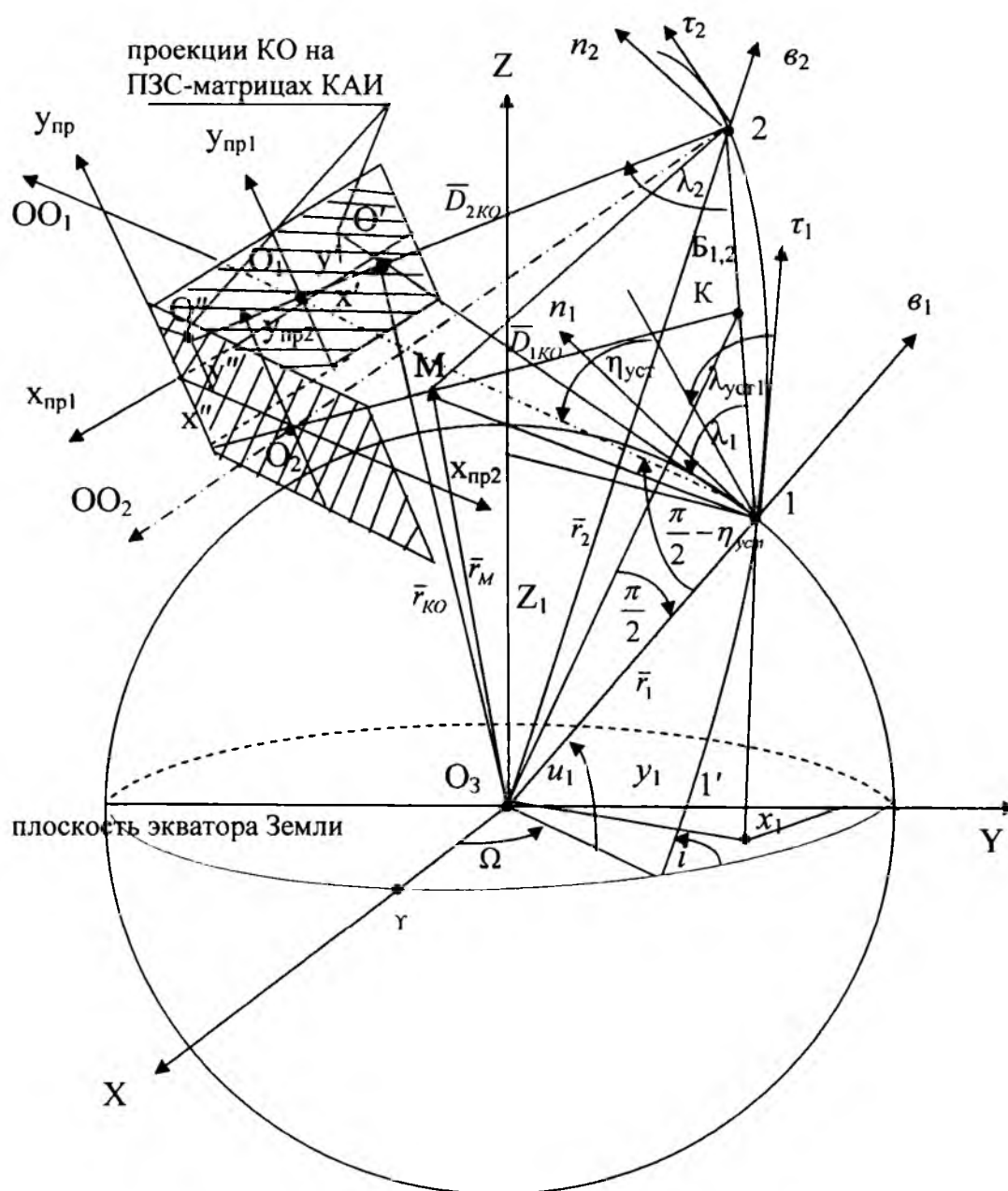


Рис. 1. Схема угломерных измерений с двух КА

Таким образом, если КО, освещенный солнечными лучами, имеет блеск, не превышающий m_v^{\max} , то за время Δt_3 он будет зафиксирован на ПЗС-матрице с надежностью, близкой к заданной. В результате каждый кадр, считанный с ПЗС-матрицы, представляет собой n точечных источников света, которые зафиксированы совместно с шумами ПЗС-матрицы и фоном звездного неба в приборной системе координат ПЗС-матрицы. Первичная обработка измерительной информации заключается в том, чтобы определить на фоне шумов центры световых пятен, получаемых на ПЗС-матрице от точечных излучателей, т.е. определить координаты (x_{Si}, y_{Si}) каждого s -го источника излучения в момент времени t_i в системе координат ПЗС-матрицы. Полученные в каждом кадре ПЗС-матрицы координаты (x_{Si}, y_{Si}) не представляют никакой ценности, если они не будут привязаны к той системе координат, в которой определяется движение КО, а также в том случае, если исследователь не может отличить звезду от подвижного КО.

Селекция звезд достаточно просто производится на серии последовательных кадров, поскольку все звезды, в отличие от подвижных КО, будут перемещаться в серии с одинаковыми угловыми скоростями за счет углового движения ПЗС-матрицы совместно с движением КА-измерителя по круговой орбите. При этом относительные расстояния между звездами в серии кадров будут оставаться постоянными, равными первоначально зафиксированным в первом кадре. Естественно, что за счет поворота ПЗС-матрицы совместно с КАИ в серии кадров какие-то новые звезды будут входить в очередной кадр, а какие-то, уже зафиксированные в предыдущих кадрах звезды будут выходить из кадра. Из всех звезд, выделенных в конкретном кадре из серии, необходимо определить каталожные звезды, координаты которых известны с большой точностью во второй экваториальной системе координат. Выделение каталожных звезд в каждом кадре возможно лишь в том случае, если нам известно с достаточной степенью точности направление оптической оси телескопа в момент времени и относительные угловые расстояния между каталожными звездами, зафиксированными на ПЗС-матрице в этот же момент времени t_i .

Поскольку координаты каталожных звезд (α_s – прямое восхождение, δ_s – склонение звезды) записаны во второй экваториальной системе координат, то и направление оптической оси телескопа, определяемое аналогичными углами ($\alpha_{ко}$, $\delta_{ко}$), требуется определить в этой же системе координат. Это обстоятельство требует определения движения КО также во второй экваториальной системе координат, т.е. получения в момент времени t_i координат ($\alpha_{ко}$, $\delta_{ко}$) на фоне расположения каталожных звезд во второй экваториальной системе координат.

За период обращения КАИ по круговой орбите оси приборной системы координат, жестко связанные с ПЗС-матрицей и корпусом КАИ, совершают полный оборот в абсолютном пространстве. В связи с этим при проведении привязки подвижных КО к каталожным звездам необходимо определить и угол разворота вертикальной плоскости приборной системы координат относительно плоскости круга склонения оси телескопа в момент проведения измерений t_i .

Таким образом, для текущей привязки подвижных КО (определения $\alpha_{ко}$, $\delta_{ко}$) к звездному небу необходимо [2]:

1) определить координаты всех точечных источников излучения (x_{Si} , y_{Si}) в момент времени t_i в приборной системе координат $d_{пр}$ $x_{пр}$ $y_{пр}$;

2) в серии последовательных кадров произвести селекцию звезд среди всех точечных излучателей, зафиксированных на ПЗС-матрице;

3) из всех звезд, отселектированных в i -м кадре, выделить каталожные звезды, для чего:

– определить с некоторой точностью направление оптической оси телескопа в момент времени t_i во второй экваториальной системе координат;

– определить угол разворота вертикальной плоскости приборной системы координат относительно плоскости круга склонения оптической оси телескопа (сборки телескопов);

– определить номера каталожных звезд по их взаимному расположению на участке звездного неба, попавшем в кадр ПЗС-матрицы в момент t_i ;

4) привязать координаты подвижных источников излучения к звездному небу, т.е. получить координаты КО в момент времени t_i ($\alpha_{ко}$, $\delta_{ко}$) во второй экваториальной системе координат.

На этом заканчивается работа с конкретными кадрами ПЗС-матрицы, выходом которой являются координаты ($\alpha_{кои}$, $\delta_{кои}$) подвижных источников излучений (КО) во второй экваториальной системе координат. Другая информация, зафиксированная в кадрах ПЗС-матрицы в момент времени t_i , не имеет значения для дальнейшей обработки, поэтому она может быть уничтожена. Отсюда следует заключение о том, что все перечисленные задачи должны решаться на борту КА-измерителя, причем если определение координат точечных источников излучения (x_{Si} , y_{Si}) должно производиться с помощью встроенного в ОЭП

микропроцессора, то определение координат подвижных КО, попавших в кадр сборки ОЭП, необходимо проводить на мощном бортовом компьютере, хранящем в своей памяти сведения о технологических данных бортового оборудования КА-измерителя, звездный каталог, текущие координаты КА-измерителя в АГЭСК и др.

КАИ₁, КАИ₂, создающие зону двойного обзора, должны иметь между собой постоянно действующий канал связи для передачи на ведущий КАИ₁ пар координат ($\alpha_{\text{кoi}}, \delta_{\text{кoi}}$), полученных на соседнем (ведомом) КАИ₂.

Поскольку координаты подвижных КО ($\alpha_{\text{кoi}}, \delta_{\text{кoi}}$) измеряются бортовой аппаратурой КАИ₁ и КАИ₂ на фоне различных участков звездного неба (относительно различных каталожных звезд), то на ведущем КАИ₁ должна решаться задача о том, что КО, зафиксированный в один и тот же момент времени на ПЗС-матрицах КАИ₁ и КАИ₂, находится в зоне двойного обзора этих измерителей.

В заключение хочется отметить, что метод космической триангуляции позволяет «завязать» орбиту измеряемого КО при проведении угломерных измерений одновременно с двух КА на коротких мерных интервалах, чего не позволяет сделать метод угломерных измерений с одного КА.

Список литературы

1. Советский энциклопедический словарь.— Изд. 4-е.— М.: Советская энциклопедия, 1987.— 1599 с.
2. Практическое применение звездных каталогов “FK-5” и “Hipparcos” при моделировании подсистем астрономического обеспечения / В.И. Половников и др.: сообщ. ИПА РАН №97.— СПб, 1996.— 28 с.
3. Основы теории полета космических аппаратов / под ред. Г.С. Нариманова.— М.: Машиностроение, 1972.— 608 с.

И.С. Заборовский,
кандидат техн. наук, доцент

РАСЧЕТ ХАРАКТЕРИСТИК АДАПТИВНОГО МЕДИАННОГО ОБНАРУЖИТЕЛЯ РАДИОЛОКАЦИОННЫХ СИГНАЛОВ В НЕОДНОРОДНОМ ПОМЕХОВОМ ФОНЕ

Приведена методика оценки характеристик обнаружения радиолокационных сигналов в неоднородном помеховом фоне при использовании так называемого медианного адаптивного обнаружителя, у которого в качестве оценки интенсивности помехового фона используется элемент опорной выборки канала регулировки порога с фиксированным рангом.

Ключевые слова: адаптивный обнаружитель, постоянный уровень ложных тревог, неоднородный помеховый фон.

В настоящее время методы синтеза оптимальных алгоритмов обнаружения радиолокационных сигналов (РЛ) в условиях полной априорной определенности изучены достаточно полно. Задача обнаружения РЛ сигналов при воздействии помех решается путем формирования отношения правдоподобия, его логарифма или достаточной статистики и сравнения с порогом. Выбранный критерий качества при этом определяет только величину порога.

В реальной обстановке задача обнаружения РЛ сигналов решается в условиях достаточно высокой степени априорной неопределенности характеристик помех и сигналов. В связи с этим при построении устройств обработки РЛ сигналов, широкое распространение получили методы преодоления априорной неопределенности, устойчивые к изменениям характеристик мешающих воздействий.

Необходимость построения алгоритмов обнаружения, адаптивных по отношению к энергетическим характеристикам помехового фона, объясняется тем, что в реальных устройствах изменение уровня мешающих воздействий может превышать восемьдесят децибел. В свою очередь, известно, что изменение уровня помехи на три децибела при выделении сигнала системой согласованной фильтрации и сравнении с фиксированным порогом приводит к изменению вероятности ложной тревоги на четыре порядка [1].

Обнаружение с постоянным уровнем ложных тревог (ПУЛТ) в элементах разрешения производится путем сравнения амплитуды отраженного сигнала x с порогом U_n , устанавливаемым в зависимости от оценки мощности помехового фона (ПФ): $U_n = p \cdot \hat{W}$, где \hat{W} – оценка интенсивности помехового фона; p – пороговый множитель, определяющий значение уровня ложных тревог обнаружения.

Для организации канала оценки интенсивности помехового фона могут быть использованы спектральные, временные либо пространственные отличия помех и сигналов.

В том случае, когда помеха имеет более протяженный спектр, чем сигнал, для оценки интенсивности помехи может быть использовано частотное усреднение в смежных доплеровских фильтрах. При этом предполагается, что уровень нестационарной помехи меняется одинаково на всех частотах, т.е. форма спектра помехи не искажается в пределах «окна» усреднения. В реальной обстановке это условие может не выполняться. Поэтому практическое применение алгоритмов, в которых используются лишь спектральные различия сигналов и помех при оценке мощности ПФ, довольно ограничено.

Алгоритмы, реализующие межобзорную обработку, используют для оценки интенсивности помехи усреднение по циклам обзора. Эти алгоритмы обладают рядом достоинств, основным из которых является то, что появление мешающих неоднородностей в пределах «окна» по циклам обзора является маловероятным. Однако при синтезе таких обнаружителей следует учитывать влияние межобзорной корреляции помехи на точность оценки и как следствие – на значения обеспечиваемых вероятностей правильного обнаружения и ложной тревоги. Усреднение по обзорам используется для установки порога обнаружения в доплеров-

ских фильтрах, соответствующих нулевой скорости. Это связано с необходимостью подавления дискретных отражений от неподвижных местных предметов, сосредоточенных в этом фильтре.

Наиболее распространенным способом оценки интенсивности помехового фона при адаптации порога обнаружения РЛ сигнала является усреднение отсчетов в окрестностях анализируемой ячейки. При этом обучающая выборка $X = \{x_1, \dots, x_n\}$ формируется с использованием скользящего окна по смежным элементам разрешения по дальности. Данный обнаружитель может быть легко трансформирован и на многомерные случаи (оценка средней мощности помехи по дальности, азимуту, спектру).

Одной из основных трудностей, возникающих при построении таких обнаружителей с регулируемым порогом, является возможность возникновения неоднородности помехи в пределах опорной выборки, используемой при оценке. Резкие изменения интенсивности помехового фона в пределах окна могут быть вызваны изменениями характера помеховой обстановки, скачками напряжения на выходе адаптивных режекторных фильтров, возникающих при перенастройке системы с одних значений параметров помехи на другие, появлением импульсных помех и целеподобных мешающих отражений в канале оценки порога обнаружения.

Наличие мощных мешающих сигналов в канале регулировки порога может привести к возникновению достаточно больших потерь при обнаружении, вплоть до потери малозаметных целей, находящихся в окрестностях этого сигнала.

Следует отметить, что для РЛС надгоризонтного обнаружения системы предупреждения о ракетном нападении (НГО СПРН) такая ситуация является типичной. Основная цель, обнаружение которой является задачей РЛС СПРН, - это боевой блок баллистической ракеты, движущейся в поле тяготения Земли. Благодаря техническим и конструктивным особенностям и применению специальных материалов, боевые блоки современных межконтинентальных баллистических ракет (МБР) имеют довольно малую ЭПР (порядка 0.3 м^2), что заставляет применять в РЛС СПРН сверхвысокочувствительную аппаратуру, позволяющую обеспечить своевременное и качественное обнаружение боевых блоков на траекториях полетов.

Применяемые в настоящее время МБР, как правило, имеют несколько ступеней, которые отделяются по мере отработки на различных этапах активного участка траектории движения МБР. Из-за высокой дальности действия РЛС СПРН боевые блоки МБР входят в зону обзора РЛС вместе с частями отработавших ступеней (чаще всего это третья и вторая ступени). При этом создается неблагоприятная обстановка для обнаружения непосредственно самих боевых блоков, так как они имеют гораздо меньшую ЭПР чем отработавшие ступени и находятся на сравнительно небольших расстояниях друг от друга. В результате задача обнаружения решается при наличии в пределах скользящего окна нескольких мешающих друг другу сигналов.

Даже при применении на этапе сопровождения фазоманипулированных сигналов с большим количеством дискрет уровень боковых лепестков автокорреляционной функции (АКФ) сигнала, отраженного от отработавшей ступени, оказывается больше по амплитуде, чем главный пик АКФ сигнала, отраженного от боевого блока. Происходит наложение двух АКФ, которое может сопровождаться потерей цели. Для решения этой проблемы используется способ сложения АКФ, задержанных относительно друг друга сигналов. Однако и этот способ не обеспечивает в полной мере на входе обнаружителя однородный помеховый фон.

Алгоритмы адаптации, полученные в рамках классической теории обнаружения, оказываются очень чувствительными к наличию выбросов в канале регулировки порога и значительно зависят от степени затянутости «хвостов» реального выборочного распределения помехового фона. В связи с этим в последнее время большой интерес проектировщиков вызывает разработка алгоритмов обнаружения, способных выделять РЛ сигнал при априорной неопределенности характеристик ПФ, которые могут удерживать свои характеристики в определенных пределах при изменении условий работы, т.е. робастных алгоритмов.

В настоящее время известно большое количество методов и устройств обнаружения РЛ сигналов, обладающих свойствами устойчивости качественных показателей в условиях неоднородного помехового фона [2].

Одним из способов исключения влияния мешающих сигналов при адаптивном обнаружении одиночных сигналов является использование в качестве оценки интенсивности помехового фона некоторой порядковой статистики (ПС) x_n^m , $1 < m < n$, полученной из элементов исходной выборки X («скользящего окна»). При этом m -й порядковой статистикой называется элемент исходной выборки, амплитуда которого имеет m -й ранг в выборке, содержащей n элементов. Ранг выбирают из компромисса между возможностью обеспечения заданного уровня ложных тревог, потерями в отношении сигнала-помехи и эффектом маскировки цели в анализируемом элементе кромкой помехи и мешающими целями. Например, при $m \geq n/2$ стабилизируется уровень ложных тревог в модели стационарной помехи, однако имеет место маскировка цели «кромкой» помехи. Последнее связано с установлением в таком обнаружителе завышенного значения порога при попадании «кромки» помехи на элемент «окна», который соответствует ПС x_n^m .

На рис. 1 представлен обнаружитель, использующий в качестве оценки мощности помехового фона m -порядковую статистику: $\hat{W} = x_n^m$.

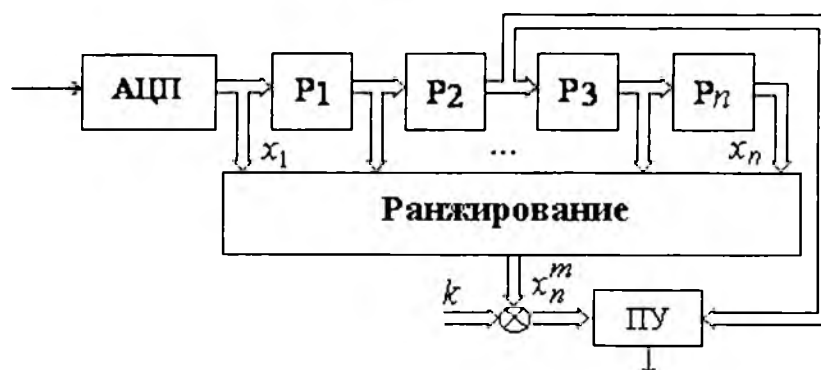


Рис. 1. Структурная схема медианного обнаружителя

На вход цифровой линии, состоящей из n регистров P , поступают сигналы, прошедшие доплеровскую обработку. Значения амплитуд сигналов от всех элементов разрешения, кроме анализируемого и соседних с ним, поступают на устройство ранжирования. При этом элементы «окна» в устройстве ранжирования занимают места таким образом, что $x(1) \leq x(2) \leq x(3) \leq \dots \leq x(n)$, формируя при этом порядковые статистики опорной выборки. Значение m -й порядковой статистики поступает на умножитель для определения порогового значения. На умножитель поступает также численное значение константы k , задающее вероятность ложной тревоги. Это произведение задает уровень порога.

Для оценки рабочих характеристик медианного обнаружителя воспользуемся следующей методикой.

Для описания амплитуды входных сигналов применим закон Релея. Введем следующие обозначения: $f_0(x)$, $F_0(x)$ – плотность распределения вероятности (ПРВ) и функция распределения вероятности (ФРВ) амплитуды сигнала x в анализируемой дискрете по гипотезе H_0 (т.е. при отсутствии сигнала) и $f_1(x, A)$, $F_1(x, A)$ – ПРВ и ФРВ амплитуды сигнала x в анализируемой дискрете по гипотезе H_1 (т.е. при наличии сигнала), A – параметр, характеризующий отношение сигнал-шум на входе обнаружителя.

Среднее значение порога обнаружения одиночного РЛ сигнала определяется следующим образом:

$$\bar{U}_n(x_n^m) = p \int_0^{\infty} x \omega_{\xi}(x_n^m) dx, \quad (1)$$

где $\omega_{\xi}(x_n^m)$ – плотность распределения вероятности m -й ПС однородной выборки;
 p – множитель, задающий требуемый уровень ложного обнаружения одиночного сигнала.

ПРВ m -й ПС в однородном помеховом фоне определяется следующим образом [3]:

$$\omega_{\xi}(x_n^m) = \frac{n!}{(m-1)!(n-m)!} [F_0(x)]^{m-1} \cdot [1 - F_0(x)]^{n-m} \cdot f_0(x). \quad (2)$$

В неоднородном по помеховому фону ПРВ амплитуды сигналов элементов опорной выборки канала оценки может быть описана моделью с засорением Хьюберта вида

$$f(x_i) = (1 - \varepsilon) \cdot f_0(x_i) + \varepsilon \cdot f_1(x_i, A), \quad i = \overline{1, n}, \quad (3)$$

где ε – вероятность появления мешающего сигнала в канале оценки мощности помехового фона.

Модель ПФ (3) описывает ситуацию, когда на входе обнаружителя с вероятностью $(1 - \varepsilon)$ появляется элемент из генеральной совокупности Γ_0 , содержащей отсчеты основной части ПФ с распределением $f_0(x_i)$, либо с вероятностью ε – элемент из генеральной совокупности Γ_1 , содержащей отсчеты выделяющейся части выборки (мешающие сигналы) с распределением $f_1(x_i)$.

Основные допущения: а) отсчеты сигналов в основном канале и канале оценки мощности помехового фона статистически независимы; б) отсчеты сигналов в канале оценки мощности помехового фона статистически независимы друг от друга; в) вероятность появления мешающих сигналов в канале оценки мощности ПФ ε незначительна; г) параметры модели ПФ ε и b в процессе РЛ наблюдения изменяются незначительно.

При этом взаимная плотность распределения вероятности элементов опорной выборки, используемой при оценке мощности ПФ, определяется выражением

$$\omega_X(x_1, \dots, x_n) = \prod_{i=1}^{n-k} f_0(x_i) \prod_{i=1}^k f_1(x_i). \quad (4)$$

ПРВ i -й ПС неоднородной выборки, состоящей из $(n-k)$ элементов генеральной совокупности Γ_0 и k элементов генеральной совокупности Γ_1 $\omega_{\xi}(x_{n,k}^{(i)})$, может быть определена путем интегрирования совместной ПРВ элементов исходной выборки (4) по области возможных соотношений между ними. Выражение для ПРВ i -й ПС неоднородной выборки имеет следующий вид:

$$\omega_{\xi}(x_{n,k}^{(i)}) = n! \cdot \int_{-\infty}^{x_2} \dots \int_{-\infty}^{x_i} \int_{x_i}^{\infty} \dots \int_{x_{n-1}}^{\infty} \prod_{j=1}^{n-k} f_0(x_j) \cdot \prod_{j=1}^k f_1(x_j) dx_1 \dots dx_{i-1} dx_{i+1} \dots dx_n. \quad (5)$$

После соответствующих интегрирований получим следующее выражение для ПРВ i -й ПС неоднородной выборки:

$$\omega_{\xi}(x_{n,k}^{(i)}) = \frac{(n-k)!k!}{(i-1)!(n-i)!} \sum_{\Lambda} \left[(1-F_0(x))^{n-i-b} (1-F_1(x))^b \times \right. \\ \left. \times (1-F_0(x))^{n-i-b} (1-F_1(x))^b \right], \quad (6)$$

где Λ – область возможных значений вектора-индикатора $\lambda = \{\lambda_1, \dots, \lambda_n\}$. Элементы вектора-индикатора принимают значения 0 или 1 и определяют закон распределения соответствующих членов вариационного ряда опорной выборки. Например, $\lambda = \{0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 1\}$ означает, что первые шесть членов вариационного ряда принадлежат к генеральной совокупности Γ_0 , а последние три – к генеральной совокупности Γ_1 ;

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j = k; \quad a = \sum_{j=1}^{i-1} \lambda_j; \quad b = \sum_{j=i+1}^n \lambda_j.$$

В явном виде выражение (6) примет следующий вид:

$$\omega_{\xi}(x_{n,k}^{(i)}) = (n-k) \times \\ \times \sum_{j=0}^{\min(k, i-1)} A1_j f_0(x) F_0(x)^j (1-F_0(x))^{k-j} F_1(x)^{i-j-1} (1-F_1(x))^{n-i-k+j} + \\ + k \sum_{j=0}^{\min(k-1, i-1)} A2_j f_1(x) F_0(x)^j (1-F_0(x))^{k-j-1} F_0(x)^{i-j-1} (1-F_1(x))^{n-i-k+j+1}, \quad (7)$$

где

$$A1_j = \frac{(n-1-k)!k!}{(n-i-k+j)!(i-1-j)!(k-j)!j!}; \\ A2_j = \frac{(n-k)!(k-1)!}{(n-i-k+j+1)!(i-1-j)!(k-j-1)!j!}.$$

При отсутствии в выборке мешающих сигналов ($k=0$) это выражение представляет собой известную функцию ПРВ для i -й ПС однородной выборки (2).

Примеры функций ПРВ ПС неоднородной выборки изображены на рис. 2. Элементы генеральных совокупностей Γ_0 и Γ_1 в этих примерах имеют распределения вида

$$f_0(x) = x/\sigma_0^2 \exp(x^2/2\sigma_0^2); \quad f_1(x) = x/\sigma_0^2 \exp[(x^2 + G^2)/2\sigma_0^2] \cdot I_0[x \cdot G/\sigma_0^2], \quad (8)$$

где σ_0^2 – дисперсия отсчетов ПФ;

G – параметр, характеризующий интенсивность мешающих сигналов;

I_0 – функция Бесселя нулевого порядка.

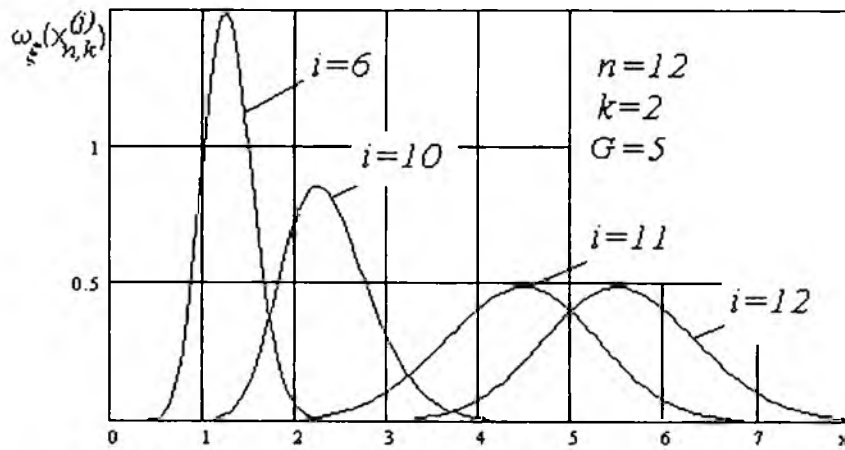


Рис. 2. ПРВ ПС неоднородной выборки

Значение порога обнаружения одиночного сигнала (порога квантования) p , который задает требуемое значение уровня ложных тревог, определяется как решение уравнения для вероятности ложного обнаружения пачки РЛ сигналов

$$F = \sum_{i=K}^M \frac{M!}{(M-i)!i!} q_{ш}^i (1 - q_{ш})^{M-i}, \quad (9)$$

где M — ожидаемое количество импульсов в пачке;
 K — порог обнаружения пачки РЛ сигналов;
 $q_{ш}$ — вероятность ложного обнаружения одиночного сигнала,

$$q_{ш} = \int_{\bar{U}(x_n^m)}^{\infty} f_{ш}(x) dx. \quad (10)$$

Используя приведенные выше выражения, можно определить параметры обнаружителя p и K , которые при заданных значениях количества импульсов в пачке M , протяженности скользящего окна по дальности n , а также номера ПС, используемой при определении порога m , обеспечат требуемое значение вероятности ложной тревоги F .

Вероятность правильного обнаружения цели определяется следующим образом:

$$D = \sum_{i=K}^M \frac{M!}{(M-i)!i!} q_{сш}^i (1 - q_{сш})^{M-i}, \quad (11)$$

где $q_{сш}$ — вероятность правильного обнаружения одиночного РЛ сигнала,

$$q_{сш} = \int_{\bar{U}_n(x_n^m)}^{\infty} f_{сш}(x, A) dx. \quad (12)$$

В неоднородном помеховом фоне происходит «искажение» среднего уровня адаптивного порога и вероятности правильного обнаружения:

$$\bar{U}_n^*(x_{n,k}^m) = p \int_0^\infty x \omega_\xi(x_{n,k}^m) dx, \quad q_{cui}^* = \int_{\bar{U}_n^*(x_{n,k}^m)}^\infty f_{cui}(x, A) dx. \quad (13)$$

В результате, используя приведенные выше выражения, получаем кривые обнаружения медианного обнаружителя в неоднородном помеховом фоне (рис. 3).

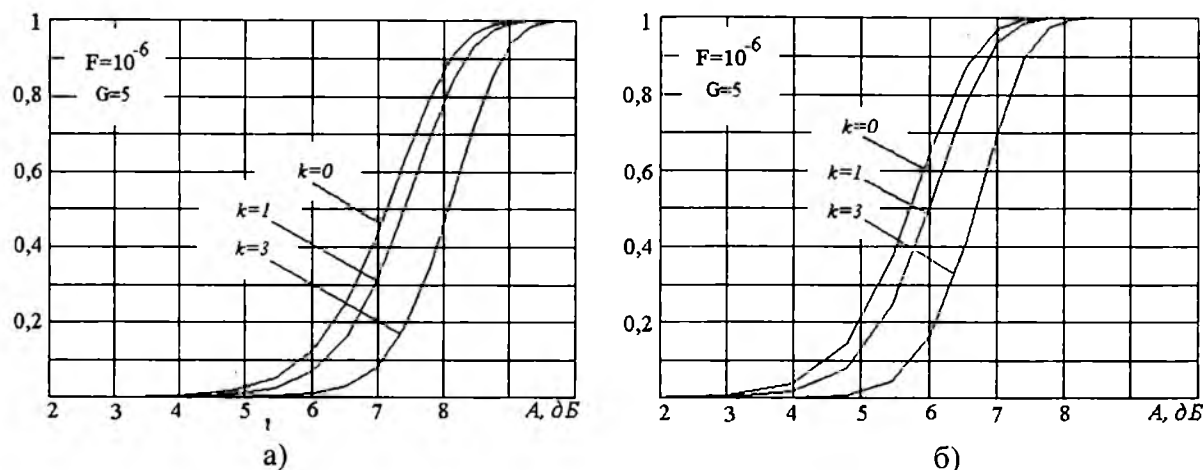


Рис. 3. Кривые обнаружения медианного обнаружителя:

а – одиночного сигнала; б – обнаружителя, использующего критерий «2 из 3»

Как видно из графиков, потери медианного обнаружителя в неоднородном помеховом фоне ($k=1-3$, $G=5$) составляют 0,2 – 1 дБ. Потери классических адаптивных обнаружителей, использующих усреднение элементов опорной выборки канала регулирования порога существенно выше. Таким образом, медианный обнаружитель целесообразно использовать при проектировании систем обработки радиолокационных сигналов с высокой степенью неопределенности статистических и энергетических характеристик, когда невозможно обеспечить стационарность и однородность помехового фона перед окончательным принятием решения об обнаружении.

Список литературы

1. Бакулев П.А., Стёпин В.М. Методы и устройства селекции движущихся целей. – М.: Радио и связь, 1986.
2. Бакулев П.А., Баметов Ю.А., Тугуши В.Г. Обработка сигналов с постоянным уровнем ложных тревог // Радиотехника. – 1989. – Т. 32, №4, – С. 4-15.
3. Я. Гаяк, З. Шидак. Теория ранговых критериев. – М.: Наука, 1971.

К.Ю. Цветков,
доктор техн. наук, профессор;
А.Ф. Акмолов,
кандидат техн. наук, доцент;
С.Н. Ефимов,
кандидат техн. наук, доцент;
Е.А. Викторов,
кандидат техн. наук;
А.С. Веремчук

КОНЦЕПЦИЯ ПОСТРОЕНИЯ РАЗНОВЫСОТНОЙ МНОГОСПУТНИКОВОЙ СИСТЕМЫ СВЯЗИ С МОБИЛЬНЫМИ АБОНЕНТАМИ: ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ ШЛЮЗОВЫХ СТАНЦИЙ И АППАРАТУРЫ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ

В статье даны рекомендации по реализации абонентской аппаратуры различных потребителей и шлюзовых станций разнорысотной многоспутниковой системы связи. Рассмотрены основные требования, которыми должны обладать абонентская аппаратура мобильных терминалов военных потребителей, а также приведена структурная схема реализации абонентской аппаратуры. Рассмотрены вопросы реализации приемо-передающего комплекса шлюзовых станций и вынесенных пулов одноканальных станций, определен состав шлюзовой станции, приведена обобщенная структурная схема приемо-передающего комплекта шлюзовой станции и вынесенного пула одноканальных станций.

Ключевые слова: шлюзовая станция, мобильный терминал, спутник-ретранслятор, приемо-передающий комплекс, вынесенный пул одноканальной станции, многоспутниковая система связи.

ВВЕДЕНИЕ

Одним из основных принципов концепции построения разнорысотной многоспутниковой системы связи (РМСС) [1], которая обеспечивает непрерывный и глобальный обмен всеми видами информации между мобильными абонентами системы наземного, воздушного и морского базирования, является создание распределенной структуры взаимосвязанных наземных шлюзовых станций (ШС) с выносными пулами одноканальных терминалов спутниковой связи для обеспечения требуемой живучести, повышения пропускной способности и расширения зоны обслуживания абонентов космических аппаратов (КА) первого уровня. С целью обеспечения информационного обмена в РМСС с учетом требуемого качества предоставления услуг различным пользователям необходима разработка структуры составных элементов космического и наземного сегмента предлагаемой системы связи, обеспечивающих как преемственность существующих технологий, так и повышение эффективности передачи информационных потоков и помехоустойчивости рассматриваемой системы связи. Принципы построения космического сегмента РМСС представлены в работе [2], где рассмотрены варианты реализации бортового коммуникационного оборудования спутников-ретрансляторов первого и второго уровней РМСС. Принципам построения наземного сегмента РМСС посвящена настоящая статья. Следует отметить, что в состав наземного сегмента РМСС входят терминалы мобильных абонентов наземного, морского и воздушного базирования, шлюзовые станции распределенной структуры, обеспечивающие сопряжение РМСС с другими сетями связи, а также центр управления связью, центр управления космической группировкой разнорысотных КА РМСС и биллинговый центр, обеспечивающий автоматический расчет по предоставленным услугам связи.

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО ПОСТРОЕНИЮ ПРИЕМО-ПЕРЕДАЮЩЕГО КОМПЛЕКСА ШЛЮЗОВОЙ СТАНЦИИ И ВЫНЕСЕННЫХ ПУЛОВ ОДНОКАНАЛЬНЫХ СТАНЦИЙ

В предлагаемой РМСС [1] информационное взаимодействие между различными абонентами обеспечивается как с помощью КА первого уровня, так и с помощью ШС, которые соединены с помощью проводных линий связи с наземными сетями общего пользования. При этом шлюзовая станция РМСС обеспечивает информационный обмен с космическими аппаратами второго уровня (КА-2), выступая для них в роли космического аппарата первого уровня (КА-1), а также через шлюз с наземными сетями связи (ТфОП, ISDN, ATM, IP, Frame Relay, GSM, CDMA и др.). Через шлюз также осуществляется взаимодействие с вынесенными пулами одноканальных станций, которые выступают в роли мобильных терминалов для КА-1. Использование выносных пулов ШС позволяет перейти к распределенной структуре шлюзовых станций и за счет этого расширить зону обслуживания ШС. Последнее позволяет приблизить выносные пулы ШС к зонам с меньшей кратностью покрытия КА-2 и повысить качество обслуживания абонентов в экваториальном поясе Земли.

В состав шлюзовой станции входят (рис. 1):

- два идентичных приема-передающих комплекса (ППК), обеспечивающих связь через КА-2 с другими шлюзовыми станциями (следует отметить, что два ППК ШС выступают для КА-2 в качестве ретранслятора КА-1, что также предполагает клонирование полученных аппаратно-программных решений при реализации ШС);
- выносные пулы одноканальных станций для связи с терминалами мобильных абонентов через бортовые ретрансляторы КА-1;

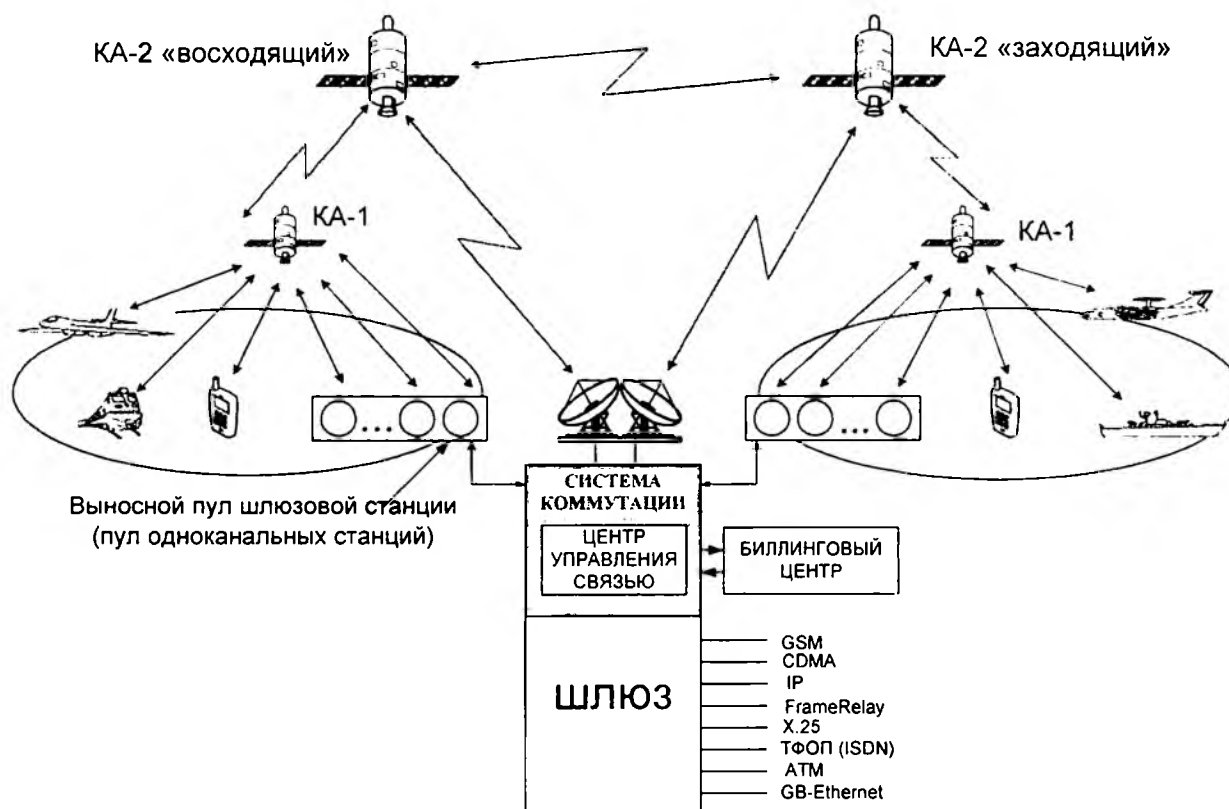


Рис. 1. Структурная схема шлюзовой станции разнорысотной многоспутниковой системы связи

- система коммутации спутниковых радиоканалов, обеспечивающая доступ к портам шлюза, для реализации составного соединения через каналы наземных сетей связи, использующих различные виды телекоммуникационных технологий;

- центр управления связью, обеспечивающий управление выделением канальных ресурсов РМСС для обмена информацией требуемого вида в интересах мобильных абонентов сети спутниковой связи;
- биллинговый центр, обеспечивающий автоматическое вычисление расчетов за предоставленные абонентам РМСС услуги связи;
- шлюз, в состав которого входят шлюзовые аппаратно-программные комплексы взаимного преобразования протоколов обмена информацией РМСС с другими наземными сетями связи, реализующими соответствующие протоколы передачи в зависимости от используемой в них телекоммуникационной технологии (ISDN, FrameRelay, IP – для передачи данных и речи, ATM, Gb-Ethernet, GSM, CDMA, X.25 и т.д.).

На рис. 1 показаны два КА-2 второго уровня, один из которых, называемый «заходящим», уходит из области взаимной радиовидимости шлюзовой станции, а другой – «восходящий» начинает движение в этой зоне. При переходе с заходящего на восходящий спутник должна быть решена задача, связанная с исключением влияния на непрерывность связи скачков по частоте. Данная задача решается за счет использования в каждой шлюзовой станции двух ППК. При этом с помощью второго комплекса обеспечивается мягкий переход для передачи мультимплексированных АТМ-поток первого уровня через очередной КА-2.

Обобщенная структурная схема приемо-передающего комплекса шлюзовой станции и вынесенного пула одноканальных станций представлена на рис. 2. Главную роль здесь выполняет связной процессор, который распределяет входящие и исходящие АТМ-поток первого уровня.

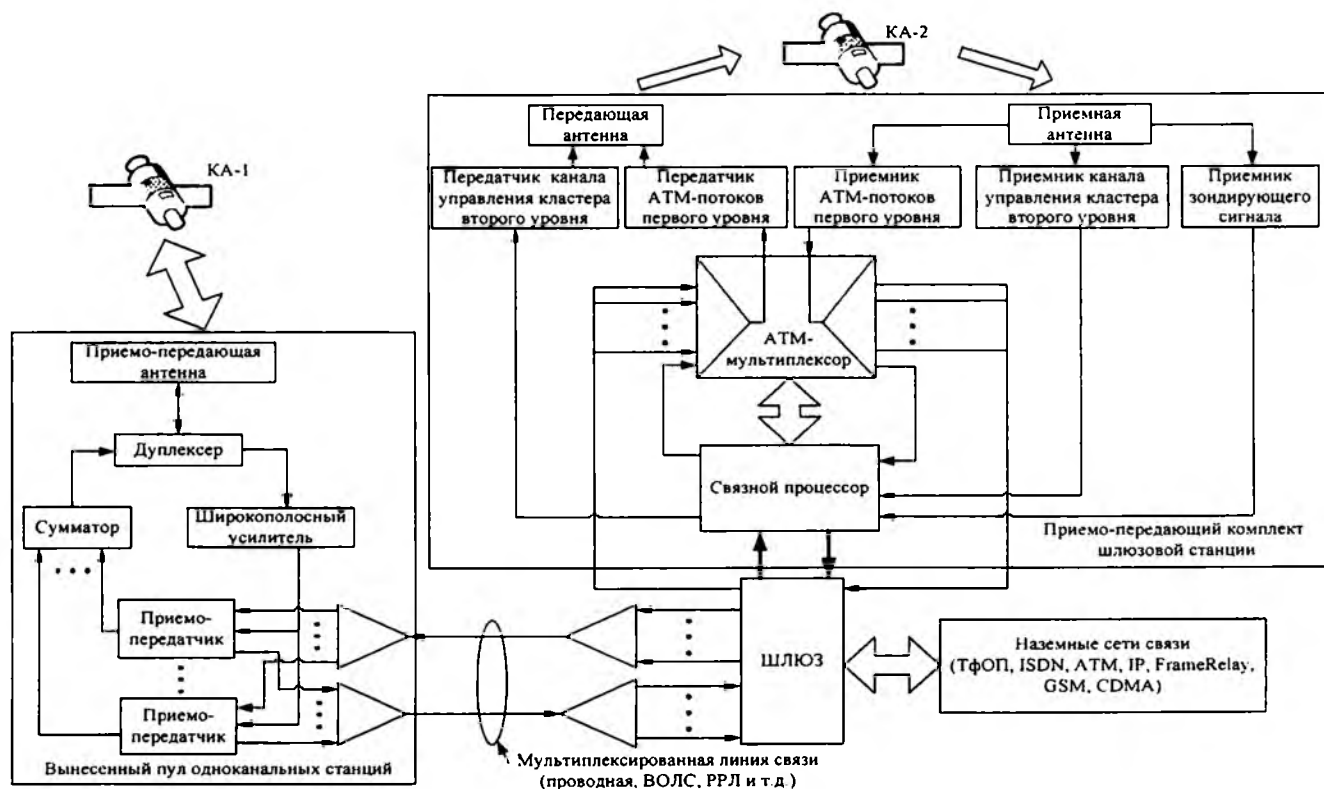


Рис. 2. Обобщенная структурная схема приемо-передающего комплекса шлюзовой станции и вынесенного пула одноканальных станций РМСС

Прием, обработка и ретрансляция сигналов в канале управления КА-2 [3] осуществляется следующим образом. Сигнал канала управления кластера второго уровня поступает через приемную антенну на вход приемника с соответствующим названием. С выхода данного приемника сигнал управления поступает на соответствующий вход связного процессора, который обеспечивает его прохождение через шлюз к вынесенным пулам одноканальных

станций для ретрансляции в восходящей радиолинии КА-1. Кроме того, с соответствующего выхода связного процессора сигнал канала управления, поступивший с вынесенного пула, через соответствующий передатчик и передающую антенну может быть ретранслирован в восходящей радиолинии в направлении КА-2.

Прием и передача информационных потоков с помощью шлюзовой станции осуществляется следующим образом. Принимаемый мультиплексированный сигнал от КА-2 через приемную антенну поступает на вход приемника информационных каналов и далее на соответствующий вход АТМ-мультиплексора, который осуществляет демultipлексирование принятого сигнала. С соответствующего выхода АТМ-мультиплексора сигнал поступает на вход связного процессора, который с помощью шлюза обеспечивает передачу информации к наземным сетям связи. Также через шлюз сигнал, проходя через соответствующий мультиплексор, поступает на соответствующий приемо-передатчик вынесенного пула одноканальных станций. Далее сигналы со всех приемо-передатчиков суммируются, проходят через дуплексер и с помощью приемо-передающей антенны передаются в восходящей радиолинии в направлении КА-1. Передача информации от вынесенных пулов и наземных сетей связи в направлении КА-2 осуществляется аналогичным образом.

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО ПОСТРОЕНИЮ МОБИЛЬНЫХ ТЕРМИНАЛОВ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ РАЗНОВЫСОТНОЙ МНОГОСПУТНИКОВОЙ СИСТЕМЫ СВЯЗИ

Абонентские терминалы проектируемой РМСС обеспечивают прямой доступ к спутниковым каналам связи, организуемым через КА-1 первого уровня, без использования наземных линий связи.

Использование ненаправленных антенн исключает необходимость наведения антенны на спутник-ретранслятор и позволяет использовать терминалы, установленные на подвижных наземных и морских объектах. Терминалы пользователей могут иметь несколько модификаций:

- стационарный терминал для установки в помещениях;
- переносной (малогабаритный) терминал;
- мобильный терминал для установки на транспортных средствах;
- стационарный терминал для установки на речных и морских судах.

В зависимости от модификации в состав терминала может входить встроенная клавиатура с устройством отображения или устройство отображения местоположения абонента. Терминал может иметь порт для подключения к персональному компьютеру.

Структура баллистического построения РМСС существенным образом зависит от видов услуг, предоставляемых мобильным пользователям. Так, увеличение скорости передачи от абонентских терминалов, с одной стороны, расширяет возможный спектр предоставляемых услуг связи мобильным абонентам, с другой стороны – снижает энергетику радиолинии, так как при увеличении скорости передачи расширяется полоса частот, занимаемая сигналом, и уменьшается энергия сигнала на 1 бит передаваемой информации. В этой связи требование наличия высокоскоростных видов услуг связи вступает в противоречие с увеличением требуемой зоны покрытия одним ретранслятором, так как последнее может быть достигнуто только на основе увеличения высоты орбиты ретранслятора и, следовательно, ведет к снижению энергетики спутниковой радиолинии. С учетом наличия данного противоречия предлагается ограничить набор услуг, предоставляемый абонентским терминалом РМСС, следующим набором (рис. 3). Правая часть рис. 3 соответствует услугам с учетом интеграции РМСС с наземными сетями на основе использования ШС спутниковой связи, обеспечивающим информационное взаимодействие между спутниковой и наземными сетями.

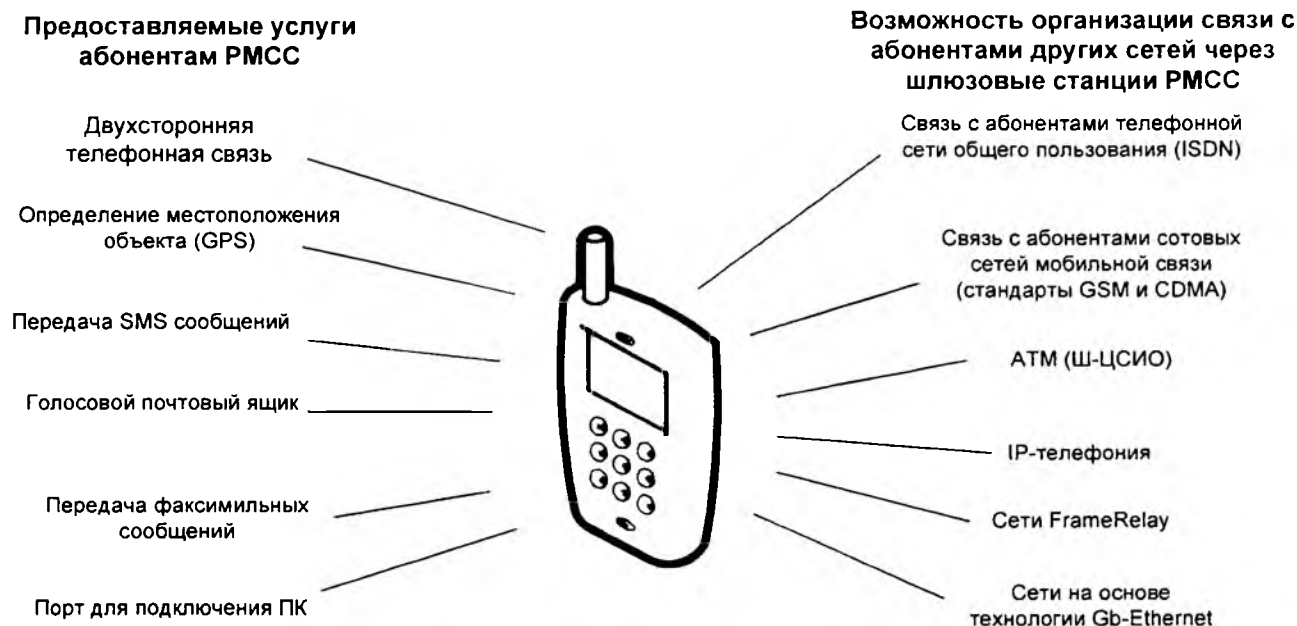


Рис. 3. Услуги связи, предоставляемые абонентам РМСС, и возможности по организации связи с абонентами других сетей

Обобщенная структурная схема абонентской аппаратуры потребителей РМСС показана на рис. 4.

С выхода микрофона речевой сигнал поступает в вокодер (передающая часть) терминала, который осуществляет кодирование сигнала речи, приводящее к сокращению его избыточности. Кодер помехоустойчивого кода служит для защиты от ошибок при передаче сигнала по линии связи и вводит избыточную информацию, с этой же целью информация подвергается перемежению. Кроме того, кодер помехоустойчивого кода вводит в состав передаваемого сигнала информацию управления от связанного процессора. С выхода кодера помехоустойчивого кода сигнал проходит через модулятор и поступает на соответствующий вход сумматора. С выхода сумматора сигнал проходит через преобразователь частоты 1, где обеспечивается перенос частоты сигнала в полосу частот восходящей радиолинии с помощью соответствующей частотной подставки, формируемой в генераторном оборудовании. Далее сигнал усиливается, проходит через дуплексер и с помощью приемо-передающей антенны передается в восходящей радиолинии в направлении КА-1.

Сигнал в нисходящей радиолинии от КА-1 поступает на вход приемо-передающей антенны терминала, проходит через дуплексер и усиливается с помощью широкополосного усилителя. С выхода усилителя сигнал через соответствующий полосовой фильтр поступает на вход демодулятора и далее на вход декодера помехоустойчивого кода. Данный декодер восстанавливает сигнал речи, переводя его в естественную форму, со свойственной ему избыточностью, но в цифровом виде. Декодер помехоустойчивого кода выделяет из входного потока управляющую информацию и направляет ее в связной процессор. Принятая информация проверяется на наличие ошибок, и выявленные ошибки исправляются; до последующей обработки принятая информация подвергается деперемежанию. С выхода декодера помехоустойчивого кода сигнал проходит на вокодер (приемная часть), который осуществляет декодирование сигнала речи и поступает в виде речевого сигнала на динамик терминала.

Связной процессор осуществляет общее управление работой абонентской аппаратуры, а также через соответствующие порты обеспечивает подключение внешних устройств к терминалу. Кроме того, связной процессор формирует и принимает сигналы управления кластера первого уровня, которые с помощью соответствующего передатчика проходят через сумматор, преобразователь частоты 1, усилитель мощности и дуплексер на приемо-передающую антенну терминала. С помощью приемо-передающей антенны сигналы канала управления передаются в восходящей радиолинии в направлении КА-1 в соответствии с

протоколом случайного множественного доступа P-ALOHA применительно для коммутируемого моноканала [4].

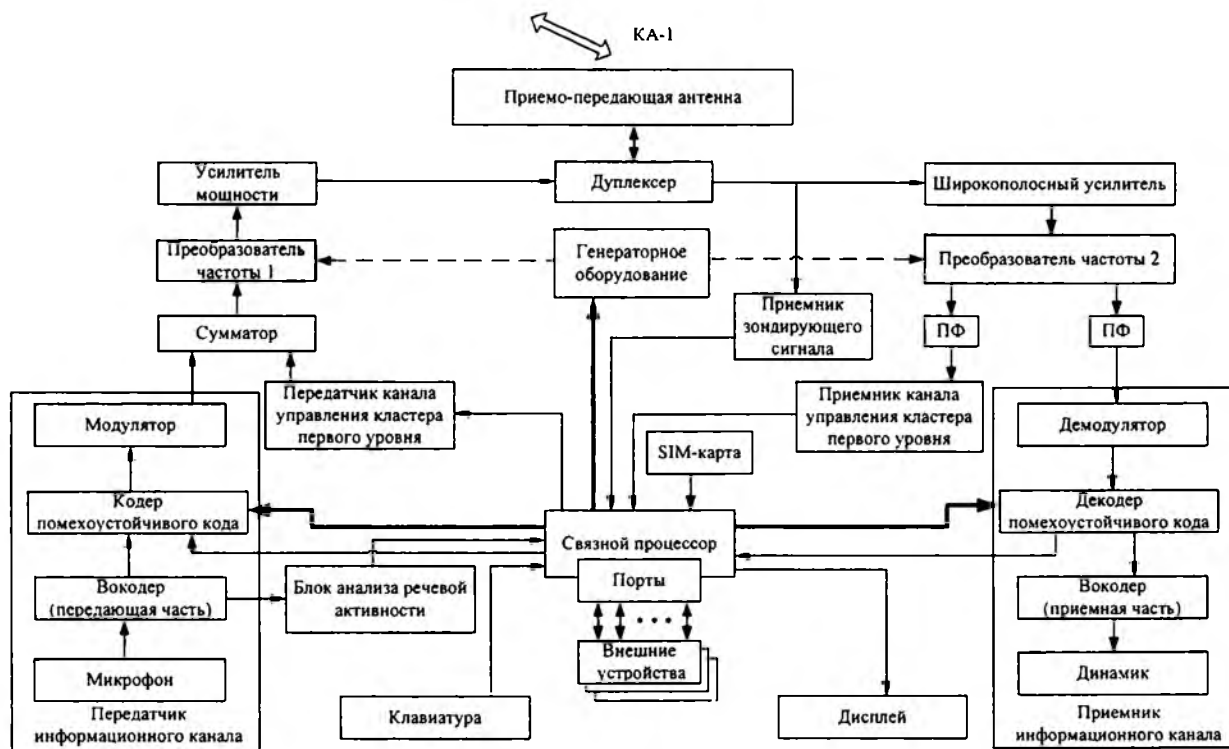


Рис. 4. Обобщенная структурная схема абонентской аппаратуры потребителей разнорысотной многоспутниковой системы связи

Клавиатура терминала предназначена для набора номера вызываемого абонента, а также команд, определяющих режим работы терминала. Дисплей терминала служит для отображения информации, предусматриваемой устройством и режимом работы терминала.

Информационный обмен военных потребителей РМСС должен быть организован обеспечением гарантированной стойкости организуемых каналов к вскрытию. В рамках данного направления по использованию мобильных терминалов РМСС в интересах абонентов военной связи можно выделить следующие подходы по организации каналов гарантированной стойкости:

- использование штатных систем засекречивающей аппаратуры связи для организации телефонных каналов связи и передачи данных требует реализации канала доступа к соответствующему порту мобильного терминала, что резко снижает возможности абонента военной связи по удаленности от спецаппаратной связи, т.е. снижает его мобильность;
- разработка и использование компактных малогабаритных шифрующих приставок для защиты передаваемой информации в РМСС, что требует разработки и сертификации соответствующих устройств засекречивающей аппаратуры связи для мобильной связи и может рассматриваться как наиболее перспективный подход к решению этой задачи.

Кроме того, для обеспечения конфиденциальности передачи информации военных потребителей возможно использование режима шифрования. Для этого в состав абонентской аппаратуры может быть включен шифратор и дешифратор сообщений.

Основные требования, которыми должны обладать абонентская аппаратура мобильных терминалов военных потребителей:

- возможность подключения к порту терминала устройств защиты информации, обеспечивающих гарантированную стойкость передаваемой информации в отношении несанкционированного доступа;

- пыле- и влагозащищенность, т.е. возможность работы в условиях агрессивной окружающей среды;
- более длительные сроки работы без подзарядки для мобильных подразделений различных силовых структур;
- возможность работы в широком диапазоне температур и в различных климатических условиях;
- обеспечение связи выделенной группы абонентов без учета тарификации предоставленных им услуг связи;
- для обеспечения более высокой помехозащищенности использование речепреобразующих устройств, формирующих цифровой поток с более низкой скоростью – 2,4 Кбит/с вместо 13 Кбит/с;
- использование сигналов более высокого уровня сложности, чем для гражданских потребителей. В этом случае для организации внешних соединений потребуется использование более сложных приемников и передатчиков кодовых форм на борту КА-1, которые обеспечивают работу с сигналами различного уровня сложности.

Базовая структурная схема абонентской аппаратуры потребителей РМСС одинакова для всех типов базирования мобильных абонентов. Однако конструктивные особенности мобильных терминалов должны учитывать специфику применения для конкретной области функционирования и размещение терминалов на различных мобильных объектах, в том числе воздушного и космического базирования.

Основные требования, которыми должна обладать абонентская аппаратура мобильных терминалов воздушных и космических потребителей:

- использование внешних выносных антенн;
- герметичность терминала;
- устойчивость к вибрациям и перегрузкам;
- возможность использования штатных антенных систем объектов воздушного и космического базирования;
- возможность питания терминала от бортовой электросети мобильных объектов;
- повышенные требования к автономности функционирования;
- включение в состав аппаратуры GPS-приемника либо приемника сигналов ГЛОНАСС.

Наличие в проектируемой РМСС самолетной и космической абонентской аппаратуры приводит также к необходимости учитывать эффект Доплера при ретрансляции и приеме сигналов.

Стоит отметить, что данный эффект в проектируемой РМСС характерен и для наземных потребителей, однако в наибольшей степени эффект Доплера будет наблюдаться в межспутниковых радиоперелиниях между КА-1 и КА-2, а также в каналах связи мобильных терминалов воздушного и космического базирования, включая местные и внешние каналы связи кластера первого уровня.

В РМСС доплеровский сдвиг проявляется как нестабильность частоты ретранслируемых сигналов, обуславливающих необходимость использования в приемниках устройств поиска и сопровождения сигнала по частоте. Кроме того, доплеровский сдвиг вызывает искажение спектра сигнала, так как частотные составляющие разных участков спектра изменяются на разную величину (рис. 5).

Для оценки влияния эффекта Доплера на качество связи следует исходить из того, что при движении источника и приемника сигнала относительно друг друга частота f принимаемого сигнала связана с частотой излучаемого сигнала f_0 соотношением

$$f = f_0 (1 \pm V_p / c),$$

где V_p – радиальная составляющая скорости КА-1;
 c – скорость света.

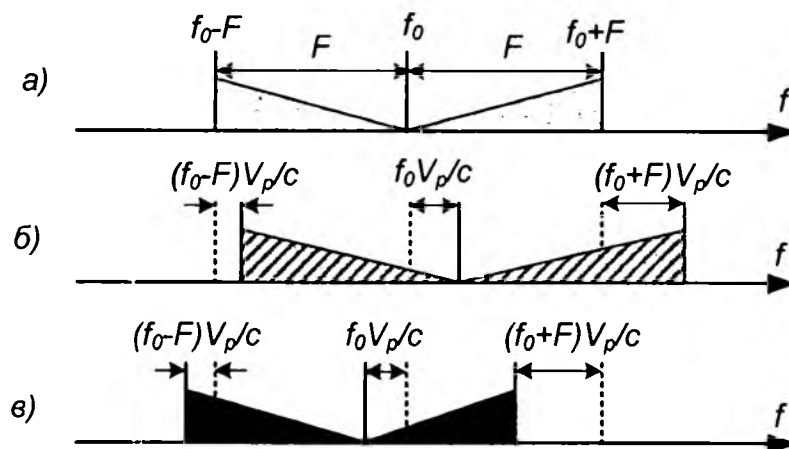


Рис. 5. Доплеровский сдвиг частот:

- а – исходный спектр в отсутствие эффекта Доплера;
 б – трансформация спектра при сближении объектов;
 в – трансформация спектра при удалении объектов

При неизменном положении источника и приемника сигнала относительно друг друга эффект Доплера отсутствует и трансформации спектра не происходит (рис. 5, а). Если источник и приемник сигнала приближаются друг к другу (рис. 5, б), имеет место положительный сдвиг частоты, а при взаимном их удалении (рис. 5, в) – отрицательный сдвиг.

Эффект Доплера необходимо учитывать при построении всех приемных устройств, входящих в состав всех типов мобильных терминалов, КА-1, КА-2 и шлюзовых станций РМСС.

На рис. 6 представлен эффект Доплера для космических потребителей РМСС, находящихся на борту пилотируемого КА или международной космической станции, орбиты которых проходят ниже орбиты КА-1 первого яруса и соответственно скорость движения их выше, чем у КА-1.

Анализ рис. 6 показывает, что если пилотируемый КА находится в точке «Б», то расстояние между ним и КА-1 уменьшается, т.е. объекты сближаются друг с другом и имеет место положительный сдвиг частоты (см. рис. 5, б). С другой стороны, при нахождении пилотируемого КА в точке «А» расстояние между ним и КА-1 увеличивается, и имеет место отрицательный сдвиг частоты (см. рис. 5, в).

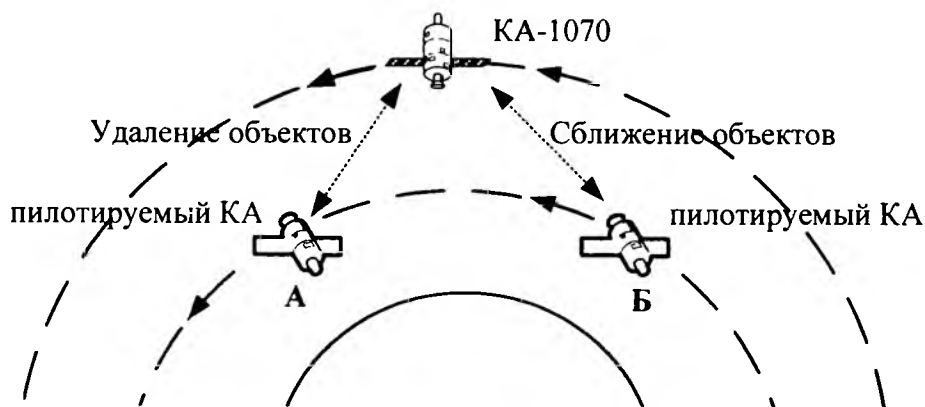


Рис. 6. Эффект Доплера для космических потребителей

На рис. 7 представлен эффект Доплера для воздушных потребителей РМСС. Здесь стоит учесть, что скорость самолета много меньше скорости КА-1 первого уровня. Ввиду этого имеет место обратная ситуация. При нахождении самолета в точке «А» происходит сближение объектов (КА-1 догоняет самолет), и имеет место положительный сдвиг частоты. А при нахождении самолета в точке «Б» происходит удаление объектов, и имеет место отрицательный сдвиг частоты.

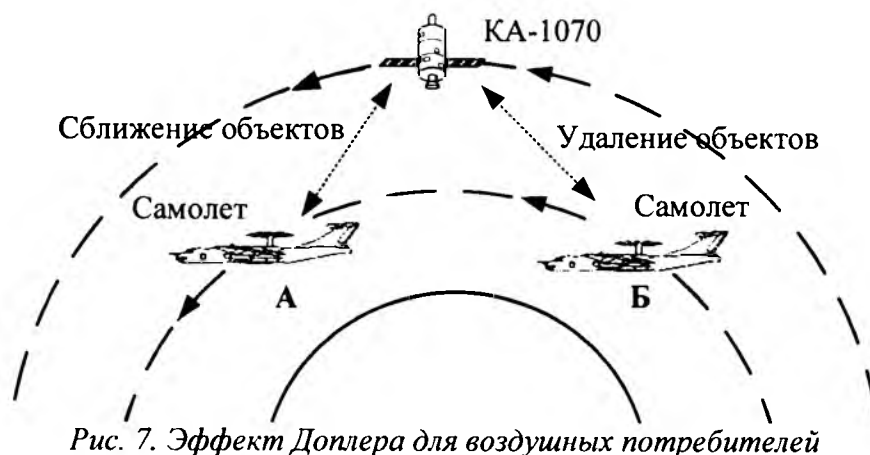


Рис. 7. Эффект Доплера для воздушных потребителей

Ввиду данных обстоятельств для устранения эффекта Доплера при ретрансляции сигналов в РМСС предлагается:

1. Применять специальные устройства предискажения спектра в передатчике и коррекции спектра в приемнике.
2. Путем выбора соответствующих параметров орбиты уменьшать скорость движения КА относительно мобильных терминалов.
3. Осуществлять компенсацию доплеровского сдвига на передачу либо на прием. При этом методе по известным параметрам орбиты и координатам мобильного терминала рассчитывается доплеровский сдвиг частоты, который вводится как поправка к частоте настройки возбуждителя передатчика или гетеродина приемника.
4. Применять в структуре мобильного терминала устройства с переменной управляемой задержкой высокочастотного сигнала. При этом управление задержкой производится по программе или специальному пилот-сигналу, передаваемому и принимаемому мобильным терминалом через КА-1. Действие устройства с переменной задержкой полностью имитирует процесс возникновения доплеровского сдвига и осуществляет его полную компенсацию.
5. Управлять частотами аппаратуры объединения, т.е. сдвигом их на величину доплеровского смещения в обратном направлении. В этом случае обеспечивается точное расположение каналов в полосе частот группового сигнала, однако деформация сигнала в отдельном канале не устраняется.

Список литературы

1. Концепция построения разнорысотной многоспутниковой системы связи с мобильными абонентами / Г.Н. Мальцев, К.Ю. Цветков, А.В. Родионов, А.Ф. Акмолов, С.Н. Ефимов, Д.В. Косаревич, Е.А. Виктор // Труды Военно-космической академии имени А.Ф. Можайского / под ред. М.М. Пенькова. – СПб.: ВКА им. А.Ф. Можайского, 2011. – Выпуск № 630. – С. 5-10.
2. Концепция построения разнорысотной многоспутниковой системы связи с мобильными абонентами: канал управления кластера / К.Ю. Цветков, А.В. Родионов, А.Ф. Акмолов, С.Н. Ефимов, Д.В. Косаревич, Е.А. Виктор // Труды Военно-космической академии имени А.Ф. Можайского / под ред. М.М. Пенькова. – СПб.: ВКА им. А.Ф. Можайского, 2011. – Выпуск № 632. – С. 5-10.
3. Концепция построения разнорысотной многоспутниковой системы связи с мобильными абонентами: варианты реализации бортового коммуникационного оборудования спутника-ретранслятора / К.Ю. Цветков, А.В. Родионов, А.Ф. Акмолов, С.Н. Ефимов, Е.А. Виктор // Труды Военно-космической академии имени А.Ф. Можайского. / под ред. М.М. Пенькова. – СПб.: ВКА им. А.Ф. Можайского, 2012. Выпуск № 635. – С. 5-13.
4. Цветков К.Ю., Родионов А.В., Акмолов А.Ф. Динамическое перераспределение пропускной способности коммутируемого спутникового моноканала при использовании протоколов множественного доступа. // Информационно-управляющие системы. – 2006. – №5. – С. 47-50.

Я.Н. Гусеница;
И.В. Вихрев

ИНФОРМАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ЭКСПЕРТИЗЫ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ОБРАЗЦОВ ВООРУЖЕНИЯ И ВОЕННОЙ ТЕХНИКИ ВОЙСК ВОЗДУШНО-КОСМИЧЕСКОЙ ОБОРОНЫ

В статье представлена информационная модель экспертизы программного обеспечения, позволяющая в реальном масштабе времени осуществлять корректировку и выработку решения о нахождении ошибок в программном обеспечении образцов вооружения и военной техники Войск воздушно-космической обороны.

Ключевые слова: информационная модель, представление программного обеспечения, ошибки в программном обеспечении.

В настоящее время одним из важнейших направлений развития образцов вооружения и военной техники (ВВТ) Войск воздушно-космической обороны (ВКО) является внедрение в процесс их функционирования самых современных информационных технологий. Это объясняет наличие многочисленных опытно-конструкторских работ, направленных на разработку и модернизацию программного обеспечения (ПО) для различных образцов ВВТ Войск ВКО.

В процессе выполнения опытно-конструкторских работ к ПО образцов ВВТ Войск ВКО предъявляются и реализуются специфические требования, что приводит, с одной стороны, к расширению функциональных возможностей образцов ВВТ Войск ВКО, с другой стороны, – к усложнению их ПО. Такое усложнение становится причиной появления в ПО образцов ВВТ Войск ВКО значительного количества ошибок, наличие которых приводит к отказам, а следовательно, и к снижению не только уровня надежности ПО, но и эффективности боевого применения образцов ВВТ Войск ВКО. Поэтому исследования, направленные на определение ошибок и повышение надежности ПО образцов ВВТ Войск ВКО, являются весьма актуальными.

Сейчас для определения ошибок и повышения надежности ПО образцов ВВТ Войск ВКО в ходе различных видов испытаний этих образцов проводится тестирование их ПО. Однако мировой опыт в области программной инженерии показывает, что тестирование ПО позволяет обнаружить 15–55 % от предполагаемого количества всех ошибок [3].

Известным подходом к улучшению результативности обнаружения ошибок в ПО является проведение крупномасштабного бета-тестирования. Данный подход позволяет обнаружить в ПО 60–85 % от предполагаемого количества всех ошибок [3]. Но проведение крупномасштабного бета-тестирования ПО сопряжено с рядом трудностей, которые заключаются в необходимости привлечения более 1000 независимых организаций, специализирующихся на тестировании ПО. Следовательно, использование данного подхода подразумевает расход значительных затрат финансовых, людских и временных ресурсов, не говоря уже о необходимости обеспечения защиты государственной тайны в этих организациях.

Другим возможным подходом к улучшению результативности обнаружения ошибок в ПО является проведение экспертизы. Доказано, что в результате экспертизы ПО обнаруживается 60–90 % от предполагаемого количества всех ошибок. А совместное использование тестирования и экспертизы ПО позволяет обнаружить практически все ошибки [3–12].

Тем не менее, экспертизы не проводятся для обнаружения ошибок и повышения надежности ПО образцов ВВТ Войск ВКО. Кроме того, анализ существующего научно-методического аппарата экспертизы ПО показывает, что он не учитывает характерных особенностей разработки и контроля качества ПО таких образцов в организациях отечественного оборонно-промышленного комплекса. В частности, существующий научно-методический аппарат подразумевает одновременное участие в реальном масштабе времени нескольких квалифицированных экспертов в области инженерии ПО образцов ВВТ Войск ВКО. Это, в свою очередь, требует идеальной согласованности графиков занятости всех экспертов, что является практически нереализуемой задачей. Экспертов в данной области достаточно трудно собрать в одном месте, в одно время, так как они постоянно востребованы и практически не имеют свободного времени. Сложности могут возникнуть и с подбором экспертов, так как очень важно, чтобы они не были заинтересованы в конечном результате, потому что существующий научно-методический аппарат допускает лоббирование результатов экспертизы в интересах отдельных людей и организаций. Заинтересованный эксперт может навязывать свою точку зрения и убеждать остальных экспертов в своей правоте, что крайне недопустимо при создании и модернизации любого ВВТ Войск ВКО.

Указанные недостатки существующих методов экспертизы ПО не являются единственными, но они наиболее важны. Поэтому предлагается использовать методику экспертизы ПО образцов ВВТ Войск ВКО, которая представлена в работе [1]. Данная методика, в отличие от существующего научно-методического аппарата экспертизы ПО, не требует одновременного участия нескольких квалифицированных экспертов в области инженерии ПО образцов ВВТ Войск ВКО, а также не допускает лоббирования результатов экспертизы в интересах отдельных людей и организаций.

Этапы предлагаемой методики могут быть реализованы в виде системы поддержки принятия решения, которая по мере участия каждого привлекаемого эксперта позволит корректировать и вырабатывать обоснованное решение о нахождении ошибок в ПО образцов ВВТ Войск ВКО. При этом необходимым условием создания такой системы поддержки принятия решения является разработка информационной модели экспертизы ПО образцов ВВТ Войск ВКО.

Информационная модель – схема, описывающая информацию об объекте и процедуры его исследования. Она предназначена для визуализации информации от различных источников об исследуемом процессе или системе [2].

Информационная модель может быть использована при выполнении следующих операций [2]:

- моделировании отклика системы на внешнее воздействие;
- классификации внутренних состояний системы;
- прогнозе динамики изменения системы;
- оценивании полноты описания системы и сравнительной информационной значимости ее параметров.

Применительно к процессу экспертизы ПО образцов ВВТ Войск ВКО информационная модель может быть представлена в виде схемы, изображенной на рис. 1.

На *первом этапе* представитель заказчика ПО образцов ВВТ Войск ВКО вводит исходные данные, в качестве которых выступают допустимые значения следующих величин:

- времени экспертизы;
- дисперсии экспертных оценок;
- среднего квадратичного отклонения экспертных оценок;

- коэффициента вариации;
 - коэффициента конкордации Кендалла.
- Эти данные записываются в отдельную таблицу.

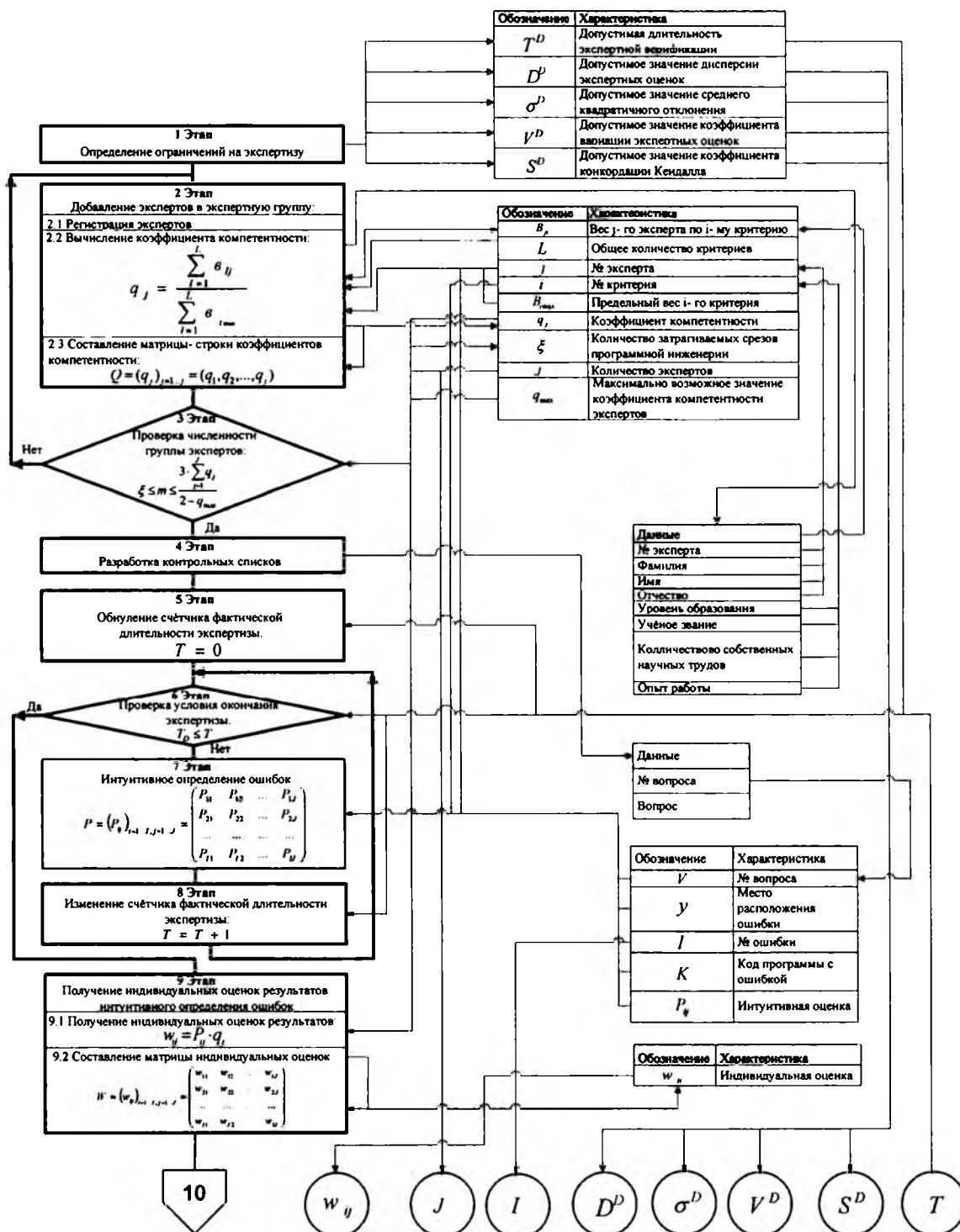


Рис.1. Схема информационной модели экспертной верификации ПО образцов ВВТ Войск ВКО (начало)

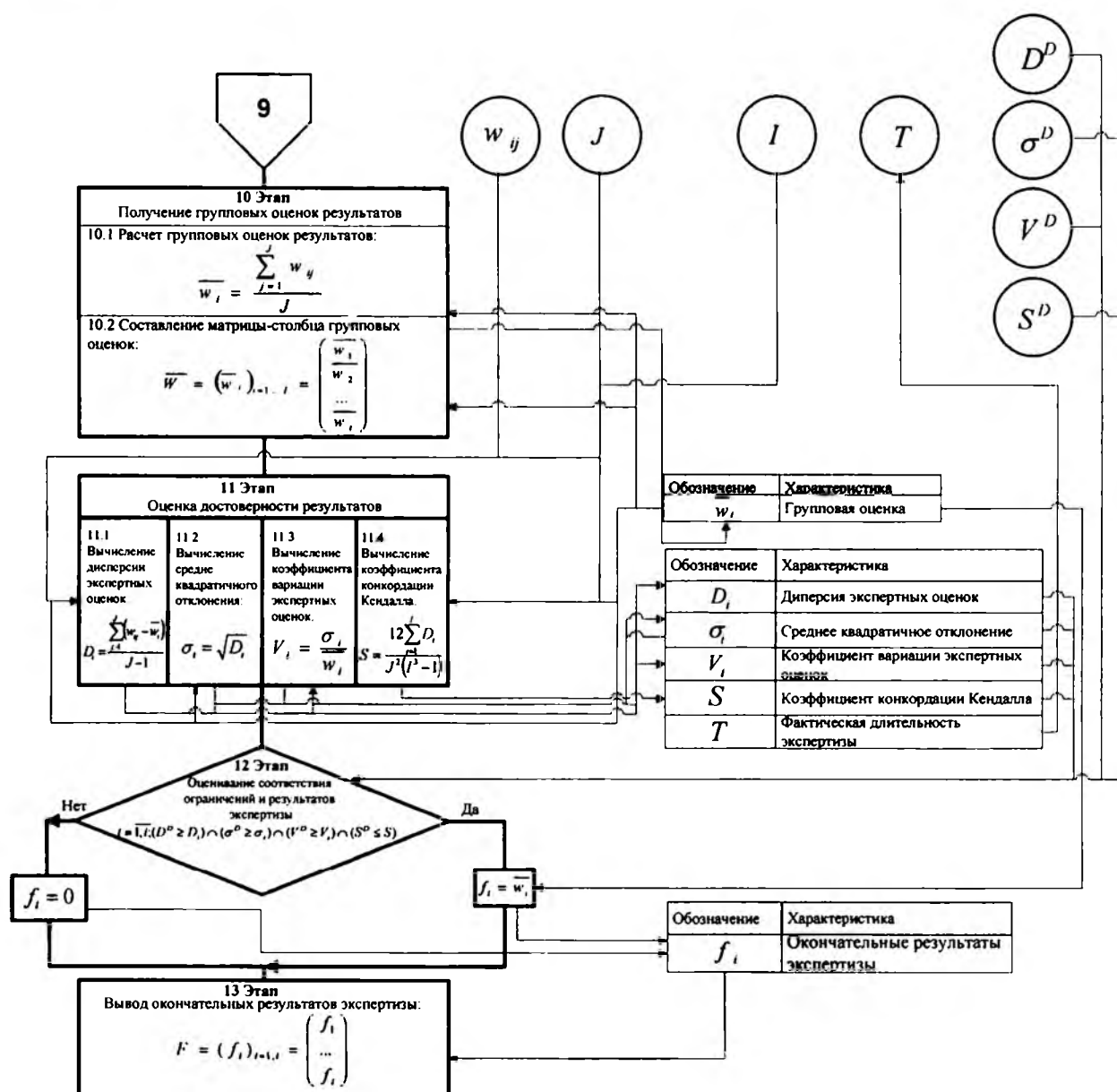


Рис.1. Схема информационной модели экспертной верификации ПО образцов ВВТ Войск ВКО (окончание)

На втором этапе реализуется регистрация экспертов. Каждому эксперту присваивается уникальный номер. После чего эксперты вводят в отдельную таблицу свои персональные данные, в качестве которых выступают: фамилия, имя, отчество, уровень образования, ученое звание, количество собственных научных трудов и опыт работы в области программной инженерии. С учетом введенных экспертами данных и их уникальных номеров определяются веса экспертов, по которым производится вычисление коэффициентов компетентности экспертов, которые записываются в эту же таблицу.

На *третьем этапе* проверяется условие для оптимальной численности группы экспертов. Для этого используются данные о значении коэффициентов компетентности экспертов и максимально возможное значение коэффициентов компетентности экспертов.

На *четвёртом этапе* происходит создание списка вопросов. Данный список представляет собой таблицу, в которой каждый вопрос имеет уникальный номер. Эти вопросы позволяют экспертам определить ошибки в ПО образцов ВВТ Войск ВКО. В случае необходимости список вопросов может корректироваться.

На *пятом этапе* обнуляется счетчик, отображающий фактическое время проведения экспертизы ПО образцов ВВТ Войск ВКО.

На *шестом этапе* проверяется ограничение на время проведения экспертизы ПО образцов ВВТ Войск ВКО. Если время, отведенное на экспертизу ПО образцов ВВТ Войск ВКО, исчерпано, то осуществляется переход на девятый этап.

На *седьмом этапе* эксперты интуитивно определяют ошибки в ПО образцов ВВТ Войск ВКО. Для этого каждый эксперт ознакомляется со схемами данных, программ, взаимодействия программ и ресурсов, а также текстами программ, сопоставляя их с функциональными требованиями и указывая конкретные ошибки. При этом каждый эксперт для каждой обнаруженной им ошибки определяет тип этой ошибки и выставляет индивидуальную оценку. Эта оценка является субъективной вероятностью нахождения ошибки в указанном месте и отражает степень уверенности в этом эксперта. Результат такой проверки записывается в виде таблицы субъективных вероятностей.

На *восьмом этапе* происходит изменение счётчика, отображающего фактическое время проведения экспертизы ПО образцов ВВТ Войск ВКО. После чего осуществляется переход к шестому этапу.

На *девятом этапе* рассчитываются индивидуальные оценки, которые представляют собой произведение интуитивной оценки каждого эксперта и коэффициента компетентности. Результат данного этапа записывается в таблицу индивидуальных оценок.

На *десятом этапе* осуществляется получение групповых оценок результатов, представленное отношением суммы индивидуальных оценок каждого эксперта к общему количеству экспертов. Результат этого этапа заносится в таблицу групповых оценок.

На *одиннадцатом этапе* осуществляется оценка достоверности результатов экспертизы ПО образцов ВВТ Войск ВКО. Для этого рассчитывается дисперсия, среднеквадратичное отклонение, коэффициент вариации и коэффициент конкордации Кендалла экспертных оценок. Эти данные записываются в отдельную таблицу.

На *двенадцатом этапе* происходит оценивание соответствия ограничений и результатов экспертизы ПО образцов ВВТ Войск ВКО. Для этого сравниваются исходные и выходные данные экспертизы ПО образцов ВВТ Войск ВКО. При выполнении поставленных ограничений выходные данные записываются в таблицу, содержащую окончательный результат экспертизы ПО образцов ВВТ Войск ВКО.

Таким образом, разработанная информационная модель описывает все этапы экспертизы программного обеспечения образцов вооружения и военной техники Войск воздушно-космической обороны. Это позволяет при условии создания остальных компонентов системы поддержки принятия решения реализовывать в реальном масштабе времени корректировку и выработку решения о нахождении ошибок в программном обеспечении образцов вооружения и военной техники Войск воздушно-космической обороны.

Список литературы

1. Гусеница Я.Н. Методика экспертизы программного обеспечения образцов вооружения и военной техники Войск воздушно-космической обороны // Сборник статей научно-технической конференции «Перспективы развития стратегического компонента системы ВКО РФ». – М.: НИЦ РКО (г. Москва) 4 ЦНИИ Минобороны РФ, 2013.
2. Кириллов В.В. Основы проектирования реляционных баз данных. – СПб.: Питер, 2003.
3. Макконнелл С. Совершенный код. Мастер-класс. – М.: изд-во «Русская редакция», 2011.
4. Фатрелл Р., Шафер Д. Управление программными проектами: достижение оптимального качества при минимуме затрат. – СПб.: издательский дом «Вильямс», 2003.
5. Boehm B., Basili V. Software Defect Reduction Top 10 List // IEEE Computer. – January 2001. – № 34 (1), p. 135-137.
6. Fagan M. Design and Code Inspection to Reduce Errors in Program Development // IBM Systems Journal. – 1976. – № 15 (3).
7. Gilb T, Graham D. Software Inspection. – Addison-Wesley, 1993.
8. IEEE 1028. Standard for Software Reviews. – New York: IEEE, 1998.
9. Knight J.C., Myers E.A. Phased Inspections and their Implementation // ACM SIGSOFT Software Engineering Notes. – 1991. – № 16(3), p. 29-35.
10. Nielsen J. Usability Engineering. – Boston: Academic Press, 1993.
11. Wong Y.K. Modern Software Review: Techniques and Technologies. – IRM Press, 2006.

Я.Н. Гусеница;
Ю.Л. Кругляк;
Д.О. Петрич

О НЕКОТОРЫХ ОСОБЕННОСТЯХ НАДЕЖНОСТИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ВОЙСКАМИ

В статье представлены некоторые подходы к оцениванию надежности программного обеспечения автоматизированных систем управления войсками, даны определения основным понятиям данной предметной области, описаны различия между надежностью программных средств и надежностью аппаратного обеспечения.

Ключевые слова: программная ошибка, отказ программного обеспечения, надежность программного обеспечения.

В настоящее время важнейшей проблемой развития Вооруженных сил Российской Федерации является повышение качества управления войсками. Данная проблема может быть решена только на основе модернизации существующих и создания новых автоматизированных систем управления войсками, обеспечивающих деятельность органов военного управления по поддержанию боевой готовности и боевой способности войск, подготовке операций и боевых действий и руководству ими при выполнении поставленных задач.

Ключевая роль в автоматизированных системах управления войсками отводится программному обеспечению, которое программно реализует совокупность математических моделей, методов и алгоритмов на технических средствах, непосредственно связанных с функциональным предназначением автоматизированных систем управления войсками.

В начале развития автоматизированных систем управления войсками технические средства были более сложными, чем программное обеспечение. Однако в настоящее время сложность современных программ такова, что многие исследователи считают их самыми сложными системами, созданными человеком.

Чем сложнее программное обеспечение, тем острее стоит проблема его надежности. Для чрезмерно сложного программного обеспечения автоматизированных систем управления войсками данная проблема является наиболее актуальной. Особенно ярко эта проблема выражается в количественном оценивании надежности программного обеспечения автоматизированных систем управления войсками. Так, в имеющейся отечественной и зарубежной литературе по проблеме надежности программного обеспечения существует несколько весьма противоречивых суждений относительно количественного оценивания надежности программного обеспечения: от необходимости количественного оценивания надежности программного обеспечения до полного ее отрицания.

Одной из причин негативного отношения к количественному оцениванию надежности программного обеспечения является нечеткость, а зачастую и двойственность определения таких понятий, как надежность программного обеспечения, программная ошибка и отказ программного обеспечения.

Согласно ГОСТ РВ 52333.2–2006 *надежность программного обеспечения автоматизированных систем управления войсками* – свойство программного обеспечения автоматизированных систем управления войсками обеспечивать вероятность безотказной работы не ниже заданной [1].

Понятие «надежность программного обеспечения», как и «надежность технических средств», тесно связано с понятием «отказ». *Отказ программного обеспечения* – событие, заключающееся в потере программным обеспечением способности выполнять требуемую функцию.

Отказы программного обеспечения и технических средств имеют между собой много общего, но в то же время во многом различаются. Общее между ними состоит в следующем [10]:

- отказ программного обеспечения, как и отказ технических средств, является событием, заключающимся в потере способности выполнять требуемую функцию;
- интервалы времени между отказами программного обеспечения, как и отказами технических средств, носят случайный характер;
- интервалы времени устранения отказов программного обеспечения, как и отказов технических средств, носят случайный характер;
- методы обработки статистических данных об отказах программного обеспечения и технических средств одинаковы, а потому статистические оценки показателей надёжности как программного обеспечения, так и технических средств, полученные по результатам испытаний и эксплуатации, могут быть одинаковыми.

Вместе с тем отказы программного обеспечения существенно отличаются от отказов технических средств, в частности [10, 12]:

- отказ технических средств зависит от времени, а отказ программного обеспечения зависит от входной информации;
- устранение отказа технических средств совсем не означает, что такой же отказ не повторится при дальнейшем функционировании автоматизированной системы управления войсками, а устранение отказа программного обеспечения означает, что такой отказ в дальнейшем не повторится.

Отличие отказов программного обеспечения и технических средств обусловлено тем, что программное обеспечение, в отличие от технических средств, не подвержено усталости, износу, старению, а тем более – коррозии материала. И отказ программного обеспечения зависит только от содержащихся в нем программных ошибок.

Вообще, *ошибкой*, в соответствии с государственными стандартами, называется несоответствие между вычисленным, наблюдаемым или измеренным значением или состоянием и истинным, заданным или теоретически правильным значением или состоянием [2].

Для программного обеспечения существуют несколько различных взглядов, отражающих разный смысл, который вкладывается в понятие «ошибка».

Согласно одному из известных определений, *программная ошибка* – несоответствие результата реализации программного обеспечения предъявляемым к нему требованиям по точности или времени выполнения [12]. Однако помимо требований по точности и времени получения результатов программное обеспечение должно удовлетворять требованиям по функциональности, эргономичности, сопровождаемости и портативности. В этом состоит неполнота представленного определения.

Согласно другому известному определению *программная ошибка* происходит тогда, когда программное обеспечение функционирует не в соответствии со своими требованиями. Недостаток данного определения заключается в предположении о том, что требования к программному обеспечению всегда корректны и не содержат ошибок [6]. На практике же около 9 % ошибок программного обеспечения содержится именно в его требованиях.

Поэтому данное определение также не рекомендуется использовать в теории надежности программного обеспечения [9].

Третье известное определение несколько компенсирует недостатки предыдущих. Оно утверждает, что *программная ошибка* происходит тогда, когда при заданных условиях программное обеспечение функционирует не в соответствии с установленными требованиями. Недостаток этого определения состоит в том, что в нем не предусматривается возможность программного обеспечения выдавать ожидаемые результаты при случайных нарушениях условий его эксплуатации [6].

В четвертом известном определении полагается, что *программная ошибка* – это несоответствие результатов функционирования программного обеспечения предъявляемым к нему исходным требованиям [6]. Однако на практике при разработке программного обеспечения требования могут изменяться. В этом заключается недостаток представленного определения.

В пятом известном определении утверждается, что *программная ошибка* имеет место тогда, когда программное обеспечение функционирует не так, как предполагает пользователь [6]. Недостаток данного определения состоит в том, что одна и та же программа, как правило, разрабатывается сразу для нескольких пользователей. И учесть пожелание каждого пользователя при разработке программного обеспечения – маловероятная задача.

Наиболее корректными, по мнению авторов данной статьи, являются следующие определения. В одном из них утверждается, что под *программной ошибкой* следует понимать дефект, погрешность или неумышленное искажение состояния программного обеспечения. При этом предполагается, что известно правильное, эталонное состояние программного обеспечения, по отношению к которому может быть определено наличие отклонения [6]. В другом определении полагается, что *программная ошибка* имеет место, если программное обеспечение не выполняет то, что должно выполнять или выполняет то, что не должно выполнять [8]. Другими словами, *программная ошибка* – это отклонение фактического результата от ожидаемого [11]. И наконец, в последнем определении утверждается, что *программная ошибка* – это результат невыполненных или противоречивых требований программного обеспечения [5]. Эти определения наиболее полно раскрывают содержание понятия «ошибка» и несут в себе смысловую нагрузку всех представленных выше определений.

Однако не следует путать между собой программную ошибку и отказ программного обеспечения. Физически программная ошибка представляет собой просчет во фрагменте программного документа, алгоритма, структуры данных, интерфейса или исходного кода программы, ведущий в процессе выполнения программы к потере способности выполнять требуемую функцию. А отказ – это недопустимое отклонение характеристик процесса функционирования программного обеспечения от требуемых значений. Следовательно, программная ошибка является причиной отказа программного обеспечения.

От момента внесения программной ошибки до момента отказа программного обеспечения, как правило, проходит четыре стадии, представленные на рис. 1 [13].

1. На первом этапе разработчик допускает программную ошибку во фрагменте исходного кода программы.

2. На втором этапе программная ошибка проявляется в ходе записи некорректных данных в переменную программы и создавая тем самым новое состояние программы, которое является неработоспособным.

3. На третьем этапе по средствам вычислительного процесса некорректные данные переменной распространяются по другим переменным, в результате чего повышается вероятность завершения программы в неработоспособном состоянии.

4. Завершение программы в неработоспособном состоянии программы приводит к потере способности программы выполнять требуемую функцию, т. е. приводят к ее отказу.

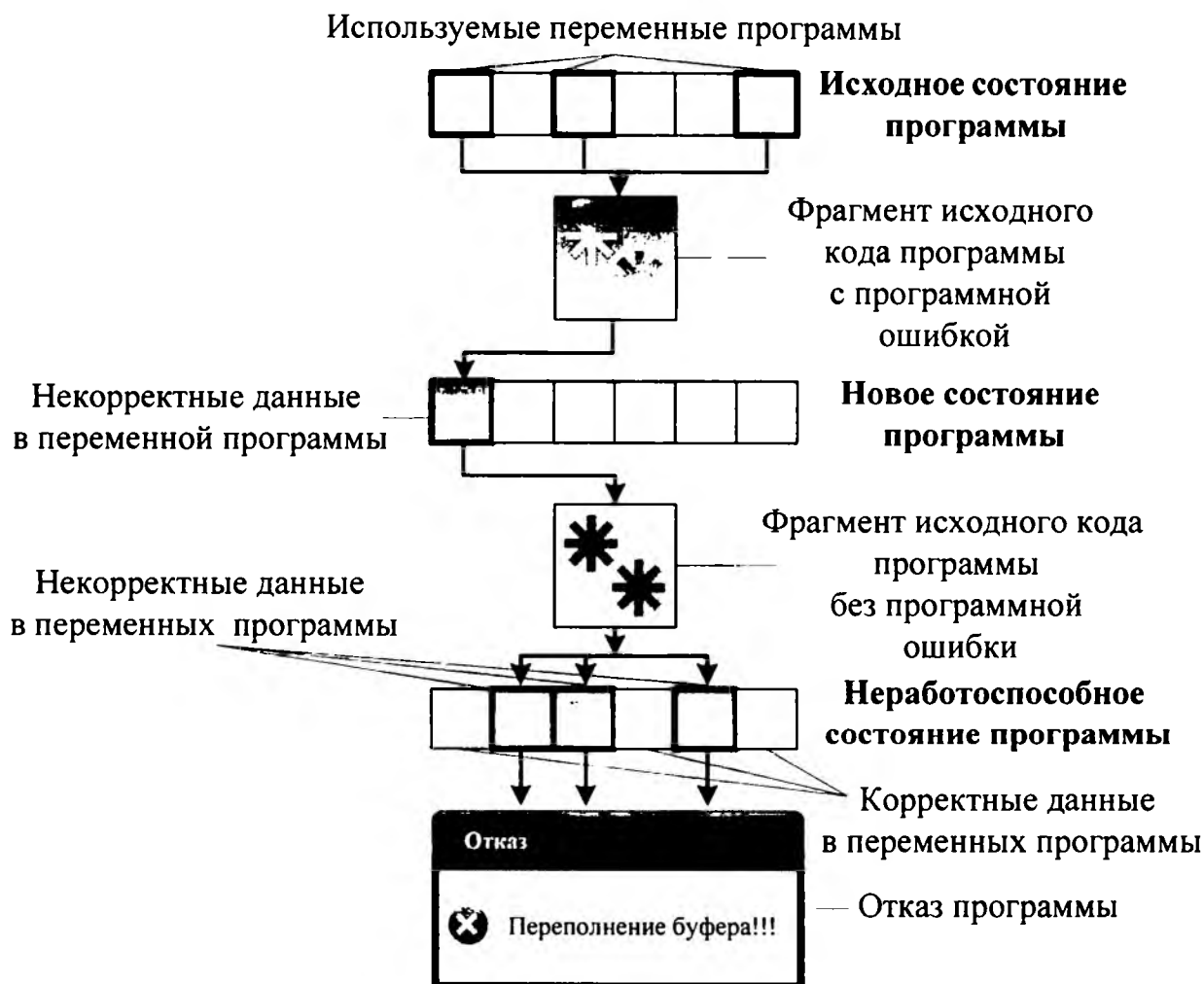


Рис. 1. Схема возникновения отказа программного обеспечения при проявлении программной ошибки

Проявления программных ошибок в различной степени влияют на потерю программным обеспечением способности выполнять требуемую функцию. Одни программные ошибки автоматически блокируются в реальном масштабе времени так, что программное обеспечение почти не теряет своей способности выполнять требуемую функцию. Другие программные ошибки значительно искажают данные и файлы, разрушают вычислительный процесс, базу данных, приводят к зависанию как программного обеспечения, так и операционной системы, вызывая тем самым отказ. Известны также случаи, когда программные ошибки становились причиной серьезных происшествий [3].

В соответствии с классификацией Б. Бейзера все программные ошибки по критичности проявления в программном обеспечении можно разделить на различные типы, представленные в табл. 1.

Таблица 1

Классификация программных ошибок

№	Тип программной ошибки	Описание
1.	Слабый	Нарушение эстетики программного обеспечения
2.	Умеренный	Некорректные выходные данные
3.	Раздражающий	Некорректное выполнение функций
4.	Очень серьезный	Выполнение нетребуемых функций
5.	Экстремальный	Некорректные выходные данные при сетевой передаче
6.	Невыносимый	Некорректные выходные данные при записи в базу данных или в файл
7.	Катастрофический	Зависание программного обеспечения
8.	Инфекционный	Зависание операционной системы

Приведенная классификация программных ошибок сделана в порядке усложнения их обнаружения, а также увеличения ресурсов, необходимых для их исправления. Однако характеристика и конкретные реализации каждого типа программных ошибок не позволяют однозначно количественно предсказать как возникновение отказов, так и их влияние на надежность программного обеспечения. На сегодняшний день можно лишь в общем случае утверждать о взаимосвязи программных ошибок, отказов и надежности программного обеспечения [4, 7, 12].

Эта взаимосвязь описывается следующими закономерностями [4, 7, 12].

1. Чем больше программное обеспечение, тем больше в нем программных ошибок. При этом число программных ошибок – величина «ненаблюдаемая», наблюдаются не сами программные ошибки, а результат их проявления – отказы.

2. Не каждая программная ошибка может привести к отказу программного обеспечения. С другой стороны, отказ программного обеспечения может быть следствием не одной, а сразу нескольких программных ошибок.

3. Программные ошибки могут компенсировать друг друга, так что после исправления какой-то одной программной ошибки могут быть внесены другие. В итоге уровень надежности программного обеспечения может стать ниже, чем до исправления этой программной ошибки.

4. Надежность программного обеспечения характеризуется частотой проявления программных ошибок. При этом известно, что программные ошибки проявляются с разной частотой. Кроме того, несколько программных ошибок могут проявляться одновременно.

5. Резервирование программного обеспечения, в отличие от технических средств, приводит к снижению надежности, так как если программная ошибка содержится в каком-либо модуле, то будет содержаться и в дубликate этого модуля.

Таким образом, в основе надежности программного обеспечения автоматизированных систем управления войсками, в отличие от надежности технических средств, лежат не случайные отказы, а программные ошибки. Поэтому если надежность технических средств – это функция времени, то надежность программного обеспечения – функция программных ошибок.

Список литературы

1. ГОСТ РВ 52333.2–2006. Автоматизированные системы управления войсками. Общие технические требования.
2. ГОСТ 27.002–89. Надежность в технике. Основные понятия. Термины и определения.
3. Гусеница Я.Н. Причины и последствия ошибок в программном обеспечении автоматизированных систем ракетно-космической техники // Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Современные проблемы улучшения тактико-технических характеристик ракетно-космической техники, ее создания, испытаний и эксплуатации». – СПб.: ВКА имени А.Ф.Можайского, 2013.
4. Дейкстра Э. Дисциплина программирования. – М.: Мир, 1978.
5. Ван Тассел Д. Стиль, разработка, эффективность, отладка и испытание программ. – М.: Мир, 1981.
6. Лунаев В.В. Надежность программных средств. – М.: Синтег, 1998.
7. Майерс Г. Надежность программного обеспечения. – М.: Мир, 1980.
8. Майерс Г., Баджет Т., Сандлер К. Искусство тестирования программ. – М.: издательский дом «Вильямс», 2012.
9. Макконнелл С. Совершенный код. Мастер-класс. – М.: изд-во «Русская редакция», 2011.
10. Надёжность информационных систем: учебное пособие / Ю.Ю. Громов, О.Г. Иванова, Н.Г. Мосягина, К.А. Набатов. – Тамбов: изд-во «ГОУ ВПО ТГТУ», 2010.
11. Савин Р. Тестирование Дот Ком, или Пособие по жесткому обращению с багами в интернет-стартапах. – М.: Дело, 2007.
12. Смагин В.А. Основы теории надёжности программного обеспечения. – СПб.: ВКА имени А.Ф.Можайского, 2008.
13. Целлер А. Почему не работают программы. – М.: Эксмо, 2012.

Д.Ф. Бескостый,
кандидат техн. наук, доцент

АДАПТАЦИЯ АЛГОРИТМА ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ К ОТКЛОНЕНИЮ СТАТИСТИКИ ШУМОВ ОТ НОРМАЛЬНОГО ЗАКОНА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ

Проведена оценка потенциальных возможностей обнаружения сигналов на фоне шумов с негауссовским законом распределения. Предлагается достаточно простой способ изменения алгоритма обработки, учитывающий статистику входных шумов.

Ключевые слова: импульсные помехи, отношение правдоподобия, алгоритм обработки сигналов, блок нелинейного преобразования, коррелятор.

ВВЕДЕНИЕ

Известно, что при решении задач, связанных с синтезом оптимальных обнаружителей используется критерий отношения правдоподобия, являющийся следствием критерия минимума среднего риска. Отношение правдоподобия представляет собой отношение плотностей распределения вероятности одной и той же реализации y при двух условиях: когда действует сигнал и помеха и когда действует только сигнал s :

$$L(y, s) = \frac{p(y, s)}{p(y, 0)}.$$

Решение о наличии сигнала принимается, если отношение правдоподобия превышает пороговую величину l_0 , иначе принимается решение об отсутствии сигнала:

$$A = \begin{cases} 1, & \text{если } l(y) > l_0; \\ 0, & \text{если } l(y) < l_0. \end{cases}$$

На практике оптимальный приемник определяет не само отношение правдоподобия, а монотонно связанную с ним величину ζ , которая называется достаточной статистикой. Правила нахождения ζ представляют собой алгоритм обработки входных сигналов.

ПОСТАНОВКА И РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ

Принято считать, что мгновенные значения шумов на входе обнаружителя распределены по нормальному закону с нулевым математическим ожиданием. Наличие неслучайного полезного сигнала s во входной реализации не меняет форму функции плотности распределения, но приводит к ее смещению на величину s . Достаточной статистикой при обнаружении сигнала длительностью τ в этом случае является корреляционный интеграл. В реальных обнаружителях распределение мгновенных значений y отличается от нормального. Это необходимо учитывать в алгоритме обработки.

Отклонение распределения входных шумов от нормального закона обусловлено несколькими причинами. С одной стороны, это наличие достаточно частых выбросов большой амплитуды, природа которых может быть самой различной: от наводок при искрениях до специально организованных импульсных помех. Плотность распределения таких шумов $p1(y, 0)$ при этом имеет затянутые «хвосты». С другой стороны, ограниченный динамический диапазон приемного тракта приводит к уменьшению усиления больших входных сигналов. В этом случае распределение шумов $p2(y, 0)$ будет усеченным.

Таким образом, в ходе проведенных исследований установлено, что все анализируемые законы распределения вероятности шумов можно свести к трем наиболее характерным видам, представленным на рис. 1:

- нормальному закону распределения $p(y, 0)$;
- закону распределения, отличающемуся от нормального мощными выбросами $p1(y, 0)$;
- закону распределения, отличающемуся от нормального ограничением вершины в связи с недостаточно большим динамическим диапазоном приемного устройства $p2(y, 0)$.

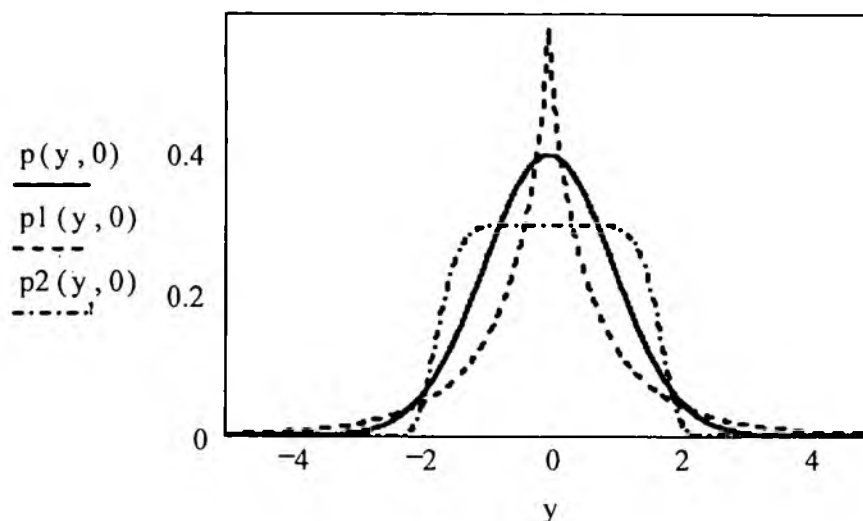


Рис. 1. Плотности распределения шумов

Проведенный анализ позволяет заметить симметричность всех рассмотренных законов распределения и возможность представления графиков функций, показанных на рис. 1, обобщенным выражением

$$p_n(y, s) = K \cdot e^{-b|y - s|^{2\nu}}, \quad (1)$$

где K – коэффициент размера, который выбирается из условия нормировки

$$\int_{-\infty}^{\infty} p_n(y, s) dy = 1;$$

b и ν – коэффициенты, определяющие форму кривой.

При $K = \frac{1}{\sqrt{2\pi d}}$, $b = \frac{1}{2d}$, $\nu = 1$ и $s = 0$ выражение (1) переходит в нормальный закон распределения $p(y, 0)$, где d – дисперсия.

При $b > 1$ и $\nu < 1$ получается функция вида $p1(y, 0)$, а при $b < 1$ и $\nu > 1$ – функция вида $p2(y, 0)$.

Оценим потенциальные возможности обнаружения сигналов на фоне шумов, имеющих распределение $p1(y, 0)$ и $p2(y, 0)$ в сравнении с обнаружением на фоне нормальных шумов. Очевидно, что на входе обнаружителей должен быть одинаковый сигнал s и шумы с одинаковой мощностью (дисперсией). Примем, что дисперсия шумов d во всех случаях равна единице. Сравнение при известном законе распределения можно проводить несколькими способами. К первому можно отнести непосредственное вычисление отношения правдоподобия при фиксированном сигнале s для разных значений y .

Обобщенные результаты такого расчета приведены на рис. 2, а для значения $s=1$ и на рис. 2, б для значения $s=2$. Здесь $L(y,s)$ представляет собой отношение правдоподобия при нормальном распределении, а $L1(y,s)$ и $L2(y,s)$ – отношения правдоподобия при плотностях распределения шумов $p1(y,0)$ и $p2(y,0)$ соответственно.

Проведенные расчеты и анализ показывают, что в области $y \cong s$ отношение правдоподобия $L1(y,s) > L(y,s)$, а при $y > 2$, т.е. в случае, когда y более чем в 2 раза превышает среднеквадратическое значение шума $\sigma = \sqrt{d} = 1$, то уже отношение правдоподобия $L2(y,s) > L(y,s)$, т.е. преимущество имеет обнаружение на фоне шумов с распределением $p2(y,0)$. Таким образом, обнаружение с учетом статистики шумов может быть более эффективным.

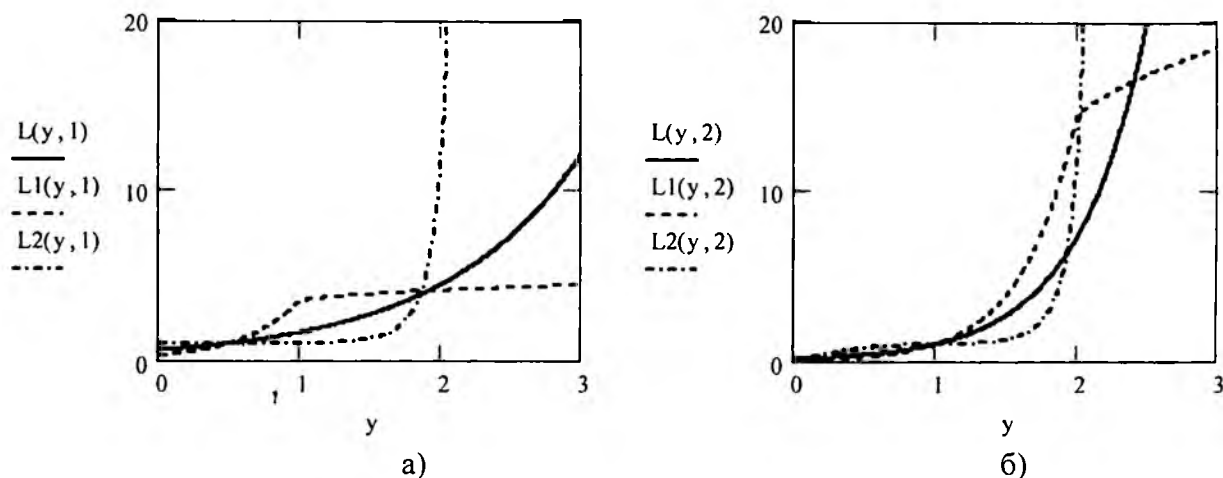


Рис. 2. Отношения правдоподобия при фиксированном сигнале s для разных значений y

Второй способ оценки потенциальных возможностей обнаружителя сигналов на фоне шумов с учетом их закона распределения – это построение его рабочих характеристик. При больших порогах обнаружения графики, изображенные на рис. 2, становятся малоинформативными, так как, несмотря на рост отношения правдоподобия, вероятность правильного обнаружения D становится недопустимо малой. Поэтому на практике чаще используют рабочие характеристики, которые увязывают вероятности правильного обнаружения D и ложной тревоги F для разных значений порога обнаружения u_0 при фиксированном значении s .

На рис. 3 приведены рабочие характеристики обнаружителей для $s=1$. Здесь цифры рядом с буквой D соответствуют номеру (виду) плотности распределения шумов (см. рис. 1). Как видно в средней части графика вероятности правильного обнаружения для анализируемых законов распределения шумов соотносятся как $D1 > D > D2$, т.е. обнаружитель на фоне шумов с плотностью распределения $p1(y,0)$ имеет лучшие показатели качества. Однако при малых значениях вероятности ложной тревоги преимущество принадлежит обнаружителю на фоне шумов с плотностью распределения $p2(y,0)$. Проведенные расчеты показывают, что с увеличением s графики проходят выше, но соотношение между вероятностями правильного обнаружения D , $D1$ и $D2$ не изменяется.

Следующий способ оценки обнаружителей – это расчет кривых обнаружения. В радиолокации обнаружение целей должно производиться с малыми вероятностями ложной тревоги ($F=10^{-4} \div 10^{-6}$). Для того чтобы растянуть начало графиков, изображенных на рис. 3, можно использовать логарифмический масштаб горизонтальной оси. Кроме того, удобно пользоваться кривыми обнаружения, т.е. зависимостями $D(s)$ при фиксированных значениях F . На рис. 4 представлены такие кривые для $F=10^{-4}$. Отсюда также следует, что при приеме слабых сигналов на фоне шумов с распределением $p2(y,0)$ вероятность правильного обнаружения больше.

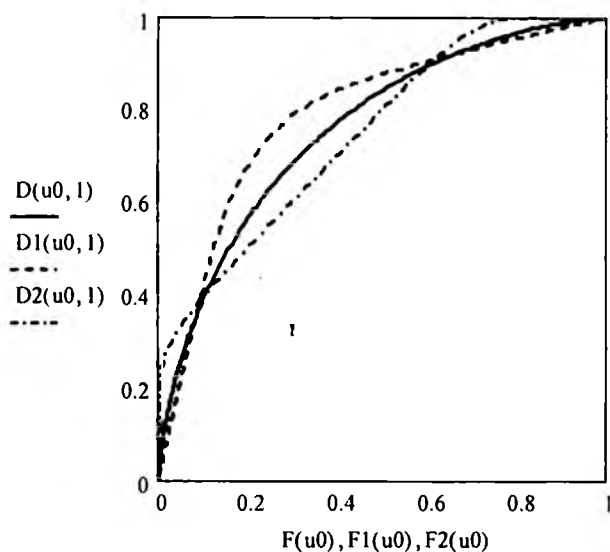


Рис. 3. Рабочие характеристики обнаружителя

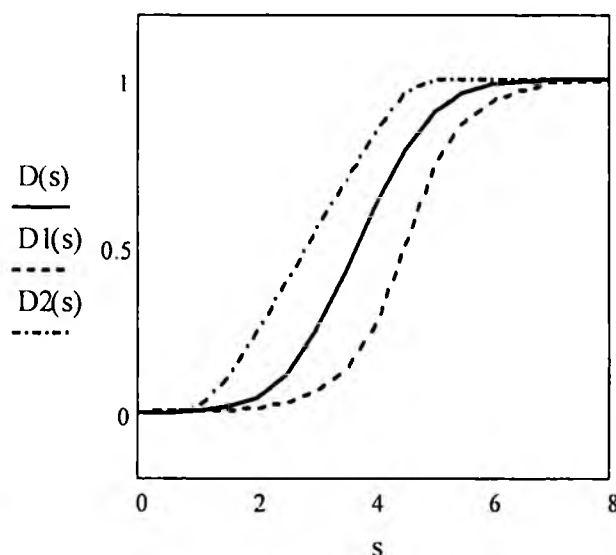


Рис. 4. График кривых обнаружения для $F=10^{-4}$

Рассмотрим особенности алгоритма обработки сигналов, когда плотность распределения шумов описывается выражением (1). В качестве достаточной статистики можно использовать логарифм отношения правдоподобия:

$$\ln(L(y,s)) = \ln(p_n(y,s)) - \ln(p_n(y,0)). \quad (2)$$

Разложим $\ln(p_n(y,s))$ в ряд Маклорена. Разложение нужно провести в окрестности $s=0$, так как обнаружение происходит, когда малые значения сигнала появляются в шуме. Можно ограничиться двумя первыми членами ряда, так как они вносят основной вклад в значение функции. Важно, что при этом сохраняется монотонная связь получившейся величины с $\ln(L(y,s))$:

$$\ln(p_n(y,s)) = \ln(p_n(y,0)) + [\ln(p_n(y,s))]'_s \cdot s. \quad (3)$$

После подстановки выражения (3) в (2) и проведения необходимых преобразований получим

$$\ln(L(y,s)) = 2bv \frac{|y|^{2v}}{y} s = 2bv \cdot \eta(y) \cdot s, \quad (4)$$

где $\eta(y)$ – результат нелинейного преобразования входной реализации y , $\eta(y) = (|y|^{2v})/y$. Можно утверждать, что достаточной статистикой для фиксированного момента времени является величина

$$\zeta(y,s) = \eta(y) \cdot s. \quad (5)$$

После предельного перехода получим алгоритм обработки неслучайного сигнала $s(t)$ длительностью τ с полностью известными параметрами на фоне шумов с негауссовским симметричным распределением:

$$\zeta(y,s) = \int_0^\tau \eta(y,t) s(t) dt. \quad (6)$$

Таким образом, полученный алгоритм обработки (обнаружения) заключается в формировании входных сигналов с весовыми коэффициентами, зависящими от формы и вида закона

распределения вероятности шумов (определяется по имеющейся статистике), перемножении полученного сигнала с опорным, интегрировании и сравнении с порогом.

Проведенный анализ позволяет вывести структуру обнаружителя, учитывающего статистику входных шумов. Структурная схема устройства показана на рис. 5 и содержит блок нелинейного преобразования (БНП), перемножитель, интегратор и пороговое устройство.

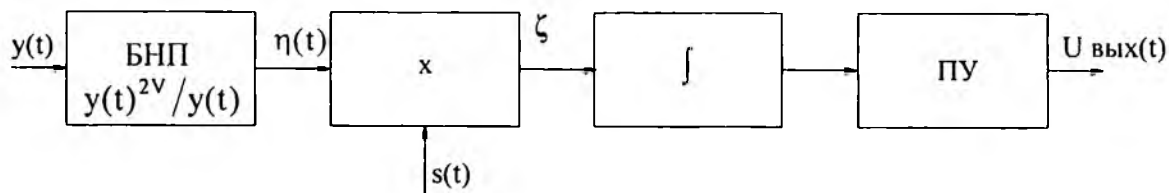


Рис. 5. Структурная схема обнаружителя

Смысл работы БНП можно понять из рис. 6, где показана зависимость $\eta(y)$ от значений коэффициента формы v .

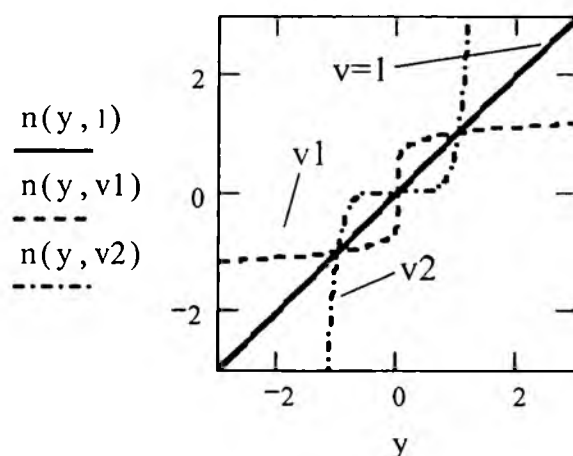


Рис. 6. Зависимость $\eta(y)$ от значений коэффициента формы v

Случай $v = 1$ соответствует нормальному распределению, $v1 = 0,5$ – распределению вида $p1(y,s)$, а $v2 = 5$ – распределению вида $p2(y,s)$. Как видно из рисунка, при наличии сильных выбросов во входной реализации БНП должен обладать свойствами ограничителя. При обнаружении на фоне «урезанных» шумов БНП должен подавлять слабые сигналы и существенно усиливать входную реализацию, если $y > \sigma$. При $v = 1$ БНП не нужен, т.к. $\eta(y) = y$. В этом случае устройство обработки сводится к классическому коррелятору. Обеспечить требуемую амплитудную характеристику блока нелинейного преобразования можно как аналоговыми, так и цифровыми способами.

Список литературы

1. Ширман Я.Д., Манжос В.Н. Теория и техника обработки радиолокационной информации на фоне помех. – М.: Радио и связь, 1981.
2. Бескостый Д.Ф., Митюшов А.И. Оценка возможностей обнаружения сигналов на фоне шумов с негауссовским законом распределения // Актуальные вопросы развития радиоэлектронной техники радиотехнических войск ВВС: тематический научный сборник. – СПб.: ФВУ ПВО, 2006. – №14.

М.И. Калинина
кандидат пед. наук;
И.С. Петрова

О НЕОБХОДИМОСТИ ОБУЧЕНИЯ В ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЯХ ОСНОВАМ ОБЕСПЕЧЕНИЯ КАЧЕСТВА

В настоящей статье дано обоснование необходимости обучения студентов высших учебных заведений основам обеспечения качества. Представлена краткая характеристика методов обеспечения качества, эволюция сложившихся подходов к требованиям качества. Показано, что для предприятий России, в том числе и вузов, характерно применение стандартов ИСО серии 9000 при разработке и внедрении систем менеджмента качества. Отмечено, что отсутствие квалифицированных специалистов по менеджменту качества на среднем уровне управления негативно сказывается на процессах, связанных с внедрением и обеспечением функционирования систем менеджмента качества.

Ключевые слова: служба качества, система менеджмента качества, качество, сертификация.

Многовековой опыт человечества свидетельствует, что с возникновением важнейшего института государства – постоянной армии неизбежно появляется потребность в военных кадрах, способных осуществлять обучение и воспитание, подготовку войск к боевым условиям и жизнедеятельности в мирное время. Анализ войсковой (флотской) практики показывает, что эти задачи традиционно решают специально подготовленные офицеры. Их социально-профессиональному статусу издавна были присущи функции руководителей, учителей и воспитателей военнослужащих. Уставными обязанностями командиров (начальников) всех степеней являются непосредственное руководство боевой подготовкой подчиненных, личное проведение учений и занятий, воспитание военнослужащих, постоянное профессиональное самосовершенствование, повышение своих педагогических знаний, методического мастерства и педагогической культуры подчиненных. В современных условиях эти требования к офицерским кадрам приобретают особое значение, так как от выпускников военных вузов требуется системное решение комплекса многоплановых задач.

В современных словарях даются разные варианты определения системы, которые можно свести к следующему обобщённому определению: *система* – это множество элементов, находящихся в отношениях и связях друг с другом и образующих определенную целостность, единство [4]. Тогда систему менеджмента качества (СМК) можно определить как систему, включающую в себя взаимосвязанные и взаимодействующие процессы и процедуры, организационные и технические мероприятия, цели, планы, компетентный персонал, основные средства, документацию, т. е. все то, что необходимо для достижения поставленных целей.

Теория систем была впервые применена в точных науках и в технике. Применение теории систем в управлении в конце 50-х годов явилось важнейшим вкладом в школу науки управления. В развитии теории управления качеством на протяжении XX века базовой основой являлся системный подход. В нашей стране, начиная с 50-х годов (в одно время с тем, когда Япония выстраивала свою знаменитую систему TQM – тотальный менеджмент качества), на предприятиях авиационной и военной промышленности развивалось комплексное управление качеством. В это время было разработано и предложено много инженерных и организационных решений по системам качества, например:

- Саратовская система бездефектного изготовления продукции (БИП) – 1955 год;
- Горьковская КАНАРСПИ (Качество, Надежность, Ресурс, С Первого Изделия) – 1958 год;
- Ярославская система научной организации работ по повышению моторесурса двигателей (НОРМ) – 1964 год и т.п.

История стандартов качества ИСО 9000 восходит к Британским стандартам BSI 5750, которые были одобрены Британским институтом стандартов (British Standard Institute) в 1979 году. В свою очередь, эти стандарты часто считаются восходящими к американским военным стандартам MILQ 9858, принятым в конце 50-х годов в США. Стандарты серии ИСО 9000 – это пакет документов по созданию систем качества и обеспечению качества.

подготовленный членами международной организации, известной как «ИСО/Технический Комитет 176» (ISO/TS 176). Ныне стандарт BSI 5750 известен как стандарт ИСО 9000 версии 1987 года. Термин «версия» означает, что в настоящее время данный стандарт пересмотрен, чтобы учесть требования к качеству ряда специфичных продуктов, которые не были приняты во внимание при разработке первой версии стандартов.

Сегодня с позиций всеобщего качества под менеджментом качества образования должно пониматься управление всеми аспектами деятельности вуза путем создания таких систем, которые позволяют удовлетворять требованиям и пожеланиям потребителей, а значит – удерживать и даже расширять рыночную нишу, занимаемую высшим учебным заведением [2]. Поэтому система образования на настоящем этапе должна формироваться как динамичная, самоорганизующаяся, инновационная система, чувствительная к требованиям потребителей [1].

В образовании стали появляться нововведения, некоторые из которых органично влились в образовательные системы и предопределили их совершенствование. Осуществляется постепенная замена традиционных стратегий управления, сформировавшихся в условиях стабильно функционирующей среды, на новые, более гибкие (адаптивные), способные подстраиваться под меняющиеся внешние и внутренние условия.

Организации с любой направленностью деятельности могут рассчитывать на сохранение своего положения, только если изучают рынок, потребителя, конкурентов и применяют при этом современные технологии управления, перестраивая структуру действующих внутренних процессов. Это относится и к вузам, в том числе военным. Имидж вуза обеспечивается, во-первых, демонстрацией способности оказывать образовательные услуги, отвечающие требованиям потребителей и соответствующим обязательным требованиям законодательства РФ, во-вторых, соответствием программ обучения ГОСТу Р ИСО 9001, в-третьих, созданием необходимых условий для гарантированного выполнения требований потребителей к качеству образовательных услуг.

Кроме услуг, предоставляемых на основе стандартной образовательной программы или учебного плана, вуз во многих случаях предоставляет услуги на основе соглашения между образовательной организацией и потребителем, что особенно актуально при утрате связи с предприятиями промышленности и проведении обучения в отрыве от потребностей сегодняшнего дня. Изменения на рынке образовательных услуг связаны с изменениями требований потребителей и необходимостью обеспечивать подготовку конкурентоспособных выпускников в условиях новых экономических реалий.

Предприятия ВПК и воинские подразделения ожидают профессионально компетентных, коммуникативных специалистов, имеющих позитивное отношение к своей профессии, складывающееся, в том числе, и на основе знания процессов организационного и управленческого характера.

Поскольку лидирующую позицию занимают те предприятия и организации, которые ориентируются на создание системы управления качеством, а система качества организации охватывает все сферы деятельности, необходимо, чтобы молодые специалисты знали основы теории качества и требования стандартов по качеству.

Студенты получают необходимые знания по системам управления качеством в тех вузах, где открыта подготовка по специальностям: 072000 «Стандартизация и сертификация» и 340100 «Управление качеством». В таких вузах для разработки системы менеджмента качества вуза широко привлекаются студенты и аспиранты, обучающиеся по указанным специальностям, а структурные подразделения по управлению качеством укомплектовываются собственными выпускниками, т. е. кроме теоретических знаний выпускники получают практические навыки внедрения и обеспечения функционирования СМК. Но на других кафедрах отсутствует даже минимальный курс по дисциплинам, дающим представление выпускникам о деятельности организаций в этом направлении.

Анализ нормативных требований государства и других заинтересованных сторон, а также требований Государственного образовательного стандарта (ГОС) к качеству подготовки специалистов технических вузов позволил сделать вывод о необходимости включения в

программы подготовки военных вузов по всем специальностям таких дисциплин, как «Основы обеспечения качества», «Средства и методы обеспечения качества», «Сертификация», «Требования к СМК организаций на основе ГОСТ Р ИСО 9001-2008», «Процессный подход в управлении организацией», «Статистические методы управления качеством» и т. п.

Предпосылками такого вывода являются следующие факторы:

- резкое изменение внешней среды и внутренних условий, что определило направления поиска путей адаптации к новым условиям, в том числе на основе совершенствования системы управления качеством;

- мировая практика совершенствования систем управления путем применения набора критериев, сформулированных в международных стандартах серии ИСО 9000. В результате разрабатывается, внедряется и, как правило, сертифицируется система качества по модели ISO 9001-2008;

- внедрение системы менеджмента качества по модели стандартов ИСО 9000 (ГОСТ Р ИСО 9001) в российских организациях;

- превращение, в результате эволюционного развития, сертификации систем качества из вспомогательного инструмента оценки качества в основной инструмент гарантий качества в промышленности.

Образовательные учреждения, в силу специфики своей деятельности, обязаны учитывать все аспекты процессного и системного подхода при оказании услуг, включая организацию учебного процесса, подготовку преподавательского состава, обеспечение вуза необходимыми методическими материалами и оборудованием и т. д., что отражает все направления работ по обеспечению внедрения СМК в вузе, как основы подготовки выпускников, обладающих необходимыми знаниями тенденций развития предприятий.

Система менеджмента качества организации, в том числе вуза, охватывает различные виды деятельности – учебную, научную, административную, хозяйственную и производственную, которые взаимосвязаны между собой и в большинстве случаев пересекаются, поэтому необходимо привлечение всего персонала к осуществлению функционирования СМК. Выпускники вузов могли бы являться проводниками знаний об основах теории качества, новых тенденций в ее развитии. Но, к сожалению, зачастую молодые специалисты не обладают даже минимальными навыками применения знаний в области качества, и отсутствие квалифицированных специалистов по менеджменту качества на среднем уровне управления в организациях негативно сказывается на процессах, связанных с внедрением и обеспечением функционирования СМК.

Сегодня организация получает от окружающей среды информацию, материалы, финансы, человеческие ресурсы и перерабатывает все полученное, преобразуя в продукцию или услуги, которые она передает в окружающую среду. Темпы развития техники, например электроники, очень высоки, новинки в этой области стремительно сменяют друг друга. Почти каждый год появляются новые информационные технологии и средства связи. Это влияет не только на уровень, но и на образ жизни людей, что в конечном счете заставляет производителя догонять требования потребителей. Отставание от требований рынка очень быстро приводит предприятие в кризисное состояние. Совершенствование средств коммуникации и связи, расширение их возможностей, сочетание в одном устройстве различных функций – все это позволяет активно внедрять систему менеджмента качества в любой организации или на предприятии, в том числе и в вузах, что обеспечит их ведущее положение на рынке услуг в современных условиях.

Следует, однако, отметить, что в подходах, применяемых в процессе создания СМК на предприятиях промышленности, принципиально отличается производственный процесс от процесса предоставления услуг. При этом возникает необходимость специальной интерпретации стандартов серии ИСО 9000 для сферы образовательных услуг [2].

Если любое предприятие, например, может выпускать свои внутренние стандарты, так называемые стандарты организации, а для эксплуатации продукции вводит правила ограничения по шуму, по запахам и по другим показателям, то вузы вынуждены строго

следовать государственным стандартам и оценивать свою деятельность по степени реализации политики и достижения целей в области качества, включая удовлетворение потребностей и ожиданий потребителей посредством выполнения запланированной деятельности и достижения запланированных результатов [5].

Другими словами, СМК результативна, если организация реализовала свою политику и достигла целей в области качества, включая цели, относящиеся к удовлетворению потребителей посредством запланированной и выполненной деятельности и достигнутых запланированных результатов.

Повышение качества военного образования многие связывают с очевидной необходимостью повышения эффективности систем управления качеством предоставления образовательных услуг, т.е. только с конечными результатами процесса образования, что представляется методически некорректным. Система образования на настоящем этапе должна формироваться как динамичная, инновационная система, чувствительная к требованиям потребителей. В современных условиях важную роль играет способность обучаемых адаптироваться к новым условиям. В рамках повышения квалификации на факультете переподготовки также можно выделять время для получения знаний СМК.

Отсутствие квалифицированных специалистов по менеджменту качества на среднем уровне управления тормозит внедрение и обеспечение функционирования СМК, поэтому в условиях новых экономических реалий вузы должны обеспечивать подготовку конкурентоспособных выпускников, обладающих знаниями в области менеджмента качества.

Еще раз подтверждает востребованность во всех отраслях промышленности и сфере оказания услуг (в том числе в самих органах по сертификации) специалистов, имеющих подготовку по данному направлению деятельности то обстоятельство, что органы по сертификации в процессе сертификации по видам деятельности проверяют также и функционирование СМК предприятий.

Чтобы обеспечить внедрение СМК, на каждом предприятии (в организации, в вузе) должна быть служба качества, перед которой стоит задача обеспечения одного из основных принципов СМК – «вовлечение всех сотрудников» в процесс функционирования СМК. Вполне естественно, что при наличии в составе службы специалиста вуза по специальности 340100 «Управление качеством», ознакомление сотрудников с основами обеспечения качества поручается именно ему.

Анализ требований ГОСТов, учет существующих реалий позволяют предположить, что для выполнения положений ГОСТов при разработке, внедрении и обеспечении функционирования СМК в организации необходимо, чтобы выполнялись следующие требования по проведению обучения специалистов:

- служба качества вуза в обязательном порядке должна иметь обученного специалиста во внешнем аккредитованном органе (обычно это тот орган, в котором сертифицируется система менеджмента или продукция данного предприятия). Как правило, специалист, прошедший такое обучение, имеет право проводить подготовку сотрудников для деятельности в области качества;

- служба качества должна разрабатывать планы, программы, методики обучения сотрудников, проводить курс ознакомительных лекций, осуществлять аттестацию обученных специалистов;

- осуществлять повышение квалификации сотрудников на основании и в соответствии с «Планами подготовки специалистов».

В случае необходимости служба качества может выходить с предложением к руководству вуза о приглашении консультантов из соответствующих органов для проведения ознакомительного курса лекций.

На базе органов по сертификации систем менеджмента и продукции активно осуществляется работа по обучению и повышению квалификации представителей организаций. Однако объемы курсов повышения квалификации как в содержательном, так и в практическом аспектах явно не соответствуют необходимым. Обучение проводится экспертами органов по сертификации.

безусловно имеющих большой опыт проведения работы, но не достаточный в плане знания теоретических основ учения о качестве. Кроме того, такое обучение малодоступно для военных специалистов. Поэтому востребованность в этой услуге высока. Система высшего профессионального образования, в том числе военного, должна сохранять за собой все приоритеты по проведению обучения по этому направлению, что позволит гарантировать качество обучения, профессионализм выпускников и достаточный объем получаемых ими знаний.

Анализ нормативных требований государства и других заинтересованных сторон к качеству подготовки специалистов, анализ требований ГОС к подготовке специалистов технических вузов позволили сделать вывод о необходимости включения в программы военных вузов подготовки практически по всем специальностям таких дисциплин, как «Основы обеспечения качества», «Средства и методы обеспечения качества», «Сертификация», «Требования к СМК организаций на основе ГОСТ Р ИСО 9001-2008», «Процессный подход в управлении организацией» и т. п.

Список литературы

1. ГОСТ Р ИСО 9001-2001. Системы менеджмента качества. Требования.
2. ГОСТ Р 52614.2006. СМК. Руководящие указания по применению ГОСТ Р ИСО 9001 в сфере образования
3. Граб В.П. Необходимость создания систем менеджмента качества в образовательных учреждениях // Ученые записки. – М.: РАО ИИО, 2009. – № 29, ч. 2. — С. 171–198.
4. Современный толковый словарь русского языка / гл. ред. С.А. Кузнецов. – М.: Ридерз Дайджест, 2004. – 260 с.
5. Ковалев А.И. О результативности в свете эффективности // Методы менеджмента качества. – 2007. – № 9. – С. 36–39.

Д.А.Бочинин,
кандидат исторических наук

О РАЗРАБОТКАХ НОВОЙ АВИАЦИОННОЙ ТЕХНИКИ В ЛЕНИНГРАДЕ НАКАНУНЕ ВЕЛИКОЙ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ВОЙНЫ

Изложены данные современной исторической науки относительно серийного и опытного самолетостроения в Ленинграде в 30–40-х гг. XX в. На основе впервые введенных в научный оборот архивных документов показана роль ленинградского авиапрома в создании перспективных образцов авиационной техники накануне Великой Отечественной войны.

Ключевые слова: самолет У-2, ночной бомбардировщик, авиационное снаряжение, летающая торпеда, радиоуправляемая бомба, авиационная промышленность Ленинграда.

В конце 30-х гг. минувшего столетия на авиационных заводах Ленинграда серийно производилось ежегодно более 2 тыс. самолетов. Авиационное производство по своему объему занимало в городе третье место, уступая только судостроению и производству вооружений [8, с. 30]. Анализ авиавыпуска в эти годы с географической точки зрения показывает, что в Москве выпускалось 42 % самолетов, в Ленинграде – 32 %, в Горьком – 15 %, остальные (немногим более 10 %) крылатые машины строились на заводах Воронежа, в Поволжье, Сибири и на Дальнем Востоке [9, с. 123]. То есть практически каждый третий самолет во второй половине 1930-х гг. производился в городе на Неве. В основном это были легкомоторные самолеты – учебные У-2, учебно-тренировочные УТ-1 и УТ-2, а также их многочисленные специализированные модификации.

Созданный авиаконструктором Н.Н. Поликарповым самолет первоначального обучения У-2 оказался на редкость удачным. Надежность, дешевизна и простота управления предопределили выпуск многочисленных модификаций этой машины. Инженеры конструкторского бюро головного авиапредприятия Ленинграда – завода № 23 разработали на основе базового биплана У-2 целую серию специализированных самолетов: СС – санитарный, СП – пассажирский 3-местный, АП – аэроопылитель, ВС – вооруженный, ТВС – вооруженный на тормозах и др. [16, л. 10 об].

Создание 3-местной модификации У-2 с застекленной кабиной, в том числе на поплавках, имело большое значение для применения этой машины в малодоступных, не оборудованных аэродромами районах страны. Ленинградские конструкторы также создали уникальную, возможно, единственную в мире систему эвакуации больных и раненых. Санитарный У-2 СС мог транспортировать несколько нуждающихся в медицинской помощи человек не только в кабине, но и в подвешенных под крыльями контейнерах [7, с. 32].

Большим успехом заводского конструкторского бюро было создание самолета ВС, то есть вооруженного. В дополнительную комплектацию ВС помимо стандартного оборудования У-2 входили: шкворневая установка для пулемета ДТ, бомбодержатель типа ДЕР-7, кольцо прицела КП-5, сбрасыватель, синхронизатор стрельбы, оптический прицел ОП-1 и пулемет [15, л. 26 об]. Питание пулемета ПВ-1 осуществлялось из патронной коробки, установленной в фюзеляже. Вес всей пулеметной установки без патронов составлял 25 кг, запас патронов – 500–800 шт. У-2 ВС мог нести также бомбовую нагрузку до 300 кг [7, с. 10, 17].

Малоизвестным является факт создания такой уникальной модификации самолета, как У-2 ВОМ-1 (воздушный огнемет), которая позволяла сбрасывать на противника огневые мешки концентрированного действия (ОМКД) для поражения легковоспламеняющихся объектов, а также мототехники и танков. Помимо кассет с огневыми зарядами У-2 ВОМ-1 оснащался также бронированным креслом пилота и специальным электросветооборудованием для

ночных полетов. Огневые мешки могли сбрасываться с высоты от 30 до 1 000 метров [12, с. 29].

Такое вооружение позволяло использовать самолет в качестве ночного бомбардировщика, способного поражать противника бомбами, зажигательными смесями, реактивными снарядами, вести сильный пулеметный огонь. Очень хорошо У-2 зарекомендовал себя в ходе Советско-финляндской войны 1939–1940 гг. Маленький, неприхотливый, этот самолет выполнял функции разведывательной, связной, транспортной, санитарной машины. Известно, что из 382 самолетов, поступивших в ВВС Северо-Западного фронта в декабре 1939 – марте 1940 гг., 50 машин были именно У-2 [13, с. 9]. Высокие летно-эксплуатационные качества У-2 в полной мере проявили себя несколько позже, уже в годы Великой Отечественной войны.

Большой объем научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (НИОКР) в годы первых советских пятилеток в Ленинграде выполнял Экспериментальный институт Наркомата тяжелой промышленности, в состав которого в ноябре 1934 г. вошел авиазавод № 47, получивший статус опытного завода [17, л. 1]. Конструкторы этого предприятия, начиная с 1935 г., работали сразу над несколькими проектами по авиационной тематике. В частности, под руководством военного инженера П.И. Гроховского в институте велась разработка портативного резинового самолета, базирующегося на борту подводной лодки. В разобранном виде этот летательный аппарат имел габариты не более одного метра кубического и весил 200 кг. Расчетная дальность его действия составляла около 300 км, скорость 100 км/час, экипаж – один человек. В боевое состояние аппарат приводился в течение 5 мин. путем наполнения резиновой оболочки с силовыми элементами сжатым воздухом. Этот самолет планировалось использовать для воздушной разведки, связи, наблюдения и решения других задач по заданиям командира подводной лодки.

Пробные летные испытания надувного планера (без мотора) в декабре 1935 г. дали положительные результаты. В ходе опытно-конструкторских работ инженеры института во взаимодействии с начальником Военно-морских сил Балтийского моря флагманом второго ранга Л.М. Галлером отрабатывали вопросы размещения пневматического гидросамолета ПГ-69 на борту подводной лодки «Барс». Дальнейшие испытания ПГ-69 на прочность под моторной нагрузкой в 1936 г. были задержаны из-за непоставки импортного мотора «Прага» [18, л. 7, 39, 61]. Дальнейшая судьба ПГ-69 неизвестна, так как архивы Экспериментального института во время блокады Ленинграда сгорели.

Весьма плодотворная идея создания малогабаритного летающего разведчика в составе крейсерской подводной лодки занимала не только отечественных конструкторов. Разработкой и выпуском «разведывательного гидросамолета подводной лодки» успешно занималась японская фирма «Хитачи». Первый гидросамолет Е14У1 был изготовлен и испытан в 1939 г. в Йокосуке. Машина размещалась в ангаре на борту подводной лодки со снятым крылом и поплавками, легко собиралась и разбиралась после полета. Полезно отметить, что в годы Второй мировой войны этот летательный аппарат активно использовался в боевых действиях в Австралии, Новой Зеландии, Африке, на Мадагаскаре и Алеутских островах. Он стал единственным японским самолетом, бомбившим Америку. Пилот Е14У1 Фудзита, стартовавший с подлодки I-25, сбросил зажигательные бомбы по объектам на побережье штата Орегон. Всего Япония выпустила 125 морских самолетов этого типа [5, с. 286].

С сожалением приходится признать, что с созданием портативного самолета лодочного базирования, имевшего, по примеру Японии, реальные шансы стать весьма эффективным средством ведения войны на море, ленинградский авиапром не справился.

В марте 1936 г. по заданию начальника штаба Военно-воздушных сил РККА ленинградский филиал Экспериментального института НКТП приступил к конструированию

авиационных подвесок для транспортировки на самолетах ТБ-3 тяжелых объектов – автомобилей, танкеток, пушек и другого вооружения.

Авиационные подвески рассчитывались для доставки по воздуху на внешнем креплении тяжелых самолетов вооружения, необходимого для проведения десантных операций в тылу противника, а также для оперативной переброски различных объектов в тылу и в прифронтовой полосе.

Конструкция подвески рассчитывалась для транспортировки следующей нагрузки: автомобилей ГАЗ-ПИКАП, ГАЗ-ААА и других машин весом 1 080–2 500 кг, танкетки Т-37 весом 3 040 кг, мотоциклов «Харлей-Дэвидсон» от 4 до 10 штук общим весом до 2 090 кг, 2-3 пушек весом 1 480 кг, броневики Д-8 весом 1 340 кг [18, л. 36]. К этому уникальному авиационному снаряжению предъявлялись весьма высокие тактико-технические требования. Подвески должны были обеспечивать их надежную эксплуатацию при полетах днем и ночью, в сложных метеоусловиях, летом и зимой. Наличие снаряженной подвески не должно было нарушать устойчивости самолета на всех режимах полета. Для уменьшения сопротивления перевозимое вооружение должно было снабжаться легкоъемными обтекателями. При полетном весе бомбардировщика ТБ-3, равном 18 200–19 500 кг с прикрепленными объектами, летные данные не должны были снижаться более чем на 10 % для горизонтальных скоростей и 25 % для скороподъемности и потолка самолета [18, л. 37].

Апробация авиационных подвесок на Киевских военных маневрах 12–15 сентября 1935 г. показала их высокую эффективность. Так, 14 сентября на аэродром Бровары при участии бомбардировщиков ТБ-3 из 3-й авиабригады особого назначения (аброн) Ленинградского военного округа была доставлена техника мотополка – 45-мм противотанковые пушки, грузовики ГАЗ-АА, легкие бронеавтомобили Д-8 и танкетки Т-27 [6, с. 74].

Помимо разработки уникального снаряжения для мобильной переброски крупногабаритной техники, ленинградский филиал Экспериментального института вел научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы еще по нескольким направлениям. Так, по состоянию на 13 июня 1936 г. в процессе разработки находились проекты создания следующих объектов:

- 1) истребителя-догонщика, проект Г-26;
- 2) высотного самолета, проект Г-31;
- 3) проект Г-38 – кабина самолета с турельным пулеметом;
- 4) проект ПГ-76 – парашютно-грузовая клеть под нагрузку в 2 тонны;
- 5) проект ПГ-12 – универсальная подвеска для десантирования объектов;
- 6) проект ПГ-73 – авиабусная клеть для десантирования тяжелых объектов на бреющем полете;
- 7) проект ПГ-84 – парашют точного приземления;
- 8) проект ПГ-85 – дистанционный прибор автоматического открытия парашюта и другие проекты, всего 19 наименований [18, л. 61].

В связи с повышенным вниманием, которое уделялось командованием РККА в середине 1930-х гг. развитию воздушно-десантных сил и средств, к приоритетным проектам, разрабатываемым специалистами ленинградского филиала Экспериментального института, относились проекты создания грузовых парашютных систем. Марлевые парашюты с куполами большой площади типа Г-42 и Г-43 предназначались для десантирования с самолетов тяжелого вооружения и боевой техники [18, л. 62]. Испытания сложных парашютных систем далеко не всегда давали положительный результат. Так, при сбрасывании с самолетов автомобилей, танков Т-37 и пушек грузовые парашюты не выдерживали нагрузки, не складывались при приземлении даже при незначительном ветре, вследствие чего испытания, например, системы ПГ-12 были прекращены [18, л. 103].

Весьма перспективной считалась разработка проекта мобильной организации проводной связи ПРК-5 – устройства, с помощью которого производилась прокладка телефонного

кабеля с летящего самолета. Суть конструкторского замысла заключалась в том, что на скорости порядка 140 км/час со специальных коробов, подвешиваемых под крыльями, оперативно производилась прокладка кабеля связи. Летчик-наблюдатель в воздухе производил стравливание 7-жильного провода диаметром 2,5 мм, размещенного на катушках в 4–6 коробах. В зависимости от числа коробов ПРК-5 позволяла обеспечивать абонентов проводной связью протяженностью 20–30 км [18, л. 95].

По свидетельству шведского историка Л. Самуэльсона, смелые проекты конструктора П.И. Гроховского относительно разработки перспективной техники военно-воздушных сил находили поддержку у начальника вооружений РККА М.Н. Тухачевского. Так, в тесном контакте с М.Н. Тухачевским военный инженер П.И. Гроховский создал особый «высотный планер для нападения с воздуха» («стратопланер») [11, с. 176].

До недавнего времени даже специалисты-историки в силу чрезвычайной засекреченности в 30-х гг. XX в. всего, что касалось авиационного производства, мало что знали о проведенных в Ленинграде накануне Великой Отечественной войны достаточно масштабных НИОКР в интересах ВВС.

Помимо вышеназванных, весьма важным и интересным был проект создания советского аналога немецкого трехместного многоцелевого самолета Fi 156 «Storch» фирмы Физелер. Для его реализации в марте 1940 г. главным конструктором отдельного небольшого КБ завода № 23 был назначен О.К. Антонов, знаменитый впоследствии генеральный конструктор большой серии самолетов марки «Ан»: Ан-2, Ан-10, Ан-24, Ан-22 «Антей» и др.

Легкий самолет «Storch» оказался единственным из всех немецких машин, показанных советской делегации в Берлине в начале 1940 г., который было решено скопировать. Под впечатлением его выдающихся летно-технических характеристик (ЛТХ) И.В. Сталин приказал срочно организовать производство такого же советского самолета. К решению этой задачи и приступил в Ленинграде конструктор О.К. Антонов. В сентябре 1940 г. отечественный вариант Fi 156 был уже готов. Конструкцию повторили почти без изменений, даже название просто перевели с немецкого на русский: «Аист».

Один из вариантов самолета предполагалось использовать для связи, транспортировки людей и мелких грузов, а также разведки и корректировки артиллерийского огня. По сравнению с У-2 и УТ-2 «Аист» был конструктивно гораздо более сложным, в том числе он располагал комплексной механизацией крыла, состоящей из фиксированного подкрылка, щелевого закрылка и зависающего элерона [1, с. 521]. Благодаря этим механизмам самолет мог взлетать с полосы длиной всего 50 метров. Естественно предположить, что модифицированный «Аист» вполне мог применяться и в качестве учебно-тренировочного самолета для переподготовки летного состава ВВС. Его серийное производство на авиационных заводах Ленинграда, длительное время специализировавшихся на выпуске именно легких, в том числе учебных самолетов, позволило бы дать училищам и школам ВВС самую современную машину для обучения будущих пилотов истребителей, штурмовиков и бомбардировщиков нового поколения типа Як-3, ЛаГГ-3, Пе-2, Ил-2 и др.

Однако массовое производство разработанного и получившего путевку в небо в Ленинграде самолета ОКА-38 «Аист» было решено организовать на заводе № 365 в г. Каунасе. Принятое решение в преддверии войны было очевидно непродуманным. Серийный выпуск легкомоторных самолетов нового поколения остановила начавшаяся война. Несколько построенных «Аистов» были уничтожены при первых же бомбежках Литвы.

Необычное задание в марте 1940 г. получил ленинградский завод № 47, основной продукцией которого в последние предвоенные годы были учебно-тренировочные самолеты УТ-1 и УТ-2. По меркам своего времени завод представлял собой достаточно крупное авиационное предприятие, которое занимало производственную площадь почти в 10 тыс. м², располагало более чем 250 единицами станкового оборудования и персоналом около 1 600

человек [2]. Несмотря на то, что с 1936 г. завод № 47 прекратил свою деятельность как Опытный завод Экспериментального института, опытные авиационные системы на нем продолжали проектироваться и строиться.

4 марта 1940 г. в соответствии с постановлением Комитета обороны при Совнаркоме СССР № 119 «О модификации учебно-тренировочного самолета УТ-1 конструкции т. Яковлева» директору авиазавода № 47 было поручено «переконструирование» (так в тексте документа. – Д.Б.) самолета УТ-1-М-11 в тренировочный истребитель. При этом предписывалось вначале построить два опытных экземпляра, вооружив их 7,62-мм пулеметами, стреляющими «через винт».

На выполнение задания отводилось всего три месяца, причем с целью форсирования сдачи опытных самолетов директору завода выделялся премиальный фонд для поощрения конструкторов, инженерно-технических работников и рабочих: за 1-й экземпляр – 200 тыс. р., за 2-й – 100 тыс. р. Постановление подписал Председатель Комитета обороны В.М. Молотов [3]. По всей видимости тренировочный истребитель УТ-1-М-11 должен был стать переходным учебно-боевым самолетом для повышения квалификации кадров летчиков-истребителей. Известно, что на заводе № 47 перед войной проводились опытно-конструкторские разработки по созданию целевого самолета такого класса УТ-3, которые, так же как и по проекту УТ-1-М-11, не дали ожидаемого результата. Начавшаяся Великая Отечественная война остановила все работы по проектам учебно-тренировочных истребителей [1, с. 439, 530].

Значительный объем научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ выполнял в Ленинграде также Экспериментальный авиаприборный завод № 379 Наркомата авиационной промышленности. С 1938 г. он являлся головным исполнителем заказа по планирующим торпедам. Сама идея создания наводящихся на крупные корабли и порты противника авиационных торпед принадлежала инженеру-конструктору Морского научно-технического комитета С.Ф. Вальку.

По его замыслу планер, подвешиваемый под бомбардировщиком, при подходе к цели отделялся и лучом инфракрасного прожектора с самолета наводился на объект поражения. В расчетное время планер с пилотом сбрасывал авиационную торпеду точно на цель, а сам опускался на воду вблизи судна-эвакуатора. Проектом предусматривалась также возможность самостоятельного возвращения планера на «авиаматку». Дальность полета планера при этом по результатам испытаний на озере Ильмень составляла в среднем 27 км. Четыре таких «гидропланера» с полезной нагрузкой 1 000 кг изготовил ленинградский авиазавод № 23.

На заводе № 379 к началу 1938 г. было произведено 138 опытных пусков «летающих торпед» дальнего действия. По сути дела в 1938 г. в Ленинграде был создан прообраз современной крылатой ракеты с телевизионной системой наведения. Два варианта КАБ («корректируемых авиационных бомб») в 1939 г. были успешно испытаны специалистами ленинградского филиала НИИ-24 Наркомата боеприпасов в Финском заливе и в Балтийском море [10, с. 433].

Возможность поражать крупные объекты на дальних дистанциях без риска тяжелых собственных потерь стала приобретать реальные очертания. В 1940 г. предполагалось запустить «летающие торпеды» в серию. Их расчетная дальность должна была превышать 100 км, скорость – до 700 км/ч при пикировании. Наиболее оптимальным носителем новых авиационных торпед считался бомбардировщик ДБ-3.

К сожалению, 19 июля 1940 г. приказом наркома ВМФ Н.Г. Кузнецова все работы по планирующим торпедам были прекращены. О причинах такого решения можно только догадываться. Очевидно, и в этот раз предпочтение было отдано не перспективным, а более простым, дешевым, главное – дающим скорую отдачу проектам.

Между тем в Германии в это же время была разработана фирмой «Блом унд Фосс» планирующая торпеда L 10 «Friedensengel». Правда, серия из 324 штук L 10 была выпущена лишь в конце войны и существенной роли сыграть в военных действиях не успела. А ведь точность попадания управляемых авиабомб по сравнению с обычными была выше в 4–10 раз, самих боеприпасов на поражение целей требовалось в 5–25 раз меньше, самолетовылетов – меньше в 20 раз [10, с. 435, 446].

К перспективным разработкам завода № 379 относились в последние предвоенные годы также проекты создания систем управления беспилотными самолетами по радио, авиационных телемеханических систем и автопилотов. Были не только разработаны, но и апробированы системы телеуправления тяжелым бомбардировщиком ТБ-3, средними бомбардировщиками СБ и ДБ-3 [14, с. 214].

Системы наведения на цель телеуправляемых самолетов создавались также в Остехбюро (напомним, Особое техническое бюро занималось принципиально новыми системами боевой техники и оружия. – Б.Д.). Еще в 1925 г. именно для экспериментов по телеуправлению был создан самолет ТБ-1, ставший впоследствии знаменитым бомбардировщиком.

В 1932 г. начались опытно-конструкторские работы по превращению ТБ-1 в летающую радиоуправляемую бомбу большой мощности. В качестве навигатора в проекте использовался прибор «Дедал», созданный известным конструктором и изобретателем В.И. Бекаури и уже отработанный им на торпедных катерах. 19 октября 1933 г. состоялась успешная демонстрация телемеханического управления самолетом М.Н. Тухачевскому и Я.И. Алкснису [10, с. 22].

Однако в 1937 г. Остехбюро было реорганизовано. В Ленинграде на улице Комсомола, 1/3, корп. 2 «а» было образовано НИИ-22. В него были переданы все работы по авиации и, соответственно, все самолеты и аэродромы бывшего Остехбюро. В 1939 г. наработки НИИ-22 по телемеханическим системам материализовались в проектах легкого самолета У-2 и бомбардировщика ТБ-1 с дистанционным управлением.

Несколько позже в соответствии с постановлением Совета труда и обороны № 42 от 26.01.1940 г. НИИ-22 приступил к разработке телемеханического самолета УТ-2 и командного самолета управления [14, с. 235]. Несмотря на внушительные достижения ленинградских ученых и производственников в решении проблемы дистанционного управления беспилотными летательными аппаратами (в соответствии с современной терминологией БПЛА. – Д.Б.) с мощными зарядами тротила на борту, практического применения эти наработки в боевых действиях начавшейся вскоре Великой Отечественной войны не нашли.

Вышеприведенные примеры свидетельствуют о том, что в течение ряда лет, предшествующих Великой Отечественной войне, в Ленинграде, представлявшем собой крупный военно-промышленный центр страны, осуществлялся широкий спектр научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по авиационной тематике.

Правда, реальное воплощение получили в основном сравнительно простые в техническом отношении проекты ряда модификаций легкомоторного самолета У-2 и десантных систем конструктора П.И. Гроховского. Одной из очевидных причин того, что такие сложные системы, как дистанционно управляемые летательные аппараты, радиолокационные станции, самолеты с реактивными двигателями, малогабаритные морские разведчики и другая перспективная авиационная техника не были приняты на вооружение, является косность руководства страны и вооруженных сил во взглядах на роль и значение новых боевых средств в войнах первой половины XX века.

Примером таких взглядов может служить утверждение наркома обороны Маршала Советского Союза К.Е. Ворошилова о том, что и в 1938 г. «красная кавалерия по-прежнему является победоносной и сокрушающей силой, и может решать большие задачи на всех боевых фронтах» [4, с. 414].

Тем не менее многие наработки конструкторов и производителей Ленинграда послужили хорошей основой для последующего вывода, уже в послевоенные годы, советской авиапромышленности на авангардные позиции в мировом авиапроизводстве.

Список литературы

1. Баргатинов В.А. Крылья России: полная иллюстрированная энциклопедия. – М.: Эксмо, 2008.
2. Государственный архив Российской Федерации (далее ГА РФ). – Ф.8007. – Оп.1. – Д.6.– Л.16.
3. ГА РФ. –Ф.8418. –Оп.24. –Д.811.–Л.1.
4. Долуцкий И.И. Отечественная история. XX век. – М.: Мнемозина, 1994.
5. Козырев М., Козырев В. Авиация стран оси во Второй мировой войне. – М.: ЗАО «Центрполиграф», 2007.
6. Легенды и мифы отечественной авиации: сборник статей/ред.-сост. А.А. Демин. – М.: Фонд содействия авиации «Русские Витязи», 2011. – Вып. 3.
7. Маслов М.А. Ночной бомбардировщик По-2. – М.: ООО Издательство «Цейхгауз», 2009.
8. Минаев П.П. Восстановление и развитие авиационной промышленности Ленинграда в 20–30-е годы XX века. – СПб.: Нестор, 2004.
9. Мухин М.Ю. Авиапромышленность СССР в 1921–1941 годах. – М.: Наука, 2006.
10. Помогайбо А.А. Вырванный меч империи. 1925–1940 гг. – М.: Вече, 2006.
11. Самуэльсон Л. Красный колосс. Становление военно-промышленного комплекса СССР. 1921–1941: пер. с англ. – М., 2001.
12. Солдатова О.Н. Создание авиационного вооружения в 1920–1946 гг. // Военно-исторический журнал. – 2010. – № 1.
13. Степанов А.С. Авиапромышленность Ленинграда и ее перестройка накануне Великой Отечественной войны // Военно-исторический журнал. – 2009. – № 6.
14. Тихонов С.Г. Оборонные предприятия СССР и России. – М.: Издательство «ТОМ», 2010. – Т.2.
15. Центральный государственный архив Санкт-Петербурга (далее ЦГА СПб). – Ф. 1629.– Оп.7. – Д.16.
16. ЦГА СПб. – Ф.1629. – Оп. 7с. –Д.9.
17. ЦГА СПб. – Ф.7086. – Оп.1.– Д.108.
18. ЦГА СПб. – Ф.7086. – Оп.1. – Д.153.

Д.А.Бочинин,
кандидат исторических наук;
А.В.Тарасов,
кандидат военных наук

СОВЕТСКИЕ ТЕЛЕМЕХАНИЧЕСКИЕ САМОЛЕТЫ КАК ПРООБРАЗ СОВРЕМЕННЫХ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ (БПЛА)

На основе малоизвестных документов Государственного архива Российской Федерации рассматривается история создания в Ленинграде в 1939–1941 гг. опытных образцов дистанционно управляемых летательных аппаратов. На авиаприборном заводе № 379 и в НИИ-22 накануне Великой Отечественной войны была сконструирована, построена и испытана серия телемеханических самолетов, называемых на современном языке беспилотными летательными аппаратами (БПЛА).

Ключевые слова: научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы, беспилотный летательный аппарат, авиационный завод, тяжелый бомбардировщик, объекты противника.

С исторической точки зрения идея применения в ходе военных действий дистанционно управляемых самолетов, позволяющих сохранить экипаж как самую дорогую компоненту симбиоза человек-машина, не нова. Накануне Второй мировой войны военные ведомства таких наиболее развитых в индустриальном отношении капиталистических стран, как США, Германия и Англия, активно разрабатывали проекты самолетов-бомбардировщиков с радиоуправлением. Некоторые сведения об этих экспериментах появлялись на страницах советской периодической печати. Так, 4 сентября 1939 г. газета «Правда» отмечала: «В военных кругах Англии и США учитывают, какие огромные преимущества будет иметь в случае войны та страна, которая сумеет сохранить свои кадры квалифицированных пилотов для истребительной авиации, используя самолеты-роботы для самых опасных операций – для бомбардировок» [1].

Разумеется сведения о ведущихся за границей работах по созданию нового авиационного вооружения не могли не беспокоить руководство СССР. В представлении наркома обороны К.Е. Ворошилова Председателю Комитета обороны при СНК СССР В.М. Молотову от 20.09.1939 г. отмечалось, что в области строительства телеуправляемых самолетов наша авиапромышленность отстает от Германии, Англии и США, где уже созданы образцы таких самолетов [2, л.7]. В этой связи в предвоенные годы в Советском Союзе был проведен значительный объем научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (НИОКР) по «телемеханическим самолетам» – так тогда назывались радиоуправляемые с земли или с самолета-наводчика летательные аппараты, начиненные взрывчаткой. Что же конкретно было сделано по состоянию на сентябрь 1939 г. в ВВС РККА в этом направлении?

В мае 1939 г. на ленинградском авиаприборном заводе № 379 завершились опытно-конструкторские работы по созданию телемеханического самолета (ТМС) на базе бомбардировщика ТБ-1, который вскоре был передан на летные испытания. Во время испытаний управляемый по радио ТБ-1 совершал взлеты, полеты к цели и посадки без экипажа на борту. Положительные результаты позволили сделать заключение о возможности промышленного производства боевых ТМС [2, л.8].

Используя имеющиеся наработки, в январе 1940 г. авиаприборный завод № 37 города Ленинграда по решению Комитета обороны приступил к созданию целой линейки ТМС: на базе тяжелого бомбардировщика ТБ-3, среднего бомбардировщика СБ и учебно-тренировочного самолета УТ-2 [3]. Однако ввиду новизны проектов, технических трудностей и отсутствия должного опыта проекты в срок не были готовы. В постановлении Комитета обороны при СНК СССР от 13.09. 1940 г. «Об изменении сроков окончания работ по телемеханическим самолетам» в резкой форме было отмечено невыполнение Наркомавиапромом (НКАП) задач по изготовлению ТМС к установленному времени.

Ходатайство НКАП о продлении сроков ввиду особой важности работ по новому авиационному вооружению было удовлетворено, но ненадолго. К 15 октября 1940 г. требовалось представить самолеты СБ и ТБ-3 «со взлетом без посадки», к 15 декабря 1940 г. – самолеты СБ и ТБ-3 «со взлетом и посадкой», к 15 января 1941 г. – легкий самолет УТ-2 «со взлетом и посадкой» [2, л.82].

О трудностях, с которыми столкнулись руководство авиационной промышленности СССР, конструкторы и производственники завода № 379 и НИИ-22 Ленинграда, нарком авиапрома А.И. Шахурин 11 ноября 1940 г. был вынужден доложить в Комитет обороны К.Е. Ворошилову. Признавая, что постановление Комитета обороны от 26.01.1940 г. о постройке телемеханических самолетов не выполнено, нарком вместе с тем внес предложение об оптимизации работ по ТМС. В частности, он предложил отказаться от одновременной реализации 9 проектов, сократить план постройки до 5 машин и отказаться от одной радиолинии, с одновременным увеличением бюджетных ассигнований заводу № 379 с 3,7 до 8,2 млн. р. [2, л. 90].

Представление об объеме опытно-конструкторских работ по ТМС в конце 1940 г. дают нижеследующие данные Государственного архива Российской Федерации. В 1940 г. на полигонные испытания Наркомата обороны и Наркомата Военно-морского флота были представлены:

- 1) телемеханический самолет ТБ-3 со взлетом без посадки;
- 2) телемеханический самолет СБ со взлетом без посадки;
- 3) телемеханический самолет ТБ-3 со взлетом и посадкой;
- 4) телемеханический самолет СБ со взлетом и посадкой;
- 5) телемеханический самолет УТ-2 со взлетом и посадкой;
- 6) телемеханический самолет ДБ-3 со взлетом и посадкой;
- 7) телемеханический самолет гидросамолет со взлетом и посадкой;
- 8) командный самолет управления ДБ-3;
- 9) командный самолет управления СБ.

Каково же было фактическое состояние работ на участках непосредственных исполнителей проектов в конце 1940 г.?

На ленинградском авиаприборном заводе № 379 проект создания «ТМС ТБ-3 со взлетом без посадки» был реализован на 95 %, самолет проходил летные испытания. Проект «ТМС ТБ-3 со взлетом и посадкой» был выполнен на 70 %, на борту самолета-носителя проводился монтаж радиоаппаратуры. Процент выполнения «ТМС СБ со взлетом без посадки» составлял 75 %, на самолет монтировались приборы управления, осуществлялись полеты для регулировки радиосредств. Бомбардировщик «СБ со взлетом и посадкой» только готовился к летным испытаниям с регулировкой аппаратуры управления.

Радиотелемеханическое оборудование для командных самолетов СБ и ДБ-3 было изготовлено, прошло стендовые испытания и готовилось к проверкам в воздухе. На проведение НИОКР по ТМС завод № 379 затратил 5 млн. 683 тыс. р. Однако для завершения проектных работ требовалось еще 2,5 млн. р. [2, л. 99].

В НИИ-22 (Ленинград) по проекту «ТМС УТ-2 со взлетом и посадкой» работы на конец 1940 г. были выполнены на 90 %. В воздухе проводилась регулировка аппаратуры радиоуправления. На командном самолете СБ проводились летные испытания с отладкой системы управления.

На разработку порученных проектов НИИ-22 израсходовал 1 млн. 412 тыс. руб. Для «доводки» аппаратуры радиоуправления институту требовались дополнительные финансовые средства в размере около 500 тыс. р. Общие фактические затраты НКАП на создание телемеханических самолетов по состоянию на 02.12.1940 г. составили 9 млн. 14 тыс. р. Расходы за 10 месяцев этого года превысили плановые показатели на 3,6 млн. р. [2, л. 100].

Очевидно, что столь значительные затраты и затянувшиеся сроки создания ТМС потребовали в преддверии прогнозируемой войны концентрации усилий конструкторов и производителей нового авиационного вооружения на наиболее «продвинутом» проекте.

4 апреля 1941 г. заместитель наркома обороны генерал-лейтенант авиации П.В. Рычагов утвердил результаты государственных испытаний самолета ТБ-3 4АМ-34-РН с радиотелемеханической линией «Беркут-1», разработанного заводом № 379 НКАП и НИИ-20 НКЭП. Аппаратура ТМС состояла из телеуправляемой автоматики и приемной аппаратуры радиотелемеханической линии. Телемеханический самолет ТБ-3 был способен выполнять под радиоуправлением 20 команд, в том числе 16 пилотажных (взлет, выход на курс, виражи, спуск и др.) и 4 боевые (сброс бомб и стрельба из пулеметов). Дальность полета составила 240 км, выход на курс с точностью плюс-минус 4 градуса. ТЛС не был оснащен системой посадки и мог использоваться только для поражения площадных целей [4, л. 125].

К сожалению, итоговые результаты реализации проекта создания серии беспилотных ударных летательных аппаратов оказались значительно скромнее ожидаемых. Более того, несмотря на полученные наработки в решении проблемы дистанционного управления беспилотными летательными аппаратами (по современной терминологии – БПЛА) с мощными зарядами на борту, практического применения телемеханические самолеты в военных действиях Великой Отечественной войны не нашли.

По свидетельству авторов труда «Специальное оружие Второй мировой войны» М. Козырева и В. Козырева, в 1942 г. телеуправляемый аппарат на базе тяжелого бомбардировщика ТБ-3, начиненный 4 тоннами взрывчатки, был направлен на железнодорожный узел в занятой немецкими войсками Вязьме. Однако из-за возникших неполадок в системе радиоуправления самолет упал, не поразив цели [5, с. 44].

Несовершенство радиосредств управления, не доведенные «до ума» испытания как тяжелых, так и сравнительно легких самолетов помешали советской авиации получить накануне войны грозное, весьма перспективное оружие. Возможность не только разведывать обстановку, корректировать боевые действия войск и сил флота, но и наносить точные удары необходимой мощности без риска для жизни военных специалистов присуща современным БПЛА, в том числе и российского производства.

Как одно из наиболее перспективных направлений научно-технического прогресса в сфере робототехники сегодня на очереди дня находится создание высотных беспилотных комплексов сверхдлительного времени барражирования (до одного года) [6]. Совершенно очевидно – у авиационных систем этого типа не только интересная история, но и большое будущее.

Список литературы

1. Бомбардировщики без пилотов // Правда. – 1939. – 4 сентября.
2. Государственный архив Российской Федерации (далее ГА РФ). – Ф.Р-8418. – Оп.24. – Д.811.
3. Тихонов С.Г. Оборонные предприятия СССР и России. – М.: Издательство «ТОМ», 2010. – Т. 2. – С. 214.
4. ГА РФ. – Ф.Р-8418. – Оп.24. – Д.781.
5. Козырев М., Козырев В. Специальное оружие Второй мировой войны. – М.: ЗАО Центрполиграф, 2009.
6. Кучеренко А. Никто, кроме них // Независимое военное обозрение. – 2012. – 28 декабря.
7. Ремизов М., Крамник И., Клабуков И. Фантазии – на службу стране и армии // Независимое военное обозрение. – 2013. – 29 марта.

Polovnicov V.I. Precision Space Triangulation Method // Proceedings of the Military Space academy named after A.F. Mozhaisky. – SPb.: MSA named after A.F. Mozhaisky, 2013. – Release 638. – P. 5–8.

In this article practical application of precision space triangulation method while performing angle measures of orbits parameters of space objects on star sky is considered.

Key words: spacecraft, space object, control, method, coordinates determination, triangulation, measuring.

Zaborovskiy I.S. Calculation of the features adaptive median detector of radar signal in lumpy background // Proceedings of the Military Space academy named after A.F. Mozhaisky. – SPb.: MSA named after A.F. Mozhaisky, 2013. – Release 638. – P. 9–15.

Broughted methods of the estimation of the features of the finding radar signal in lumpy background when use so named median adaptive detector, beside which as estimations to intensities lumpy background is used element of the supporting sample of the channel of the regulation of the threshold with fixed by rank.

Key words: adaptive detector of radar signal, constant level of the false alarms.

Concept of communication network formation with mobile subscribers based by multitude of satellites on miscellaneous height: principles of lock stations and consumers equipment construction / K.Y. Tsvetkov, A.F. Akmolov, S.N. Efimov, E.A. Viktorov, A.S. Veremchuk // Proceedings of the Military Space academy named after A.F. Mozhaisky. – SPb.: MSA named after A.F. Mozhaisky, 2013. – Release 638. – P. 16–24.

It's described recommendations about realization of various user's equipment and lock stations, comprised in multisatellite communication system based on satellite on miscellaneous height. It's seemed basic requirements to mobile terminals of military consumers. It's described structural scheme of user's equipment realization. It's seemed realization of lock stations transmitting complex and the taken out pools of single-channel stations. It's described generalized structural schemes of lock station transmitting complex and taken out pool of single channel stations.

Key words: lock station, mobile terminal, satellite-repeater, transmitting complex, taken out pool of single channel station, multisatellite communication system.

Gusenitsa Y.N., Vikhrev I.V. Information model of view of software weapons Forces Aerospace Defense // Proceedings of the Military Space academy named after A.F. Mozhaisky. – SPb.: MSA named after A.F. Mozhaisky, 2013. – Release 328. – P. 25–30.

This article presents the information model of view of software weapons Forces Aerospace Defense. The information model allows us to implement real-time adjustment and the development of software decisions for the location of errors in the software of weapons Forces Aerospace Defense.

Key words: information model, view of software, software error.

Gusenitsa Y.N., Kruglyak Y.L., Petric D.O. Some features of the software reliability of automated systems of command and control // Proceedings of the Military Space academy named after A.F. Mozhaisky. – SPb.: MSA named after A.F. Mozhaisky, 2013. – Release 328. – P. 31–46.

This article presents the concepts of software error, failure and reliability of software. In addition, this article shows the relationship between software error, failure and reliability of software, describes differences between failure of software and failure of hardware and describes differences between reliability of software and reliability of hardware.

Key words: software error, failure of software, of states, reliability of software.

Bescostyi D.F. Adaptation of signal processing algorithms to deviations statistics noise of normal distribution law// Proceedings of the Military Space academy named after A.F. Mozhaisky. – SPb.: MSA named after A.F. Mozhaisky, 2013. – Release 638. – P. 37–41.

An assessment of the potential of detecting signals from the background noise with non-Gaussian distribution law. Offered a fairly simple way of changing the processing algorithm that takes into account the input noise statistics.

Key words: impulse noise, the likelihood ratio, the signal processing algorithm, the nonlinear conversion, the correlator.

Kalinina M.I., Petrova I.S. A need for training in higher education institutions based on quality assurance // Proceedings of the Military Space academy named after A.F. Mozhaisky. – SPb.: MSA named after A.F. Mozhaisky, 2013. – Release 638. – P.42–46.

In this paper, we study the need for training high school students the basics of quality assurance. A brief description of quality assurance, the evolution of the existing approaches to quality requirements. Shows that for companies in Russia, including the universities, characterized by the application of ISO 9000 in the development and implementation of quality management systems. Noted that the lack of qualified professionals for quality management at middle management level has a negative impact on the processes related to the implementation and maintenance of quality management systems.

Keywords: service quality, quality management system, quality certification.

Bochinin D.A. About developments of new aerotecnics in Leningrad on the eve of Great Patriotic War// Proceedings of the Military Space academy named after A.F. Mozhaisky. – SPb.: MSA named after A.F. Mozhaisky, 2013. – Release 638. – P. 47–53.

Before the great patriotic war in the aviation factories of Leningrad was produced more than 2000 standard and prototype planes annually.

The most famous was the instructional design of the u-2 N.n. Polikarpov. U-1 based aviation plant No. 23 designers have created numerous versions of this aircraft, including night bomber.

The aviation plant No. 47 and no. 379, Scientific Research Institute No. 22 the city of Leningrad on the eve of the great patriotic war was documented and tested experimental technique of VVS-PG-69, seaplane training fighter UT-1-m-11, high-altitude aircraft, glider telemechanical and other aircraft.

Key words: the U -2, night bomber, aviation equipment, flying torpedo, radio-controlled bomb, the aviation industry of Leningrad.

Bochinin D.A., Tarasov A.V. Telemechanical Soviet aircraft as the prototype of modern unmanned aerial vehicles // Proceedings of the Military Space academy named after A.F. Mozhaisky. – SPb.: MSA named after A.F. Mozhaisky, 2013. – Release 638. – P. 54–56.

Research and development of unmanned aerial vehicles (UAVs) in the Soviet Union took place on the eve of World War II.

On behalf of the Defence Committee No. 379 aircraft factory in the city of Leningrad was created by drone-TB-3 heavy bomber. Armed with 4 tons of dynamite, the aircraft was capable of striking enemy targets at a range of up to 240 km.

Key words: scientific research and experimental development, an unmanned aerial vehicle, aircraft plant, heavy bomber, enemy targets.

Акмолов Алексей Феликсович, доцент кафедры сетей и систем связи космических комплексов Военно-космической академии имени А.Ф. Можайского (197198, Россия, Санкт-Петербург, ул. Ждановская, 13); кандидат технических наук, доцент; тел.: 8 (812) 235-30-63, e-mail: akm78@mail.ru.

Бескостый Дмитрий Федорович, преподаватель кафедры средств предупреждения о ракетном нападении Военно-космической академии имени А.Ф. Можайского (197198, Россия, Санкт-Петербург, ул. Ждановская, 13); кандидат технических наук, доцент; тел.: 8 (911) 748-43-52.

Бочинин Дмитрий Анатольевич, доцент кафедры социально-экономических дисциплин Военно-космической академии имени А.Ф. Можайского (197198, Россия, Санкт-Петербург, ул. Ждановская, 13); кандидат исторических наук; тел.: 8 (812) 580-79-31.

Веремчук Александр Сергеевич, старший помощник начальника учебной части факультета переподготовки и повышения квалификации Военно-космической академии имени А.Ф. Можайского (197198, Россия, Санкт-Петербург, ул. Ждановская, 13); тел.: 8 (812) 235-30-63.

Викторов Евгений Александрович, преподаватель кафедры сетей и систем связи космических комплексов Военно-космической академии имени А.Ф. Можайского (197198, Россия, Санкт-Петербург, ул. Ждановская, 13); кандидат технических наук; тел.: 8 (812) 235-30-63.

Вихрев Иван Валерьевич, курсант 985/2-й учебной группы Военно-космической академии имени А.Ф. Можайского (197198, Россия, Санкт-Петербург, ул. Ждановская, 13); тел.: 8 (911) 968-70-87, e-mail: vihrev.2012@mail.ru.

Гусеница Ярослав Николаевич, преподаватель 116-й кафедры Военно-космической академии имени А.Ф. Можайского (197198, Россия, Санкт-Петербург, ул. Ждановская, 13); тел.: 8 (911) 795-41-52, e-mail: Yaromir226@mail.ru.

Ефимов Сергей Николаевич, заместитель начальника кафедры сетей и систем связи космических комплексов Военно-космической академии имени А.Ф. Можайского (197198, Россия, Санкт-Петербург, ул. Ждановская, 13); кандидат технических наук, доцент; тел.: 8 (812) 235-30-63.

Заборовский Игорь Станиславович, старший преподаватель кафедры средств предупреждения о ракетном нападении Военно-космической академии имени А.Ф. Можайского (197198, Россия, Санкт-Петербург, ул. Ждановская, 13); кандидат технических наук, доцент; тел.: 8 (911) 724-32-71.

Калинина Марина Ивановна, старший научный сотрудник 232-й лаборатории ВИ(НИ) Военно-космической академии имени А.Ф. Можайского (197198, Россия, Санкт-Петербург, ул. Ждановская, 13); кандидат педагогических наук; тел.: 8(905) 231-49-59.

Кругляк Юрий Леонидович, доцент 95-й кафедры Военно-космической академии имени А.Ф. Можайского (197198, Россия, Санкт-Петербург, ул. Ждановская, 13); тел.: 8 (911) 180-31-02, e-mail: Kaf_12@mail.ru.

Петрич Дмитрий Олегович, преподаватель 95-й кафедры Военно-космической академии имени А.Ф. Можайского (197198, Россия, Санкт-Петербург, ул. Ждановская, 13); тел.: 8 (981) 819-49-22, e-mail: thief-waraga@mail.ru.

Петрова Ирина Серафимовна, младший научный сотрудник 231-й лаборатории ВИ(НИ) ВКА имени А.Ф. Можайского (197198, Россия, Санкт-Петербург, ул. Ждановская, 13); тел.: 8(911) 959-87-52.

Половников Виталий Иванович, старший научный сотрудник 1-го управления ВИ(НИ) Военно-космической академии имени А.Ф. Можайского (197198, Россия, Санкт-Петербург, ул. Ждановская, 13); доктор технических наук.

Тарасов Александр Владимирович, заведующий кафедрой социально-экономических дисциплин Военно-космической академии имени А.Ф. Можайского (197198, Россия, Санкт-Петербург, ул. Ждановская, 13); кандидат военных наук; тел.: 8 (812) 304-71-19.

Цветков Кирилл Юрьевич, начальник кафедры сетей и систем связи космических комплексов Военно-космической академии имени А.Ф. Можайского (197198, Россия, Санкт-Петербург, ул. Ждановская, 13); доктор технических наук, профессор; тел.: 8 (812) 235-30-63.

Аверкиев Николай Фёдорович, профессор 16-й кафедры Военно-космической академии имени А.Ф. Можайского (197198, Россия, Санкт-Петербург, ул. Ждановская, 13); доктор технических наук, профессор; тел.: 8 (812) 325-99-16.

Алексеев Тимофей Владимирович, профессор кафедры социально-экономических дисциплин Военно-космической академии имени А.Ф. Можайского, (197198, Россия, Санкт-Петербург, ул. Ждановская, 13); доктор исторических наук; тел.: 8 (812) 347-96-04.

Алешкин Андрей Петрович, профессор кафедры передающих, антенно-фидерных устройств и средств СЕВ Военно-космической академии имени А.Ф. Можайского (197198, Россия, Санкт-Петербург, ул. Ждановская, 13); доктор технических наук, профессор.

Басыров Александр Геннадьевич, начальник 62-й кафедры (информационно-вычислительных систем и сетей) Военно-космической академии имени А.Ф. Можайского (197198, Россия, Санкт-Петербург, ул. Ждановская, 13); тел.: 8 (911) 248-57-80.

Еремеев Михаил Алексеевич, начальник кафедры систем сбора и обработки информации Военно-космической академии имени А.Ф. Можайского (197198, Россия, Санкт-Петербург, ул. Ждановская, 13); доктор технических наук, профессор.

Зикратов Игорь Алексеевич, заведующий кафедрой безопасности информационных технологий НИУ ИТМО; доктор технических наук, профессор; тел.: 8 (931)306-01-95.

Онуфрей Андрей Юрьевич, ведущий научный сотрудник ВИ(НИ) Военно-космической академии имени А.Ф. Можайского (197198, Россия, Санкт-Петербург, ул. Ждановская, 13); доктор технических наук; тел.: 8 (812) 393-95-72.

Петров Геннадий Дмитриевич, профессор 103-й кафедры Военно-космической академии имени А.Ф. Можайского, (197198, Санкт-Петербург, ул. Ждановская, 13); доктор технических наук; тел.: 8 (812) 347-95-87.

Попов Александр Сергеевич, старший научный сотрудник 232-й лаборатории ВИ(НИ) ВКА имени А.Ф. Можайского (197198, Россия, Санкт-Петербург, ул. Ждановская, 13); доктор технических наук, профессор.

Смагин Владимир Александрович, профессор 75-й кафедры ВКА имени А.Ф. Можайского (197198, Россия, Санкт-Петербург, ул. Ждановская, 13); доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки и техники РСФСР; тел.: 8 (812) 235-27-78, e-mail: va_smagin@mail.ru.

Шишов Юрий Аркадьевич, ведущий научный сотрудник 55-го отдела ВИ(НИ) Военно-космической академии имени А.Ф. Можайского (197198, Россия, Санкт-Петербург, ул. Ждановская, 13); доктор технических наук, профессор; тел.: 8 (911) 719-49-18.

ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ СТАТЕЙ ДЛЯ ОПУБЛИКОВАНИЯ В ИЗДАНИИ «ТРУДЫ ВОЕННО-КОСМИЧЕСКОЙ АКАДЕМИИ ИМЕНИ А.Ф. МОЖАЙСКОГО»

1. Тексты публикаций представляют в отдел военно-технической информации в электронном и печатном виде на русском языке. К печатному варианту статьи необходимо приложить:

- экспертное заключение о возможности открытой публикации;
- две рецензии (рецензент не ниже ученой степени доктора наук);
- сведения об авторе (авторах) и рецензентах:
фамилия, имя, отчество (полностью);
ученая степень, звание, должность;
место работы, контактный телефон, электронный адрес;
- реферат публикации на английском языке (перед рефератом - библиографическое описание публикации на английском, а после него - ключевые слова на английском);
- аннотацию на русском языке помещают после названия публикации перед основным текстом (сразу после аннотации набирают ключевые слова на русском языке); размер шрифта для аннотации и ключевых слов – 10 пт.;

Файл с публикацией предоставляют на диске после внесения исправлений редактора. На этом же диске должны быть сведения об авторах и рецензентах, а также реферат публикации на английском языке вместе с библиографическим описанием и ключевыми словами на английском.

Автор имеет право публиковаться в выпуске один раз, второй раз – в соавторстве.

2. Объем статьи должен быть 5-7 страниц (включая рисунки, таблицы и библиографические ссылки).

3. Параметры страницы. Формат А4 (210×297 мм). Размеры полей должны соответствовать «шаблону», разработанному в ОВТИ. Авторы его могут взять у редакторов, ответственных за выпуск трудов.

4. Текст публикации должен быть четким и контрастным. Шрифт - Times New Roman, размер - 12 пт., перенос слов обязателен.

5. Формулы, рисунки, фотографии размещают в тексте публикации.

6. Иллюстрации предоставляют в черно-белом варианте.

7. Номера страниц не печатаются.

8. Первая страница содержит:

- в левом верхнем углу инициалы и фамилию автора (авторов);
- ниже курсивом – ученую степень, звание автора (авторов);
- после пробела – с абзаца каждую строчку (равнение с левого края), название статьи – заглавными буквами без подчеркивания (размер шрифта 14 пт.); текст публикации печатается через два пробела.

9. Список используемой литературы оформляется согласно ГОСТу 7.12-93 «Библиографическая запись...», ГОСТу 7.1-84 «Библиографическое описание документа». Нумерация позиций в списке соответствует очередности ссылок в тексте.

**ПРЕДЛАГАЕМЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИХ
И СПЕЦИАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ДЛЯ ОПУБЛИКОВАНИЯ
В ЕЖЕКВАРТАЛЬНОМ ИЗДАНИИ
«ТРУДЫ ВОЕННО-КОСМИЧЕСКОЙ АКАДЕМИИ
ИМЕНИ А.Ф.МОЖАЙСКОГО»**

1. Оперативное искусство и тактика Войск воздушно-космической обороны
2. Проблемы управления и эксплуатации вооружения и военной техники Войск воздушно-космической обороны
3. Информационная безопасность ВС РФ.
4. Актуальные проблемы информационного обеспечения деятельности Войск воздушно-космической обороны.
5. Проблемы формирования человеческого фактора в обеспечении надежности сложных технических систем.
6. Проблемы совершенствования системы высшего и военно-специального образования.
7. Вопросы гуманитарных научных дисциплин.
8. Рецензии, отзывы, мнения.