



Анализ вариантов грамматики команд речевого интерфейса пилота ВС гражданской авиации

Бондарос Ю.Г.

Костюк А.И.

ФГУП ГосНИИ Авиационных систем.
Россия, 125319, Москва, ул. Викторенко, д. 7.
Тел. (495) 637-62-56. Факс (499) 157-50-97.
E-mail: bondaros@gosniias.ru

ФГУП ЛИИ им. Громова.
Россия, 105082, г. Жуковский, Московской обл.
Тел. (495) 556-78-93. Факс (495) 556-78-93.
E-mail: kostyuk@yandex.ru

Работа выполнена при поддержке РФФИ. Грант РФФИ 09-08-00763-а

Выполнен сравнительный анализ 2-х вариантов представления грамматики команд речевого интерфейса пилота самолёта гражданской авиации.

1. Уровни команд речевого интерфейса пилота.

В зависимости от объёма возможных команд и критичности по безопасности операций, выполняемых по речевым командам, речевые интерфейсы пилота самолёта ГА можно разделить на 3 класса. Эти классы распознают и выполняют стандартные наборы команд, которые условно можно разделить также на 3 уровня. Класс интерфейса определяется наивысшим уровнем содержащихся в нем команд. Команды первого уровня содержат ввод данных в выбранное лётчиком самолетное оборудование и уже подготовленное для ввода данных. Такая система может быть встроена на существующие самолёты в процессе модернизации их авиационного оборудования. Система второго уровня должна позволить лётчику голосом выбрать самолётную систему авиационного и радиотехнического оборудования, произвести голосовой ввод данных, реализуя возможности органов управления на пультах этих систем. Такая система значительно сложнее из-за возросшего количества команд и более сложного их взаимодействия с оборудованием самолёта. Система третьего уровня самая сложная и позволяет управлять дополнительно и самолётными системами в пределах, повышающих безопасность полетов. Создание сложных алгоритмов собственно СРК дополнительно требует определения границ безопасного применения этой системы.

Как будет показано ниже, основной массив слов команд управления базовыми устройствами самолёта составляют слова, обозначающие числа. Сложившаяся практика визуальной индикации и речевого представления пилотами

чисел — в десятичной системе счисления, без озвучивание знака разделения целой и дробной частей. Выделим два используемых на практике варианта речевого представления чисел:

1. Обычное речевое представление (условное обозначение W), когда целая и дробная части числа произносятся словами. Например, цифра 115,50 произносится как «сто пятнадцать пятьдесят».
2. Поразрядное представление (условное обозначение D), когда используются только слова, обозначающие цифры из множества 0, 1, ..., 8, 9. цифра 115,50 произносится как «один один пять пять ноль». В этом случае диктору легче контролировать себя, так как грамматика команд построена так, что речевое обозначение цифр команд активной грамматики использует одинаковое число слов и заранее известно, что, например, два последних слова определяют дробную часть цифры.

2. Команды первого уровня речевого интерфейса пилота

Ниже дано описание речевых команд первого уровня для СРК применительно к существующему навигационному комплексу. Все команды начинаются с ключевого слова, например «авиум». Команды позволяют выполнить функции:

- ввод частоты УКВ радиостанции;
- выбор режима и настройку радиокompаса;
- выбор режима и настройку VOR;
- выбор режима и настройку DME;
- выбор режима и настройку ILS;
- набор командной строки FMS латинскими буквами.

2.1. Ввод частот УКВ радиостанции (Радио)

Для настройки частоты с применением СРК лётчик привычными манипуляциями с комплексным пультом управления радиотехническими средствами связи (КПРТС) доходит до процедуры непосредственного ввода частоты, затем, вместо набора частоты рукоятками, произносит значение частоты в диапазоне частот 118.0–135.0 МГц. Значения частот настройки и индикации состоят из целой части с шагом 1 МГц и дробной части с шагом 0,005 МГц. Массив команд управления радиостанцией насчитывает 240 команд, состоящих из 24 слов. Максимальное число слов в команде равно 7. В случае поразрядного речевого представления цифр массив команд состоит из 11 слов. Максимальное число слов в команде равно 7.

2.2. Выбор режима и настройка радиокompаса АРК-32

Выбрав с помощью рукояток и кнопок требуемый комплект АРК, лётчик может установить режим работы компаса, используя следующий набор речевых команд.

1. Авиум взэсэс.
2. Авиум компас телефон.
3. Авиум компас телеграф
4. Авиум антенна телефон.
5. Авиум антенна телеграф.

После выполнения команд 2–5 может быть выполнена настройка частоты радиокompаса в диапазоне частот 150–1750 кГц. Значения частот настройки состоят из целой (через 10 кГц) и дробной (через 0,5 кГц) частей. Например, для настройки частоты радиокompаса 170,25 используется команда «авиум резерв сто семьдесят двадцать пять». Мас-

сив команд управления АРК-32 насчитывает 3207 команд, состоящих из 30 слов. Максимальное число слов в команде равно 7. В варианте поразрядного речевого представления цифр массив команд состоит из 17 слов. Максимальное число слов в команде равно 8.

2.3. Выбор режима и настройка азимутального радиомаяка VOR

Выбрав с помощью рукояток и кнопок требуемый комплект VOR, лётчик может установить режим работы VOR, используя следующий набор речевых команд:

1. Авиум взэсэс.
2. Авиум спаренный.
3. Авиум раздельный

Частоты настройки VOR расположены в диапазоне частот 108–117 МГц. Значение частоты состоит из двух частей, целая через 1 МГц, и дробная через 0,05 МГц. Для диапазона 108–111 МГц дробная часть изменяется от ,00 до ,85, для диапазона 112–117 МГц дробная часть изменяется от ,00 до 0,95. Например, для настройки на частоту 112,75 можно использовать команду «авиум резерв сто двенадцать семьдесят пять». После выполнения команд 2 и 3 установки режима работы может быть выполнена команда выбора азимута в диапазоне от 0° до 360° из набора (0, 1, ..., 359, 360). Массив команд управления VOR насчитывает 506 команд, состоящих из 36 слов. Максимальное число слов в команде — 6. В случае поразрядного представления цифр массив команд состоит из 16 слов. Максимальное число слов в команде — 7.

2.4. Выбор режима и настройка дальномера DME

Выбрав с помощью рукояток и кнопок требуемый комплект DME, лётчик может установить режим работы DME, используя следующий набор речевых команд:

- 1) авиум взэсэс;
- 2) авиум спаренный;
- 3) авиум раздельный.

DME работает в диапазоне частот 108–117 МГц. Значение частоты состоит из двух частей, целая часть через 1 МГц, дробная после запятой через 0,05 МГц, точно также, как для частот VOR. После выбора режимов 2 или 3 работы DME можно выполнить настройку частоты. команд. Массив команд управления DME насчитывает 145 команд, состоящих из 27 слов. Максимальное число слов в команде равно 6. В случае поразрядного представления цифр массив команд состоит из 16 слов. Максимальное число слов в команде равно 7.

2.5. Выбор режима и настройка системы посадки ILS

Использование СРК при работе с ILS также может упростить задачу лётчику. Выбрав с помощью рукояток и кнопок требуемый комплект ILS, лётчик может установить режим работы ILS, используя следующий набор речевых команд.

- 1) авиум взэсэс;
- 2) авиум резерв (значение частоты);
- 3) авиум полоса (значение азимута).

ИЛС работает в диапазоне частот 108–111 МГц. Выбираемая частота состоит из двух частей, целые до запятой настраиваются через 1 МГц, после запятой — 00, 10, 15, 30, 35, 50, 55, 70, 75, 90, 95. Настройка частоты ILS выпол-

няется командой со структурой вида «авиум резерв частота». При выполнении команды 3 настраивается значение азимута в диапазоне от 0° до 360° из набора (0, 1, ..., 359, 360). Массив команд управления ILS насчитывает 397 команд, состоящих из 36 слов. Максимальное число слов в команде равно 6. В случае поразрядного представления команд массив команд состоит из 15 слов. Максимальное число слов в команде равно 7.

2.6. Набор командной строки системы самолётовождения ВСС латинскими буквами

Функция набора команд латинскими буквами упрощает неудобную для выполнения вручную процедуру настройки ВСС при вводе кода аэродрома латинскими буквами (Alpha, Beta, ..., Zulu). Грамматика команд для выполнения этой одинакова для вариантов представления W и D. Массив команд управления ВСС насчитывает 26 команд, состоящих из 27 слов. Максимальное и минимальное число слов в команде равно 2.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Сравнительные характеристики двух вариантов представления грамматики команд управления устройствами навигационного комплекса приведены в таблице 1. Как следует из данных этой таблицы, число слов, требуемых для речевого представления команд поразрядно цифрами от 0 до 9 (тип D), примерно в 2 раз меньше, чем при обычном речевом представлении (тип W). Кроме того, в варианте D можно построить единую структуру команд (по числу слов в команде) и пилоту менее сложно себя контролировать на правильность произнесения команды.

Таблица 1

Параметры двух вариантов представления (W и D) грамматики команд

Колич.\Упр. устр.	Тип	АРК-32	DME	ILS	Радио	VOR	ВСС
Всех команд	W, D	3207	145	397	240	506	26
Всех слов	W, D	30	27	36	24	36	27
Слов в команде	D	17	16	15	11	16	27
Ком. со сл. «азимут»	W, D	2-7	2-6	2-6	2-7	2-6	2-2
Ком. со сл. «антенна»	D	2-8	2-7	2-7	2-7	2-7	2-2
Ком. со сл. «взэсэс»	W, D	0	0	0	0	361	0
Ком. со сл. «антенна»	W, D	2	0	0	0	0	0
Ком. со сл. «взэсэс»	W, D	1	1	1	0	1	0
Ком. со сл. «компас»	W, D	2	0	0	0	0	0
Ком. со сл. «полоса»	W, D	0	0	361	0	0	0
Ком. со сл. «раздельный»	W, D	0	1	0	0	1	0
Ком. со сл. «резерв»	W, D	3201	141	34	0	141	0
Ком. со сл. «смена»	W, D	1	1	1	1	1	0
Ком. со сл. «спаренный»	W, D	0	1	0	0	1	0
Ком. со сл. «телеграф»	W, D	2	0	0	0	0	0
Ком. со сл. «телефон»	W, D	2	0	0	0	0	0
Ком. со сл. Alfa zulu	W, D	0	0	0	0	0	1

Число употребления слов в полном наборе команд управления устройствами навигационного комплекса приведено в таблицах 2 и 3.

Таблица 2

Число употребления слов в полном наборе команд для варианта W

N	Слово\Устр.	АРК-32	DME	ILS	Радио	VOR	ВСС
2	азимут	0	0	0	0	361	0
3	антенна	2		0	0	0	0



Таблица 2 (окончание)

4	восемнадцать	0	0	4	14	4	0
5	восемь	0	28	73	31	90	-
6	восемьдесят	640	18	30	17	48	0
7	восемьсот	200	0	0	0	0	0
8	взэсэс	1	1	1	0	1	0
9	два	0	0	72	185	90	0
10	двадцать	640	0	40	157	58	0
11	двенадцать	0	20	4	0	24	0
12	двести	400	0	100	0	100	0
13	девяносто	640	10	36	0	40	0
14	девятнадцать	0	9	4	14	4	0
15	девять	0	10	43	14	42	0
15	девятьсот	200	0	0	0	0	0
17	десять	480	15	18	17	19	0
18	компас	2	0	0	0	0	0
19	ноль	321	18	4	272	19	0
20	один	0	0	37	28	46	0
21	одиннадцать	0	10	5	0	14	0
22	полоса	0	0	361	0	0	0
23	пятнадцать	160	0	7	17	29	0
24	пять	2481	0	90	151	147	0
25	пятьдесят	641	25	46	34	50	0
26	пятьсот	400	0	0	0	0	0
27	раздельный	0	1	0	0	1	0
28	резерв	3201	141	34	0	141	0
29	семнадцать	0	1	8	0	9	0
30	семь	0	0	141	62	162	0
31	семьдесят	1280	28	66	34	88	0
32	семьсот	501	0	0	0	0	0
33	смена	1	1	1	1	1	0
34	сорок	640	18	40	17	58	0
35	спаренный	0	1	0	0	1	0
36	сто	940	151	170	239	281	0
37	телеграф	2	0	0	0	0	0
38	телефон	2	0	0	0	0	0
39	три	0	0	143	133	167	0
40	тридцать	640	10	46	105	50	0
41	тринадцать	0	20	4	0	24	0
42	триста	400	0	61	0	61	0
43	тысяча	1501	0	0	0	0	0
44	четыре	0	0	32	28	32	0
45	четыренадцать	0	20	4	0	24	0
46	четыреста	400	0	0	0	0	0
47	шестнадцать	0	20	4	0	24	0
48	шесть	0	0	63	48	81	0
49	шестьдесят	640	18	31	34	49	0
50	шестьсот	400	0	0	0	0	0
51..76	Alfa...zulu	0	0	0	0	0	1

Таблица 3

Число употребления слов в полном наборе команд для варианта D

N	Слово\Устр.	АРК-32	DME	ILS	Радио	VOR	BCC
2	азимут	0	0	0	0	361	0
3	антенна	2	0	0		0	0
4	восемь	840	28	77	45	94	0
5	взэсэс	1	1	1	0	1	0
6	два	1040	38	176	185	214	0
7	девять	840	20	83	28	86	0
8	компас	2	0	0	0	0	0
9	ноль	7341	118	231	419	295	0
10	один	2441	282	229	329	458	0
11	полоса	0	0	361	0	0	0
12	пять	2641	100	97	168	176	0
13	раздельный	0	1	0	0	1	0
14	резерв	3201	141	34	0	141	0
15	семь	1781	39	149	76	171	0
16	смена	1	1	1	1	1	0
17	спаренный	0	1	0	0	1	0
18	телеграф	2	0	0	0	0	0
19	телефон	2	0	0	0	0	0
20	три	1040	30	143	133	167	0
21	четыре	1040	38	76	45	114	0
22	шесть	1040	38	67	48	105	0
23..48	Alfa... zulu	0	0	0	0	0	1

Очевидны преимущества поразрядного речевого представления цифр в этих командах. Словарь команд речевого управления базовыми устройствами самолёта в варианте поразрядного представления цифр содержит примерно вдвое меньше слов, чем словарь команд речевого управления в варианте обычного речевого представления цифр.