

## В ДОКАЗАТЕЛЬСТВО СОСТОЯТЕЛЬНОСТИ ОПЫТА СТРУКТУРНОГО СИНТЕЗА МЕХАНИЗМОВ

В журнале “Теория механизмов и машин”, 2005, № 1, том 3, напечатан отклик [1] на мою статью [2]. Внимательное изучение отклика рецензента показало, что все замечания, приведенные в нем, могут быть легко опровергнуты. Так как замечания рецензента опубликованы не только в журнале ТММ, но и в сети Интернет, думаю, что я просто вынужден ответить на них публично.

Прежде всего, хотелось бы выразить удивление в связи с тем, что рецензент выступил излишне категорично по серьезной научной проблеме, которая своего разрешения отнюдь пока еще не получила (я имею в виду нахождение не числа, а реальных схем рычажных механизмов) и без принципиально новых подходов не может найти разрешения. Так, рецензент со ссылкой на текст собственной работы, опубликованной им в соавторстве в 1998 г. на немецком языке (позиция № 3 в списке литературы его отклика [1]), утверждает: “Задача структурного синтеза плоских шарнирных механизмов с числом звеньев  $n = 10, 12$  и  $14$  к настоящему времени уже решена”. Это заявление не может быть воспринято серьезно. Если рецензенту каким-то образом удалось найти предполагаемое число возможных структур, то ничем не доказано, что им найдены собственно эти самые структуры.

Основное содержание моей статьи заключалось в изложении нового метода нахождения отличающихся друг от друга структур. Это изложение заканчивалось примерами использования метода к конкретным структурам. Рецензент в отклике обходит полным молчанием изложение собственно метода. Он в конечном моем конкретном результате попытался найти ошибки и через них поставить под сомнение разработанный мною метод.

Завершая “комментарий”, рецензент приводит список литературы из 15 наименований. По его мнению, эти источники посвящены “решению различных вопросов, связанных с созданием ... структурных схем ...”. В этом списке нет моей статьи “Новые формализации в структуре механических систем”, которая была опубликована в известиях ВУЗов “Машиностроение”, № 1 за 1993 г. Именно в ней я впервые ставлю вопрос о возможности создания компьютерных программ по синтезу структур механизмов и показываю основы алгоритма таких программ. Если посчитать, что 1993 год – давнишний и задачи рецензент ставит новые, то зачем ссылаться на работы 1964, 1975, 1983, 1984 гг., когда ни о каких компьютерных программах не могло идти речи? Из отечественных исследователей он приводит лишь себя и С.Н. Кожевникова с его монографией 1979 г., где уважаемый Сергей Николаевич никаких вопросов о формировании БД не ставил. Потеряна целая школа казахских ученых во главе с академиком Джолдасбековым У.А., обойдены профессора Озол О.Г., Баранов Г.Г., Решетов Л.Н. и многие другие. Странно, но пропущены и некоторые собственные публикации рецензента, например, его монография с Нестеровым В.А. [3].

Думаю, что работа [3] пропущена умышленно, т.к. именно в этой монографии авторы предприняли действительно некоторые реальные построения структур восьмизвенных механизмов, но нашли не все из них, а показывать не согласующуюся с предметом критики моей статьи работу рецензент теперь не захотел.

В комментируемой рецензентом моей статье [2] показано 90 структур, многие из которых опубликованы впервые. Было бы объективным, если бы рецензент написал: “не все структуры, приведенные Дворниковым, верны, но 84 структуры не вызывают сомнений и уже этот результат следует считать полезным для теории и практики”.

Перейдем к конкретным замечаниям рецензента по моей статье. Сразу же бросается в глаза, что основным аргументом, который настроил рецензента на поиск ошибок, явилась фраза на с.15 статьи [2]. Там мною было записано так: “Автор допускает возможность того, что не все реально существующие схемы восьмизвенников приведены в табл. 1, однако, он

берется утверждать, что пропуск каких-то схем, во-первых, случаен, во-вторых, если имеет место, то является единичным, а, в-третьих, он не может быть расценен как исключение из обоснованного правила (метода) поиска структур механизмов”.

В результате изучения приведенных мною схем рецензент находит шесть ошибок, после чего делает вывод: “набор структур восьмизвенных механизмов не является полным” (и “пропуск каких-то из схем” не является “единичным”). По мнению рецензента в моей работе «встречаются повторяющиеся структуры, а именно: совпадают структуры 51 и 53, 50 и 54, 57 и 65, 80 и 88, 81 и 89, структура 70 встречается два раза, структура 21 в таблице отсутствует».

Рассмотрим структуры в той последовательности, в которой на них указал рецензент. Начнем со схем 51 и 53. Чтобы все было абсолютно доказательно, чтобы не появилось возможности несогласия с моими доводами, покажем эти схемы отдельно, на рис. 1.

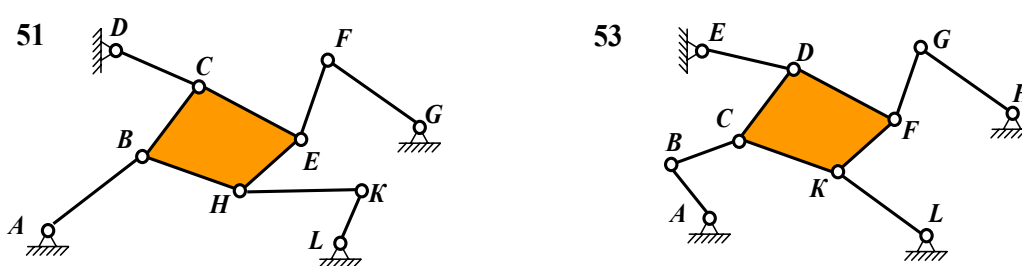


Рис. 1

Рецензент считает, что на рис. 1 показаны совпадающие структуры. Но в схеме 51 звенья *AB*, *BC* и *CD* образуют четырехзвенник, а в схеме 53 между соседними выходами на стойку *A*, *E*, *H* и *L* ни одного четырехзвенника нет. Думаю, что этого уже вполне достаточно, чтобы заявить, что эти схемы не совпадают. Если бы рецензент внимательно прочитал собственно мою статью, то он бы заметил там, что одним из критериев “несовпадения” структур является число кинетических пар по контуру цепи. В схеме 51 от *A* до *D* четыре пары (*A, B, C, D*) от *D* до *G* – пять пар: (*D, C, E, F, G*) от *G* до *L* шесть пар (*G, F, E, H, K, L*) и от *L* до *A* пять пар (*L, K, H, B, A*), т. е. эта структура имеет “периметр” – 4-5-6-5. В схеме же 53, если идти от *A*, то получим – 5-5-5-5.

Следующая пара показанных рецензентом совпадающих структур – это схемы 50 и 54. Отметим, что это те же структуры, что показаны на рис. 1. Что они не совпадают, объяснено выше. Формально можно было бы перейти к следующей паре.

Однако у читателя может возникнуть недоуменный вопрос “как же так”? Дважды показываются одинаковые “структуры”? И рецензент имел бы более оснований заявить, что совпадают не 51 с 53 и 50 с 54, а как раз 50 с 51 и 53 с 54. Предположим, что рецензент просто описался, тогда нам надо будет показать различие в цепях 50 и 51, 53 и 54. В этом случае придется обратить внимание еще на один критерий различия структур, а именно на условие, о том, какому из звеньев цепи задается движение. Цепи 50 и 51 различаются тем, что в одном случае задается движение звену *AB* (см. рис. 1) а во втором – звену *LK* или *GF*. При этом первая структура оказывается элементарной, т. е. диадной, а вторая структура не может быть кинематически разрешена как диадная. От ведущего звена следует трехпроводковая четырехзвенная структурная группа. В этом смысле различны также структуры 53 и 54.

Перейдем к структурам 57 и 65, которые рецензент считает совпадающими. Покажем их на рис. 2.

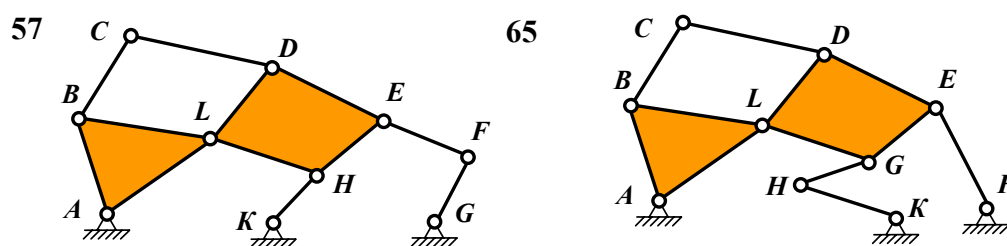


Рис. 2

Достаточно обойти эти схемы по “периметру”, чтобы увидеть, что в схеме 57 между выходами  $A$  и  $G$  – семь пар, между  $G$  и  $K$  – пять пар, а между  $K$  и  $A$  – четыре пары, т.е. это структура 7-5-4, а в схеме 65 число пар между выходами от  $A$  до  $F$  – 6, от  $F$  до  $K$  – 5 и от  $K$  до  $A$  – 5, т.е. 6-5-5. Если не нравится кому-то перечисление пар, то можно перечислить числа подвижных звеньев между выходами. Тогда для схемы 57 это 6-5-3, а для схемы 65 это 5-4-4.

К тому же, в схеме 57 между соседними выходами есть четырехзвенник  $KHLA$ , а в схеме 65 такого четырехзвенника нет. Думаю, этого достаточно.

Перейдем к структурам 80 и 88. Покажем их на рис. 3.

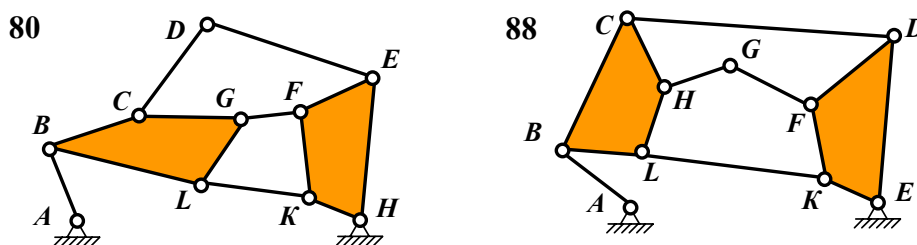


Рис. 3

Странно, что рецензент не заметил различий в этих схемах. Мало того, что по обходу между выходами от  $A$  к  $H$  и от  $H$  к  $A$  в схеме 80 имеем пар 6 и 5, а в схеме 88 от  $A$  до  $E$  и от  $E$  до  $A$ , соответственно 5 и 5 пар. Еще нельзя не обратить внимания на то, что в схеме 80 подвижный замкнутый изменяемый контур  $CDEFGC$  – пятиугольный, а  $FKLG$  – четырехугольный, а в схеме 88 оба подвижных замкнутых контура – пятиугольные.

Последняя пара совпадающих (по рецензенту) структур – это цепи 81 и 89. Так как схема 81 по внешнему виду повторяет схему 80, а схема 89 – схему 88, то различие между ними уже доказано вполне. Эти схемы значительно более могут быть показаны как совпадающие 80 с 81 и 88 с 89. Но обратив внимание на то, какому звену задается движение, можно увидеть, что в схеме 80 за ведущее принято звено  $AB$  (рисунок 3), а в схеме 81 – звено  $HKFE$ . В схеме 80 мы имеем дело с механизмом четвертого класса, а в схеме 81 – третьего. Так же отличаются схемы 88 и 89. На все эти нюансы было указано в таблице 1 моей статьи. Почему на них не обратил внимания рецензент, не понятно.

Последняя “ошибка”, которую заметил рецензент в моей статье, заключается в том, что структура 70 встречается дважды, а структуры 21 нет вообще в таблице. Но это всего

лишь опечатка и нельзя ее считать за ошибку. Тем более, что в рукописи моей статьи нет опечатки, там приведена структура 21. Можно только сожалеть, что опечатка произошла в редакции<sup>1</sup>, но структуру 21 мог построить каждый читатель, разобравшийся в методе. Чтобы материал, опубликованный в журнале “ТММ”, был полным, приведем на рис. 4 структуру 21. Она интересна тем, что в ней имеет место пятиугольный подвижный изменяемый замкнутый контур. Однако, при заданном входном звене, эта структура легко распадается на диады.

Нельзя обойти молчанием еще одно замечание рецензента. Оно касается полного состава шестизвенных шарнирных механизмов. В моей статье показано семь таких структур. Рецензент пишет: “Между тем, в действительности число различных структурных схем одноподвижных шестизвенных плоских шарнирных механизмов равно **девяти**”, при этом слово девяти выделяется жирным шрифтом.

Что означает “в действительности”, понять трудно, так как эту цифру рецензент никак не обосновывает. С такой же степенью уверенности можно было назвать любое другое число.

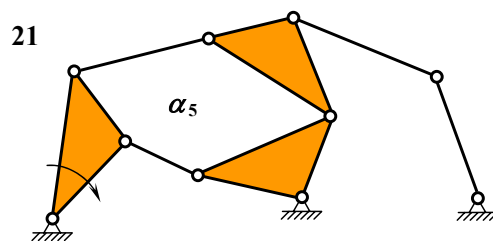


Рис. 4

У рецензента была замечательная возможность доказать свое утверждение – показать недостающие структуры № 8 и № 9. Но он этого почему-то не делает. Удивляет магия цифр в статье рецензента. Как можно верить, например тому, что десятизвенных механизмов всего 4506 штук, если ни рецензент и никто другой сегодня не знает числа восьмизвенных групп Ассура. Правда, он указывает, что их 173, а вот Баранов Г.Г. в статье [4] показывал, что их 161. Совершенно очевидно, что ни тем, ни другим цифрам верить нельзя, они получились в результате неких арифметических действий, которые к теории структуры механизмов не могут иметь никакого отношения.

Утверждая, что “в действительности число (восьмизвенных) структур равно 153”, рецензент ссылается на собственную работу [2] в его списке литературы. Эта работа по названию впечатляет “Атлас структурных схем восьмизвенных плоских шарнирных одноподвижных механизмов с входным звеном, присоединенным к стойке”. Однако она опубликована в “Тезисах докладов Казахского госуниверситета” и всего на одной странице 163. Какой же на одной странице может быть помещен “Атлас”?

Считаю, что разобранный здесь мною публикация рецензента не может явиться основанием для сомнений в состоятельности опубликованного мною опыта структурного синтеза механизмов.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пейсах Э.Е. О структурном синтезе рычажных механизмов (Комментарии к статье Л.Т. Дворникова “Опыт структурного синтеза механизмов.” // ТММ. 2004. № 2 (4)). // Теория механизмов и машин. 2005. № 1(5). С. 77-80.

<sup>1</sup> Статья была напечатана в том виде, в котором была получена редакцией (прим. ред.).

2. **Дворников Л.Т.** Опыт структурного синтеза механизмов. // Теория механизмов и машин. 2004. № 2 (4). С. 3-17.

3. **Пейсах Э.Е., Нестеров В.А.** Система проектирования плоских рычажных механизмов. Под ред. К.В. Фролова. – М.: Машиностроение, 1988. – 232 с.

4. **Баранов Г.Г.** Классификация, строение, кинематика и кинетостатика механизмов с парами первого рода. – Труды семинара по теории машин и механизмов. 1952, 2, вып. 46. – с. 15-39.

*Поступила в редакцию 23.05.2005*

*После доработки 30.01.2006*

### ОТ РЕДАКЦИИ

С сожалением приходится отметить, что в публикуемой статье допущены отдельные высказывания, не принятые в научной дискуссии.

Редакция предоставляет слово для ответа проф. Э.Е.Пейсаху (см. следующую статью) и на этом завершает дискуссию. Желающие продолжить её могут это сделать на форуме портала «Теория механизмов и машин» (раздел «Обсуждение»: <http://tmm.spbstu.ru/forum.asp>).