СОДЕРЖАНИЕ

АВИАЦИОННАЯ И РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКАЯ ТЕХНИКА

Кондаурова Н.И., Дядечкин В.И.
Факторы, влияющие на надежность сложных систем управления воздушным движением 5

Сакулин А.Н., Мальцев Г.Н.
Сравнительный анализ вариантов использования в системе ГЛОНАСС радиотехнической и лазерной аппаратуры межспутниковых измерений 10

РАДИОТЕХНИКА И СВЯЗЬ

Евстигнеев А.С.
Анализ помехозащищенных протоколов, использующих OFDM-технологии 14

Потапов А.Н., Назаров Т.И.
Реализация механизма управляемости для описания функционирования радиоэлектронных объектов 17

ИНФОРМАТИКА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И УПРАВЛЕНИЕ

Легков К.Е., Скоробогатова О.А., Буренин А.Н., Умаров А.Б.
Перспективы развития автоматизированных систем управления специального назначения 22

Сысков В.В., Коваленко Д.В.
Подход к использованию платформы процессного управления при построении АСУ 26

CONTENTS

AVIATION, SPACE-ROCKET HARDWARE

Kondaurova N.I., Dyadechkin V.I.
Factors affecting the reliability of complex systems of air traffic control 5

Sakulin A.N., Maltsev G.N.
Comparative analysis of use cases in the system GLONASS radio and laser equipment for inter-satellite measurements 10

RF TECHNOLOGY AND COMMUNICATION

Evstigneev A.S.
Analysis of interference-tolerant protocols that use OFDM technology 14

Potapov A.N., Nazarov T.I.
The implementation of the mechanism of controllability for describing the operation of radio electronic facilities 17

INFORMATICS, COMPUTER ENGINEERING AND CONTROL

Legkov K.E., Skorobogatova O.A., Burenin A.N., Umarov A.B.
Perspective of development of automated control systems of special purpose 22

Syskov V.V., Kovalenko D.V.
The method of using platform process management when you build automatically systems control 26

Тематика публикуемых статей в соответствии с перечнем групп специальностей научных работников по Номенклатуре специальностей:

01.01.00	Математика
05.07.00	Авиационная и ракетно-космическая техника
05.11.00	Приборостроение, метрология и информационно-измерительные приборы и системы
05.12.00	Радиотехника и связь
05.13.00	Информатика, вычислительная техника и управление

Факторы, влияющие на надежность сложных систем управления воздушным движением

Кондаурова Н.И., Дядечкин В.И.
Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил Военно-воздушная академия им. профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина (г. Воронеж)

Аннотация

Рассмотрены основные показатели надежности системы управления воздушным движением на основе изменения показателя коэффициента готовности и технического использования.

Ключевые слова: сложная система; надёжность; управление; воздушное движение; коэффициент готовности.

Введение

Под надежностью системы управления воздушным движением понимается свойство системы сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения, технического обслуживания, хранения и транспортирования.

Показатель надежности представляет собой количественную характеристику одного или нескольких свойств, составляющих надежность объекта.

Надежность системы управления воздушным движением будет определяется безотказностью, достоверностью функционирования и характеристиками обслуживания, в первую очередь ремонтопригодностью (восстанавливаемостью после отказа), восстанавливаемостью информации после сбоев и проверкопригодностью.

Безотказность системы управления воздушным движением – свойство системы сохранять работоспособность в течение определенного промежуток времени при условии удовлетворения заданных ограничений на условия эксплуатации. Безотказность системы управления воздушным движением характеризуется закономерностями возникновения отказов. Безотказность системы управления воздушным движением может быть оценена средним временем наработки системы на один отказ ($\overline{T_0}$).

Последствия отказов характеризуются случайными величинами продолжительности перерыва в функционировании системы из-за ремонтных работ (случайными величинами продолжительности ремонта). Ремонтопригодность системы управления воздушным движением это степень приспособленности системы к предупреждению, обнаружению и устранению отказов. Ремонтопригодность определяет потерю работоспособности системы вследствие необходимости производить устранение неисправностей. Количество времени, затрачиваемого на ремонт для устранения отказов, является случайной величиной. Ремонтопригодность системы управления воздушным движением можно оценить средним временем устранения неисправности, другими словами, средним значением времени восстановления работоспособности после отказа ($\overline{T_{B.O.}}$). Работа системы управления воздушным движением заключается в выполнении преобразовании информации. В силу указанной специфики рабочего процесса надежность системы управления воздушным движением наряду с безотказностью определяется также достоверностью функционирования. Достоверность функционирования системы управления воздушным движением – это свойство системы, определяющее безошибочность производных преобразования информации и характеризуемое закономерностями появления ошибок из-за сбоев. Достоверность функционирования системы управления воздушным движением можно оценить средним временем наработки системы на один сбой

($\overline{T_C}$). Система управления воздушным движением считается восстанавливаемым объектом, если во время эксплуатации может производиться ремонт по устранению возникающих неисправностей. В противном случае система является невосстанавливаемым объектом.

Технически исправное состояние элементов системы управления воздушным движением в процессе эксплуатации поддерживают проведением профилактических и восстановительных работ.

Для осуществляемых в процессе эксплуатации элементов системы работ по поддержанию и восстановлению их работоспособности характерны значительные затраты труда, материальных средств и времени. Как правило, эти затраты за время эксплуатации изделия значительно превышают соответствующие затраты на его изготовление. Совокупность работ по поддержанию и восстановлению работоспособности и ресурса элементов системы подразделяют на техническое обслуживание и ремонт, которые, в свою очередь, подразделяют на профилактические работы, осуществляемые в плановом порядке и аварийные, проводимые по мере возникновения отказов или аварийных ситуаций.

Свойство ремонтопригодности изделий влияет на материальные затраты и длительность простоев в процессе эксплуатации. Ремонтопригодность тесно связана с безотказностью и долговечностью элементов системы управления воздушным движением. Так, для элементов, с высоким уровнем безотказности, как правило, характерны низкие затраты труда и средств на поддержание их работоспособности.

Показатели безотказности и ремонтопригодности элементов являются составными частями комплексных показателей, таких как коэффициенты готовности *К*г. и технического использования *К*т.и. К показателям надежности, присущим только восстанавливаемым элементам системы, следует отнести среднюю наработку на отказ, наработку между отказами, вероятность восстановления, среднее время восстановления, коэффициент готовности и коэффициент технического использования.

Средняя наработка на отказ - наработка восстанавливаемого элемента, приходящаяся, в среднем, на один отказ в рассматриваемом интервале суммарной наработки или определенной продолжительности эксплуатации:

$$T_0 = \frac{1}{m}\sum_{i=1}^{m} t_i$$

где t_i - наработка элемента до *i-го* отказа; m - число отказов в рассматриваемом интервале суммарной наработки.

Наработка между отказами определяется объемом работы элемента от i-го отказа до (i + 1)-го, где i =1, 2,..., m.

Среднее время восстановления одного отказа в рассматриваемом интервале суммарной наработки или определенной продолжительности эксплуатации:

$$T_B = \frac{1}{m}\sum_{i=1}^{m} t_{вi}$$

Где $t_{вi}$ — время восстановления i-го отказа; m - число отказов в рассматриваемом интервале суммарной наработки.

Коэффициент готовности Кг. представляет собой вероятность того, что элемент системы будет работоспособно в произвольный момент времени, кроме периодов выполнения планового технического обслуживания, когда применение изделия по назначению исключено. Этот показатель является комплексным, так как он количественно характеризует одновременно два показателя: безотказность и ремонтопригодность.

В стационарном (установившемся) режиме эксплуатации и при любом виде закона распределения времени работы между отказами и времени восстановления коэффициент готовности определяют по формуле:

$$K_Г = \frac{T_0}{T_0 + T_B},$$

где T_0 - средняя наработка на отказ; T_B - среднее время восстановления одного отказа.

Таким образом, анализ формулы показывает, что надежность элемента является функцией не только безотказности, но и ремонтопригодности. Это означает, что низкая надежность может быть несколько компенсирована улучшением ремонтопригодности. Чем выше интенсивность восстановления, тем выше готовность изделия. Если время простоя велико, то готовность будет низкой.

Другой важной характеристикой ремонтопригодности является коэффициент технического использования, который представляет собой отношение наработки изделия в единицах времени за некоторый период эксплуатации к сумме этой наработки и времени всех простоев, обусловленных устранением отказов, техническим обслуживанием и ремонтами за этот период. Коэффициент технического использования представляет собой вероятность того, что изделие будет работать в надлежащем режиме за время *T*. Таким образом, $K_И$ определяется двумя основными факторами – надежностью и ремонтопригодностью.

Коэффициент технического использования характеризует долю времени нахождения элемента в работоспособном состоянии относительно рассматриваемой продолжительности эксплуатации. Период эксплуатации, для которого определяется коэффициент технического использования, должен содержать все виды технического обслуживания и ремонтов. Коэффициент технического использования учитывает затраты времени на плановые и неплановые ремонты, а также регламенты, и определяется по формуле:

$$K_{Т.И} = \frac{t_Н}{t_Н + t_В + t_Р + t_о}$$

где t_H – суммарная наработка изделия в рассматриваемый промежуток времени; t_B, t_P, и t_0 – соответственно суммарное время, затраченное на восстановление, ремонт и техническое обслуживание изделия за тот же период времени.

На основании выше изложенного приведем пример методики оценки надежности системы управления воздушным движением. Пусть наработка объекта на отказ имеет распределение Вейбулла-Гнеденко и представлена формулой:

$$F(x) = 1 - \exp(-(\frac{x}{\lambda})^{\alpha}).$$

Времена минимального восстановления и проведения полного ТО являются случайными величинами и распределены по экспоненциальному закону, соответственно с параметрами λ_1, λ_2. T_s – протяжение времени моделирования функционирования объекта. В таблице 1, приведены исходные даны и результаты применения данной методики для них, причем при этих оценок ошибка расчета с вероятностью 0.98 не превышает 1 %.

Таблица 1

Исходные даны и результаты применения методики для оценки надежности системы

Исходные даны									Результаты			
λ	α	λ_1	λ_2	T_w	T_s	d_1	d_2	d_3	$K_г$	$K_{ти}$	D_1	D_2
150	2	5	24	600	6000	10	20	35	0.897	0.864	6.211	3.789

Для таких же исходных данных, на рис. 2, представлены зависимости изменений коэффициента ТО ($K_{ти}$) и коэффициента готовности ($K_г$) с увеличением T_W - периода проведения полного ТО. Анализ графиков, представленных на рис. 2, показывает, что коэффициент готовности достигает значений, близких к единице при малых значениях времени эксплуатации ($K_г$=0.98, при T_W=100 ч). Это объясняется тем, после полного ТО все характеристики объекта обновляются, следовательно, работ, связанных с минимальным восстановлением объекта практически не требуется.

Для решения задачи оптимизации периода проведения ТО в пределах ошибок меньше, чем 1 % с достоверной вероятностью 0.97 были реализованы 6174 траектории процесса функционирования объекта.

Полученные значения T_w и соответствующие им оптимальные полученные значения приведены в таблице 2.

Таблица 2

Значения T_w и соответствующие им значения $K_{ти}$

Оптимальные значения	Соответствующие T_W
$K_{ти(max)}$=0.883	320
$D_{1(max)}$=6.5	540

Заметим, что значение $K_{ти}$ не достигает максимального значения при малых значениях T_W. Это происходит потому, что в коэффициенте технического использования учитывается, по своей сути, время, затрачиваемое на проведение ТО и ремонта.

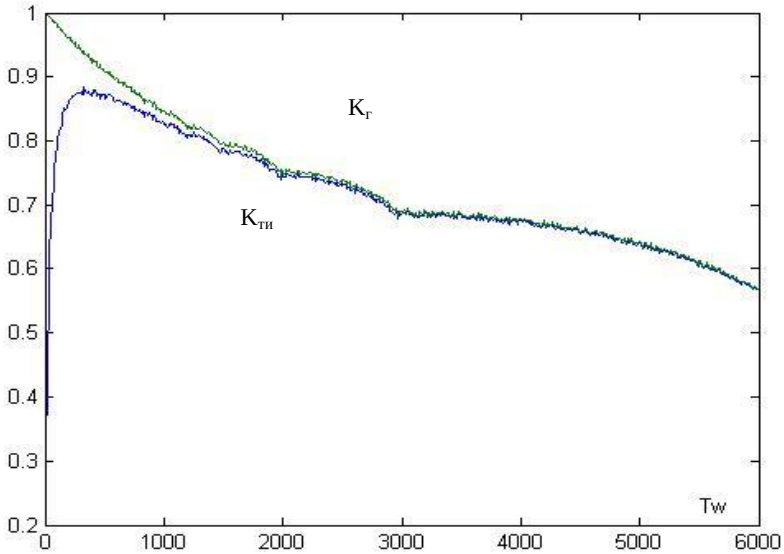

Рис. 1. Изменение коэффициента технического использования ($K_{ти}$) и коэффициента готовности ($K_г$) объекта с изменением T_W - период проведения полного ТО

Заключение

Таким образом, методика, основанная на имитационном моделировании, может эффективно применяться для решения задач, связанных с оценкой надежности информационных систем, оптимизацией периода ТО, причем с любой требуемой точностью. Единственный фактор, ограничивающий ее возможности – это стоимость в смысле машинного времени.

Литература

1. Байхельт Ф., Франкен П. Надежность и техническое обслуживание. Математический подход: Пер. с нем. М.: Радио и связь. 1988. 392 с.

2. Петухов О.А. Моделирование: системное, имитационное, аналитическое: учеб. Пособие. Петухов О.А., Морозов А.В., Петухова Е.О. 2-е изд. испр. и доп. СПБ.: Изд-во СЗТУ. 2008. 288 с.

Для цитирования:
Кондаурова Н.И., Дядечкин В.И. Факторы, влияющие на надежность сложных систем управления воздушным движением // i–methods. 2014. Т. 6. № 3. С. 5–9.

Factors affecting the reliability of complex systems of air traffic control

Kondaurova N.I., Dyadechkin V.I.
Military educational scientific center air force Military air Academy. Professor N. E. Zhukovsky and Y. A. Gagarin (Voronezh);

Abstract
Considered the main indicators of reliability of system of air traffic control based on the change in index of availability and technical use.

Keywords: complex system; reliability; management; air traffic; factor of readiness.

References
1. Beichelt F., Franken P. Reliability and maintenance. Mathematical approach: TRANS. with it. M.: Radio and communication. 1988. 392 p.
2. Petukhov O A. Modeling: system, simulation, analysis: proc. Allowance. Petukhov O.A., Morozov A.V., Petukhova E.O. 2nd ed. Rev. and additional SPB.: Publishing house of the SZTU. 2008. 288 p

For citation:
Kondaurova N.I, Dyadechkin V.I. Factors affecting the reliability of complex systems air traffic control // i–methods. 2014. Vol. 1. No. 3. Pp. 5–9.

Сравнительный анализ вариантов использования в системе ГЛОНАСС радиотехнической и лазерной аппаратуры межспутниковых измерений

Сакулин А.Н.
к.т.н.

Мальцев Г.Н.
к.т.н., профессор, Военно–космическая академия имени А.Ф. Можайского

Аннотация

Рассмотрены принципы применения в системе ГЛОНАСС бортовой аппаратуры межспутниковых измерений. Приводятся результаты сравнительного анализа радиотехнической и лазерной аппаратуры межспутниковых измерений, рассмотрены их основные преимущества и недостатки. Сделан вывод о том, что для текущего этапа внедрения в системе ГЛОНАСС технологии межспутниковых измерений как в межспутниковых каналах, так и в каналах передачи результатов измерений на Землю, наиболее предпочтительно использование радиотехнической аппаратуры.

Ключевые слова: ГЛОНАСС; радиотехническая аппаратура; лазерная аппаратура; межспутниковые измерения; радионавигационная система.

Введение

В настоящее время космическая радионавигационная система ГЛОНАСС функционирует в штатном составе орбитальной группировки и развивается в рамках Федеральной целевой Программы «Поддержание, развитие и использование системы ГЛОНАСС на 2012-2020 годы». Основным направлением развития системы ГЛОНАСС является улучшение ее потребительских характеристик, определяемых точностью навигационных определений потребителей. В рамках данного направления в системе вводится режим межспутниковых измерений [1,2]. Для этого космические аппараты (КА) «ГЛОНАСС-М» и «ГЛОНАСС-К» оснащаются бортовой аппаратурой межспутниковых измерений (БАМИ). В американской космической радионавигационной системе GPS аналогичный режим, называемый технологией автономной навигации AutoNav, используется с конца 90-х годов.

Основная часть

Аппаратура БАМИ предназначена для проведения взаимных измерений текущих навигационных параметров навигационных КА и обмена результатами измерений между ними по межспутниковым каналам. Кроме того, эти результаты передаются на Землю и используются при решении задач эфемеридного обеспечения системы. Использование БАМИ позволяет повысить точность формируемого системой ГЛОНАСС навигационного поля и навигационных определений потребителей. Это становится возможно благодаря совместной обработке наземных и бортовых измерений и их использованию в интересах повышения точности эфемеридного обеспечения системы. Необходимость повышения точности эфемеридного обеспечения потребителей космических радионавигационных систем II поколения (ГЛОНАСС, GPS) обусловлена быстрым (в течение нескольких часов) увеличением погрешности эфемерид навигационных КА в условиях действия возмущений на их орбитальное движение и ухода характеристик бортовых источников навигационных сигналов.

Увеличение интервала прогноза эфемерид и шкалы времени эквивалентно проведению их коррекции. Если полагать, что без уточнения эфемерид и коррекции бортовых генераторов составляющие погрешности измерения потребителями псевдодальности достигают уровня, соответствующего 24 часам после коррекции, а за счет проведения межспутниковых измерений

точность прогноза эфемерид и синхронизации излучений поддерживается на уровне, соответствующем 2 часам после коррекции, то результирующая погрешность измерений измерения потребителями псевдодальности уменьшается в 2-3 раза.

В системе ГЛОНАСС с помощью БАМИ предполагается решение следующих задач:

1. Формирование и передача измерительных сигналов для приема их на всех КА системы, находящихся в зоне радиовидимости излучающего КА.

2. Прием измерительных сигналов от всех излучающих КА, находящихся в зоне радиовидимости принимающего КА.

3. Измерение параметров относительного движения излучающего и принимающего КА.

4. Передача и прием измерительной и временной информации всем и от всех КА находящихся в зоне радиовидимости, а также передача всех результатов измерений на наземные пункты приема информации.

5. Передача и прием специальных информационных сообщений всем КА и от всех КА находящихся в зоне радиовидимости.

С точки зрения решаемых задач БАМИ является совмещенной системой с измерительным и информационным каналами. Работа БАМИ осуществляется в автоматизированном режиме. Циклограмма работы БАМИ должна обеспечивать периодическое вхождение в связь с несколькими (до 6) КА и одновременную работу с ними. В настоящее время разработаны и проходят летные испытания два варианта аппаратуры БАМИ с радиотехническими и лазерными межспутниковыми линиями связи [3,4]. При этом в радиотехнической БАМИ используются сложные сигналы на основе сверхдлинных псевдослучайных последовательностей (ПСП) и приемно-передающая антенна, формирующая диаграмму направленности специальной «зонтикообразной» формы, что позволяет одновременно работать с 6 навигационными КА с временным и частотно-кодовым разделением каналов. Лазерная БАМИ разрабатывается в одноканальном и четырехканальном вариантах, при этом одноканальная система и каждый канал четырехканальной системы одновременно могут работать узким лазерным пучком только с одним навигационным КА.

Радиотехническая БАМИ работает в дециметровом диапазоне 2,2 ГГц (длина волны 13,6 см). Реализуется жесткая циклограмма работы и обеспечивается одновременная работа БАМИ с 6 КА. Лазерная БАМИ работает в ближнем ИК-диапазоне 0,83 мкм. Четырехканальная лазерная БАМИ, по сути. представляет собой конструктивно объединенные одноканальных БАМИ, работающие независимо друг от друга. Жесткая циклограмма работы отсутствует, для перехода от работы с одним КА к работе с другим КА необходимо перенацеливание лазерного пучка и соответствующее командно-программное обеспечение.

Сравнительный анализ вариантов использования в системе ГЛОНАСС радиотехнической и лазерной БАМИ позволяет выделить следующие их достоинства и недостатки.

Основным достоинством радиотехнической БАМИ является возможность реализации полностью автоматического режима работы по заданной циклограмме с требуемой периодичностью проведения измерений. Благодаря использованию специальной антенны с «зонтикообразной» диаграммой направленности и частотно-кодового разделения каналов необходимость наведения и перенацеливания антенны для одновременной работы с несколькими навигационными КА отсутствует. Кроме того, реализуется измерение двух навигационных параметров – псевдоскорости и псевдодальности. Псевдоскорость измеряется хорошо отработанным в космических системах беззапросным доплеровским методом, а для измерения псевдодальности обоснована структура сигнального пакета, излучаемого БАМИ в прерывистом режиме работы – циклы по 20 сек. (5 сек. – передача, 15 сек. – прием), повторяющиеся в течение 15 мин., далее перерыв 45 мин. При необходимости режим работы может быть изменён на более равномерный, например, 5 мин. – работа, 10 мин. – перерыв.

Основным достоинством лазерной БАМИ является высокая точность измерения дальности между КА, однако она является единственным измеряемым навигационным параметром. Другое достоинство лазерной БАМИ по сравнению с радиотехнической – высокая помехозащищенность – является естественным результатом высокой пространственной скрытности лазерных каналов. Однако высокая направленность лазерных пучков приводят и к отрицательным последствиям – увеличению вероятности срыва связи и необходимости использования в составе лазерной БАМИ сложных систем наведения и слежения. В результате основными недостатками лазерной БАМИ как в одноканальном,

так и в четырехканальном исполнении являются необходимость наведения узких лазерных пучков и слежения ими за навигационными КА и необходимость перенацеливания лазерных пучков с одного навигационного КА на другой.

На окончательный выбор варианта использования радиотехнической или лазерной БАМИ может также оказать существенное влияние технология передачи результатов измерений с навигационных КА на наземные пункты приема информации. В перспективной структуре наземного комплекса управления системы ГЛОНАСС в качестве таких пунктов приема информации при работе с радиотехнической БАМИ предполагается использовать наземные радиотехнические станции контроля и управления, а при работе с лазерной БАМИ – лазерные наземные информационно-связные пункты. В последнем случае предполагается передавать на Землю результаты бортовых лазерных измерений по лазерным линиям связи. При этом проявляется достоинство лазерных систем, связанное с их высокой пропускной способностью, однако лазерные каналы «КА-Земля» подвержены влиянию атмосферных искажений оптических сигналов и облачности, поэтому даже при использовании лазерной БАМИ целесообразно передавать на Землю результаты измерений по радиоканалам передачи на наземной пункты приема информации аппаратуры межспутниковых измерений.

Заключение

Сравнительный анализ вариантов использования радиотехнической и лазерной БАМИ показал, что на текущем этапе внедрения в системе ГЛОНАСС технологии межспутниковых измерений наиболее предпочтительно использование радиотехнической БАМИ. Необходимость в высокоскоростной передаче информации, характерной для большинства применений лазерных линий связи, в процессе работы БАМИ не возникает, а периодическое перенацеливание узких лазерных пучков с одного КА на другой усложняет технологические циклы управления навигационными КА системы ГЛОНАСС и может нарушать стабилизацию КА на орбите, что для навигационных КА крайне нежелательно. Межспутниковые лазерные линии связи могут быть использованы в системе ГЛОНАСС при проведении отдельных космических экспериментов, когда первостепенное значение будет иметь достижение прецизионных точностей при проведении взаимных измерений текущих навигационных параметров КА и эталонировании измерительных каналов радиотехнических систем.

Литература

1. Романов Л.М., Судаков В.Ф., Шинков В.Д. и др. Космические навигационные системы. Под ред. Романова Л.М. МО РФ. 1994. 632 с.

2. Бакитько Р.В., Болденков Е.Н., Булавский Н.Т. и др. ГЛОНАСС. Принципы построения и функционирования. Под ред. Перова А.И., Харисова В.Н.. М: Радиотехника. 2010. 800 с.

3. Ступак Г., Дворкин В., Карутин С. ГЛОНАСС вчера, сегодня и завтра // Сети. 2008. № 6. С. 32-38.

4. Чубакин А.А., Рой Ю.А., Корнишев О.М., Падун П.П. Использование бортовых лазерных измерительно-связных средств для повышения точности и оперативности эфемеридно-временного обеспечения спутников системы ГЛОНАСС // Информационно-измерительные системы. 2007. №7. С. 25-30.

Для цитирования:

Сакулин А.Н., Мальцев Г.Н., Сравнительный анализ вариантов использования в системе ГЛОНАСС радиотехнической и лазерной аппаратуры межспутниковых измерений // i–methods. 2014. Т. 6. № 3. С. 10–13.

Comparative analysis of use cases in the system GLONASS radio and laser equipment for inter-satellite measurements

Sakulin, A.N.
Ph.D.

Maltsev G.N.
Ph.D., professor, Military space Academy named after A. F. Mozhaisky

Abstract
Principles of applying in GLONASS onboard equipment for inter–satellite measurements. The results of comparative analysis of electronic and laser equipment for inter–satellite measurements and discusses their main advantages and disadvantages. It is concluded that for the current phase of implementation of the GLONASS technologies for inter–satellite measurements in the inter–satellite channel and the transmission channel measurements on the Earth, it is most preferable use of electronic equipment.

Keywords: GLONASS; radio engineering equipment; laser equipment; intersatellite measurements; radio navigation system.

References
1. Romanov L. M., Sudakov, V. F., V. D. Shank, etc. a Space navigation system. Edited by Romanova M. L. MO. 1994. 632 p.
2. Bakit'ko, R. V.; Boldenkov, E. N., Bulavsky N. T. etc GLONASS. The principles of construction and operation. Edited by Perov A. I., Kharisov V. N.. M: Radio engineering. 2010. 800 p.
3. G. Stupak, V. Dvorkin, S. Karotin GLONASS yesterday, today and tomorrow // the Network. 2008. No. 6. Pp. 32–38.
4. Chubykin A. A., Roy, Y. A., Kornyshev O. M., Padun P. P. Use of airborne laser measuring and communication facilities to improve the accuracy and efficiency of the ephemeris–time support satellites of the GLONASS system // Information–measuring systems. 2007. No. 7. Pp. 25–30.

For citation:
Sakulin, A.N. Maltsev G.N. Comparative analysis of use cases in the system GLONASS radio and laser equipment for inter–satellite measurements // i–methods. 2014. T. 6. No. 3. Pp. 10–13.

Анализ помехозащищенных протоколов, использующих OFDM-технологии

Евстигнеев А.С.
Военная академия связи, г. Санкт-Петербург

Аннотация

В статье рассматриваются особенности формирования OFDM-сигналов на основе известных стандартов. Анализируются достоинства и недостатки данной технологии для передачи информации. Приводятся данные оценки зависимости ошибочных пакетов от скорости передачи информации. Обосновываются предложения по повышению помехоустойчивости и защищенности OFDM-сигналов.

Ключевые слова: OFDM-технологии; анализ протоколов; помехозащищенные протоколы; повышенная помехозащищенность; помехозащищенные линии.

Введение

В настоящее время актуальным вопросом является адаптация протоколов (802.11a, 802.11g, 802.16), использующих OFDM-сигналы (Orthogonal frequency-division multiplexing – мультиплексирование с ортогональным частотным разделением каналов) для применения их в помехозащищенных системах связи. Изначально стандарты (802.11a, 802.11g, 802.16) не предназначались для применения в системах связи с повышенной помехозащищенностью, поэтому используемые в них сигналы и протоколы обладают достаточно низкой помехоустойчивостью.

Между тем, проведенные экспериментальные исследования помехоустойчивости приемников беспроводных сетей по стандарту 802.11g различных производителей к воздействию гармонической помехи на одной из OFDM несущих показали следующее [1]. В стандарте 802.11g используется OFDM-технология, формирующая сигнал на 52 поднесущих (нумерация ведется от значения –26 до +26), 4 из которых позиции –21, –7, 7, 21 отведены для передачи пилот-сигналов. Эти данные рассматривались в качестве исходных при моделировании условий потенциальной помеховой ситуации, результаты эксперимента приведены на рис. 1 и 2.

Так, на рис. 1 представлена зависимость количества ошибочных пакетов от частотной позиции гармонической помехи при различных отношениях мощности сигнала к мощности помехи (ОСШ) (на графиках обозначены как SJR) для скорости передачи информации 24 Мбит/с (манипуляция КАМ-16, кодовая скорость 1/2). Анализ результатов показал, что даже низкоэнергетическая гармоническая помеха способна вызвать существенное ухудшение качества связи. Между тем, в [2] обосновано, что для максимально допустимой излучаемой мощности Европейских коммерческих передатчиков стандарта 802.11g 100 мВт (20 dBm), гармоническая помеха с мощностью всего 3,2 мВт, поставленная на частоте пилот сигнала (порядковый номер –21), приводит к 90% ошибок в принимаемых пакетах. Дальнейшие увеличение мощности помехи ведет к полному нарушению связи.

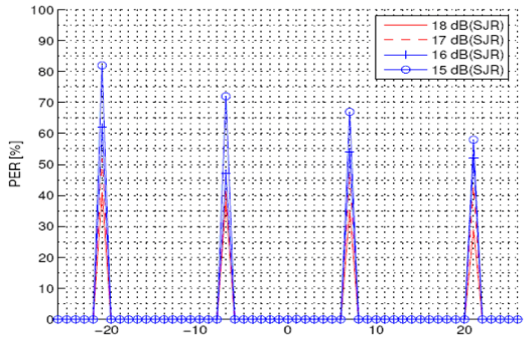

Рис. 1. Зависимость количества (в %) ошибочных пакетов от частотной позиции гармонической помехи при различных ОСШ (SJR) для скорости передачи информации 24 Мбит/сек (манипуляция QAM-16, кодовая скорость 1/2)

Интересным моментом явилось то, что при переходе к менее высокоскоростным видам манипуляции эффективность помехи в тех же условиях значительно снизилась. Так, на рис. 2 приведена зависимость количества ошибочных пакетов (в %) от частотного положения гармонической помехи при различных значениях ОСШ для скорости передачи информации 9 Мбит/сек (манипуляция ФМ2, кодовая скорость 3/4).

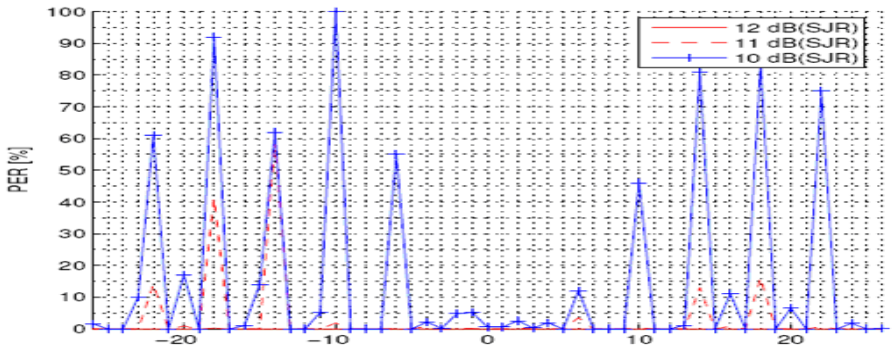

Рис. 2. Зависимость количества ошибочных пакетов (в %) от частотной позиции гармонической помехи для различных ОСШ (SJR) для скорости передачи информации 9 Мбит/сек (манипуляция ФМ2, кодовая скорость 3/4)

Между тем, протокол 802.11 лишь оговаривает структуру сигнала, а реализация алгоритма приема и обработки зависит только от производителя.

Таким образом, системы связи, использующие OFDM-технологии, без принятия специальных мер весьма чувствительны к гармоническим помехам, что подтверждается результатами исследований, проведенных в [3], применительно к стандарту 802.11g.

Заключение

Аналогичные результаты относительно протокола 802.16 получены в [4], т.е. для использования протоколов 802.11a, 802.11g, 802.16 (OFDM, OFDMA) в помехозащищенных системах связи необходимо принятие специальных мер. В качестве таковых следует рассматривать.

Во-первых, отказ от использования высокоскоростных модуляционных форматов, таких как КАМ16 и КАМ64.

Во-вторых, рандомизировать положения пилот-несущих в пределах 52 фиксированных частот.

В-третьих, увеличить используемых в протоколах 802.11a и 802.11g, 802.16 базу сигналов, за счет увеличения ширины спектра, либо снижения информационной скорости. Перспективным является совместное использование OFDM-технологии, с прямым расширением спектра каждого символа путем их кодирования псевдослучайными последовательностями.

В четвертых, ограничивать используемую частотную область.

В-пятых, применять высокоэффективные помехоустойчивые схемы кодирования, в частности, турбо-коды с итеративными алгоритмами приема. Например, целесообразно использовать турбо-коды с высокой избыточностью (R < 0,1) и межблоковым перемежением.

Для повышения скрытности работы помехозащищенных линий радиосвязи предлагается отказаться от использования циклического префикса (повторения части OFDM-символа в защитных интервалах). Циклический префикс является контрастным признаком, позволяющим легко обнаруживать факт передачи радиолиний и легко обнаруживается по результатам корреляции сигнала с его сдвинутой по времени реализацией.

Литература

1. Block F., “Comparison of jamming robustness of airborne networking waveforms”.
2. Pietikainen K., Silvennoinen A., “IEEE 802.11g tolerance to narrowband jamming”.
3. Karhima T., Silvenoinen A. “IEEE 802.11b/g wlan tolerance to jamming”. // Military Communications Conference (MILCOM). 2004. 1364-1370 pp.
4. Li J., Haggman S. “Performance Improvement of IEEE802.16-2004 system in jamming Environment vial Link Adaptation”.

Для цитирования:
Евстигнеев А.С., Анализ помехозащищенных протоколов, использующих OFDM–технологии // i–methods. 2014. Т. 6. № 3. С. 14–16.

Analysis of interference-tolerant protocols that use OFDM technology

Evstigneev.A.S.
Military Academy of communications, St. Petersburg

Abstract
The article considers peculiarities of formation of OFDM signals on the basis of known standards. Analyzes the strengths and shortcomings of this technology to transmit information. Data evaluation according to the erroneous packets from transmission rate information. Substantiates proposals on increase of a noise stability and security of OFDM signals.

Keywords: OFDM technologies; analysis of protocols; interference–tolerant protocols; the increased noise immunity; interference–tolerant lines.

References

1. Block F., “Comparison of jamming robustness of airborne networking waveforms”.
2. Pietikainen K., Silvennoinen A., “IEEE 802.11g tolerance to narrowband jamming”.
3. Karhima T., Silvenoinen A. “IEEE 802.11b/g wlan tolerance to jamming”. // Military Communications Conference (MILCOM). 2004. Pp. 1364–1370.
4. Li J., Haggman S. “Performance Improvement of IEEE802.16–2004 system in jamming Environment vial Link Adaptation”.

For citation:
Evstigneev.A.S. Analysis of interference–tolerant protocols that use OFDM technology // i–methods. 2014. T. 6. No. 3. Pp. 14–16.

Реализация механизма управляемости для описания функционирования радиоэлектронных объектов

Потапов А.Н.
к.т.н., доцент

Назаров Т.И.
Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил Военно-воздушная академия им. профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина, г. Воронеж

Аннотация

Возможности осуществления радиоэлектронными объектами (РЭО) функций выбора, распределения и перераспределения ресурсов зависят от заложенных в них механизмов управляемости. На основании единого подхода представления РЭО, а так же учитывая их управляемость, уточнено структурно-логическое описание эргатических РЭО.

Ключевые слова: механизм управляемости; радиоэлектронные объекты; полезность функционирования; частично-организованное управление; структурно-логические модели.

Введение

Как определено в [1], формирование радиочастотного (РЧ) РЧ-воздействия π_{SQ} зависит от множества располагаемых РЭО S ресурсов:

$$R_S = \{f_S, t_S, W_S, \xi_S\}, \quad (1)$$

где f_S - РЧ-ресурсы (первообразные множества РЧ-связанности $Q_C = \{Q_{Cj}\} \neq \varnothing$); t_S, W_S и ξ_S - соответственно, временные, энергетические и пространственные ресурсы (первообразные множества действия $\Delta_S \neq \varnothing$).

В свою очередь, располагаемые ресурсы R_S РЭО S могут характеризоваться следующими параметрами [2]:

- f_S - рабочей радиочастотой f_{S0}, РЧ-диапазоном Δf_S, полосой пропускания ΔF_S и т.п.;

- t_S - моментом времени f_{S0} возникновения действия Δ_S, длительностью τ_S и периодичностью T_S действия Δ_S и т.п.;

- W_S - энергией E_S, затрачиваемой на формирование действия Δ_S, средней мощностью p_S, импульсной мощностью p_{SI} и коэффициентом полезного действия η_S и т.п.;

- ξ_S - шириной распространения (проникновения) $\Delta\theta_S$ и $\Delta\Phi_S$ действия Δ_S, соответственно, в азимутальной и угломестной плоскости, азимутом θ_S и углом места Φ_S распространения максимума действия Δ_S, пространственной поляризацией γ_S действия Δ_S и т.п.

Сами располагаемые ресурсы R_S определяют потенциальные возможности применения РЭО S.

Известно, что в РЧ-спектре РЭО S при воздействии π_{QS} на него среды Q может формировать реакцию Re(S) в виде ответных действий:

$$\Delta_S = \mathrm{Re}(S):\ \pi_{QS}. \quad (2)$$

Реакция Re(S) может быть управляемой и неуправляемой.

В свою очередь, РЭО S можно представить в виде [2]

$$S \subset \pi_{QS} \times \Delta_S,\ \Delta_S = \mathrm{Re}(S):(\ \pi_{QS},\ C_S) \tag{3}$$

или

$$\pi_{QS} \to C_S \to \Delta_S, \tag{4}$$

где C_S – множество состояний S.

Если

$$C_S \neq C_S(\pi_{QS}),$$

то S является условно управляемым в РЧ-спектре, т.е. его управление заключается в адаптации его действий Δ_S на воздействия π_{QS} без изменения C_S:

$$\overset{1}{\downarrow}\Delta_S \to \beta_Q \to \pi_{SQ} \to \Delta_Q = \mathrm{Re}(Q):\pi_{SQ} \to \beta_S \to \pi_{QS} \to C_S \overset{1}{\uparrow}, \tag{4}$$

Если

$$C_S = C_S(\pi_{QS}),$$

то S является безусловно управляемым в РЧ-спектре, т.е. его управление заключается в изменении состояния C_S на воздействия π_{QS}:

$$\pi_{SQ} \overset{2}{\uparrow} \to C_S(\pi_{SQ}) \to \overset{2}{\downarrow}\Delta_S. \tag{5}$$

Объект S может быть комплексно управляемым в РЧ-спектре, т.е. для одной части элементов множества $C_S = C_S(\pi_{QS})$, а другой части – $C_S \neq C_S(\pi_{QS})$:

$$\overset{1}{\downarrow}\overset{2}{\downarrow}\Delta_S \to \beta_Q \to \pi_{SQ} \to \Delta_Q = \mathrm{Re}(Q):\pi_{SQ} \to \beta_S \to \pi_{QS} \overset{2}{\uparrow} \to C_S(\pi_{QS}) \overset{1}{\uparrow}.$$

Необходимо отметить, что помимо внешней управляемости (по радиоканалам) РЭО S, он может быть внутренне управляемым (по электрическим цепям).

Внутренняя управляемость состоит в изменении состояния C_S РЭО S в зависимости от текущей полезности q_S его функционирования и желаемого результата P_S для сложившихся РЧ-условий.

Известно, что полезность функционирования РЭО S можно представить в виде [1]

$$q_S = q_S(\pi_{QS}, \Delta_S). \tag{6}$$

Если текущая величина функции полезности РЭО S отличается от желаемого результата P_S, то необходимо сформировывать такое управляющее воздействие δ_S на состояние C_S, при котором $q_S \to P_S$, т.е.

$$\delta_S(C_S):\ q_S \to P_S \tag{7}$$

или

$$\delta_S = \mathrm{F}(q_S - P_S), \tag{8}$$

где F – функционал.

В свою очередь, состояние C_S зависит от располагаемых ресурсов R_S [1]

$$C_S = \mathrm{Re}(S):\ R_S. \tag{9}$$

Поэтому управляющее воздействие δ_S изначально заключается в выборе и распределении (перераспределении) располагаемого ресурса R_S. С учетом этого процедура внутреннего управления РЭО S, направленная на формирование в РЧ-спектре его действия Δ_S в соответствии с воздействиями π_{QS} среды Q, может быть представлена как

$$\pi_{QS} \overset{1}{\uparrow} \to \delta_S = \mathrm{F}(\overset{2}{\uparrow} q_S - P_S) \to R_S \to \overset{\downarrow}{1}\ C_S \to \overset{\downarrow}{1}\ \Delta_S\ \overset{\downarrow}{2}. \tag{10}$$

Здесь необходимо отметить, что сама процедура внутреннего управления РЭО S может быть организационной и неорганизационной [2].

Организационное управление РЭО S_O заключается в выборе и распределении (перераспределении) непосредственно человеком (оператором) располагаемого ресурса R_S, направленных на минимизацию

невязки между действительной полезностью q_S и желаемым результатом P_S функционирования объекта и реализуемых оператором с помощью органов управления.

Неорганизационное управление РЭО $S_{НО}$ – это управление располагаемыми ресурсами R_S, которое выполняется без участия человека (оператора) на основании собственных действий, которые по отношению к объекту являются внутренними.

Как правило, в РЭО S имеется сочетание организованного и неорганизованного управления. Такое сочетание уместно называть частично организованным управлением. Введенные понятия эквивалентны для существующей классификации управления [2] РЭО S, а именно:

– ручное управление – организационное управление объекта;

– автоматическое управление – неорганизационное управление объекта;

– автоматизированное (полуавтоматическое) управление – сочетание организационного и неорганизационного управления объекта.

Эти три понятия объединяются в две группы РЭО S:

– эргатические $S_Э$ – объекты, в которых либо человек полностью, либо частично производит управление его ресурсами R_S;

– технические S_T – объекты, в которых управление его ресурсами R_S производится на техническом уровне без участия человека.

Также необходимо отметить, что совокупность эргатических РЭО $S_Э$ в сочетании (без сочетания) с техническими РЭО S_T может образовывать эргатические радиоэлектронные системы $SS_Э$ – объекты более высокого уровня, через их внешние действия, обусловленные либо общностью R_f РЧ-спектра, либо общностью R_C электрических соединений, либо как общностью R_f РЧ-спектра, так и общностью R_C электрических соединений [1]:

$$SS_Э = (\overset{\cup}{R_f}(S_Э, S_T)) \vee (\overset{\cup}{R_c}(S_Э, S_T)) \vee (\overset{\cup}{R_f \wedge R_c}(S_Э, S_T)). \qquad (11)$$

В свою очередь, совокупность эргатических радиоэлектронных систем в сочетании либо без сочетания с эргатическими и (или) техническими РЭО могут образовывать эргатические радиоэлектронные комплексы (РЭК) $KS_Э$ – системы еще более высокого уровня, через внешние действия, обусловленные по сути аналогичными как и для эргатической системы:

$$KS_Э = (\overset{\cup}{R_f}(SS_Э, S_Э, S_T)) \vee (\overset{\cup}{R_c}(SS_Э, S_Э, S_T)) \vee (\overset{\cup}{R_f \wedge R_c}(SS_Э, S_Э, S_T)). \qquad (12)$$

С учетом этого функционирование, например, *адаптивно-пассивного* эргатического РЭО S можно описать в следующем виде [3]:

- *для автоматизированного режима* ($\delta_S \neq \varnothing$, $U_S \neq \varnothing$)

$$\begin{gathered}\pi_{QS} \overset{6}{\downarrow}\overset{1}{\uparrow} \to \delta_S = F(\underset{2}{\uparrow} q_S \overset{3}{\uparrow} - P_S)\underset{4}{\downarrow}\vee(\wedge)\underset{3}{\downarrow}\overset{5}{\uparrow}\Xi \to \\ \to < Оператор : \Psi_S > \to D \to U_D \to \vee(\wedge)\underset{4}{\uparrow} R_S \underset{5}{\downarrow} \to \overset{1}{\downarrow} C_S \to \\ \to \overset{1}{\downarrow}\Delta_S \underset{2}{\downarrow} \to \underset{5}{\uparrow}\beta_{SQ} \to \pi_{SQ} \to < \Delta_Q = \mathrm{Re}(Q) : \pi_{SQ} > \to \beta_{QS} \to \pi_{QS} \overset{6}{\uparrow};\end{gathered} \qquad (13)$$

- *для ручного режима* ($\delta_S \neq \varnothing$, $U_S \neq \varnothing$)

$$\begin{gathered}\pi_{QS} \overset{4}{\downarrow}\overset{1}{\uparrow} \to \overset{2}{\downarrow} q_S \to \underset{3}{\uparrow}\Xi \to < Оператор : \Psi_S > \to D \to U_D \to R_S \underset{3}{\downarrow} \to \\ \to \overset{1}{\downarrow} C_S \to \overset{1}{\downarrow}\Delta_S \underset{2}{\downarrow} \to \underset{3}{\uparrow}\beta_{SQ} \to \pi_{SQ} \to < \Delta_Q = \mathrm{Re}(Q) : \pi_{SQ} > \to \beta_{QS} \to \pi_{QS} \overset{4}{\uparrow}.\end{gathered} \qquad (14)$$

Соответственно функционирование автоматического РЭО S ($\delta_S \neq \varnothing$, $U_S = \varnothing$) имеет следующее представление:

$$\pi_{QS} \overset{4}{\downarrow} \overset{1}{\uparrow} \to \delta_S = F(\underset{2}{\uparrow} q_S - P_S) \to R_S \underset{3}{\downarrow} \to \overset{1}{\downarrow} C_S \to \overset{1}{\downarrow} \Delta_S \underset{2}{\downarrow} \to$$
$$\to \underset{3}{\uparrow} \beta_{SQ} \to \pi_{SQ} \to < \Delta_Q = \mathrm{Re}(Q) : \pi_{SQ} > \to \beta_{QS} \to \pi_{QS} \overset{4}{\uparrow}. \quad (15)$$

Аналогичным образом строятся структурно-логические модели функционирования других типов РЭО.

Заключение

Показанное описание функционирования РЭО позволяет наглядно представлять процессы управления РЧ-взаимодействием со средой, а также исключить неоднозначности, свойственные существующим методам представления этих объектов. В рассматриваемом случае структурно-логические модели (13) и (14) определяют прямую задачу по регулированию РЧ-условий функционирования РЭО за счет выполнения операторами предписанных операций D в соответствии с ранее сформированными у них перцептивными образами.

Литература

1. Потапов А.Н. Автоматизация тренажной подготовки операторов радиоэлектронных объектов управления воздушным движением. ISBN 978-5-903100-98-9. Воронеж: Изд-во ВАИУ.2010. 136 с.

2. Дикарев В.А., Потапов А.Н. Особенности профессиональной подготовки космонавтов при использовании компьютерных систем тренажа. XXXIV Научные чтения посвященные разработке творческого наследия Циолковского К.Э.: Сборник тезисов докладов всероссийской научно-практической конференции (14-16 окт. 1999 г.). М: ИИЕТ РАН. 1999. С. 181-187.

3. Потапов А.Н., Сысоев Е.С. Особенности функционирования эргатических радиоэлектронных средств управления воздушным движением. Сборник статей региональной научно-практической конференции курсантов, студентов, молодых ученых «Научные чтения имени А.С.Попова». 16 октября 2012г. Воронеж: ВУНЦ ВВС «ВВА». 2012г. С. 38-42

Для цитирования:
Потапов А.Н., Назаров Т.И. Реализация механизма управляемости для описания функционирования радиоэлектронных объектов // i–methods. 2014. Т. 6. № 3. С. 17–21.

The implementation of the mechanism of controllability for describing the operation of radio electronic facilities

Potapov A.N.
Ph.D., associate professor

Nazarov T.I.
Military educational scientific center air force Military air Academy. Professor N. E. Zhukovsky and Y. A. Gagarin, Voronezh

Abstract
The possibility of implementation of radio electronic objects (REO) the functions of selection, allocation and reallocation of resources depend on its inherent mechanisms of control. On the basis of a unified approach to the representation REO, as well as given their handling, refined structural and logical description of argotic REO.

Keywords: controllability mechanism; radio-electronic objects; utility of functioning; partial the organized management; structural and logic models.

References
1. Potapov A. N. Automation training training of operators of radio-electronic facilities of air traffic control. ISBN 978-5-903100-98-9. Voronezh: Izd-vo VAIO.2010. 136 p.
2. Dikarev V. A., Potapov A. N. The features of professional training of cosmonauts when using computer systems. XXXIV Scientific readings devoted to the development of the creative heritage of K. E. Tsiolkovsky: a Collection of abstracts of all-Russian scientific-practical conference (14-16 Oct. 1999). M: THE IHST. 1999. 181 p. 187.
3. Potapov A. N., Sysoev E. S. Features of functioning of ergatic radio-electronic equipment of air traffic control. Collection of articles of regional scientifically-practical conference of cadets, students, young scientists "Scientific readings named after A. S. Popov". 16 October 2012. Voronezh: ABOARD air force "BBA". 2012. 206 p. (Pp. 38 42).

For citation:
Potapov A.N. Nazarov T.I. The implementation of the mechanism of controllability for describing the operation of radio electronic facilities// i-methods. 2014. Vol. 6. No. 3. Pp. 17-21.

Перспективы развития автоматизированных систем управления специального назначения

Легков К.Е.
к.т.н., Военно–космическая академия имени А.Ф.Можайского

Скоробогатова О.А.
к.т.н., Военно–космическая академия имени А.Ф.Можайского

Буренин А.Н.
к.т.н., Военно–космическая академия имени А.Ф.Можайского

Умаров А.Б.
Военно–космическая академия имени А.Ф.Можайского

Аннотация

Главное направление разрешения информационно–управленческих проблем строительства и применения сил специального назначения (СН) – это информационно–техническое объединение всех имеющихся и перспективных средств в единое информационное пространство (ЕИП) за счет развертывания базовой информационно–управляющей системы, их интеграции в систему оружия и органов управления.

Техническую основу сегмента сил СН в едином информационном пространстве должна составить многомерная защищенная высокоскоростная сеть, включающая в свой состав следующие информационные средства: добывания информации, ее обработки и передачи, а также синхронизации и передачи сигналов точного времени.

Ключевые слова: автоматизированная система управления; единое информационное пространство; информационно–управляющая система; сетецентрические технологии; комплексирование информации.

Введение

Одной из перспективных задач развития автоматизированных систем управления (АСУ) становится задача предвидения возможного развития оперативной и боевой обстановки, формирования рациональных способов боевых действий. При этом необходимо обеспечивать соответствие между возможностями комплекса средств автоматизации (КСА) по формированию способов боевых действий, с одной стороны, и обязанностями, правами, ответственностью должностных лиц в каждом звене управления, с другой.

В иерархической системе управления формирование способа боевых действий сил заключается в определении пространства, времени и форм боевых действий, оперативного построения, маневра сил и средств подчиненных частей и подразделений для решения специальных задач.

Таким образом, как в повседневной деятельности сил, так и в компьютерных моделях поддержки принимаемых решений должны отражаться принципы управления, в частности:

– принцип единоначалия;

– принцип централизации управления с предоставлением подчиненным инициативы в определении способов выполнения поставленных специальных задач;

– принцип личной ответственности должностных лиц за принимаемые решения на применение подчиненных сил и результаты выполнения ими поставленных специальных задач.

Наряду с вышеизложенным, необходимо учитывать и достаточно важную тенденцию в развитии автоматизированных систем управления силами, на основе информационно-управляющих систем реального времени (ИУС РВ).

Основу ИУС РВ составляют пространственно разнесенные источники информации, действующие на различных физических принципах и обеспечивающие сбор, сверхбыструю обработку информации компьютерные сети (сетецентрические технологии).

Функциональные подсистемы перспективной АСУ сил СН должны обеспечивать автоматизацию как целевых процессов управления применением сил, так и функций управления органов управления, а инфраструктурные подсистемы должны обеспечивать базовый набор услуг по управлению информационными и вычислительными ресурсами АСУ в интересах работы всех функциональных подсистем. Они должны создаваться в контексте единых архитектурных решений, использовать максимально унифицированные программные компоненты и общую технологическую и информационную среду совместного применения и функционирования данных программных компонентов.

Использование инфраструктурных систем позволит повысить технологичность разработки перспективной АСУ сил СН и функциональных подсистем, как ее компонентов. Применение унифицированных программных компонентов, разработанных в рамках инфраструктурных систем, должно позволить разработчикам функциональных подсистем максимально сосредоточиться на решении поставленных задач, стоящих перед конечными пользователями АСУ сил СН. При этом разрабатываемыми средствами должно обеспечиваться сопряжение с существующими и перспективными системами освещения обстановки и управления.

Работа перспективной АСУ сил СН должна обеспечиваться ИКС СН.

Основой создания АСУ сил СН должна стать реализация концептуальной модели сервис-ориентированной архитектуры, основными достоинствами которой являются возможность эволюционного развития, обеспечение совместимости между отдельными элементами, многократное (повторное) использование программных компонентов.

Эта модель должна состоять из следующих основных компонент:

– презентационный уровень описывает интерфейсные сервисы для взаимодействия пользователей с информационной системой, включая закрытые и открытые порталы, доступ с мобильных устройств, а также различные преобразования информации при взаимодействии с внешними системами и устройствами;

– на уровне функциональных сервисов формируются модели и осуществляется управление выполнением процессов АС с использованием специализированных средств (типа BPEL), а также координация автоматизированных и "ручных" операций;

– интеграционные сервисы обеспечивают взаимодействие между приложениями, которое может быть реализовано, в частности, с использованием средств обмена сообщениями или в рамках единой среды исполнения, такой как сервер приложений J2EE;

– сервисы уровня данных реализуют средства извлечения и повторного использования данных из СУБД и приложений. Явное выделение такого уровня позволяет изолировать вышестоящие компоненты архитектуры от изменений в технологиях, а также обеспечить единый унифицированный подход к выполнению операций с данными;

– уровень инфраструктуры, приложений и СУБД является как бы основой для всей структуры, и именно здесь концентрируются основные инвестиции в ИТ.

Взаимодействие между этими уровнями, однако, осуществляется не напрямую, а через сервисы, выделенные на уровень обработки событий. Сервисы этой компоненты архитектуры обеспечивают сбор данных о событиях в масштабе АСУ, необходимое преобразование и маршрутизацию этих данных между разными уровнями, а также "обратную связь" между сервисами каждого отдельного уровня.

При формировании функциональных подсистем АСУ сил СН наиболее важным становится принцип, при котором каждый процесс должен автоматизироваться однократно, вне зависимости от принадлежности к виду и уровню управления. Для обеспечения специфики вида деятельности, налагаемой видовой принадлежностью или уровнем управления, необходимо обеспечить широкие возможности настройки ПО (по видам и источникам информации, применяемым информационно-расчетным задачам, УФД и т.д.).

В настоящее время в силах СН на вооружении находится множество систем и комплексов, с той или иной степенью эффективности решающих различные задачи управления силами и средствами СН. Однако имеет место большая избыточность поступающих данных, сложность, а зачастую и невозможность организации взаимодействия и оперативной совместимости различных систем, а также несовершенство механизма распределения конечных результатов.

С технической точки зрения причиной изолированности систем и комплексов является излишнее разнообразие аппаратных и программных средств, платформ, архитектур и технологий, различие интерфейсов и протоколов, а также отсутствие изначально заложенных механизмов взаимодействия систем.

Необходима разработка и внедрение аппаратно-программных средств, обеспечивающих комплексирование информации от разнородных источников, автоматизацию процессов обработки и интерпретации поступающей информации, а также формирование общей базы данных с распределенным доступом к ней, что позволит создать единое информационное пространство, снизить избыточность поступающей информации, повысить качество ее представления, скорость поиска данных и их доведения до конечного пользователя.

Предусмотреть возможность эффективного решения сложных вычислительных задач, обеспечения взаимодействия программных комплексов и систем путем организации распределенных вычислений в сетях на основе рационального использования сетевых ресурсов – процессоров, памяти, коммуникационного оборудования, алгоритмов и программ.

Функциональные подсистемы (ФПС) АСУ, должны быть определены как наборы унифицированных и не унифицированных программных компонентов – Функциональных сервисов, способных работать совместно, в соответствии с установленным формализованным регламентом деятельности. Функциональные подсистемы рассматриваются, как совокупности слабо связанных Функциональных сервисов, применяемый набор которых определяется задачей по управлению АСУ.

Инфраструктурные системы (ИС) обеспечивают предоставление функционально независимых услуг абонентам и элементам АСУ. Инфраструктурные системы должны рассматриваться как наборы Инфраструктурных сервисов, предназначенные для реализации технологической основы для Функциональных сервисов. Инфраструктурные сервисы должны предоставлять возможности функциональным подсистемам реализовывать свое назначение путем манипулирования набором применяемых Инфраструктурных систем и использования их функциональных возможностей. Инфраструктурные сервисы скрывают техническую реализацию от Функциональных сервисов, а специфицирование (описание и следование описанию) интерфейсов обеспечивает необходимую гибкость, возможности масштабирования, а также постепенного улучшения и наращивания функциональности подсистемы, путем замены реализации Инфраструктурного сервиса, без необходимости внесения изменений в Функциональную подсистему.

Обеспечение информационно-технического взаимодействия АСУ со сторонними (существующими, унаследованными) системами производится путем их интеграции в единую распределенную среду информационного взаимодействия через унифицированный механизм адаптеров. Далее этот механизм может быть применен как способ интеграции в АСУ СН.

Рабочее пространство пользователя (РПП) должно обеспечивать единую рабочую область для всех Функциональных подсистем, которые использует пользователь в рамках своей деятельности. Использование Рабочего пространство пользователя должно обеспечить преимуществом сквозной идентификации пользователя для различных Функциональных подсистем, при выполнении всех функций АРМ, применяемых пользователем в рамках единой рабочей области. Для полного и эффективного взаимодействия пользователя с АСУ необходимо реализовать РПП на основе концепции «толстого» клиента. Для простого взаимодействия пользователя с АСУ и улучшения мобильности пользователя необходимо реализовать РПП на основе концепции «тонкого» клиента.

Заключение

Реализация указанных направлений развития системы управления сил СН позволит:

– обеспечить планируемое повышение эффективности средств поражения до требуемых показателей;

– обеспечить создание системы разведки и контроля, позволяющую контролировать 100% зон ответственности;

– обеспечить автоматизированное решение 100% задач управления силами СН с высоким качеством реализации циклов управления силами.

Очевидно, что создаваемая система должна иметь открытую архитектуру и обеспечивать возможность оперативной адаптации к изменениям состава и структуры сил СН в целом и отдельных группировок, в частности, в том числе и оперативно формируемых на отдельных направлениях.

Литература

1. Легков К.Е. Применение сетеориентированных информационных услуг при проведении специальных операций // Сборник трудов военно-научной конференции ВКА им. А.Ф.Можайского. 2013. С. 16-21.

2. Трушин В.В. О сущности взаимодействия войск в операции (бою) // Военная мысль. 2007. № 4. С. 16-18.

3. Шеремет И.В. «Сетецентрическая война»: истоки и технические аспекты // Военно-промышленный курьер. 2006. № 7. С. 22-24.

Для цитирования:
Легков К.Е., Скоробогатова О.А., Буренин А.Н., Умаров А.Б. Перспективы развития автоматизированных систем управления специального назначения // i–methods. 2014. Т. 6. № 3. С. 22–25.

Perspective of development of automated control systems of special purpose

Legkov K.E.
Ph.D. , Military space Academy named after A. F. Mozhaisky

Skorobogatova O. A.
Ph.D., Military space Academy named after A. F. Mozhaisky

Burenin A.N.
Ph.D., Military space Academy named after A. F. Mozhaisky

Umarov A.B.
Military space Academy named after A. F. Mozhaisky

Abstract
The main direction of the resolution of information management problems of construction and use of special forces (SF) is the information technology Association of all the existing and future tools into a single information space (SIS) through the deployment of basic management information systems, their integration into the weapon system and controls.
The technical basis of the segment of the force SF in a single information space should be multidimensional a secure high speed network, consisting of the following information tools: extraction of information, its processing and transmission, and synchronization and transmission of precise time signals.

Keywords: automated control system; common information space; management–information system; network–centric technologies; complexed information.

References

1. Legkov K. E. deteoriation the Use of information services in special operations // proceedings of military–scientific conference of VKA. A. F. Mozhaisky. 2013. Pp. 16–21.
2. Trushin V. V. About the nature of the interaction forces in operation (battle) // Military thought. 2007. No. 4. Pp. 16–18.
3. Sheremet, V. I. "network–Centric warfare": the origins and technical aspects // Military industrial courier. 2006. No. 7. Pp. 22–24.

For citation:
Legkov K.E., Skorobogatova O.A., Burenin A.N., Umarov A.B. Perspective of development of automated control systems of special purpose // i–methods. 2014. Vol. 6. No. 3. Pp. 22–25.

Подход к использованию платформы процессного управления при построении АСУ

Сысков В.В.
к.т.н.

Коваленко Д.В.
ЦНИИЭИСУ, г. Москва

Аннотация

Для реализации автоматизированной деятельности обосновано применение систем (платформ) процессного управления. Описан подход к использованию платформы Activiti при построении АСУ. Обозначены особенности задания сложной деятельности и обоснована необходимость разработки средств, расширяющих возможности процессного управления и обеспечивающих реализацию некоторых специфических функций АСУ. Описаны решения по реализации компонентов, расширяющих платформу Activiti. Сделаны выводы о возможности реализации сложной деятельности с помощью предложенных средств.

Ключевые слова: автоматизированная система управления; процессное управление; построение системы; расчетно–моделирующие комплексы; платформы процессного управления.

Введение

Автоматизированные системы управления (АСУ) имеют в своем составе расчетно-моделирующие комплексы и геоинформационные системы, которые состоят из компонентов, выполняющих специфические функции. Каждый из таких компонентов имеет свои требования к системному программному обеспечению, наборы необходимых библиотек, собственные интерфейсы и реализуется на основе определенных технологий.

При разработке АСУ выявлена проблема реализации автоматизированной деятельности должностных лиц и операторов, которая заключается в сложности декомпозиции и представления подобной деятельности [1], а также трудности связывания разнородных компонентов АСУ [2], применяемых в рамках этой деятельности (при задании и редактировании обстановки, выполнении ресурсоемких вычислений и т. д.) в единую деятельность.

Для решения указанной проблемы принято решение использовать дополнительные программные средства, реализованные на основе одной из систем управления бизнес-процессами (BPMS), таких как Bonita Open Solution, Intalio BPMS, jBPM Suite, Activiti BPM Platform [3]. Эти системы (платформы) предназначены для процессного управления организацией, предприятием или организационно-технической системой какой является рассматриваемая АСУ на основе концепции процессного управления (BPM).

В ходе анализа возможности применения этих систем в АСУ обосновано применение платформы процессного управления Activiti. В разрабатываемой АСУ на данную платформу возлагается предоставление унифицированных средств задания и контроля деятельности должностных лиц, поддающейся различной степени автоматизации и требующей состыковки специализированных компонентов системы. Еще одним из достоинств подобной платформы является то, что ее применение обеспечивает согласованную совместную работу различных уровней разработчиков при проектировании системы.

Среди программных средств АСУ определено следующее место платформы процессного управления в соответствие с диаграммой OV-01 (рис. 1).

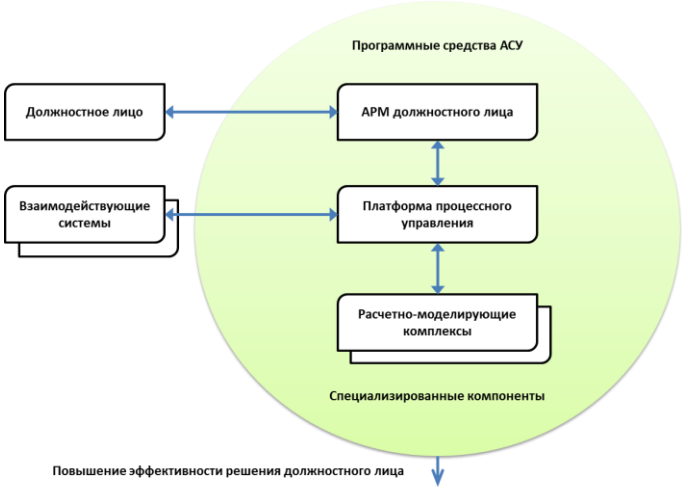

Рис. 1. Место платформы процессного управления среди программных средств АСУ

Как видно из предложенной упрощенной диаграммы высокого уровня, целью применения всей совокупности программных средств в АСУ является повышение эффективности решения должностного лица при решении аналитических и управленческих задач, а платформы процессного управления, представляющей центральный механизм, исполняющий автоматизированную деятельность, – согласование процессов решения этих задач на техническом уровне.

Описанная постановка решения проблем автоматизации потребовала уточнения технологической структуры АСУ, в которой предложено выделить дополнительные технологические компоненты, реализованные на основе платформы Activiti – средства процессного управления.

К этим средствам относятся компонент исполнения процессов, компонент управления процессами, а также база служебных данных процессов. В соответствие с рисунок 2 они, во взаимосвязи со специализированными компонентами АСУ, отражают различные варианты организации их взаимодействия при исполнении описывающих работу должностных лиц и операторов процессов.

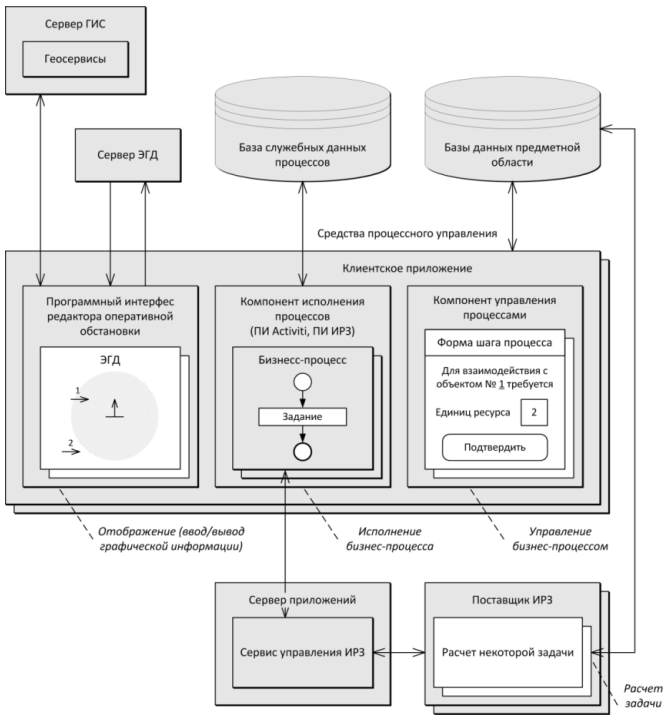

Рис. 2. Вариант технологической структуры АСУ

Для описания представленного подхода к использованию платформы процессного управления Activiti предлагается следующая терминология. Задание – единица работы, элементарное действие в работе АСУ. Ему ставится в соответствие роль (роли), которая представляет сущность, организующую действия со сходной функциональностью. Роль не стоит путать с конкретным пользователем, по сути, экземпляром роли, являющимся должностным лицом или оператором. Тогда задача представляет формализованную совокупность заданий, представленную с помощью некоторой нотации описания бизнес-процессов [4], для достижения определенной цели системы.

Исходя из этого, выделенные в структуре средства процессного управления могут быть описаны следующим образом. Компонент управления процессами обеспечивает отображение пользовательских форм в определенном порядке, представление информации о текущем шаге процесса и доступных сервисах, взаимодействие должностного лица (оператора) с системой и управление всей деятельностью.

Реализацию самой деятельности обеспечивает компонент исполнения процессов посредством взаимодействия с базой служебных данных, а также другими компонентами системы через программные интерфейсы платформы Activiti и интерфейсы соответствующих специализированных компонентов. При этом вся системная информация об исполняемых в текущий момент времени процессах хранится в базе служебных данных процессов.

В этом случае каждый процесс определяет связанные некоторым образом совокупности заданий, описанные в виде бизнес-процесса и инициирующих выполнение расчетов или проведение имитационного моделирования и условий их выполнения при функционировании системы.

Поэтому помимо функционала, предоставляемого платформой Activiti, при построении АСУ, требующей задания подобной сложной деятельности, может возникнуть необходимость реализации некоторых специфических функций, обеспечивающих:

– представление элементов пользовательских форм в клиентском приложении;
– отображение плана-графика деятельности;
– реализацию соподчиненности ролей и разделение прав пользователей (ролей);
– постановку задач пользователям, в том числе переназначение задачи между ними;
– делегирование прав выполнения активной задачи другому пользователю;
– использование средств редактора оперативной обстановки при уяснении задачи и формировании задач;
– реализацию унифицированного взаимодействия со специализированными компонентами, обеспечивающими решение информационно-расчетных задач и проведение имитационного моделирования.

Для реализации представленного перечня функций предложено разработать расширяющие возможности платформы Activiti компоненты. Например, для представления заданных в бизнес-процессе элементов пользовательских форм выполнена разработка конвертора форм, который обеспечивает представление в клиентском RCP-приложении не только базового, но и дополненного набора элементов форм. Этот набор обеспечивает более эффективное взаимодействие с системой. В частности, конвертором форм за счет реализации элементов управления ролями и заданиями обеспечивается управление постановкой задач подчиненным должностным лицам, в том числе переназначение задач между ними до начала выполнения задачи, а также делегирование прав выполнения активной задачи другому должностному лицу, соответствующему роли, исполняемой текущим должностным лицом.

Еще одним компонентом, расширяющим возможности процессного управления, является трэй задач, служащий для отображения плана-графика деятельности должностного лица. Он обеспечивает представление последовательности крупных кусков деятельности со статусами, индикацией хода и временами их выполнения за счет использования дополнительной схемы, связывающей процессы одних ролей, находящиеся в различных бизнесс-процессах.

Реализация подобного расширенного функционала на базе платформы Activiti позволяет поддерживать сложную деятельность, включающую одновременную работу и взаимодействие должностных лиц и операторов, находящихся на различных уровнях иерархии. Предложенные средства процессного управления обеспечивают реализацию специфических функций рассматриваемой АСУ.

Заключение

Таким образом, использование платформы процессного управления Activiti, и разрабатываемых на ее основе компонентов, позволяет реализовывать в АСУ сложную деятельность, заданную в виде последовательности формализованных действий и условий их выполнения, в том числе заключающихся в обращении к специализированным геоинформационным и расчетно-моделирующим компонентам системы.

Литература

1. Сысков В.В. О проблеме объединения разнородных компонентов автоматизированных систем в рамках единой деятельности // Системы компьютерной математики и их приложения: материалы XIV Международной научной конференции. Выпуск 14. Смоленск: СмолГУ. 2013. С. 109–112.

2. Сысков В.В., Богатырёв В.В., Коваленко Д.В. Обоснование средств унифицированного взаимодействия в моделирующих системах военного назначения // Проблемы теории и практики развития войск ПВО СВ в современных условиях: материалы XX военно-научной конференции. Часть 1. Смоленск: ВА ВПВО ВС РФ. 2012. С. 157–162.

3. Jeston J., Nelis J. Business Process Management Practical Guidelines to Successful Implementations. Elsevier. 2006. p. 47-64.

4. Allweyer T. Introduction to the Standart for Business Process Modeling // Herstellung und Verlag: Books on Demand. GmbH, 2010. p. 16-23.

Для цитирования:
Сысков В.В., Коваленко Д.В. Подход к использованию платформы процессного управления при построении АСУ // i–methods. 2014. Т. 6. № 3. С. 26–29.

The method of using platform process management when you build automatically systems control

Syskov V.V.
Ph.D.

Kovalenko D.V.
ZNIIS, Moscow

Abstract
To implement the automated activity is justified by the use of systems (platforms) process management. The described approach to using “Activiti” platform when building automatically control system. Marked features of complex operations and the necessity of developing tools that extend the capabilities of process management and is responsible for the implementation of some specific functions of the automatically systems control. The described solution for the implementation of components that extend the “Activiti” platform. The conclusions about possibility of implementation of complex activities with the help of the offered tools.

Keywords: automated control system; process management; creation of system; settlement modeling complexes; platforms of process management.

References
1. Investigation V. V. On the problem of combining heterogeneous components of automated systems within a single activity System of computer mathematics and their applications: proceedings of the XIV International scientific conference. Issue 14. Smolensk: Smolensk State University. 2013. Pp. 109–112
2. Investigation V. V., Bogatyrev V.V., Kovalenko D.V. Justification of funds of unified interaction in simulating military systems // problems of theory and practice of development of air defense of ST in modern conditions: materials XX of the military–scientific conference. Part 1. Smolensk: VA itwo of the armed forces. 2012. Pp. 157–162.
3. Jeston J., Nelis J. Business Process Management Practical Guidelines to Successful Implementations. Elsevier. 2006. Pp. 47–64.
4. Allweyer T. Introduction to the Standart for Business Process Modeling // Herstellung und Verlag: Books on Demand. GmbH, 2010. Pp. 16–23.

For citation:
Syskov V.V. Kovalenko D.V. The method of using platform process management when you build automatically systems control // i–methods. 2014. Vol. 6. No. 3. Pp. 26–29.