

УДК 372.853

А. И. СЕРЫЙ, З. Н. СЕРАЯ

Брест, БрГУ

**КЛАССИФИКАЦИЯ ЗАДАЧ О МОДЕЛИРОВАНИИ
ДВИЖЕНИЯ ТЕЛ В ГРАВИТАЦИОННЫХ ПОЛЯХ**

Известные школьные задачи о движении пробного тела (далее – ПТ-1), брошенного под углом к горизонту, а также о падении ПТ-1 с заданной высоты без начальной скорости (в обоих случаях – без учета сопротивления воздуха) на вузовском уровне могут быть усложнены математически для приближения моделируемых ситуаций к физической реальности. Во многих случаях это приведет к необходимости численного решения дифференциальных уравнений (что невозможно на школьном уровне).

Ниже в таблице 1 перечислены факторы, с учетом которых могут быть сформулированы задачи соответствующей тематики.

Таблица 1 – Факторы, учитываемые в задачах

Фактор	Когда учитывается
1. Отклонение траектории движения ПТ-1 от вертикали	При отличной от нуля горизонтальной составляющей начальной скорости (см. также п. 3.1 и 4.3)
2. Зависимость гравитационного поля притягивающего тела (ПТ-2) от высоты	В случае большого диапазона высот, сравнимого с радиусом ПТ-2
3.1. Вращение ПТ-2 [1, с. 353]	При наличии достаточно быстрого (с точки зрения точности исходных данных задачи) вращения ПТ-2
3.2. Вращение ПТ-1 [1, с. 512]	При наличии атмосферы и заметном влиянии эффекта Магнуса на траекторию движения ПТ-1
4.1. Трение ПТ-1 об атмосферу [1, с. 104]	При наличии достаточно плотной атмосферы
4.2. Зависимость коэффициента трения ПТ-1 от высоты	При наличии атмосферы и заметной зависимости ее параметров от высоты
4.3. Ветер	при наличии атмосферы и заметного влияния скорости ветра на скорость движения ПТ-1 относительно атмосферы (если при этом сила сопротивления не мала по сравнению с силой гравитационного притяжения и (или) реактивной силой)
5.1. Изменение массы ПТ-1 из-за сгорания в атмосфере	При наличии атмосферы одновременно с достижением температуры, соответствующей возгоранию
5.2. Изменение массы ПТ-1 при выбросе топлива [1, с. 114–119]	при наличии реактивного движения

При моделировании падения ПТ-1 на звезду следует также учитывать давление излучения (которое противостоит гравитационному притяжению [2, с. 136, 185], т.е. это дополнение к п. 2) и возможность плавления и испарения ПТ-1 вследствие нагрева излучением еще при подлете к звезде в той пространственной области, где атмосферы еще нет (или ее влиянием еще можно пренебречь), т.е. это дополнение к п. 5.1. Кроме того, для нагрева тела до температуры, соответствующей возгоранию, требуется некоторое время, в течение которого ПТ-1 продолжает движение; в результате система уравнений получается интегро-дифференциальной.

Ниже в таблице 2 приведены примеры некоторых задач, в которых учитываются отдельные факторы, перечисленные в таблице 1.

Таблица 2 – Примеры задач с различным набором факторов

Модельная ситуация	Какие факторы учитываются
Падение метеорита на вращающееся ПТ-2 с атмосферой без ветра	1, 2, 3.1, 4.1, 4.2, 5.1
Падение метеорита на вращающееся ПТ-2 с атмосферой при наличии ветра	1, 2, 3.1, 4.1, 4.2, 4.3, 5.1
Падение метеорита на вращающееся ПТ-2 без атмосферы	1, 2, 3.1, 5.1
Мягкая посадка космического аппарата на вращающееся ПТ-2 с атмосферой без ветра	1, 2, 3.1, 4.1, 4.2, 5.1, 5.2
Мягкая посадка космического аппарата на вращающееся ПТ-2 с атмосферой при наличии ветра	1, 2, 3.1, 4.1, 4.2, 4.3, 5.1, 5.2
Мягкая посадка космического аппарата на вращающееся ПТ-2 без атмосферы	1, 2, 3.1, 5.2
Полет футбольного или теннисного мяча после «резаного» удара во время штиля	1, 3.2, 4.1
Полет футбольного или теннисного мяча после обычного удара при наличии ветра	1, 4.1, 4.3

Материалы данной работы могут быть использованы на занятиях по дисциплине «Основы математического моделирования».

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сивухин, Д. В. Общий курс физики : учеб. пособие для вузов : в 5 т. / Д. В. Сивухин. – М. : Наука, 1974–1989. – Т. 1 : Механика. – 1979. – 520 с.
2. Клищенко, А. П. Астрономия : учеб. пособие / А. П. Клищенко, В. И. Шупляк – М. : Новое знание, 2004. – 224 с.