

СОГЛАСОВАНО

Директор Центра
сертификации типа оборудования
аэродромов (аэропортов), воздушных трасс
и оборудования центров УВД Филиала
«НИИ Аэронавигации» ФГУП ГосНИИ ГА

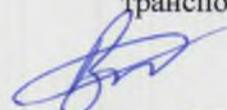


А.А. Примаков

« » 2019 г.

УТВЕРЖДАЮ

Начальник Управления
радиотехнического обеспечения
полетов и авиационной электросвязи
Федерального агентства воздушного
транспорта



Э.А. Войтовский

«22» 07 2019 г.

СОГЛАСОВАНО

Письмом Департамента программ развития
Министерства транспорта Российской Федерации

от «12» 11/2019 2019 г.

№ Д8/15294-11С

СЕРТИФИКАЦИОННЫЕ ТРЕБОВАНИЯ (БАЗИС) к радиомаяку, предназначенному для передачи самогенерируемых сообщений расширенного сквиттера по линии передачи данных системы автоматического зависимого наблюдения 1090 ES

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Настоящие требования предназначены для проведения сертификационных испытаний радиомаяка, предназначенного для передачи текущего положения, скорости, идентификатора и статуса транспортного средства (ТС) или маркировки объектов на местности в сообщениях расширенного сквиттера по линии передачи данных системы автоматического зависимого наблюдения 1090 ES (далее – радиомаяк).

1. ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ

1.1. Радиомаяк должен обеспечивать:

1.1.1. Передачу длительных самогенерируемых сигналов в формате DF=18 (ES/NT) на частоте $1090 \pm 1,0$ МГц.

1.1.2. Передачу своих текущих координат, скорости, курса (сообщение о местоположении на земле), а также идентификационной информации (сообщение об опознавательном индексе и категории, сообщение об эксплуатационном статусе) в формате сообщений расширенного сквиттера по линии передачи данных АЗН 1090 ES.

1.2. Радиомаяк должен определять координаты, скорость и время по спутниковым системам ГЛОНАСС или ГЛОНАСС в комбинации с другими созвездиями ГНСС.

Точность определения координат (СКО) должна быть не хуже 10 метров.

При использовании сигналов нескольких созвездий ГНСС должна быть обеспечена возможность ручного выбора только сигналов ГЛОНАСС.

1.3. Спектр сообщений относительно несущей частоты должен не превышать предельные значения, указанные в таблице 1.

Расстройка относительно несущей частоты, МГц, не более	Ослабление относительно уровня несущей частоты, дБ, не менее
$\pm 1,3$	3
± 7	20
± 23	40
± 78	60

1.4. Сообщение должно состоять из преамбулы и блока данных. Преамбула представляет собой последовательность из 4-х импульсов, а блок данных – последовательность с двоичной фазово-импульсной модуляцией с частотой изменения данных 1 Мбит/с (рисунок 1).

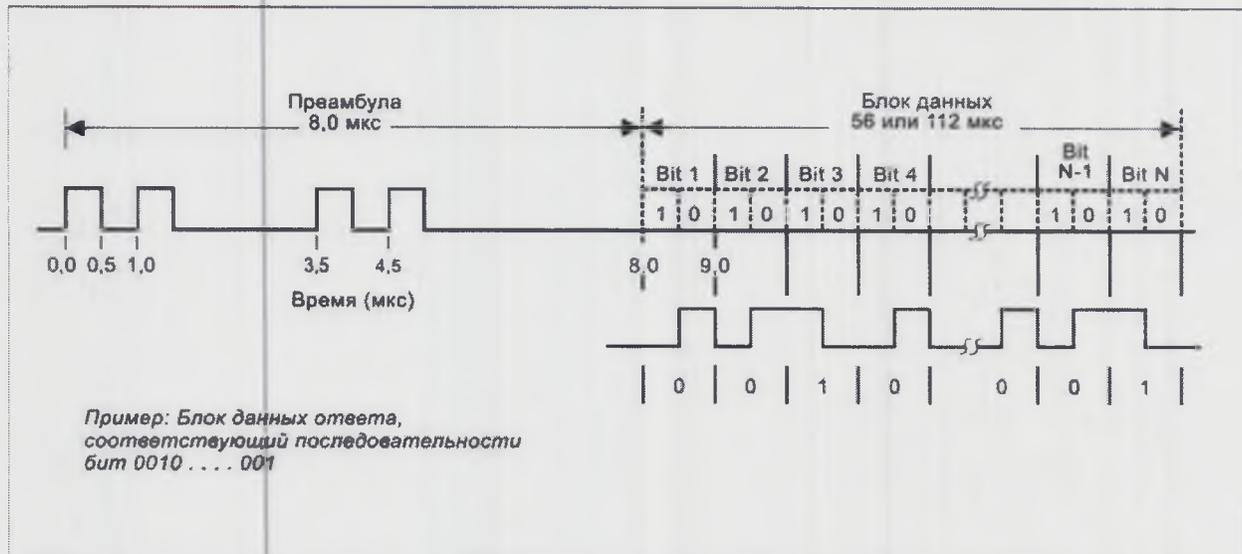


Рисунок 1.

1.5. Параметры импульсов сообщения приведены в таблице 2

Таблица 2.

Длительность импульса, мкс	Допуск на длительность импульса, мкс	Время нарастания, мкс		Время спада, мкс	
		0,05	0,1	0,05	0,2
0,5	$\pm 0,05$	0,05	0,1	0,05	0,2
1,0	$\pm 0,05$	0,05	0,1	0,05	0,2

1.6. Все импульсы сообщения должны располагаться через определенный интервал, кратный 0,5 мкс, от первого переданного импульса. Допуск на положение импульса во всех случаях должен составлять 0,05 мкс.

1.7. Преамбула должна состоять из четырех импульсов, длительность каждого из которых составляет 0,5 мкс. Второй, третий и четвертый импульсы преамбулы должны отстоять на 1, 3, 5 и 4,5 мкс соответственно.

1.8. Блок импульсов данных сообщения должен начинаться через 8 мкс после переднего фронта первого переданного импульса. Для каждой передачи должны назначаться интервалы в 112 однокросекундных бит. Импульс длительностью 0,5 мкс должен передаваться либо в первой, либо во второй половине каждого интервала. Если за импульсом, передаваемым во второй половине первого интервала, следует другой импульс, передаваемый в первой поло-

вине следующего интервала, то эти два импульса должны «сливаться» и передаваться импульсом длительностью 1 мкс.

1.9. Амплитуда первого импульса и любого другого импульса сообщения должна отличаться не более чем на 2 дБ.

1.10. По уровню выходной мощности передатчика радиомаяк должен соответствовать классу «B2» или классу «B2- Low»:

1.10.1. Мощность передатчика класса «B2» должна быть не менее 70 Вт (18,5 дБВт) и не более 500 Вт (27 дБВт) на входе антенны на частоте 1090 МГц.

1.10.2. Мощность передатчика класса «B2- Low» должна быть не менее 7 Вт (8,5 дБВт) и не более 70 Вт (18,5 дБВт) на входе антенны на частоте 1090 МГц.

1.11. Когда передатчик находится в неактивном состоянии, мощность радиочастотного сигнала на частоте $1090 \pm 3,0$ МГц на выходе передатчика (входе антенны) не должна превышать – 70 дБм.

1.12. Блок данных сообщения должен состоять из 112 бит данных, которые формируются с помощью двоичной кодово-импульсной модуляции, кодирующей данные ответа. Импульс, передаваемый в первой половине интервала, представляет собой двоичную «1», а импульс, передаваемый во второй половине, представляет собой двоичный «0».

1.13. Биты должны нумероваться в порядке их передачи, начиная с первого бита. Цифровые значения, кодированные по группам (полям) битов, должны кодироваться с помощью положительной двоичной системы, и первым передаваемым битом является самый старший бит (MSB). Информация должна кодироваться в полях, каждое из которых должно состоять, по крайней мере, из одного бита.

1.14. Структура сообщения АЗН-В должна соответствовать таблице 3.

Таблица 3

Структура сообщения АЗН-В					
БИТ СООБЩЕНИЯ	1 – 5	6 – 8	9 - 32	33 – 88	89 - 112
ПОЛЕ	DF=18 [5]	CF [3]	AA Адрес [24]	«ME» [56]	PI [24]
	MSB LSB	MSB LSB	MSB LSB	MSB LSB	MSB LSB

1.15. Поле «DF» (биты сообщения 1 – 5) формат сигналов по линии связи "вниз" должно иметь значение DF=18 (двоичный код 10010).

1.16. Поле «CF» (биты сообщения 6 – 8) должно быть закодировано значением «0».

1.17. Поле «AA» (биты сообщения 9 – 32) должно содержать 24-битный адрес, назначенный транспортному средству.

Примечание. Значение подполя "AA" задаётся с помощью сервисного приложения и не изменяется в течение сеанса работы радиомаяка.

1.18. Поле «PI» (биты сообщения 89 – 112) должно содержать генерированную последовательность проверки четности, которая должна вырабатываться в соответствии с правилами, изложенными в приложении 1.

1.19. Формат поля МЕ сообщения «положение на земле» должен соответствовать таблице 4.

Таблица 4.

Формат сообщения о положении на земле								
БИТ Сообщ. #	33 – 37	38 – 44	45	46 – 52	53	54	55 – 71	72 – 88
БИТ «МЕ» #	1 – 5	6 – 12	13	14 – 20	21	22	23 – 39	40 – 56
НАИМ ПОЛЯ	ТИП [5]	ДВИЖЕНИЕ [7]	СТАТУС КУРСА [1]	КУРС [7]	ВРЕМЯ (Т) [1]	ФОРМАТ CPR (F) [1]	КОДИР. ШИРОТА [17]	КОДИР. ДЛГОТА [17]
	LSB MSB	LSB MSB	LSB MSB	LSB MSB			LSB MSB	LSB MSB

1.20. Подполе «ТИП» должно кодироваться, согласно таблице 5, в зависимости от значения радиуса удержания в горизонтальной плоскости (R_C), поступающего от встроенного приемника ГНСС.

Таблица 5

Предел радиуса удержания в горизонтальной плоскости (R_C)	Категория навигационной целостности (NIC)			Код ТИПА
	NIC	Дополнение NIC		
		A	C	
$R_C < 7,5$ м	11	0	0	5
$R_C < 25$ м	10	0	0	6
$R_C < 75$ м	9	1	0	7
$R_C < 0,1$ м. мили (185,2 м)	8	0	0	
$R_C < 0,2$ м. мили (370,4 м)	7	1	1	8
$R_C < 0,3$ м. мили (555,6 м)	6	1	0	
$R_C < 0,6$ м. мили (1111,2 м)		0	1	
$R_C > 0,6$ м. мили (1111,2 м) или неизвестен	0	0	0	0
R_C неизвестен	0	-	-	

1.21. Сообщение «положение на земле» с кодом «ТИП» = 0 должно иметь все 56 бит поля «МЕ», установленные в значение «0».

1.22. Подполе «ДВИЖЕНИЕ» (биты поля «МЕ» 6 – 12, биты сообщения 38 – 44) должно использоваться для кодирования информации, в соответствии с таблицей 6.

Таблица 6

Кодирование (десятичное)	Значение	Шаг квантования
0	Информация о движении отсутствует	
1	Объект неподвижен (скорость на земле = 0 уз)	
2	0 уз < скорость на земле $\leq 0,2315$ км/ч (0,125 уз)	
3-8	0,2315 км/ч (0,125 уз) < скорость на земле $\leq 1,852$ км/ч (1 уз)	0.2700833 км/ч

9-12	1,852 км/ч(1 уз) < скорость на земле ≤3,704 км/ч (2 уз)	0,463 км/ч (0,25 уз)
13-38	3,704 км/ч(2 уз) < скорость на земле ≤27,78 км/ч (15 уз)	0,926 км/ч (0,50 уз)
39-93	27,78 км/ч(15 уз) < скорость на земле ≤129,64 км/ч (70 уз)	1,852 км/ч (1,00 уз)
94-108	129,64 км/ч(70 уз) < скорость на земле ≤185,2 км/ч (100 уз)	3,704 км/ч (2,00 уз)
109-123	185,2 км/ч(100 уз) < скорость на земле ≤324,1 км/ч (175 уз)	9,26 км/ч (5,00 уз)
124	324,1 км/ч(175 уз) < скорость на земле	
125	Зарезервировано для торможения воздушного судна	
126	Зарезервировано для ускорения воздушного судна	
127	Зарезервировано для буксировки воздушного судна хвостом вперед	

Примечание: Скорость считается недоступной, если не было обновления данных GNSS в течение последних 2-х секунд.

1.23. Подполе «СТАТУС курса» (бит «МЕ» 13, бит сообщения 45) должно содержать признак достоверности значения курса на земле. Кодирование осуществляется следующим образом: «0» – недействительный, «1» – действительный.

1.24. Подполе «КУРС» (биты «МЕ» 14 – 20, биты сообщения 46 – 52), должно содержать информацию о курсе движения на земле (в градусах по часовой стрелке от истинного или магнитного севера). Курс кодируются в виде взвешенного углового показателя, выражаемого двоичным числом без знака в соответствии с таблицей 7. Цена старшего разряда (MSB) - 180°, младшего (LSB) - 360°/128°. Данные в этом поле округляются до ближайшего кратного 360°/128°.

Примечание: Опорное направление курса (истинный или магнитный север) передается в подполе HDR сообщения об эксплуатационном статусе ВС.

Таблица 7.

Код		Значение (курс в градусах)
Двоичный	Десятичный	
000 0000	0	Курс равен НУЛЮ
000 0001	1	Курс = 2,8125 градуса
000 0010	2	Курс = 5,6250 градуса
000 0011	3	Курс = 8,4375 градуса
***	***	***
011 1111	63	Курс = 177,1875 градуса
100 0000	64	Курс = 180,00 градуса
100 0001	65	Курс = 182,8125 градуса
***	***	***
111 1111	127	Курс = 357,1875 градуса

1.25. Подполе «ВРЕМЯ» (Т) (бит «МЕ» 21, бит сообщения 53) указывает признак синхронизации времени действительности данных, передаваемых в сообщении, с временем UTC. Значение «0» должно устанавливаться в том случае, когда время действительности данных о положении соответствует времени передачи сообщения. Значение «1» должно устанавливаться в том случае, когда время действительности данных о положении соответствует точным 0,2-секундным меткам UTC.

1.26. Подполе «ФОРМАТ CPR (F)» (бит «МЕ» 22, бит сообщения 54) должно использоваться для указания формата компактного донесения о местоположении (CPR). Формат CPR, равный, НУЛЮ (0) обозначает кодирование четного формата, а формат CPR, равный ЕДИНИЦЕ (1) обозначает кодирование нечетного формата.

1.27. Подполе «КОДИРОВАННАЯ ШИРОТА» (биты «МЕ» 23 – 39, биты сообщения 55 – 71), должно содержать кодированную широту положения на земле, закодированную с помощью алгоритма CPR в соответствии с приложением 2.

1.28. Подполе «КОДИРОВАННАЯ ДОЛГОТА» (биты «МЕ» 40 – 56, биты сообщения 72 – 88), должно содержать кодированную долготу положения на земле, закодированную с помощью алгоритма CPR в соответствии с приложением 2.

1.29. Значения «КОДИРОВАННОЙ ШИРОТЫ» и «КОДИРОВАННОЙ ДОЛГОТЫ» должны соответствовать времени действительности координатных данных в соответствии со значением, указанным в подполе «ВРЕМЯ» (Т):

1.29.1. Если подполе «ВРЕМЯ» (Т) = 0 время действительности координатных данных должно соответствовать времени передачи сообщения о местоположении на земле с точностью ± 100 мс.

1.29.2. Если подполе «ВРЕМЯ» (Т) = 1 время действительности координатных данных должно соответствовать точным 0,2-секундным меткам UTC. В таком случае, подполе «ФОРМАТ CPR (F)» будет чётные (значение «0») и нечётные (значение «1») 0,2-секундные метки UTC.

Примечание: Чётными 0,2-секундными метками UTC считаются те, которые начинаются после чётных секунд UTC (например, 12,0; 12,4; 12,8; 13,2; 13,6 и т.д.), а нечётные - соответственно после нечётных секунд UTC (например, 12,2; 12,6; 13,0; 13,4 и т.д.).

1.30. В случае прекращения поступления входного навигационного сигнала экстраполяция данных о широте и долготе продолжается не более 2 с. По истечении этого периода в 2 с поля кодированной широты и долготы устанавливаются на «0»

1.31. Сообщение «идентификация и тип». Формат поля «МЕ» сообщения «идентификация и тип» должен соответствовать таблице 8.

Таблица 8.

Формат сообщения АЗН-В «идентификация и тип»										
БИТ MSG #	33 - 37	38 - 40	41 - 46	47 - 52	53 - 58	59 - 64	65 - 70	71 - 76	77 - 82	83 - 88
БИТ «МЕ» #	1 - 5	6 - 8	9 - 14	15 - 20	21 - 26	27 - 32	33 - 38	39 - 44	45 - 50	51 - 56
НАИМ ПОЛЯ	ТИП [5]	КАТЕГОРИЯ ИЗЛУЧАТЕЛЯ	Сим- вол идент.	Символ идент.						
		АЗН-В [3]	#1 [6]	#2 [6]	#3 [6]	#4 [6]	#5 [6]	#6 [6]	#7 [6]	#8 [6]
	MSB LSB	MSB LSB	MSB LSB	MSB LSB	MSB LSB	MSB LSB	MSB LSB	MSB LSB	MSB LSB	MSB LSB

1.32. Подполе «ТИП» (биты «МЕ» 1 – 5, биты сообщения 33 – 37) для сообщения «идентификация и тип», должно иметь значение «2», соответствующее Набору «С» категории излучателей АЗН-В.

1.33. Подполе «КАТЕГОРИЯ ЭМИТТЕРА» (биты «МЕ» 6 – 8, биты сообщения 38 – 40), должно использоваться для идентификации определенных типов подвижных объектов в

пределах Набора «С» категорий эмиттеров АЗН-В. Набор «С» категорий эмиттеров АЗН-В определен в таблице 9

Таблица 9.

Набор «С» категорий эмиттеров АЗН-В	
Код	Значение
0	Нет информации о категории эмиттера АЗН-В
1	Наземный подвижной объект – вспомогательный подвижной объект
2	Наземный подвижной объект – служебный подвижной объект
3	Точечное препятствие (в т.ч. привязанные воздушные шары)
4	Группа препятствий
5	Линейное препятствие
6–7	Зарезервировано

1.34. Подполя «Символ 1» - «Символ 8» (биты «МЕ» 9 – 56, биты сообщения 41 – 88) должны кодироваться шестибитной комбинацией Международного алфавита №5 (IA-5), как показано в таблице 10.

Таблица 10

				b ₆	0	0	1	1
				b ₅	0	1	0	1
b ₄	b ₃	b ₂	b ₁					
0	0	0	0			P	пробел	0
0	0	0	1		A	Q		1
0	0	1	0		B	R		2
0	0	1	1		C	S		3
0	1	0	0		D	T		4
0	1	0	1		E	U		5
0	1	1	0		F	V		6
0	1	1	1		G	W		7
1	0	0	0		H	X		8
1	0	0	1		I	Y		9
1	0	1	0		J	Z		
1	0	1	1		K			
1	1	0	0		L			
1	1	0	1		M			
1	1	1	0		N			
1	1	1	1		O			

1.35. Сообщение «Эксплуатационный статус воздушного судна». Формат сообщения должен соответствовать таблице 11.

Таблица 11.

БИТ МЕ	1 - 5	6 - 8	9 - 20	21 - 24	25 - 40	41 - 43	44	45 - 48	49 - 50	51 - 52	53	54	55	56
БИТ СООБЩЕНИЯ	33 - 37	38 - 40	41 - 52	53 - 56	57 - 72	73 - 75	76	77 - 80	81 - 82	83 - 84	85	86	87	88

ПОЛЕ	КОД ТИПА = 31 [5]	КОД ПОДТИП = 1 [3]	КОДЫ КЛАССОВ ВОЗМОЖНОСТЕЙ (СС) НА ЗЕМЛЕ [12]	КОДЫ ДЛИНЫ / ШИРИНЫ [4]	КОДЫ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ РЕЖИМОВ (ОМ) НА ЗЕМЛЕ [16]	НОМЕР ВЕРСИИ [3]	ДОПОЛНЕНИЕ-А NIC [1]	КАТЕГОРИЯ НАВИГАЦИОННОЙ ТОЧНОСТИ - МЕСТОПОЛОЖЕНИЕ [4]	ЗАРЕЗЕРВИРОВАНО [2]	УРОВЕНЬ ЦЕЛОСТНОСТИ ИСТОЧНИКА SIL [2]	TRK / HDG [1]	HRD [1]	ДОПОЛНЕНИЕ SIL [1]	ЗАРЕЗЕРВИРОВАНО [1]
	MSB LSB	MSB LSB	MSB LSB	MSB LSB	MSB LSB	MSB LSB		MSB LSB	MSB LSB	MSB LSB				

1.36. Подполе «Код ТИПА» (биты «МЕ» 1 – 5, биты сообщения 33 – 37) для сообщения «Эксплуатационный статус ВС», должно быть закодировано значением «31».

1.37. Подполе «ПОДТИП» (биты «МЕ» 6 – 8, биты сообщения от 38 – 40) должно быть закодировано значением «1», что соответствует положению «на земле».

1.38. Подполе «КОДЫ КЛАССОВ ВОЗМОЖНОСТЕЙ (СС)» (биты «МЕ» 9 – 20, биты сообщения 41 – 52) должно соответствовать таблице 12.

Таблица 12.

БИТ СООБЩЕНИЯ	41	42	43	44	45	46	47	48	49-51	52
БИТ МЕ	9	10	11	12	13	14	15	16	17-19	20
СОДЕРЖИМОЕ	0	0	0	1090ES IN 0 или 1	0	0	B2 Low 0 или 1	UAT IN 0	NACv [3]	Дополнение-C NIC [1]

1.39. Биты сообщения 41 – 43, 45, 46 зарезервированы и должны быть закодированы значением «0».

1.40. Подполе «1090 ES IN» (бит «МЕ» 12, бит сообщения 44) должно быть закодировано следующим образом: «0» – означает отсутствие возможности принимать сообщения расширенного сквиттера 1090ES, «1» – имеется возможность принимать сообщения расширенного сквиттера 1090ES.

1.41. Подполе «B2 Low» (бит «МЕ» 15, бит сообщения 47) должно быть закодировано следующим образом: «0» – означает возможности передатчика класса «B2», «1» – означает возможности передатчика класса «B2 low».

1.42. Подполе «UAT IN» (бит «МЕ» 16, бит сообщения 48) должно быть закодировано значением «0», что означает отсутствие возможности принимать сообщения АЗН-В технологии «UAT IN».

1.43. Подполе «NACv» (биты «МЕ» 17 – 19, биты сообщения 49 – 51) должно быть закодировано значением категории навигационной точности скорости согласно таблице 13.

Таблица 13.

Категория навигационной точности для скорости		
Кодирование		Ошибка определения скорости в горизонтальной плоскости
Двоичное	Десятичное	
000	0	> 10 м/с
001	1	< 10 м/с
010	2	< 3 м/с
011	3	< 1 м/с
100	4	< 0.3 м/с

Примечание - оценка категории навигационной точности для скорости должна быть получена на основе информации о 95% точности горизонтальной скорости, получаемой от встроенного приёмника ГНСС.

1.44. Подполе «Дополнение – С NIC» (бит «МЕ» 20, бит сообщения 52) должно быть закодировано согласно таблице 5.

1.45. Подполе «КОДЫ ДЛИНЫ / ШИРИНЫ» (биты «МЕ» 21 – 24, биты сообщения 53 – 56) должно кодироваться согласно таблице 14.

Таблица 14.

A/V – L/W (десятичный)	Код длины			Код ширины	Верхние границы по длине и ширине	
	«МЕ» Бит 21	«МЕ» Бит 22	«МЕ» Бит 23	«МЕ» Бит 24	Длина (м)	Ширина (м)
0	0	0	0	0	Нет данных	
1	0	0	0	1	15	23
2	0	0	1	0	25	28.5
3				1		
4	0	1	0	0	35	33
5				1		
6	0	1	1	0	45	39.5
7				1		
8	1	0	0	0	55	45
9				1		
10	1	0	1	0	65	59.5
11				1		
12	1	1	0	0	75	72.5
13				1		
14	1	1	1	0	85	80
15				1		

1.46. Подполе «Эксплуатационный режим (OM)» (биты «МЕ» 25 – 40, биты сообщения 57 – 72) должно кодироваться согласно таблице 15.

Бит MSG #	57	58	59	60	61	62	63, 64	65 - 72
Бит ME #	25	26	27	28	29	30	31, 32	33 - 40
Формат «ОМ»	0	0	TCAS RA Active [1]	IDENT Switch Active [1]	Receiving ATC Services [1]	Single Antenna Flag [1]	System Design Assurance [2]	GPS Antenna Offset [8]

1.47. Подполе «Действующая RA TCAS/БСПС» (бит «ME» 27, бит сообщения 59) подполя ОМ должно быть установлено в значение «0».

1.48. Подполе «Действующее включение IDENT» (бит «ME» 28, бит сообщения 60) подполя ОМ должно быть установлено в значение «0».

1.49. Подполе «Зарезервировано для получения услуг УВД» (бит «ME» 29, бит сообщения 61) должно быть установлено в значение «0».

1.50. Подполе «Признак одной антенны» (бит «ME» 30, бит сообщения 62) должно быть установлено в значение «1».

1.51. Подполе «Уровень гарантии конструирования» (биты «ME» 31 – 32, биты сообщения 63 – 64) должно кодироваться согласно таблице 16 в зависимости от уровня гарантии конструирования радиомаяка.

Таблица 16.

Значение поля в десятичном представлении	Значение поля в двоичном представлении	Вероятность не обнаружимого отказа, вызывающего передачу ложной информации за час работы	Уровень гарантии конструирования
0	00	Неизвестна либо больше, чем $1 \cdot 10^{-3}$	Нет данных
1	01	$\leq 1 \cdot 10^{-3}$	D
2	10	$\leq 1 \cdot 10^{-5}$	C
3	11	$\leq 1 \cdot 10^{-7}$	B

1.52. Подполе «Смещение антенны GPS» (биты «ME» 33 – 40, биты сообщения 65 – 72) должно кодироваться согласно таблицам 17, 18 в зависимости от размещения радиомаяка на ТС или препятствии.

Таблица 17.

Бит «ME» (бит сообщения)			Верхняя граница бокового смещения Антенны GPS (ось тангажа) влево или вправо от продольной оси (ось крена)	
33 (65)	34 (66)	35 (67)	Направление	метры
Кодирование				
0 = влево 1 = вправо	Бит 1	Бит 0		
0	0	0	влево	ДАННЫЕ ОТСУТСТВУЮТ
	0	1		2
	1	0		4
	1	1		6
1	0	0	вправо	0
	0	1		2
	1	0		4
	1	1		6

Таблица 18.

Бит «МЕ» (бит сообщения)					Верхняя граница продольного смещения антенны GPS (ось крена) в направлении от носовой к хвостовой части воздушного судна
36 (68)	37 (69)	38 (70)	39 (71)	40 (72)	
Кодирование					метры
Бит 4	Бит 3	Бит 2	Бит 1	Бит 0	
0	0	0	0	0	ДАННЫЕ ОТСУТСТВУЮТ
0	0	0	0	1	Смещение местоположения, применяемое датчиком
0	0	0	1	0	2
0	0	0	1	1	4
0	0	1	0	0	6
*	*	*	*	*	*
1	1	1	1	1	60

1.53. Подполе «НОМЕР ВЕРСИИ» (биты «МЕ» 41 – 43, бит сообщения 73 – 75) должно кодироваться значением «2» (010), означающим совместимость с документами Doc. 9871 (приложение С).

1.54. Подполе «Дополнение – А NIC» (бит «МЕ» 44, бит сообщения 76) должно кодироваться согласно таблице 5.

1.55. Подполе НАСр «КАТЕГОРИЯ НАВИГАЦИОННОЙ ТОЧНОСТИ - МЕСТОПОЛОЖЕНИЕ» (биты «МЕ» 45 – 48, биты сообщения 77 – 80) должно кодироваться согласно таблице 19.

Таблица 19.

Кодирование		95% радиус расчетной неопределенности координат (EPU)
(Двоичное)	(Десятичное)	
0000	0	EPU \geq 18,52 км (10 м. миль) – точность неизвестна
0001	1	EPU < 18.52 км
0010	2	EPU < 7.408 км
0011	3	EPU < 3.704 км
0100	4	EPU < 1852 м
0101	5	EPU < 926 м
0110	6	EPU < 555.6 м
0111	7	EPU < 185.м
1000	8	EPU < 92.6 м
1001	9	EPU < 30 м
1010	10	EPU < 10 м
1011	11	EPU < 3 м
1100 – 1111	12 – 15	Зарезервировано

1.56. Подполе «Уровень целостности источника» (SIL) (биты «МЕ» 51 и 52, биты сообщения 83 и 84) должно кодироваться согласно таблице 20.

Значение поля в двоичном представлении	Значение поля в десятичном представлении	Превышение отклонения данных наблюдения за доверительный горизонтальный радиус (R_c), вероятность превышения за час работы или за выборку
00	0	Неизвестна либо больше, чем $1 \cdot 10^{-3}$
01	1	$\leq 1 \cdot 10^{-3}$
10	2	$\leq 1 \cdot 10^{-5}$
11	3	$\leq 1 \cdot 10^{-7}$

1.57. Подполе TRK/HDG «ПУТЕВОЙ КУРС / УГОЛ» (бит «МЕ» 53, бит сообщения 85) должно кодироваться значением «1», что соответствует значению «Путевой угол».

1.58. Подполе HRD «НАПРАВЛЕНИЕ ОТСЧЕТА В ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ ПЛОСКОСТИ» (бит «МЕ» 54, бит сообщения 86) должно кодироваться значением «0», что означает отсчет углов относительно истинного севера.

1.59. Подполе «ДОПОЛНЕНИЕ SIL» (бит «МЕ» 55, бит сообщения 87) должно кодироваться значением «0» (вероятность за час работы).

1.60. Сообщение должно передаваться через произвольно выбранные интервалы, равномерно распределенные в заданных интервалах с использованием квантования по времени не более 15 миллисекунд, относительно предыдущего сообщения/.

1.61. Сообщения «Местоположение на земле» должны передаваться с интервалом:

- 0,4 – 0,6 с для «высокого темпа»;
- 4,8 – 5,2 с для «низкого темпа».

1.62. Переключение с «высокого темпа» на «низкий темп» должно происходить, если положение ТС за 30 с изменяется менее, чем на 10 м.

1.63. Переключение с «низкого темпа» на «высокий темп» должно происходить, если положение ТС изменяется на 10 м или больше со времени включения «низкого темпа».

1.64. После включения радиомаяка или при отсутствии признака доступности данных о положении сообщения «Положение на земле» должны передаваться с «высоким темпом».

1.65. Сообщения «Идентификация и тип» должны передаваться с интервалами:

- 9,8 – 10,2 с для «низкого темпа»;
- 4,8 – 5,2 с для «высокого темпа».

1.66. Сообщения «Эксплуатационный статус» должны передаваться с интервалами:

- 4,8 – 5,2 с для «низкого темпа»;
- 2,4 – 2,6 с для «высокого темпа», если значения подполей: NICSUPP, и NAC и SIL не меняются;
- 0,7 – 0,9 с для «высокого темпа», если значения подполей: NICSUPP, или NAC или SIL меняются.

1.67. Система автоматического контроля радиомаяка должна обеспечивать контроль работоспособности радиомаяка и индикацию его работоспособного состояния на выносном блоке, размещаемом на удалении до 10 м от блока передатчика радиомаяка.

1.68. Требования к антенне радиомаяка:

1.68.1. Радиомаяк может быть выполнен со встроенной или внешней антенной.

1.68.2. Антенна радиомаяка должна иметь следующие характеристики:

- диапазон рабочих частот – не менее 1090 ± 10 МГц;
- поляризация – вертикальная;
- волновое сопротивление – 50 Ом;
- коэффициент стоячей волны по напряжению – не более 1,5.

1.68.3. Коэффициент усиления антенны радиомаяка должен быть не менее коэффициента усиления четвертьволнового вибратора минус 6 дБ в 90% диапазона углов от 5 до 30 градусов по углу места и от 0 до 360 градусов по азимуту при установке антенны и вибратора в центре круговой проводящей поверхности диаметром не менее 1200 мм.

2. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ

2.1. Радиомаяк должен сохранять работоспособность при следующих условиях:

- температура окружающей среды - от -50^0 до $+50^0$ С;
- повышенная относительная влажность - до 98 % при $+25^0$ С;
- атмосферное пониженное давление - до 700 гПа (525 мм рт.ст.);
- скорость воздушного потока до 50 м/с;
- атмосферные конденсированные осадки (роса, иней) и атмосферные выпадаемые осадки (дождь, снег);
- синусоидальная вибрация в диапазоне частот от 10 до 70 Гц с амплитудой ускорения от 7,8 до 37 м/с^2 (от 0,8 до 3,8 g).

2.2. Время начала передачи сообщений после подачи питания, при температуре окружающей среды, указанной в п. 2.1, не должно превышать 1 мин. при условии выполнения навигационных определений встроенным приемником ГЛОНАСС/GPS.

2.3. Оборудование радиомаяка должно сохранять прочность при воздействии механических ударов многократного действия с длительностью ударного импульса от 5 до 10 мс и пиковым ударным ускорением 147 м/с^2 (15 g).

2.4. Радиомаяк должен быть рассчитан на питание от источника постоянного тока напряжением 12/24 В $+30/-10$ %.

2.5. Радиомаяк должен восстанавливать работоспособность в пределах не более 1 минуты при условии выполнения навигационных определений встроенным приемником ГЛОНАСС/GPS после отключения напряжения питания на время до 60 с.

2.6. На радиомаяк должны быть установлены и приведены в эксплуатационной документации показатели срока службы или ресурса, средней наработки на отказ и среднего времени восстановления.

2.7. Эксплуатационные документы должны быть в виде альбома, книги, брошюры и содержать необходимую информацию по монтажу, использованию, техническому обслуживанию, транспортированию и хранению оборудования.

Приложения:

1. Расчет поля РІ.
2. Кодирование геодезических координат методом компактного донесения о положении.
3. Перечень эксплуатационной документации.

Начальник отдела организации технической эксплуатации и сертификации средств радиотехнического обеспечения полетов и авиационной электросвязи



В.Ю. Муругов

Расчёт поля PI.

Последовательность из 24 бит четности ($p_1, p_2 \dots p_{24}$) должна генерироваться из последовательности информационных бит ($m_1, m_2 \dots m_k$), где $k=88$. Это должно выполняться посредством кода, который генерируется с помощью многочлена:

$$G(x) = 1 + x^3 + x^{10} + x^{12} + x^{13} + x^{14} + x^{15} + x^{16} + x^{17} + x^{18} + x^{19} + x^{20} + x^{21} + x^{22} + x^{23} + x^{24},$$

когда с помощью двоичной многочленной алгебры последовательность $x_{24} [M(x)]$ делится на многочлен $G(x)$, где информационная последовательность $M(x)$ выражена в виде

$$m_k + m_{k-1}x + m_{k-2}x^2 + \dots + m_1x^{k-1},$$

результатом являются частное и остаток $R(x)$ со степенью менее 24. Образованная таким остатком последовательность бит является последовательностью проверки четности. Бит четности p_i для любого i от 1 до 24 является коэффициентом x^{24-i} в $R(x)$.

Примечание. Результатом умножения $M(x)$ на x^{24} является добавление 24 нулевых бит в конце данной последовательности.

Обозначения:

$M(x)$ – последовательность информационных символов (88 символов/разрядов);

$G(x)$ – образующий полином. 24 степени (16 членов отличных от нуля);

$R(x)$ – паритетный остаток (синдром) меньше степени образующего полинома;

PI – поле «Проверка чётности»;

Вычисление:

Паритетный остаток определяется делением $M(x)$ на $G(x)$ по правилам двоичной алгебры:

ры:

$$R(x) = (M(x) x_{24}) / G(x)$$

где x^{24} означает сдвиг на 24 разряда влево.

Поле PI:

Паритетный остаток следует поместить в разряды с 89 по 112.

$$PI = R(x).$$

Кодирование геодезических координат методом компактного донесения о положении (Compact Position Reporting (CPR))

Принцип алгоритма CPR

Расширенные сквиттеры режима S используют компактное донесение о положении (CPR) для эффективного кодирования сообщения о широте и долготе. Получающиеся в результате сообщения – компактны в том смысле, что несколько бит более высокого порядка, которые обычно остаются постоянными на протяжении длительных периодов времени, не передаются в каждом сообщении. Например, в прямом двоичном представлении широты один бит будет указывать, в каком полушарии находится ТС – в северном или южном. Этот бит будет оставаться постоянным в течение долгого времени, возможно, на протяжении всего срока службы ТС. Передавать этот бит в каждом сообщении по положению не эффективно

Вследствие того, что биты более высокого порядка не передаются, разные местоположения приведут к появлению одной той же кодовой последовательности. Если было принято только одно сообщение о положении, то при декодировании появится неоднозначность, так как истинному местоположению ТС будут соответствовать множественные решения. В методики CPR предусмотрены меры, дающие приемной системе однозначно определять местоположение самолета. Это делается путем кодирования двумя способами, которые несколько отличаются друг от друга. Два формата, называемые четный формат и нечетный формат, передаются по пятьдесят процентов времени каждый. После приема обоих типов в течение короткого периода приемная система может однозначно определить местоположение ТС.

Данные для алгоритма CPR

Количество бит, используемых при кодировании координат:

- На земле $N_b = 19$:

Число географических широтных зон между экватором и полюсом $NZ = 15$.

Номер широтной зоны NL как функция широты x . Значение $NL(x)$ ограничено диапазоном от 1 до 59. $NL(x)$ для большинства широт определяется уравнением:

$$NL(lat) = \text{floor} \left[2\pi \cdot \left[\arccos \left(1 - \frac{1 - \cos \left(\frac{\pi}{2 \cdot NZ} \right)}{\cos^2 \left(\frac{\pi}{180^\circ} \cdot |lat| \right)} \right) \right]^{-1} \right]$$

где lat означает широту в градусах. Для широт на северном N или южном S полюсах, вблизи полюсов и экватора, следующие точки являются определенными:

- | | |
|---------------------------|-------------|
| Для $lat = 0$ (экватор), | $NL = 59$; |
| Для $lat = +87$ градусов, | $NL = 2$; |
| Для $lat = -87$ градусов, | $NL = 2$; |
| Для $lat > +87$ градусов, | $NL = 1$; |
| Для $lat < -87$ градусов, | $NL = 1$. |

Алгоритм кодирования CPR

В процессе кодирования CPR рассчитываются коды местоположения BC/TC XZ_i и YZ_i для полей Широты и Долготы, исходя из глобальной положения BC/TC lat (широта в градусах), lon (долгота в градусах) и формата кодирования i (0 для четного формата и 1 для нечетного формата).

При кодировании CPR в положении «На Земле» используется как четный ($i = 0$), так и нечетный ($i = 1$) форматы:

а). Рассчитать размер широтной зоны в направлении N-S $Dlat_i$:

$$Dlat_i = \frac{360^\circ}{4 \cdot NZ - i}$$

б). Затем рассчитывается YZ_i (координата Y в пределах Зоны) на основании $Dlat_i$ и lat согласно выражению:

$$YZ_i = \text{floor} \left(2^{19} \cdot \frac{\text{MOD}(lat, Dlat_i)}{Dlat_i} + \frac{1}{2} \right)$$

в). Затем рассчитывается $Rlat_i$ (широта, которую приемная система АЗН-В извлечет из переданного сообщения) согласно выражению:

$$Rlat_i = Dlat_i \cdot \left(\frac{YZ_i}{2^{19}} - \text{floor} \left(\frac{lat}{Dlat_i} \right) \right)$$

г). Затем рассчитывается $Dlon_i$ (размер долготной зоны в направлении E-W) из $Rlat_i$ при помощи уравнения:

$$Dlon_i = \begin{cases} \frac{360^\circ}{NL(Rlat_i) - i} & \text{when } NL(Rlat_i) - i > 0 \\ 360^\circ & \text{when } NL(Rlat_i) - i = 0 \end{cases}$$

д). Затем рассчитывается XZ_i (координата X в пределах зоны) на основании lon и $Dlon_i$ по формуле:

$$XZ_i = \text{floor} \left(2^{19} \cdot \frac{\text{MOD}(lon, Dlon_i)}{Dlon_i} + \frac{1}{2} \right)$$

е). Затем ограничить значения XZ_i и YZ_i 17-битовым полем:

$$YZ_i = \text{MOD}(YZ_i, 2^{17})$$

$$XZ_i = \text{MOD}(XZ_i, 2^{17})$$

Примечание: Более подробно и для всех режимов кодирования см. стандарт DO-260B, Appendix A, §.A.1.7.

Эксплуатационные документы

Эксплуатационная документация должна содержать:

- руководство по эксплуатации;
- инструкция по монтажу, пуску и регулированию;
- формуляр (паспорт);
- ведомость ЗИП;
- ведомость эксплуатационной документации.