

ОСНОВЫ ДИНАМИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ КАК СПОСОБ ФОРМИРОВАНИЯ ИНТЕГРАЛЬНОГО ОБРАЗА ФИЗИЧЕСКОЙ ЗАДАЧИ В ТЕХНИЧЕСКОМ ВУЗЕ

Тимченко И.А.

Научный руководитель – ассистент Окунева В.С.

*Хакасский технический институт – филиал ФГАОУ ВПО «Сибирский
федеральный университет»*

Главной задачей высшего технического образования является развитие профессиональной компетентности. Компетентность же обязательно включает в себя компоненты, содержащие процессы переработки, осмысления, анализа и синтеза информации.

Большая часть профессий технического профиля неразрывно связана с оперированием реальными объектами или их моделями, с пониманием логики их взаимодействий.

В предлагаемой работе рассмотрен метод образного динамического моделирования объектов в практикуме по решению физических задач в техническом вузе. Данный метод используется для осознанного формирования интегрального образа задачи из простых базовых элементов.

Задача: На наклонную плоскость с углом α при основании помещен однородный сплошной цилиндр радиуса R массы m . При каких значениях коэффициента трения f цилиндр будет скатываться без скольжения?

1. На первоначальном этапе конструируем ментальный образ объектов и процессов, описанных в задаче. Затем формируем физическую модель, предварительно проведя структурный анализ и выявляя внутренние причинно-следственные связи. На заключительном этапе создаем математическую модель, которая позволит получить решение задачи.

На каждом этапе конструируемая на основе предположения или гипотезы модель сравнивается с описанием в тексте. При обнаружении противоречий она корректируется, усложняется и приобретает дополнительные признаки.

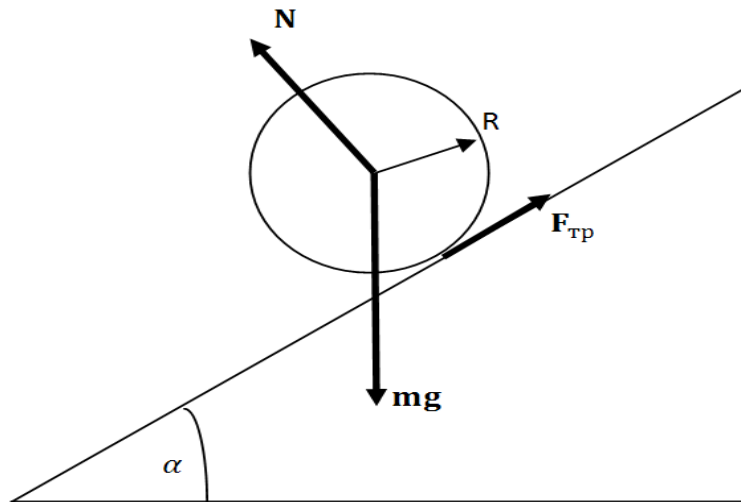
1-й шаг. Цилиндр скользит по наклонной плоскости. Траектория его центра – прямая линия.

2-й шаг. После сравнения с текстом – уточнение: цилиндр катится. Базовый образ – катящийся цилиндр, движение которого представимо суммой поступательного и вращательного движений. Но модель по-прежнему противоречива, т.к. неопределенным является количественное соотношение между характеристиками скольжения и вращения.

3-й шаг. После уточнения – проскальзывания нет. Вывод: линейная скорость поверхностных точек цилиндра на линии его касания с плоскостью равна скорости поступательного движения его центра. В результате такого построения сложилась следующая образная модель:

Цилиндр неизменного радиуса является однородным телом, и его центр масс совпадает с геометрическим центром. Траектория движения центра – прямая линия, параллельная наклонной плоскости. Цилиндр одновременно движется поступательно и вращается. Но так как проскальзывания нет, то траектория любой поверхностной точки относительно плоскости является циклоидой.

2. Движение цилиндра обусловлено действием сил тяжести, реакции опоры и трения скольжения. Трением качения пренебрегаем. В соответствии с принципом независимости сил результирующее движение цилиндра (качение) будет представлено суммой поступательного движения центра масс, обусловленного силой тяжести, реакцией опоры и трением, и его вращения вокруг геометрического центра под действием момента единственной силы- силы трения. При отсутствии проскальзывания линейная скорость поверхностных точек цилиндра, касающихся плоскости, должна быть равна скорости поступательного движения его центра. Такое же утверждение справедливо и для ускорений: ускорение движения центра a по модулю равно тангенциальному ускорению a_τ поверхностных точек цилиндра, касающихся плоскости и вращающихся вокруг геометрического центра.



mg - сила тяжести цилиндра; $F_{тр}$ - сила трения; N - реакция опоры.

Рис.26 – Силы, действующие на цилиндр

3. Уравнения поступательного движения цилиндра и его вращения около геометрического центра запишем в следующем виде:

$$\begin{cases} ma = mg \cdot \sin \alpha - F_{тр} \\ I \cdot \varepsilon_1 = F_{тр} \cdot R \end{cases}$$

В данной системе уравнений:

g – ускорение свободного падения,

I – момент инерции цилиндра,

$F_{тр}$ – сила трения, которая при отсутствии проскальзывания не превышает своего максимального значения:

$$F_{тр} \leq fN = f \cdot mg \cdot \cos \alpha,$$

ε_1 – угловое ускорение вращения точек цилиндра, связанное с тангенциальным ускорением a_τ его поверхностных точек на линии касания:

$$\varepsilon_1 = \frac{a_\tau}{R}$$

Учитывая, что момент инерции цилиндра:

$$I = 0,5mR^2,$$

а тангенциальная составляющая ускорения поверхностных точек равна ускорению поступательного движения центра:

$$a = a_\tau,$$

получим ответ на вопрос задачи: качение цилиндра по наклонной плоскости без проскальзывания возможно при превышении коэффициентом трения некоторого минимального значения:

$$f \leq 0.5 \cdot \tan \alpha.$$

Процесс формирования модели при решении физических задач является очень сложным и состоит из целого ряда мыслительных операций над информацией, содержащейся в условии задачи. Качество модели зависит от наличия у студента развитого набора элементарных базовых образов и сформированной деятельности по их манипулированию.

Все ментальные образы обладают важным качеством – им присуща некоторая неопределенность, нечеткость или неоднозначность. Именно это качество позволяет оперировать и манипулировать образами, подстраивая их друг под друга для порождения новых визуальных форм возможно с иной структурой и свойствами.