

УДК 629.1.02

## К ВОПРОСУ ПОСТРОЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ МОДЕЛЕЙ КОЛЕБАНИЙ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Гурский Н.Н., Фурунжиев Р.И.

Белорусский национальный технический университет  
Минск, Беларусь

### 1. Введение

Поведение динамических объектов, расчетные колебательные модели которых представляются в виде системы дискретных масс с упруго-диссипативными связями, описывается, как правило, системой обыкновенных нелинейных дифференциальных уравнений второго порядка. Число уравнений зависит от степени детализации расчетной схемы. В общем случае модель состоит из конечного числа сосредоточенных масс. В данной статье рассматриваются принципы построения информационных моделей, устанавливающих однозначную связь элементов расчетной схемы объекта и математической модели в форме дифференциальных уравнений.

### 2. Особенности алгоритмов учета фазовых координат и принципы построения информационных моделей транспортных средств

Многие численные методы, используемые для решения упомянутых систем уравнений, например, метод Рунге-Кутты, как правило, требуют предварительного понижения порядка путем замены переменных и приведения системы к нормальной форме Коши:

$$\frac{dx_i}{dt} = F_i(x_1, x_2, \dots, x_n, a_1, a_2, \dots, a_n, q_1, q_2, \dots, q_n, t), \quad i = 1, 2, \dots, n,$$

с начальными условиями:  $t = t_0 : x_i(t_0) = x_{0i}$ , или в векторно-матричной форме

$$\dot{X} = F(X, A, Q, t), \quad (1)$$

с начальными условиями:  $X(t_0) = X_0$ , где  $X = (x_1, x_2, \dots, x_n)$  – вектор обобщенных координат;

$\dot{X} = \left( \frac{dx_1}{dt}, \frac{dx_2}{dt}, \dots, \frac{dx_n}{dt} \right)$  – вектор обобщенных скоростей;

$A = (a_1, a_2, \dots, a_n)$  – вектор параметров системы;  $Q = (q_1, q_2, \dots, q_n)$  – вектор

случайных функций времени, моделирующих воздействия на систему;

$X_0 = (x_{01}, x_{02}, \dots, x_{0n})$  – вектор начальных условий;  $F = (f_1, f_2, \dots, f_n)$  – вектор-функция нелинейных правых частей.

Алгоритм метода Рунге-Кутты требует резервирования непрерывных массивов, в которых располагаются значения искоемых фазовых координат (вектор  $X$ ) и их производных (вектор). В простейшем случае при составлении системы уравнений используется глобальная нумерация степеней свободы (перемещений, углов и их скоростей), никак не связанная с каждой конкретной массой.

Информационная модель для расчетной схемы (фиг.1) многоопорной машины, поддерживающая такой подход, приведена на фиг.2. Номера расположенные рядом со стрелками, являются индексными обозначениями фазовых координат, являющихся компонентами вектора  $X$ . Производные фазовых координат имеют четную нумерацию и на фиг.2 не показаны. Как видно, каждая масса обладает заданным числом степеней свободы. Нумерация фазовых переменных, в общем случае, может производиться в любом порядке, либо может начинаться с любой сосредоточенной массы.

Основное достоинство такого подхода состоит в формировании полностью заполненного непрерывного массива. Недостатком его является то, что при введении или удалении дополнительных фазовых координат необходимо изменять полученную нумерацию уравнений, а, следовательно, и переформировывать массив, в котором хранится вектор  $X$ .

Изложенный ниже алгоритм нумерации фазовых координат более динамичный и позволяет исключить указанный недостаток.

При этом, чтобы однозначно идентифицировать каждую сосредоточенную массу, ей присваивается номер из множества возрастающей последовательности чисел, начиная с единицы.

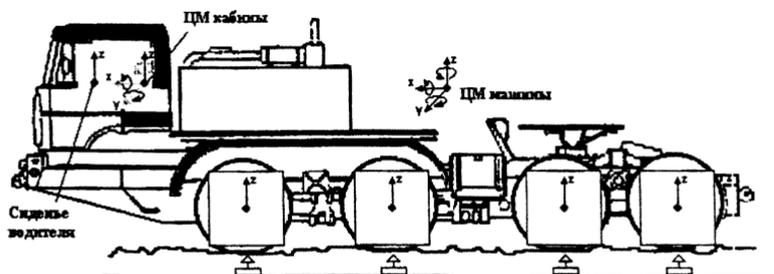


Рис.1. Расчетная схема многоопорной машины

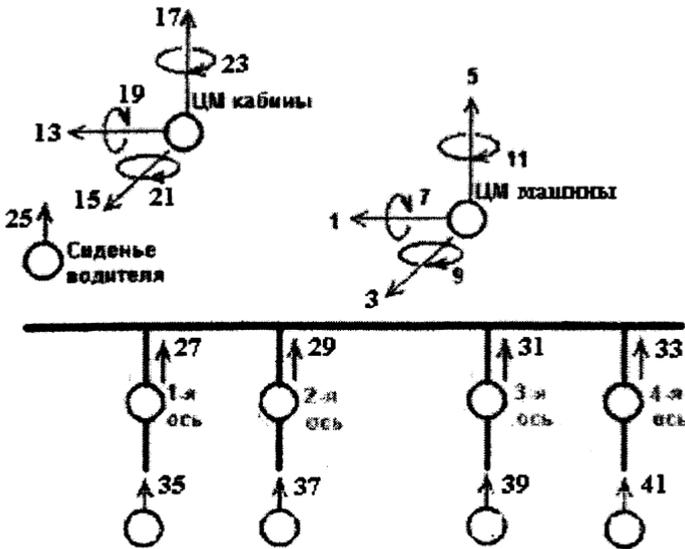


Рис. 2. Информационная модель многоопорной машины

Для определения ее местоположения в массиве используется принцип индексации, позволяющий располагать составляющие фазовые координаты данной массы в произвольном месте массива. Значение индекса, как правило, функционально связано с номером массы.

Таким образом, индекс однозначно определяет начало расположения локальных степеней свободы рассматриваемой массы в глобальном массиве. Локальная нумерация позволяет формализовать обозначения фазовых координат в пределах каждой массы, при этом предполагается наличие полного списка локальных номеров, который может быть и избыточным.

Такой подход позволяет управлять расположением в зарезервированном массиве локальных степеней свободы, относящихся к заданной массе, и при этом нет необходимости перенумерации уравнений описывающих данные фазовые координаты. Рассмотренный принцип может быть положен в основу построения обобщенной пространственной информационной модели транспортных средств.

### 1. Обобщенная информационная модель транспортного средства

Изложенные выше принципы, покажем на примере многоопорного тягача с полуприцепом. Полученную при этом информационную модель, называемую в дальнейшем обобщенной (включающей основные узлы и агрегаты), можно использовать и для других транспортных объектов. На основа-

нии расчетной схемы многоопорного тягача с многоопорным полуприцепом получим информационную модель, показанную на рис.3.

Как видно, в этой модели идентифицированы сосредоточенные массы и при этом каждая из них обладает заданным числом локальных степеней свободы, имеющих фиксированные номера. Чтобы определить расположение составляющих фазовых координат каждой массы в глобальном информационном массиве, достаточно задать индексные константы для каждой массы (на фиг.3 обозначено, например, смТ, смР и т.д.). Так как в пределах каждой узловой точки (сосредоточенной массы) введена локальная нумерация координат, система уравнений (1), описывающая выходные фазовые переменные, однозначно определяется такой нумерацией с учетом индексных смещений. Если необходимо произвести операции по удалению или добавлению каких-либо степеней свободы, не требуется переписывать глобальную нумерацию фазовых переменных, достаточно описать нелинейную функцию в рамках данного локального узла.

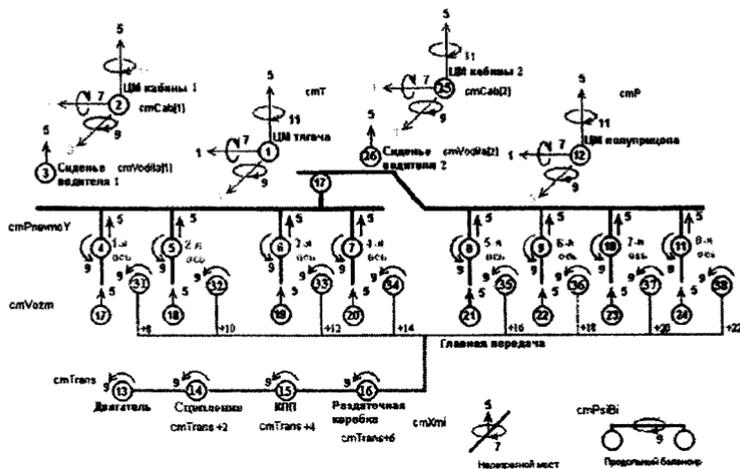


Рис.3. Обобщенная информационная модель транспортного средства

Представленная информационная модель, наряду с элементами поддрессирования тягача и полуприцепа, включает узлы силовой схемы трансмиссии, а также элементы вторичного поддрессирования (кабины, сиденья водителя).

### Заключение

Рассмотренные информационные модели позволяют построить программную реализацию формирования системы уравнений для анализа коле-

баний как отдельных узлов, так и всего транспортного средства в целом. Предложенный принцип локализации фазовых координат в пределах каждой сосредоточенной массы, в данной статье, является очередным шагом перехода от данной информационной модели к объектно-ориентированной технологии моделирования колебаний подвижных наземных объектов.

УДК 621.3

## **МАСШТАБИРУЕМОСТЬ РЕШЕНИЙ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ СИСТЕМЫ «GALAKTIKA»**

**Лакин В.И., Хенейни А.Х., Бабарика М.М., Чигирь Ю.И.**

*Белорусский национальный технический университет  
Минск, Беларусь*

Система «Galaktika» — это коммерческая комплексная информационная система, обеспечивающая комплексный подход к управлению предприятием (организацией). Она объединяет в себе средства управления материальными, финансовыми, кадровыми, информационными ресурсами, а также методику внедрения предлагаемого решения.

Под масштабируемостью принято понимать возможность использования программного продукта в вычислительных сетях различного размера: в масштабе отдельного подразделения, предприятия, корпорации. Применительно к системе «Galaktika» возможность обслуживания значительно различающихся групп пользователей определяется по двум направлениям, обеспечивая масштабируемость в квадрате.

Первым направлением масштабируемости является широкий выбор применяемых СУБД. Btrieve, MS SQL, Oracle в текущей версии и Sybase, Informix, DB2 в перспективных позволяют покрыть практически любые запросы по автоматизации.

Вторым направлением масштабируемости является возможность выбора аппаратной и программной платформы сервера БД. Intel с Windows NT Server, NetWare, Solaris, HP с HP/UX, AIX, Sun с Solaris, SCO UnixWare, DEC Alpha с NTWorkgroup Server, AS/400 с OC/400 — это лишь небольшой перечень возможных конфигураций. К сожалению, невозможно дать однозначные рекомендации по выбору наиболее подходящего варианта, даже опираясь на оценки стоимость/производительность, так как помимо этого существует множество других, порой более важных факторов.