

УДК 531.8
DOI 10.5862/TMM.44.4

Поступила в редакцию 02.06.2019

После доработки 05.12.2019

Принята к печати 18.12.2019



О СОДЕРЖАНИИ, ОБЪЕМЕ И ИСПОЛЬЗОВАНИИ ПОНЯТИЯ «ЗВЕНО МЕХАНИЗМА». ЧАСТЬ 1

В.А. Крюков

Владимир Алексеевич Крюков, д.т.н., профессор, профессор кафедры «Проектирование механизмов и деталей машин» Тульского государственного университета

300012, Тула, пр. Ленина, 92

Аннотация. В статье рассмотрены одно из основных понятий теории механизмов и машин – «звено», имеющиеся в справочной и учебной литературе определения соответствующего термина, проанализированы противоречия и ошибки в этих определениях, видовые понятия по отношению к понятию «звено», типовые ошибки, допускаемые при использовании анализируемых терминов. Предложены уточненные определения для ряда терминов и построены иерархические связи между ними.

Ключевые слова: теория механизмов и машин, терминология, термины, терминосистема, звено, классификация, структура механизмов

Введение

Одним из основных условий успешного развития любой отрасли деятельности человека, особенно науки и техники, является точная и оперативная передача информации. Обмен научной информацией предполагает наличие хорошо развитого и структурированного языка специальных целей (LSP – Language for Special Purposes), основой которого является терминосистема, представляющая собой «упорядоченное множество терминов с зафиксированными отношениями между ними, отражающими отношения между называемыми этими терминами понятиями» [1]. Лавинообразный рост объема информации в последние десятилетия все острее ставит вопрос об упорядочении и стандартизации терминологии. Активизируется работа по теоретическим аспектам терминологии и практическому использованию терминов в большинстве наук, в том числе и в теории механизмов и машин. Появляется большое число статей, посвященных вопросам терминологии теории механизмов и ма-

шин как в целом, так и отдельным её разделам [2-5], терминология учебников приводится в соответствии с рекомендациями Комитета научно-технической терминологии Академии наук СССР и ИFToMM. Большую и плодотворную работу проводит комиссия по стандартизации терминологии ИFToMM [6-8].

К сожалению, в ряде случаев при использовании терминов теории механизмов и машин наблюдается обратная тенденция. Растет число ошибок как при использовании терминов теории механизмов и машин, так и терминов, вводимых в смежных областях, а также, принадлежащих к общетехническому, общефизическому и другим терминосистемам [9, 10]. Недостаточный уровень межотраслевой связи, ошибки при гармонизации терминов на разных языках, отсутствие системного подхода приводят к нарушениям логической связи между элементами терминосистемы, ошибкам при дефиниции терминов, появлению синонимии и омонимии, что вызывает вполне обоснованную критику [11-14].

Одним из основных понятий теории механизмов и машин является понятие «звено». Согласно [15] «... механизм, можно рассматривать как совокупность неподвижного и подвижных звеньев», т.е. любой механизм представляет собой систему звеньев, определенным образом взаимодействующих между собой. Объем и содержание понятия «звено», определение соответствующего термина, как будто очевидны, и чаще всего не обсуждаются. В то же время, необходимо отметить, что в определении, использовании и содержании термина «звено» и соответствующих видовых терминов в учебной и научной литературе, терминологических словарях по теории механизмов и машин имеется ряд разночтений и явных противоречий. Это не только неоправданно усложняет учебный процесс, но и затрудняет общение специалистов.

Целью статьи является логический анализ понятия и термина «звено» и производных терминов, находящихся с ним в родо-видовой связи, типовых ошибок, допускаемых при использовании этих терминов, и попытка установления родо-видовой иерархии между ними.

Теоретические основы и соглашения

Основные требования к понятиям, их объему и содержанию, обозначающим понятия терминам, правилам построения определений терминов устанавливает логика – «философская наука о законах и формах правильного мышления» [16]. Содержание понятия раскрывается с помощью логической операции – дефиниции понятия. Определение содержания понятия и соответствующего термина должно удовлетворять ряду требований [16]:

- определение должно содержать только существенные признаки – такие, каждый из которых, взятый отдельно, необходим, а все, вместе взятые, достаточны, чтобы с их помощью можно было отличить данный предмет из всех остальных и обобщить однородные предметы в класс;

- определение должно быть соразмерным, т.е. объем определяемого понятия должен совпадать с объемом определяющего понятия;

- определение не должно содержать логического круга;

- определение должно быть четким, ясным.

В отличие от «терминологии», под которой в терминоведении понимается стихийно складывающаяся, неупорядоченная совокупность терминов, «терминосистемой» называется упорядоченная, иерархически организованная совокупность терминов, которая отражает не просто систему понятий, а систему понятий определенной теории [1]. Основными признаками терминосистемы являются её целостность, структурированность, наличие системы общих понятий (базовых и основных терминов).

Одним из базовых терминов теории механизмов и машин является рассматриваемый в статье термин «звено механизма». На основе базовых терминов конкретной науки строится система производных терминов, находящихся с базовыми в родо-видовой связи. При этом используются две логические операции: деление понятий и классификация – последовательное деление. Основные правила деления, которые позволяют построить упорядоченную, иерархически организованную терминосистему: деление должно быть соразмерным; деление должно производиться только по одному основанию; члены деления должны исключать друг друга; деление должно быть непрерывным [1].

Рассматриваемые понятия и соответствующие им термины отображаются в статье *полужирным курсивом*; цитируемые определения терминов – *курсивом*.

Источники

При анализе объема и содержания понятия «звено механизма» и производных терминов были использованы:

- сборники рекомендуемых терминов, изданные Комитетом научно-технической терминологии АН СССР;

- печатные и электронные версии терминологического словаря, разработанного комиссией по стандартизации терминологии ИFToMM;

- электронная версия словаря ИFToMM, включенная в «Цифровую библиотеку механизмов и передач» (DMG-Lib);

– учебная, учебно-методическая и справочная литература по теории механизмов и машин.

При анализе степени внедренности конкретных терминов были использованы:

– научный журнал «Теория механизмов и машин», издаваемый ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»;

– сборники серии “Mechanism and Machine Science” международной издательской компании “Springer Science+Business Media” (редактор серии Marco Ceccarelli);

– труды Международных симпозиумов по теории механизмов и машин (“Mechanism and Machine Science”).

Ссылки на конкретные источники приведены в соответствующих местах статьи. Ссылки на источники, используемые для иллюстрации ошибок при использовании анализируемых терминов, в большинстве случаев не приводятся.

Определения и содержание понятия «звено»

Сборник рекомендуемых терминов КНТТ АН СССР [17] определял **звено** как: «*Одно или несколько жестко соединенных твердых тел, входящих в состав механизма*». В этом определении объем определяющего понятия шире определяемого. Если звено состоит из пяти деталей, то согласно данному определению совокупность четырех, трех или двух деталей также будет являться звеном. В следующем выпуске сборника рекомендуемых терминов [18] эта ошибка была исправлена. **Звено** определялось как: «*твердое тело, входящее в состав механизма*». К этому определению было добавлено примечание, уточняющее состав звена: «*Звено механизма может состоять из нескольких деталей (отдельно изготавливаемых частей механизма), не имеющих между собой относительного движения*».

Аналогичные определения используются в отечественной учебной литературе:

[15] «*Каждая подвижная деталь или группа деталей, образующих одну жесткую подвижную систему тел, носит название подвижного звена механизма*»;

[19] «*Звено – это твердое тело, входящее в состав механизма*»;

[20] «*Твердые тела, из которых образуется механизм, называют звеньями*»;

[21] «*... твердые тела называются звеньями механизма*»;

[22] «*Одним твердым телом в механизме считается также любая совокупность деталей, не имеющих между собой относительного движения... Твердое тело, входящее в состав механизма называется звеном*».

[23] «*Тела, образующие механизм, называются его звеньями. Звено может состоять из одного или несколько соединенных твердых тел – деталей*».

Во всех определениях в качестве родового признака использовано понятие «**твердое тело**», а в качестве видового – вхождение этого тела в состав механизма. Термин «**твердое тело**» в сборниках рекомендуемых терминов по ТММ не определен. В сборниках рекомендуемых терминов по теоретической механике он также отсутствует или рассматривается как краткая форма термина «**абсолютно твердое тело**» [24, 25]. Словарь [26] дает определение, имеющее наибольший объем, и рассматривает твердое тело, газ и жидкость как агрегатные состояния вещества. Для анализа структуры механизмов использовать такие широкие определения невозможно.

Так что же понимать под твердым телом?

В большинстве приведенных выше определений подчеркивается отсутствие относительных движений между частями звена. При выводе структурных формул принимается, что свободное твердое тело в пространстве имеет 6 степеней свободы, т.е. является абсолютно твердым. В [23] отмечается, что для решения конкретных задач необходимо выбирать наиболее простую модель, адекватную решаемой задаче, и: «в механических системах такой моделью является модель, называемая механизмом с жесткими звеньями». Именно эта модель и используется при разработке методов решения задач структурного и кинематического анализа и синтеза в подавляющем большинстве случаев. Учет деформаций твердого тела невозможен чисто геометрическими методами, и требует использования уравнений динамики.

Несмотря на кажущуюся ясность этого вопроса в ряде случаев после определения

звена, как твердого тела, следуют противоречащие суждения. Например, в справочнике [27] используется определение: «Совокупность деталей, неподвижно соединенных между собой, называется звеном механизма». В качестве иллюстрации приводится шатун (абсолютно твердое тело, состоящее из нескольких неподвижно соединенных деталей). Подчеркивается, что звено, движущееся в пространстве, имеет шесть степеней свободы – т.е. это абсолютно твердое тело. А далее говорится: «Наряду с жесткими звеньями существуют звенья упругие – пружины, рессоры, металлорезиновые соединения, воздух или газ, заключенные в пространство с переменным объемом, и гибкие – канаты, ремни, цепи, шариковые передачи». Но делается оговорка, что в состав механизма могут входить лишь твердые и упругие звенья, а гибкие звенья и жидкость рассматриваются в качестве кинематических связей.

Были попытки ввести в состав звеньев эфир, передающий радиоволны от одного звена к другому, световой луч, окружающую среду (воду) [28, 29] (цитируется по [30]).

Аналогичное противоречие находим и во многих других учебных пособиях. В [31] звено определяется как: «...одно или несколько жестко соединенных твердых тел, входящих в состав механизма... В теории механизмов и машин звенья рассматриваются как абсолютно твердые тела». А далее объем понятия звена значительно расширяется. Утверждается, что: «К упругим звеньям относят пружины, мембраны и др., упругие деформации которых оказывают существенное влияние на работу механизма. К гибким звеньям относят ремни, цепи, канаты и др. К жидким и газообразным относят масло, воду, расплавленный металл, газ, воздух и т.п., перемещаемые по специальным коммуникациям внутри машины или прибора».

В 1964 г. была предпринята попытка окончательно решить этот вопрос. Во введении к «Сборнику рекомендуемых терминов» АН СССР [17] было отмечено, что: «...Попытки распространить понятие «звено» (соответственно «кинематическая пара» и «кинематическая цепь») на газообразные и жидкие тела успеха не имели». Тем не менее, указанное противоречие в определении

и объеме понятия «звена» продолжает переходить из одного учебного пособия в другое. Объективной причиной этого является широкое распространение гидравлических и пневматических механизмов, и попытки применить для их исследования методы, созданные для анализа и синтеза механизмов, состоящих только из абсолютно твердых тел.

Одним из возможных методов устранения этого противоречия, является введение нового понятия, являющегося родовым по отношению к «*звену механизма*», объем которого будет содержать не только абсолютно твердые тела, но и деформируемые твердые тела, а также жидкие и газообразные. Для этого понятия был предложен термин «*элемент механизма*» [2, 32-35]. В печатной версии словаря ИТомМ 2003 г. было дано следующее определение [33]: «*Элемент механизма – твердое тело, жидкий или газообразный компонент механизма*». В последних версиях словаря определение было сокращено [34, 35]: «*Элемент механизма – каждый из компонентов, входящих в состав механизма*». К сожалению данные определения не раскрывают содержание и объем определяемого понятия, и не позволяют установить иерархические отношения между понятиями «*элемент механизма*» и «*звено*».

В качестве существенного признака указано только то, что «*элемент механизма*» входит в состав механизма. Используемый в определении термин «*компонент*» в словаре ИТомМ не определен, хотя используется в 37 определениях. В словаре [26] «*компонент*» определяется, как: «*составная часть, элемент чего-либо*». В толковом словаре русского языка [36] «элемент» определяется как: «составная часть чего-нибудь, компонент», а «компонент» – как: «составная часть чего-нибудь». Т.е. эти слова рассматриваются как синонимы. В определении на английском языке: “*Mechanism element – each of the component parts constituting a mechanism*”, используемые слова “*element*” и “*component*” также являются синонимами [37]. Таким образом, цитируемые выражения являются тавтологиями [16] и не могут использоваться в качестве определений.

В [33-35] «*звено*» является подчиненным понятием по отношению к понятию «*эле-*

мент механизма», но в определении звена присутствует логический круг: «Звено – твердое тело, как элемент механизма, соединенное одной или несколькими кинематическими парами с другими телами»; «Кинематическая пара – соединение двух звеньев, ограничивающее их относительное движение» [35].

Ведущее и ведомое звенья

Примерно до семидесятых годов прошлого века термины: «входное звено»; «ведущее звено»; «выходное звено»; «ведомое звено» попарно рассматривались как синонимы [17]. В 1978 г. Комитет научно-технической терминологии Академии наук СССР разделил соответствующие понятия: термины «входное звено», «выходное звено» были отнесены к разделу «Структура механизмов», а термины «ведущее звено», «ведомое звено» – к разделу «Динамический анализ механизмов» [38]. Эти термины получили четкие определения: «Входное звено – звено, которому сообщается движение, преобразуемое механизмом в требуемые движения других звеньев»; «Выходное звено – звено, совершающее движение, для выполнения которого предназначен механизм»; «Ведущее звено – звено, для которого элементарная работа приложенных к нему внешних сил положительна»; «Ведомое звено – звено, для которого элементарная работа приложенных к нему внешних сил отрицательна или равна нулю». Следовательно, определить ведущие и ведомые звенья в конкретном механизме возможно только на основе результатов динамического анализа. Соответствующие изменения были внесены в большинство переиздаваемых учебников и учебных пособий.

Тем не менее до сих пор встречаются случаи как неверного использования указанных терминов [12, 14], так и ошибки в их определениях. В словаре ИТoММ 2003 г. [33] пары терминов «входное звено», «ведущее звено» и «выходное звено», «ведомое звено» рассматриваются как синонимы, а в словаре, интегрированном в библиотеку DMGLib [35], определяются термины: «входное звено», «выходное звено», а термины «ведущее звено», «ведомое звено» отсутствуют, хотя есть термины: «ведомое зубчатое колесо» и «ведущее зубчатое колесо».

Можно отметить, что для механизмов многих машин в режиме установившегося движения входное звено является ведущим, выходное – ведомым, а промежуточные звенья могут быть как ведущими, так и ведомыми. Но это совершенно не обязательно. В кривошипно-ползунном механизме двигателя внутреннего сгорания ползун в течении одного цикла является то ведущим, то ведомым звеном. В режиме выбега все звенья механизма могут быть ведомыми, а для червячной передачи возможен режим движения (оттормаживание), в котором оба подвижных звена должны быть ведущими [39, 40].

Входное и выходное звенья

Приведенные выше определения входного и выходного звеньев являются достаточно простыми и легко воспринимаются студентами. В качестве примера обычно рассматривается кривошипно-ползунный механизм (рис. 1, а) [41]. Если этот механизм используется в двигателе внутреннего сгорания, то входным звеном является ползун 3, выходным – кривошип 1.

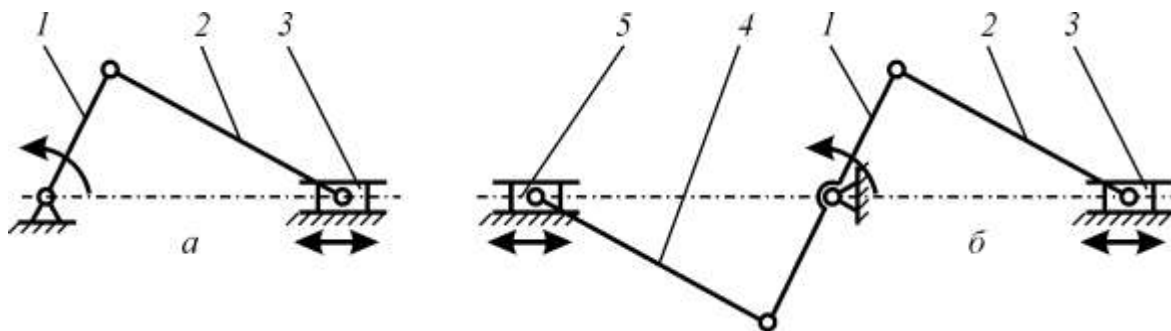


Рис. 1 Структурные схемы кривошипно-ползунных механизмов

При использовании механизма в поршневом компрессоре кривошип 1 – входное звено, а ползун 3 – выходное.

В большинстве учебников ограничиваются только определениями, а в пособиях по курсовому проектированию в разделе структура рассматривают более сложные вопросы: определение числа степеней свободы механизма, разбиение его схемы на группы Ассура, выделение и устранение избыточных связей.

Однако вопрос о терминах «входное звено» и «выходное звено» не такой простой, как кажется на первый взгляд, и очень важен для учебного процесса, т.к. непосредственно связан с пониманием назначения и работы механизма. В имеющихся определениях и характеристиках механизма заложены следующие существенные признаки [15, 19-23, 27, 31]:

- механизм служит для преобразования движения (вида движения и его кинематических характеристик), т.е. в механизме должны быть звенья, которым задаются известные движения (входные), и звенья, совершающие требуемые движения (выходные);

- движение всех звеньев механизма (исключая особые положения) должно быть однозначно определенным, т.е. при задании положения входных звеньев решение системы уравнений геометрических связей должно существовать и быть единственным;

- в большинстве случаев подразумевается, что число входных звеньев должно совпадать с числом степеней свободы механизма.

Рассмотрим более сложный пример: – шестизвенный кривошипно-ползунный механизм (рис. 1, б). Если это механизм компрессора, то выделение входного и выходного звеньев не представляет сложностей: кривошипу 1 сообщается вращательное движение (входное звено), а ползуны 3 и 5 совершают требуемое возвратно-поступательное движение (выходные звенья). Механизм с одной степенью свободы, имеет одно входное звено и два идентичных выходных.

Если это механизм двухцилиндрового двигателя внутреннего сгорания, то он должен преобразовывать возвратно-поступательные движения ползунов 3 и 5 (два

входных звена) во вращательное движение кривошипа 1 (выходное звено).

На рис. 2 приведена функциональная схема механизма с двумя степенями свободы (дифференциальный механизм по схеме $2k - h$, автомобильный дифференциал и другие). Геометрические связи в таком механизме описываются уравнением

$$a\varphi_1 + b\varphi_2 + c\varphi_3 = 0, \quad (1)$$

где $\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3$ – угловые координаты звеньев 1, 2, 3; a, b, c – некоторые константы.

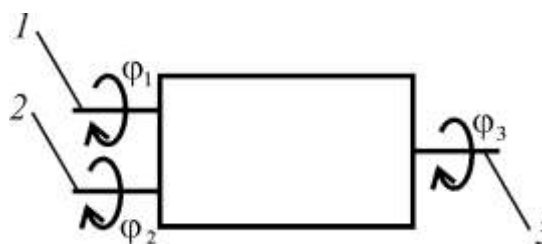


Рис. 2. Функциональная схема механизма с двумя степенями свободы

Механизм может использоваться в качестве суммирующего (два входных звена – 1 и 2; одно выходное – 3) или распределяющего (одно входное звено – 3; два выходных – 1 и 2).

В рассмотренных примерах налицо противоречие с приведенными выше признаками механизма: механизм с одной степенью свободы имеет два входных звена; механизм с двумя степенями свободы при одном входном звене не имеет определенности движения – уравнение (1) имеет бесконечное множество решений и действительное движение механизма может быть определено только в результате исследования динамики.

Причиной таких разночтений являются смешение понятий «входное звено» и «ведущее звено», и в ряде случаев неверное понимание выражения «сообщается движение» и замена его выражением «задается движение» или «закон движения считается известным» [42-44]. Слово «сообщается» не имеет количественной характеристики, в то время как выражение «задать движение» в теоретической механике имеет четкий смысл: «Задать движение точки или тела относительно какой-либо системы отсчета – значит дать условия, позволяющие найти положение

ние точки или тела в любой момент времени относительно этой системы отсчета» [45].

Чтобы устранить эти разночтения, необходимо четко разделять термины «**входные звенья**» и «**начальные звенья**». Понятие «**входное звено**» характеризует назначение механизма и направление преобразования движения. Число входных звеньев может совпадать, быть больше или меньше числа степеней свободы механизма.

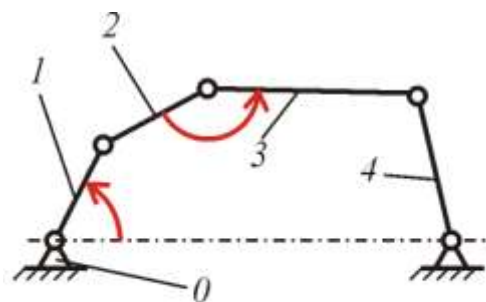
«**Начальное звено**» – «звено, которому приписывается одна или несколько обобщенных координат механизма» [18, 32]. В качестве начального звена может быть выбрано любое звено механизма, как входное, так и промежуточное или выходное. Этот выбор диктуется только удобством составления и исследования математической модели механизма. Если положение каждого начального звена характеризуется одной координатой, то число начальных звеньев будет совпадать с числом степеней свободы механизма.

В печатной и электронной версиях словаря ИFToMM понятие «**начальное звено**» (“*initial link*”) не определено. В отдельных случаях термины «**входное звено**» и «**начальное звено**» рассматриваются как синонимы [27].

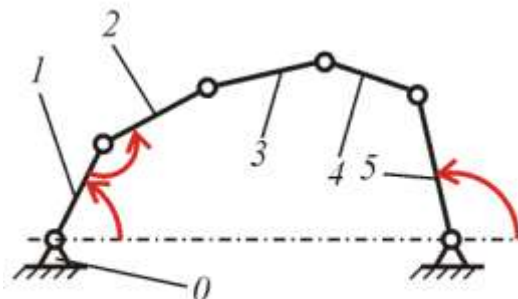
Все изложенное выше относится к механизмам, у которых движение сообщается звену (или звеньям), непосредственно соединенным со стойкой. В ряде механизмов относительное движение сообщается двум подвижным звеньям [27]. Выделить в этом случае входное звено невозможно. Предложено в этом случае использовать термин «**входная кинематическая пара**» (рис. 3) [43].

Этот термин включен в словарь ИFToMM [35], однако данное в словаре определение: «**Входная кинематическая пара** – кинематическая пара [Сопряжение] для которой положение одного звена относительно другого рассматривается в качестве независимой переменной» нельзя признать удачным. В качестве независимой переменной (обобщенной координаты) может быть выбрана любая координата, и этот выбор никак не связан с назначением механизма. Предлагается изменить это определение и привести его в соответствие с определением входного звена: «**Входная кинематическая пара** – кинематическая пара, звеньям которой сообщается относительное движение, преобразуемое механизмом в требуемые движения других звеньев».

ается относительное движение, преобразуемое механизмом в требуемые движения других звеньев».



0-1; 2-3 - входные кинематические пары; 1 - входное звено



0-1, 1-2, 0-5 - входные кинематические пары; 1, 2, 5 - входные звенья

Рис. 3. К понятиям «**входное звено**» и «**входная кинематическая пара**» [43]

Введение понятия «**входная кинематическая пара**» приводит к необходимости деления механизмов на несколько видов.

В [43] предложено называть их механизмами первого типа и второго типа. В [46-48] использован термин «**механизм с внутренними входами**», а в [49, 50] – «**механизм с подвижным приводом**». На наш взгляд, первый термин является предпочтительным, т.к. термин «механизм с подвижным приводом» является ложно ориентирующим.

Простые и сложные звенья

Одной из характеристик звена является число кинематических пар, образованных им с другими звеньями. Академик И.И. Артоболевский [51] приводит примеры звеньев, входящих в две или три вращательные кинематические пары, без использования специальных терминов.

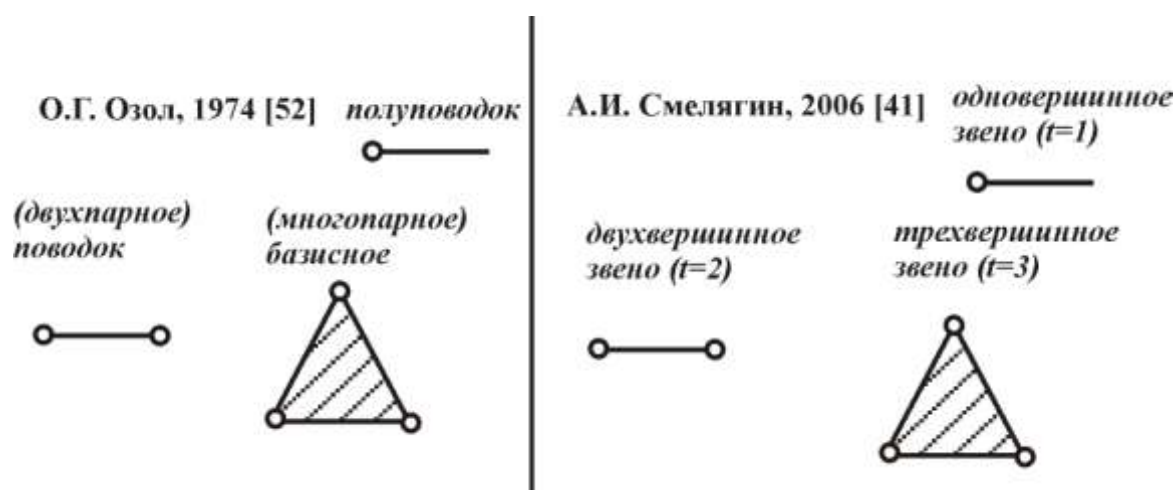


Рис. 4. К понятиям «многопарное звено» и «многовершинное звено»

Профессор О.Г. Озол [52] в зависимости от числа подвижных соединений одного звена α предложил деление звеньев на полуповодки ($\alpha = 1$), поводки или двухпарные ($\alpha = 2$) и многопарные или базисные ($\alpha > 2$). Профессор А.И. Смелягин [41] ссылается на термины «*сложное звено*» (звено, имеющее более двух кинематических пар, которыми оно присоединяется к другим звеньям механизма) и «*простое звено*» (все остальные звенья). Он предложил термин «*t-вершинное звено*», где t – число элементов кинематических пар (вершин), которыми оно присоединяется к другим звеньям меха-

низма. При $t = 2$ звено называется двухвершинным или линейным; при $t = 3$ – трехвершинным; при $t = 4$ – четырехвершинным и т.д. Для числа с максимальным числом вершин используется термин «*базовое звено*».

В английском учебной и научной литературе широко используются аналогичные термины [53, 54]: “*binary link*”, “*ternary link*”, “*quaternary link*”, соответствующие приведенным выше: двухвершинное, трехвершинное и четырехвершинное звенья.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Гринев-Гриневиц С.В.** Терминоведение / С.В. Гринев-Гриневиц – М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 304 с.
2. **Новый подход к определениям некоторых фундаментальных терминов теории механизмов и машин** / [В.Д. Плахтин, Ю.Я. Гуревич, Г.А. Тимофеев и др.] // Справочник. Инженерный журнал. 2002. № 1 (58). С. 58-60.
3. **Крюков В.А.** Некоторые аспекты исторического развития основных понятий теории механизмов и машин. // Управляемые вибрационные технологии и машины: сб. науч. ст. Ч. 1. – Курск: Юго-Западный гос. ун-т, 2012. – С. 40-48.
4. **Шалобаев Е.В.** Проблемы и тенденции развития терминологии в современных условиях // Датчики и системы. 2004. № 4. С. 29-32.
5. **Крюков В.А.** Термины «Теория механизмов и машин» и «Машина» (Исторический и логический анализ) // Вибрационные технологии, мехатроника и управляемые машины. Сборник научных статей по материалам XI Международной

- научно-технической конференции «Вибрация – 2014». – Курск: Изд-во Юго-Западного государственного университета, 2014. – Ч. 1. С. 39-49.
6. **Деятельность белорусских ученых в развитии терминологии в области зубчатых зацеплений** / [В.Е. Старжинский, В.Е. Антонюк, М.М. Кане и др.] // Теория механизмов и машин. 2016. Т. 14. № 2 (30). С. 69-79.
 7. **Boegelsack G.** Twenty-five Years IFToMM Commission A “Standardization of Terminology” - history, methodology, results and future work // Mech. Mach. Theory. 1998. Vol. 33. N 1/2. P. 1-5.
 8. **Ionescu T.G.** On the Progress of Standardization of Mechanism and Machine Science Terminology // 12th IFToMM World Congress, Besancon (France), June 18-21. – 2007.
 9. **Крюков В.А.** Некоторые проблемы построения терминосистемы теории механизмов и машин // Современное машиностроение. Наука и образование. – Санкт-Петербург: Изд-во Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого, 2016. – С. 230-241.
 10. **Крюков В.А.** Современное состояние терминологической системы теории механизмов и машин // Теория механизмов и машин. 2017. № 4 (36). С. 173-196.
 11. **Пейсах Э.Е.** О терминологии по теории механизмов и машин // Теория механизмов и машин. 2004. Т. 2. № 4. С. 80-94.
 12. **Крюков В.А.** Некоторые ошибки при использовании терминов теории механизмов и машин // Современное машиностроение: Наука и образование: материалы 6-й Международной научно-практической конференции / Под ред. А.Н. Евграфова и А.А. Поповича. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2017. – С. 119-130
 13. **Крюков В.А.** Современное состояние терминологии теории механизмов и машин // Проблемы механики современных машин: материалы VII Международной научной конференции. – Улан-Удэ: Изд-во Восточно-Сибирского государственного университета технологий и управления, 2018. – С. 44-47.
 14. **Крюков В.А.** Некоторые ошибки при определении и использовании терминов теории механизмов и машин // Современные технологии и развитие политехнического образования [Электронный ресурс]: международная научная конференция, г. Владивосток, 19-23 сентября 2016 г. Владивосток: Дальневост. федерал. ун-т, 2016. Режим доступа: [https://www.dvfu.ru/upload/medialibrary/f6a/Сборник%202016_политех%20\(1\).pdf](https://www.dvfu.ru/upload/medialibrary/f6a/Сборник%202016_политех%20(1).pdf). – С. 978-983. – (дата обращения 11.03.2019).
 15. **Артоболевский И.И.** Теория механизмов и машин И.И. Артоболевский. – М.: Наука, 1988. – 640 с.
 16. **Философия математики и технических наук** / Под общ. ред. проф. С.А. Лебедева. – М.: Академический Проект, 2006. – 779 с.
 17. **Теория механизмов. Основные понятия. Терминология** / Сборник рекомендуемых терминов. Вып. 68 – М.: Наука, 1964. – 23 с.
 18. **Теория механизмов и машин. Терминология. Буквенные обозначения** / Сборник рекомендуемых терминов. Вып. 99. – М.: Наука, 1984. – 40 с.
 19. **Тимофеев Г.А.** Теория механизмов и машин. Курс лекций / Г.А. Тимофеев. - М.: ИД Юрайт, 2010. - 351 с.
 20. **Теория механизмов и машин** / [К.В. Фролов, С.А. Попов, А.К. Мусатов и др.]; Под ред. К.В. Фролова. – М.: Высш. шк., 1987. – 496 с.
 21. **Теория механизмов и механика машин** / [К.В. Фролов и др.]; Под ред. Г.А. Тимофеева. - М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2012. - 686 с.

22. Левитский Н.И. Теория механизмов и машин / Н.В. Левитский. – М.: Наука, 1979.–576 с.
23. Теория механизмов и машин / [М.З. Коловский, А.Н. Евграфов, Ю.А. Семёнов и др.] - М.: Изд. центр «Академия», 2006. - 560 с.
24. Терминология общей механики. Сборник рекомендуемых терминов. Вып. 33. - М.: Изд-во АН СССР, 1955. - 44 с.
25. Теоретическая механика. Терминология. Сборник рекомендуемых терминов. Вып 90. – М. Изд-во Наука, 1977. - 45 с.
26. Новый политехнический словарь / Гл. ред. А.Ю. Ишлинский. – М.: Большая Российская энциклопедия, 2000. – 671 с.
27. Кожевников С.Н., Есипенко Я.И., Раскин Я.М. Механизмы. Справочник / С.Н. Кожевников, Я.И. Есипенко, Я.М. Раскин. - М.: Машиностроение, 1976. – 784 с.
28. Добровольский В.В. Теория механизмов / В.В. Добровольский - М.: Машгиз, 1951. - 467 с.
29. Прикладная механика / [Д.С. Зернов и др.] - М.-Л.: ОНТИ НКТП СССР, 1937. - Т. 1. - 343 с.
30. Кожевников С.Н. Основания структурного синтеза механизмов / С.Н. Кожевников. - Киев: Наук. думка, 1979. - 232 с.
31. Юдин В.А., Петрокас Л.В. Теория механизмов и машин В.А. Юдин, Л.В. Петрокас. - М.: Высш. шк., 1977. – 527 с.
32. Теория механизмов и машин. Терминология / [Н.И. Левитский, Ю.Я. Гуревич, В.Д. Плахтин и др.]; под ред. К.В. Фролова. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2004. – 80 с.
33. Terminology for the Mechanism and Machine Science // Mechanism and Machine Theory. 2003. N 38. P. 597-1111.
34. IFToMM dictionaries online. Version 3.1 – May 2014. [Electronic resource] // URL: <http://iftomm-terminology.antonkb.nl> (date of access 28.01.2018).
35. DMG-Lib. [Electronic resource] // URL: <https://www.dmg-lib.org/dmglib/main/portal.jsp?mainNaviState=browsen> (date of access 28.04.2018).
36. Ожегов С.И. Словарь русского языка / С.И. Ожегов / Под ред. Н.Ю. Шведовой. – М.: Рус. яз., 1986. – 797 с.
37. Collins. Pioneers in dictionary publishing since 1819. [Electronic resource] // URL: <https://www.collinsdictionary.com/dictionary/english> (date of access 28.04.2018).
38. Теория механизмов и машин. Терминология. Сборник рекомендуемых терминов. Вып. 93. – М.: Наука, 1978. – 33 стр
39. Гидаспов И.А. Вейц В.Л. Динамика самотормозящихся механизмов И.А. Гидаспов, В.Л. Вейц. – Л.: Ленинградский университет. 1987. – 144 с.
40. Крюков В.А., Ктиторов Д.А. Уточненная математическая модель червячной кинематической пары // Изв. Тульского государственного университета. Технические науки. 2013. № 10. С. 297-305.
41. Смелягин А.И. Теория механизмов и машин / А.И. Смелягин. – М.: ИНФРА-М; Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2003. – 263 с.
42. Машиностроение. Энциклопедический справочник / Ред совет: пред. Е.А. Чудаков, 1948. – Т. 2. – 891 с.
43. Механика машин / [И.И. Вульфсон, М.Л. Ерихов, М.З. Коловский и др.]; Под ред. Г.А. Смирнова. – М.: Высш. шк., 1996. – 511 с.

44. **Крайнев А.Ф.** Механика от греческого *mēchanikē (tēchnē)* – искусство построения машин. Фундаментальный словарь / А.Ф. Крайнев. – М.: Машиностроение, 2001. – 904 с.
45. **Добронравов В.В., Никитин Н.Н., Дворников А.Л.** Курс теоретической механики / В.В. Добронравов, Н.Н. Никитин, А.Л. Дворников. – М.: Высш. школа, 1974. – 528 с.
46. **Семенов Ю.А.** Применение машин и механизмов с внутренними входами // Теория механизмов и машин. 2003. № 1. С. 30-49.
47. **Ащеулов А.В.** Простые для ТММ механизмы с внутренними входами оказываются сложными при проектировании // Теория механизмов и машин. 2003. № 2. С. 76-78.
48. **Коловский М.З., Евграфов А.Н.** О некоторых направлениях модернизации курса ТММ // Теория механизмов и машин. 2003. № 1. С. 3-29.
49. **Желтухин Д.В., Дворников Л.Т.** Кинематический анализ механизмов с подвижными приводами // Вестник Кузбасского государственного технического университета. 2012. № 2 (90). С. 67-69.
50. **Князев А.С., Дворников Л.Т.** Разработка метода структурного синтеза механизмов с подвижными приводами на примере секций механизированных крепей // МИАР. 2018. № 1. С. 23-26.
51. **Артоболевский И.И.** Теория механизмов / И.И. Артоболевский. – М.: Наука, 1967. – 719 с.
52. **Озол О.Г.** Теория механизмов и машин / О.Г. Озол. – М.: Наука, 1984. – 432 с.
53. **Dent J.A., Harper A.C.** Kinematics and Kinetics of Machinery / J.A. Dent, A.C. Harper. – John Wiley & Sons, 1921. – 410 p.
54. **Erdman A.G., Sandor G.N., Kota S.** Mechanism Design. Analysis and Synthesis / A.G. Erdman, G.N. Sandor, S. Kota. – New Jersey 07458, Upper Saddle River: Prentice Hall, 2001. – 684 p.