

Коврига Ю.Ю.

СТРУКТУРА ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ ПРОГРАММЫ ТЕЛЕМЕТРИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ

Для решения задач, классифицированных при разработке метода автоматизированного проектирования программы телеметрических измерений, необходимым условием является корректная формализация предметной области. Рассмотрим все многообразие измеряемых служебных телеметрических параметров, датчиков-преобразующей аппаратуры (ДЦА), приборов аппаратуры сбора сообщений (АСС), адресов банка данных (БД), субкоммутаторов образующих ими субкадров, выходных кадров программ сбора, определяющих структуру рассматриваемой предметной области, используя терминологию теории множеств.

По виду выходного сигнала с ДЦА параметры делятся на аналоговые, сигнальные (импульсные) и цифровые (счетно-цифровые). Сигнальные и цифровые параметры можно объединить в одну группу, называемую дискретными параметрами. Среди аналоговых параметров стоит отдельно выделить температурные параметры. Таким образом, на множестве параметров (назовем его Par), являющимся исходным для проектирования программы измерений выделим непересекающиеся подмножества температурных ($\text{tPar} \subset \text{Par}$), аналоговых не-температурных ($\text{aPar} \subset \text{Par}$) и дискретных ($\text{dPar} \subset \text{Par}$) параметров.

На множестве tPar в свою очередь, можно выделить непересекающиеся подмножества параметров $\text{stPar} \subset \text{tPar}$, измеряемых при помощи стандартных температурных датчиков (множество Sens), и подмножество параметров $\text{ptPar} \subset \text{tPar}$, измеряемых при помощи температурных преобразователей (множество Conv), работающих совместно с температурными датчиками и обладающих более высокой точностью измерений. В дальнейшем, говоря о температурных параметрах, будем иметь в виду параметры из множества stPar , поскольку параметры из множества ptPar за счет аналогово-цифрового преобразования на выходе имеют цифровую форму, характерную для дискретных параметров.

Любой телеметрический параметр $p_i \in \text{Par}$ ($i \in \{1, \dots, n\}$, где $n = |\text{Par}|$ – мощность множества Par) характеризуется:

наименованием N_{p_i} (соответствующая значению функция $pName: \text{Par} \rightarrow N_p; N_{p_i} \in N_p$);
условным обозначением C_{p_i} ($pCode: \text{Par} \rightarrow C_p$);

цифром контролируемой системы или прибора D_{p_i} ($pSys: \text{Par} \rightarrow C_D$);

- видом параметра K_{Pi} ($pKind: \text{Par} \rightarrow K_P$);
- местом установки контролируемого прибора (отсеком КА) P_{Pi} ($pPlace: \text{Par} \rightarrow P$);
- диапазоном изменения: начальное R_{1Pi} и конечное R_{2Pi} значения ($pChRange_1: \text{Par} \rightarrow \mathbb{R}$ и $pChRange_2: \text{Par} \rightarrow \mathbb{R}$, соответственно);
- частотами опроса в программах сбора $\{F_{Pi}\}$ ($pFreqPr: \text{Par} \times \text{Prog} \rightarrow \mathbb{R}$).

Кроме того, температурные параметры $p_i \in \text{stPar}$ характеризуются дополнительно агрегатным состоянием объекта измерения E_{Pi} ($pEnv: \text{stPar} \rightarrow E$) и шифром датчика для измерения параметра S_{Pi} ($pSensor: \text{stPar} \rightarrow N_S$), а дискретные параметры $p_i \in \text{dPar}$ - признаком группировки G_{Pi} ($pGroup: \text{dPar} \rightarrow I_S$); разрядностью B_{Pi} ($pBits: \text{dPar} \rightarrow N_0$); номером младшего разряда LB_{Pi} ($pLowBit: \text{dPar} \rightarrow I_N$) и признаком смены кода CC_{Pi} ($pCodeCl: \text{dPar} \rightarrow I_E$).

Здесь и далее в определении множеств используются следующие обозначения:

\mathbb{B} - множество двоичных чисел $\{0, 1\}$; \mathbb{R} - множество действительных чисел; \mathbb{N}_e - множество натуральных чисел $\{0, 1, 2, \dots\}$; S_D - множество шифров контролируемых систем; P - множество наименований отсеков КА; E - множество агрегатных состояний объектов измерения {поверхность элементов конструкции, газовая среда, жидкостная среда}.

В общем случае любой телеметрический параметр $p_i \in \text{Par}$ можно представить в виде

$$p_i = \{ N_{Pi}, S_{Pi}, D_{Pi}, K_{Pi}, P_{Pi}, R_{1Pi}, R_{2Pi}, \{ F_{Pi} \}, E_{Pi}, S_{Pi}, G_{Pi}, B_{Pi}, LB_{Pi}, CC_{Pi} \}. \quad (1)$$

При этом для параметров $p_i \in \text{Par} \setminus \text{stPar}$: $E_P = \emptyset$, $S_P = \emptyset$; для параметров $p_i \in \text{dPar}$: $R_{1P} = \emptyset$, $R_{2P} = \emptyset$; для параметров $p_i \in \text{Par} \setminus \text{dPar}$: $G_P = \emptyset$, $B_P = \emptyset$, $LB_P = \emptyset$, $CC_P = \emptyset$, для параметров $p_i \in \text{ptPar}$: $R_{1P} = \emptyset$, $R_{2P} = \emptyset$, $F_{1P} = \emptyset$, $F_{WP} = \emptyset$, $F_P = \emptyset$, $E_P = \emptyset$, $S_P = \emptyset$, $G_P = \emptyset$, $B_P = \emptyset$, $LB_P = \emptyset$, $CC_P = \emptyset$.

Указанные при описании множества температурных параметров множества $Sens$ и $Senv$, представляющие собой ДЦА, также являются исходными для проектирования программы измерений. Так, стандартный термометр сопротивления $s_i \in Sens$ характеризуется:

- условным обозначением (шифром) N_{Si} ($sName: Sens \rightarrow N_S$);
- средой измерения E_{Si} ($sEnv: Sens \rightarrow E$);
- сопротивлением термометра при 0°C R_{0Si} ($sR_0: Sens \rightarrow \mathbb{R}$);
- диапазоном измерения: начальное R_{1S} и конечное R_{2S} значения ($sMsRange_1: Sens \rightarrow \mathbb{R}$ и $sMsRange_2: Sens \rightarrow \mathbb{R}$, соответственно);
- чувствительностью, которая для линейной части функции преобразования постоянна и падает в диапазоне $(0..1) \text{ Ом}/^\circ\text{C}$, - S_{Si} ($sSensib: Sens \rightarrow \mathbb{R}$);

- признаком принадлежности какому-либо прибору B_{S_i} ($sBuiltIn: \mathbf{Sens} \rightarrow \mathbb{B}$);
- схемой выходного устройства датчика (подключение по двух-, трех- или четырехпроводной схеме) O_{S_i} ($sOut: \mathbf{Sens} \rightarrow \mathbb{N}_0$).

Таким образом, любой термометр сопротивления $s_i \in \mathbf{Sens}$ можно представить в виде

$$s_i = \{ N_{S_i}, E_{S_i}, R_{O_{S_i}}, R_{I_{S_i}}, R_{2_{S_i}}, S_{S_i}, B_{S_i}, O_{S_i} \}. \quad (2)$$

Температурный преобразователь $c_i \in \mathbf{Conv}$, в свою очередь, характеризуется номером N_{C_i} ($cNumb: \mathbf{Conv} \rightarrow \mathbb{N}_0$); числом каналов C_{C_i} ($cCap: \mathbf{Conv} \rightarrow \mathbb{N}_0$) и местом установки P_{C_i} ($cPlace: \mathbf{Conv} \rightarrow \mathbf{P}$). При этом любой преобразователь можно представить в виде:

$$c_i = \{ N_{C_i}, C_{C_i}, P_{C_i} \}. \quad (3)$$

Второй основной смысловой составляющей программы измерений наряду с параметрами являются программы сбора телеметрической информации (множество \mathbf{Prog}). Среди них можно выделить непересекающиеся подмножества программ для режима "ЗАП" ($\mathbf{ProgW} \subseteq \mathbf{Prog}$), программ для режима "НИ" ($\mathbf{ProgT} \subseteq \mathbf{Prog}$) и программ для режима "НИ+В" ($\mathbf{ProgTR} \subseteq \mathbf{Prog}$).

Программа сбора $pr_i \in \mathbf{Prog}$ для любого режима имеет следующие характеристики: наименование N_{PR_i} ($prName: \mathbf{Prog} \rightarrow \mathbf{N}_{PR}$); тип программы T_{PR_i} ($prType: \mathbf{Prog} \rightarrow \mathbf{T}_{PR}$); частота опроса F_{PR_i} ($prFreq: \mathbf{Prog} \rightarrow \mathbb{R}$) и длина кадра L_{PR_i} ($prLength: \mathbf{Prog} \rightarrow \mathbb{N}_0$), и, в общем случае, может быть представлена в виде:

$$pr_i = \{ N_{PR_i}, T_{PR_i}, F_{PR_i}, L_{PR_i} \}. \quad (4)$$

Любой параметр p , опрашивается в программе сбора pr_i с определенной частотой F_p . Если $F_p = 0$, то это значит, что параметр p , в программе сбора pr_i , не опрашивается. В общем случае параметр может опрашиваться в нескольких программах сбора с разной частотой ($\{ F_p \}$). Если частота опроса параметра F_p , в программе pr_i , больше частоты опроса позиции кадра этой программы F_{PR_i} , то параметр появляется в кадре $n = F_p / F_{PR_i}$ раз через $l = L_{PR_i} / n$ позиций, тем самым обеспечивая требуемую частоту опроса параметра. Здесь и далее предполагается, что n является степенью числа 2 с целым показателем (возможно отрицательным). Соответственно, при равенстве частоты опроса параметра и частоты опроса позиции кадра параметр появляется в кадре один раз. Параметры, имеющие частоту опроса ниже пороговой (F_{PR_i}) для данной программы сбора (случай с отрицательным показателем), считаются низкочастотными и в кадре напрямую не появляются, а образуют так называемые субкоммутаторы (множество \mathbf{SC}) — устройства, циклически выдающие в заданной позиции кадра значения низкочастотных параметров из образованного субкоммутатором субкадра. Так.

первом кадре в заданной позиции появляется первый параметр из субкадра, во втором кадре — второй и так далее. Причем как же, как и в кадре, в субкадре параметр может повторяться $m = n \cdot I_{SCi}$ раз, где I_{SCi} — количество каналов (глубина) i -ого субкоммутатора. Все температурные параметры являются низкочастотными.

На множестве SC можно выделить непересекающиеся подмножества температурных ($tSC \subseteq SC$), нетемпературных ($aSC \subseteq SC$) и субкоммутаторов программы "ПП+В" ($ptrSC \subseteq SC$), на каналы которых заводятся соответствующие низкочастотные параметры.

Субкоммутатор $sc_i \in SC$ характеризуется своим уникальным номером N_{SCi} ($scNumb: SC \rightarrow \mathbb{N}_0$), типом коммутируемых параметров T_{SCi} ($scType: SC \rightarrow T_{SC}$), программами сбора PR_{SCi} ($scProg: SC \times Prog \rightarrow \mathbb{Z}$), для которых формируется субкадр, и глубиной субкоммутации I_{SCi} ($scLength: SC \rightarrow \mathbb{N}_0$), и его можно представить в виде:

$$sc_i = \{ N_{SCi}, T_{SCi}, PR_{SCi}, I_{SCi} \}. \quad (5)$$

Поскольку физически при формировании кадров программ сбора опрашиваются ячейки БД, содержащие значения параметров и получающие их от приборов АСС, на каналы которых распределены эти параметры, то необходимо также описать и сами приборы АСС и БД.

Так, на множестве приборов АСС (LC) также можно выделить непересекающиеся подмножества температурных ($tLC \subseteq LC$), аналоговых ($aLC \subseteq LC$) и дискретных ($dLC \subseteq LC$) локальных коммутаторов, на каналы которых заводятся соответствующие по типу телеметрические параметры кроме параметров $p_i \in pPar$, опрашиваемых в каналах дискретных коммутаторов.

Любой локальный коммутатор $lc_i \in LC$ характеризуется типом: T_{LCi} ($lcType: LC \rightarrow T_{LC}$); уникальным номером: N_{LCi} ($lcNumb: LC \rightarrow \mathbb{N}_0$); местом установки (отсеком КА): P_{LCi} ($lcPlace: LC \rightarrow P$); количеством каналов: C_{LCi} ($lcCap: LC \rightarrow \mathbb{N}_0$) и частотой опроса каналов в режиме "НП": F_{LCi} ($lcFreqT: LC \rightarrow \mathbb{F}$), и его можно представить в виде:

$$lc_i = \{ T_{LCi}, N_{LCi}, P_{LCi}, C_{LCi}, F_{LCi} \}. \quad (6)$$

При этом каждому из каналов приборов АСС соответствует определенный адрес на множестве адресов (ячеек) БД ($AdrDB \subseteq \mathbb{N}_0$), который и опрашивается в программах сбора.

Таким образом, определены основные характеристики (атрибуты) элементов каждого из множеств, входящих в структуру рассматриваемой предметной области (остальные характеристики носят справочный характер и на результат проектирования программы измерений не влияют), которые в дальнейшем будут использоваться при разработке алгоритмов, реализующих этапы проектирования программы измерений.