

И.А. ИВАХНЕНКО, канд. техн. наук, доц., ОНПУ, Одесса,
Т.Н. ИВАХНЕНКО, доц., ОДМА, Одесса

О СОСТАВЛЕНИИ ГЛАГОЛЬНЫХ КОНКРЕТИЗАЦИЙ И ПРОЕКТИРОВАНИИ ТЕХНИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ

В даній роботі продовжено аналіз відомих станів, запропоновані правила складання ГК і проектування за їх допомогою технічних пристроїв. Наведені приклади складання ГК і проектування технічних пристроїв.

В данной работе продолжено анализ известных состояний, предлагаемые правила составления ГК и проектированию с их помощью технических устройств. Приведены примеры составления ГК и проектирования технически устройств.

The work offers rules for and gives examples of drawing up verbal specification (VC) and designing technical devices on their basis.

В работе [1] нами были предложены правила проектирования технических устройств (ТУ). Было предложено использовать для этого глагольные конкретизации (ГК). В ГК используются словесные описания состояний (С) технических устройств и предметов (ТУ и П) (ниже словесные описания будем называть описаниями, состояние ТУ и П – состоянием). Описание состояния это, в общем случае, множество глагольных словосочетаний (варить сталь; делать электрический ток и т.д.). В ГК имеет место следующее отношение состояний ТУ и П: чтобы делать А, надо делать Б, точнее, осуществлять А – это значит осуществлять Б или – осуществлять А можно осуществлением Б, где А – конкретизируемое состояние, а Б, в общем случае, известное множество конкретизирующих состояний.

Позднее нами предпринимались попытки использовать предложение для практического проектирования. Возникли сложности. В работах [2] и [3] был выполнен анализ известных состояний (их описаний), цель которого была – определить, какие описания состояний использовать в составе ГК . Предполагалось использовать для этой цели полные описания состояний, Но целесообразность этого вызывала определенные сомнения.

В предлагаемой работе продолжен анализ известных состояний (их описаний); предложены правила составления ГК и проектирования с их помо-

щью; приведены простые примеры составления ГК и проектирования (в объеме словесного описания проекта) с их помощью. Определена задача, которую следует решить, чтобы, используя приведенные здесь правила, осуществлять проектирование ТУ в полном объеме.

Состояния бывают в природе. Их можно осуществлять. Есть состояния – реально существующие, а есть их описания – модели, с помощью которых мы думаем о них, их обсуждаем и осуществляем. Между описаниями состояний и состояниями – однозначная связь: мы говорим: «состояние», подразумеваем его описание и наоборот [1]. Есть простые состояния, например:

размещать гвоздь в доске А, размещать гвоздь в доске Б, размещать доску А в положении ... относительно доски Б.

Люди заметили, что если осуществлять определенные множества состояний определенным образом, этим можно осуществлять другие состояния. В нашем примере – скреплять две доски. В работе [1] такое отношение состояний мы назвали глагольной конкретизацией (ГК). Последние там же предложили их записывать таблицами вида (табл. 1):

Таблица 1

Запись глагольных конкретизаций

1		
1	2	3
1 – скреплять две доски; 1.1, 1.2 и 1.3 – приведенные в качестве примера состояния		

В работе [2] предложено правило двойного обозначения состояний – в таблице и вне её: 1 вне таблицы обозначается так же – 1, состояния в нижней строчке – 1, 2, и 3 вне таблицы обозначаются 1.1; 1.2 и 1.3, соответственно. Здесь и ниже обозначения состояний вида 1 и С1, 1.1 и С1.1 и т.д. будем считать эквивалентными (С в составе обозначений обозначает «состояние»).

Назовем новые состояния – сложными (сложенными из простых). Тогда простые состояния определим так – простые состояния это те, которые не могут быть представлены сложными (конкретизируемыми), т.е., которые не могут осуществляться другими состояниями (вообще или в пределах данного проекта).

Сложные состояния, которые могут осуществляться только простыми, будем называть сложными состояниями первого уровня сложности.

Аналогично, заметили, что если осуществлять определенные множества состояний 1-го уровня сложности, то этим можно осуществлять другие (уже относительно них) состояния. Такое отношение состояний можно предста-

вить таблицей вида (табл. 2):

Таблица 2

Соотношение состояний ГК

1			
1		2	
1	2	1	2

В табл. количество конкретизирующих состояний выбрано произвольно. Будем их (новые состояния) называть сложными состояниями второго уровня сложности и т.д. Мы принимаем, что каждое табличное описание сложного состояния заканчивается простыми состояниями.

К сложным состояниям относятся, например, следующие состояния: производить пар; производить бензин; делать электрический ток.

Отметим, что согласно [1], табл. 1 и 2 являются табличными описаниями вариантов проекта ТУ, предназначенных для осуществления состояний, обозначенных в их первых строчках.

Бывают состояния, будем их называть: активные и пассивные.

Первые могут осуществляться сами или своими конкретизациями (их можно осуществлять непосредственно или осуществлением их конкретизаций), в конечном итоге, простыми состояниями. Вторые, например, ограничивают (накладывают условия на) осуществление первых. Например: размещать гвоздь в доске (активное С); выполнять условие: гвоздь должен быть перпендикулярным поверхности доски (пассивное С).

Есть такие множества состояний, где состояния связаны между собой физически – по законам природы. Полное множество таких состояний будем обозначать СФС (Связанные Физически Состояния)

Пример 1. Пусть С1 – размещать предмет х в положении ... относительно предмета у. Но известно, что если предметы имеют массу, а мы рассматриваем именно такой случай, тогда имеют место (осуществляются) следующие состояния: С2 – взаимодействовать предметам х и у гравитационно; С3 – притягивать предмет х предметом у силой; С4 – притягивать предмет у предметом х силой и др.

Пример 2. Пусть С1 – делать электрический ток в контуре. Известно, что такое состояние может иметь место (быть), согласно законам физики, если, в частности, осуществляются следующие состояния: С2 – вращать часть контура (в школьной физике она называлась «рамкой») в полости; С3 – делать (создавать) магнитное поле в полости и т. д. Здесь говорится о двух множест-

вах СФС. В составе первого С1, С2 и С3, второе представлено только С3.

В множества СФС входят и механическое напряжение в деталях ТУ в ответ на их деформацию и сила упругости пружины и химическое взаимодействие веществ и многое другое.

Особенности СФС:

1) состояния в составе одного и того же множества СФС не равнозначны между собой;

2) они не могут быть в природе и, соответственно, в технике иначе как в полном составе.

3) в их составе есть состояния, которые могут осуществляться технически непосредственно или посредством осуществления своих конкретизаций (активные С), а есть такие, которые осуществляются посредством осуществления первых (пассивные С). Например, в Примере 1 к первым относится С1, остальные – ко вторым; в Примере 2 к первым относятся С2, а С1 и С3 – ко вторым (причем, для С3, соответствующее ему первое здесь не приводится).

Так как «вторые» являются обязательными спутниками «первых» то в составе ГК и табличном описании проекта их можно не приводить, но они должны в полном объеме учитываться в расчетной его части.

Бывают состояния полноопределенные (состояния, которым соответствует их полное описание).

Представляется понятным, что полным описанием сложного состояния является описание всех конкретизирующих его состояний до простых, включительно и их отношения. Т.е., всех состояний, обозначенных в его табличном описании – таблице вида табл. 1 или 2 и их отношения. Табличное описание некоторого сложного состояния является его полным описанием и, как отмечалось, табличным описанием проекта варианта ТУ, предназначенного для его осуществления.

Бывают краткие описания состояний. Их примеры приводятся выше.

Есть состояния – полноопределенные в общем виде, а есть – полноопределенные конкретно. В первом случае вместо точных, в частности, количественных характеристик состояний приводятся их обозначения. В качестве последних могут использоваться их наименования (температура, положение в пространстве, давление и др.). Во втором случае в составе описания приводятся все точные характеристики состояния. Мы используем термин «точные характеристики» т.к. имеем в виду не только численные значения величин, но и химические формулы, обозначения марок стали, наименования графиче-

ских фигур, графические модели ТУ и др.

Представляется понятным следующее.

Краткоопределенному в общем виде состоянию (например, производить пар) может соответствовать определенное множество вариантов полностью определенных в общем виде состояний (ТУ и их проектов). В свою очередь, каждому варианту полностью определенных в общем виде состояний может соответствовать множество вариантов полностью определенных конкретных состояний (рисунок).

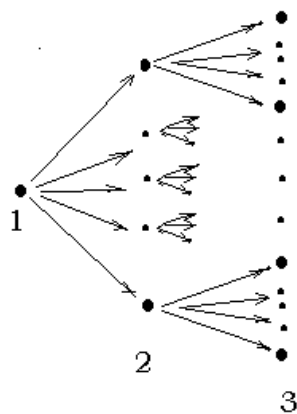


Рис. – Варианты полностью определенных конкретных состояний:

- 1 – краткоопределенное в общем виде состояние;
- 2 – полностью определенные в общем виде состояния;
- 3 – полностью определенные конкретные состояния.

В предыдущих публикациях предполагалось использовать в составе ГК полные описания состояний. Теперь мы знаем, что полные описания сложных состояний – это, по существу, описание вариантов проекта ТУ. Отсюда следует, что полные описания сложных состояний для составления ГК использовать нецелесообразно, так как для такого проектирования придется составить (описать) все возможные варианты проектов всех вариантов ТУ в общем виде. Как будет показано ниже, оказалось возможным, использовать для этой цели полные в объеме ГК описания состояний. Но сначала обратим внимание на следующее.

О моделировании состояний предметов. Тот или иной предмет может быть задан исчерпывающе – полным набором его характеристик. Например, геометрическая фигура – треугольник может быть задан (определен) длинами всех сторон, размерами всех углов и всеми другими его характеристиками, а может быть задан необходимым минимальным набором данных, необходи-

мых и достаточных для определения всех его характеристик с помощью известных геометрических правил, например, одной стороной и двумя углами. Аналогично, состояние предмета, например, растянутой пружины может быть задано исчерпывающе, в том числе и её формой, а может быть задано (определено) минимумом данных, необходимым и достаточным для определения всех её характеристик с помощью известных законов и правил – так называемых, граничных условий.

Мы будем использовать оба способа определения состояния предметов. Отметим, что в большом числе задач проектирования та же форма пружины может быть определена соответствующими граничными условиями только на последних уровнях проектирования, так как граничные условия могут определяться и накапливаться (усложняться) в процессе проектирования – от уровня к уровню конкретизации состояний.

Рассмотрим иной, по сравнению с предложенным в [1], вариант записи ГК и проектирования с их помощью. Он отличается от первого тем, что вместо полных словесных описаний состояний в общем виде в составе ГК используются определенные множества их кратких словесных описаний в общем виде, эквивалентные их полным описаниям в объеме ГК. Суть варианта представим с помощью примера проектирования следующим образом.

1. Выбираем состояние, которые нам требуется осуществлять (для осуществления которого нам требуется спроектировать ТУ). Пусть это будет С1 – удерживать пружину цилиндрическую в растянутом состоянии. Здесь С1 является кратким описанием состояния в общем виде.

2. Записываем все известные состояния, которые уточняют С1 до определенного в общем виде. Эти состояния можно рассматривать как ответы на вопросы к С1: как удерживать, какую пружину, в как растянутом состоянии. Искомые «все известные состояния» будем записывать со следующим ограничением: в числе состояний, относящихся к глаголу, могут быть только те, которые относятся к главному слову первого состояния, в данном случае к слову (глаголу) «удерживать»: С2 – использовать пружину цилиндрическую с крючками на концах; С3 – выполнять условие: длина оси пружины должна быть больше её длины в ненагруженном состоянии; С4 – удерживать крючок х пружины в положении относительно её крючка у. Здесь и ниже обозначение предметов (крючков) буквами «х» и «у» используется для обозначения их отличия при использовании пружины.

Запишем полученное множество состояний в виде табл. 3.

Таблица 3

Запись множества состояний ГК

1	2	3	4
---	---	---	---

Отметим следующее: 1) описания состояний 2-го и 3-го дополняют (уточняют) описание 1-го; 2) С4 и С1 связаны при, так называемых, «прочих равных условиях» отношением односторонней равнозначности: $C4 \Rightarrow C1$ (осуществлять С4 – значит осуществлять С1, но не наоборот); 3) множество кратких описаний 1, 2, 3, 4 эквивалентно полному описанию С1 в пределах ГК в общем виде.

Преобразуем последнюю таблицу к виду:

Таблица 4

Преобразование записи множества состояний ГК

1	2	3
4		

Допустим, что данная таблица является ГК, равнозначной ГК, предложенной в [1]. Тогда она должна удовлетворять следующему требованию: осуществлением состояний второго уровня конкретизации должны осуществляться состояния первого уровня. Но это так и будет, если принять, что С2 и С3 относятся не только к С1, но и к С4, т.е., описания состояний С2 и С3 как раз и являются упомянутыми «прочими равными условиями».

В табл. 4 – две характерные части – левая и правая. В левой приводятся краткие описания состояний, которые связаны отношением конкретизации (описания конкретизируемого и конкретизирующих состояний) В правой части приводятся описания состояний, уточняющих первые. Если состояния левой части таблицы могут осуществляться непосредственно или их конкретизациями, т.е., являются активными, то состояния правой части таблицы могут осуществляться осуществлением состояний её левой части, т.е., являются пассивными.

Аналогично, как для С1, запишем в табличном виде любой из известных вариантов множества состояний, которые уточняют С4 до определенного в общем виде в объеме ГК:

Таблица 5

Запись в табличном виде любого из известных вариантов множества состояний ГК

4	2	5	6	7
С5 – использовать скобу с двумя крючками; С6 – зацеплять крючок х пружины за крючок х скобы в положении; С7 – зацеплять крючок у пружины за крючок у скобы в положении				

Аналогично преобразованию табл. 3, последнюю таблицу преобразуем к виду:

Таблица 6

Преобразование множества ГК

4		2	5
6	7		

В табл. не выполняется правило односторонней равнозначности осуществления конкретизируемого и конкретизирующих состояний, так как последним преобразованием таблиц утрачена информация о положении крючков пружины относительно друг-друга. Для устранения указанного недостатка дополним правую часть таблицы кратким описанием С4, которое в данной части таблицы обозначает условие осуществления состояний её левой части:

Таблица 7

Дополнение записи множества состояний ГК кратным описанием С4

4		2	5	4
6	7			

Данная таблица является ГК С4 при указанных в ней условиях.

Аналогично, как для С1, запишем в табличном виде любой из известных вариантов множества состояний, которые уточняют С6 до определенного в общем виде в объеме ГК:

Таблица 8

Уточнение ГК С6

6	2	5	8	9
---	---	---	---	---

где: обозначения состояний 6, 2 и 5 см. выше; С8 – совмещать точку на поверхности крючка х пружины с точкой на поверхности крючка х скобы; С9 – выполнять условие: точки касания крючков х пружины и скобы должны быть на их внутренних поверхностях.

Последнюю таблицу можно преобразовать к виду:

Таблица 9

Преобразование зависимости С6

6	2	5	9
8			

В табл. не выполняется правило односторонней равнозначности осуществления конкретизируемого и конкретизирующего состояний, так как по-

следним преобразованием таблиц утрачена информация о положении крючков пружины и скобы друг относительно друга.

Для устранения указанного недостатка дополним правую часть таблицы кратким описанием С6, которое в данной части таблицы обозначает условие осуществления состояний её левой части.

Таблица 10

ГК С6

6	2	5	9	6
8				

Данная табл. является ГК С6 при указанных в ней условиях.

Аналогично последней табл. получим ГК С7 при указанных в ней условиях.

Таблица 11

ГК С7

7	2	5	11	7
10				
обозначения состояний 7, 2 и 5 см. выше; С10 – совмещать точку на поверхности крючка у пружины с точкой на поверхности крючка у скобы; С11 – выполнять условие: точки касания крючков у пружины и скобы должны быть на их внутренних поверхностях				

Подставим полученные ГК друг в друга и после сокращения равнозначных получим:

Таблица 12

Табличное описание варианта проекта ТУ в состоянии С1

1	2	3	5	4	9	6	11	7	
4									
6									7
8									10

Данная табл. представляет собой табличное описание варианта проекта ТУ в состоянии С1.

Детальное описание проекта определяется состояниями последнего уровня конкретизации – состояниями, записанными на последней строчке левой части таблицы и в её правой части. В соответствии с полученными данными, проектируемое ТУ включает в свой состав цилиндрическую пружину х с крючками на концах, скобу с крючками на концах. Крючки пружины и скобы касаются друг-друга в точке.

Известны (заданы) степень удлинения оси пружины, все её характеристики в ненагруженном состоянии (форма, размеры, материал и др.). Но все

другие, в том числе названные, но в проектируемом состоянии, точные характеристики ТУ (форма и размеры скобы, крючков скобы, их положение относительно скобы, точки касания крючков пружины и скобы и т.д.) заданы в общем виде, а некоторые из них – граничными условиями, т.е., не определены.

Рассмотрим еще один пример проектирования с использованием предложенного алгоритма построения ГК и проектирования с их помощью.

Составим таблицу, аналогично табл. 3 для С1:

Таблица 13

Запись множества состояний (2-ой пример) ГК

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1 – удерживать пружину цилиндрическую в растянутом состоянии; 2 – растягивать пружину силами веса предмета x и реакции опоры; 3 – удерживать пружину за её крючок x опорой; 4 – крепить (удерживать) опору на предмете y в положении; 5 – прикреплять к крючку y пружины предмет x в положении; 6 – размещать предмет x около предмета y в положении; 7 – использовать предмет x; 8 – использовать предмет y; 9 – использовать опору; 10 – использовать пружину цилиндрическую с крючками; 11 – выполнять условие: длина оси пружины должна быть больше её длины в ненагруженном состоянии										

Преобразуем её в таблицу, аналогичную табл. 4.

Таблица 14

Преобразование записи множества состояний ГК

1			10	11	6	7	8	9
3	4	5						

Составим табл., аналогичную табл. 3 для С4 (описание состояния см. ниже).

Таблица 15

Состояние ГК С4

4	9	12	8
12 – устанавливая опору z на поверхности предмета y в положении			

Преобразуем последнюю табл. в табл., аналогичную табл. 4.

Таблица 16

Преобразование множества состояний

4	9	8
12		

Подставим табл. 16 в табл. 14. получим табл., аналогичную табл. 12, т.е., искомый фрагмент проекта.

Таблица 17

Искомый фрагмент проекта

1			10	11	6	7	8	9
3	4	5						
	12							

Ниже приведем еще один пример составления ГК и проектирования ТУ, аналогичный первому.

Таблица 18

Преобразованная запись множества состояний 3-го примера

1			2	3	4	5	1
6	7	8					

Таблица 19

ГК состояния С7

7	9	10
11		

Таблица 20

ГК состояния С8

8	10	12
13		

Таблица 21

Искомый фрагмент проекта

1			5	1	10	11	13
6	7	8					
	9	12					

Табл. 18, 19 и 20 – ГК;

Табл. 21 – фрагмент проекта ТУ: 1 – размещать предмет x в положении относительно предмета y; 2 – использовать опору; 3 – использовать пружину цилиндрическую; 4 – использовать предмет x; 5 – использовать предмет y; 6 – удерживать опору на предмете y в положении; 7 – удерживать пружину опорой за конец x; 8 – удерживать пружиной, концом y предмет x; 9 – использовать опору с крючком; 10 – использовать пружину цилиндрическую с концами – крючками x и y; 11 – сцеплять крючок опоры с крючком x пружины в положении; 12 – использовать предмет x с крючком; 13 – сцеплять крючок у пружины с крючком предметах в положении.

Табл. 21 представляет собой табличное описание ТУ в состоянии, определяемом С1.

Детальное описание фрагмента проекта определяется состояниями последнего уровня конкретизации – состояниями, записанными на последней строчке левой части таблицы и в её правой части. В соответствии с полученными данными, проектируемое ТУ включает в свой состав предметы *x* и *y*, цилиндрическую пружину с крючками на концах и опору с крючком. Предмет *x* соединен крючком с крючком *x* пружины, пружина крючком *y* соединена с опорой за её крючок.

Здесь могут быть известными (заданными) положение предметов друг относительно друга, а также все характеристики пружины и опоры в ненагруженном (свободном) состоянии (форма, размеры, материал и др.). Но все другие характеристики ТУ, а также названные в проектируемом состоянии (форма и размеры пружины, опоры, их крючков, их положение относительно друг–друга и т.д.) м.б. заданы в общем виде или граничными условиями, но не определены.

Как известно, задачей проектирования после получения (изготовления) описания проекта является определение его точных характеристик.

Отметим следующее. Известно, что возможность практического осуществления того или иного варианта словесного описания проекта зависит от возможности подобрать такие точные его характеристики, что они окажутся совместимыми, т.е., будут удовлетворять действующим в технике законам и правилам.

Для точного проектирования, в том числе для выбора его подходящего описания, с помощью ГК нужно разработать алгоритм, способный следующее:

а) строить (составлять) все возможные варианты табличного описания проекта;

б) перебирать все возможные варианты точных характеристик состояний для каждого варианта табличного описания проекта по п. а);

в) определять точные характеристики ТУ, заданные граничными условиями для каждого варианта по п. б, в том числе графическую модель проектируемого ТУ;

г) выбирать варианты описания ТУ и варианты их точных характеристик, удовлетворяющие условию совместности геометрической, механической, химической и, возможно, другим требованиям к проекту. Совместность характеристик здесь – удовлетворение действующих в технике законов и правил.

В статье выполнен анализ состояний ТУ. Он является дополнением к анализу состояний, выполненному в статьях [2] и [3]. Определены варианты отношения состояний, их полные словесные описания. Показана нецелесообразность использования в составе ГК полных словесных описаний состояний. Предложены новые форма ГК и способ их составления. Приведены примеры составления ГК и проектирования с их помощью.

Определено, что для выбора подходящего варианта описания проекта и его точных характеристик нужен специальный алгоритм.

Список литературы: 1. *Ивахненко И.А.* Об алгоритме проектирования технических устройств / *И.А. Ивахненко, Т.Н. Ивахненко* // Вестник НТУ «ХПИ». – 2006. – № 30. – С. 33 – 42. 2. *Ивахненко И.А.* О накоплении глагольных конкретизаций для проектирования технических устройств / *И.А. Ивахненко, Т.Н. Ивахненко* // Вестник НТУ «ХПИ». – 2008. – № 39. – С. 105 – 114. 3. *Ивахненко И.А.* К вопросу о накоплении глагольных конкретизаций для проектирования технических устройств / *И.А. Ивахненко, Т.Н. Ивахненко* // Вестник НТУ «ХПИ». – 2009. – № 45. – С. 79 – 86.

Поступила в редколлегию 26.07.11

УДК 621.926.5:539.215:531.36

К.Ю. ДЕЙНЕКА, інженер, НУВГП, Рівне

ВСТАНОВЛЕННЯ УМОВ САМОЗБУДЖЕННЯ ПУЛЬСАЦІЙ ВНУТРІШНЬОКАМЕРНОГО ЗАВАНТАЖЕННЯ БАРАБАННОГО МЛИНА

Визначений основний незбурений рух барабанного млина. Отримані умови стійкості сталого руху машинного агрегату млина і сдвижного перебігу зернистого внутрішньокамерного завантаження. Виявлені причини самозбудження пульсацій завантаження в поперечному перетині камери барабана, що обертається.

Определено основное невозмущенное движение барабанной мельницы. Получены условия устойчивости установившегося движения машинного агрегата мельницы и сдвигового течения зернистой внутрикамерной загрузки. Выявлены причины самовозбуждения пульсаций загрузки в поперечном сечении камеры вращающегося барабана.

The ball-tube mill unperturbed fundamental motion is established. The stability conditions of a mill machine steady-state motion and an intrachamber granular filling shifting flow are determined. The cause of self-excitation of filling pulsations in rotating chamber cross-section is advanced.