



Контейнер входных данных, алгоритмы расчета программы моделирования и печати его результатов в разных форматах

- [View Source](#)

class SimulationInput:

- [View Source](#)

Класс-контейнер (структура) для хранения входных данных моделирования

Экземпляр класса должен создаваться через метод `from_dict` , принимающий соответствующий словарь, полученный из входного csv-файла

SimulationInput(

```
a,  
e,  
periapsis,  
long,  
i,  
m0,  
spr_k,  
spr_l0,  
spr_l1,  
spr_l2,  
yaw,  
pitch,  
mass_lv,  
mass_sc,  
sim_time,  
print_freq,  
anim_freq  
)
```

- [View Source](#)

semi_major

Большая полуось начальной орбиты (метры)

eccentricity

Эксцентриситет начальной орбиты (б/р)

arg_periapsis

Аргумент перицентра начальной орбиты (радианы)

long_ascend

Долгота восходящего узла начальной орбиты (радианы)

inclination

Угол наклона начальной орбиты (радианы)

mean_anomaly

Средняя аномалия начальной орбиты (радианы)

spring_stiffness

Коэффициент жесткости пружины толкателя (Н/м)

spring_l0

Длина пружины толкателя в недеформированном состоянии (метры)

spring_l1

Конечная длина пружины толкателя (упор) (метры)

spring_l2

Начальная длина пружины толкателя (метры)

start_yaw

Угол "рысканья" направления действия силы толкателя, отн. начального вектора скорости РН (радианы)

start_pitch

Угол "тангажа" направления действия силы толкателя, отн. начального вектора скорости РН (радианы)

mass_lv

Масса РН (кг)

mass_sc

Масса КА (кг)

sim_time

Продолжительность моделирования (секунды)

print_frequency

Частота печати результатов моделирования в csv-таблицу

anim_frequency

Частота печати результатов моделирования в анимации

@classmethod

def from_dict(cls, d: dict):

• [View Source](#)

class SimulationOutput:

• [View Source](#)

Класс-контейнер (структура) для хранения результатов моделирования

SimulationOutput(

```
t,  
lv_r,  
lv_v,  
sc_r,  
sc_v,  
rel_r,  
rel_v,  
f_s,  
t_decoupling,  
anim_freq  
)
```

• [View Source](#)

timestamps

Массив моментов времени, для которых рассчитано решение задачи моделирования (сек.)

lv_r

Массив решений радиус-векторов РН от времени (метры)

lv_v

Массив решений векторов скорости РН от времени (м/сек)

sc_r

Массив решений радиус-векторов КА от времени (метры)

sc_v

Массив решений векторов скорости КА от времени (м/сек)

rel_r

Массив решений относительных расстояний между РН и КА (метры)

rel_v

Массив решений относительных скоростей между РН и КА (метры)

stiff_forces

Массив решений сил пружинного толкателя от времени (Н)

time_decoupling

Момент времени, в который произошло отделение КА от РН (сек.)

anim_frequency

Частота печати результатов моделирования в анимации

```
def run_simulation(  
    sim_input: SimulationInput  
) -> SimulationOutput:
```

• [View Source](#)

Рассчитывает задачу моделирования динамики отделения КА от ступени РН по входным данным и возвращает требуемые результаты моделирования

На первом этапе рассчитывает положение и вектор скорости РН и КА по заданным кеплеровым элементам орбиты и относительному положению и ориентации аппаратов друг относительно друга.

На втором этапе рассчитывает решение системы ОДУ динамики и кинематики поступательного движения аппаратов методом Рунге-Кутты 4-го порядка в указанные моменты времени по начальным условиям, рассчитанным на первом этапе.

На третьем этапе рассчитываются: - временной закон силы пружинного толкателя, - относительное расстояние между РН и КА, - относительная скорость между РН и КА, по полученным из решения ОДУ радиус-векторам и векторам скорости аппаратов.

Parameters

- **sim_input:** Входные данные задачи моделирования в виде класса-контейнера

Returns

Результаты решения задачи моделирования в виде класса-контейнера

```
def process_result(sim_out: SimulationOutput, filename_csv: str):
```

• [View Source](#)

Печатает результаты моделирования динамики отделения КА от ступени РН в виде: - csv-файла, - плоских графиков проекций радиус-векторов и векторов РН и КА от времени - плоских графиков отн. расстояния, отн. скорости между РН и КА и силы пружинного толкателя от времени - пространственного графика траектории РН и КА (с анимацией движения тел)

Parameters

- **sim_out:** Результаты решения задачи моделирования в виде класса-контейнера
- **filename_csv:** Путь к csv-файлу, в который печатаются результаты моделирования