

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
"Национальный исследовательский университет
"Высшая школа экономики"

Московский институт электроники и математики им. А.Н.Тихонова

Направление подготовки/специальности
«01.03.04 Прикладная математика»
Образовательная программа «Прикладная математика»

ОТЧЁТ

о прохождении
производственной практики

Студент Хлебко Никита Игоревич БПМ 174

Руководитель практики студента:

МИЭМ НИУ ВШЭ, Старший преподаватель Бобер С.А. Старший преподаватель

МИЭМ НИУ ВШЭ, Доцент Внуков А.А. к.т.н., PhD, доцент

Практика пройдена с оценкой _____

Дата _____

Москва, 2020

Содержание

1. Введение	3
2. Содержательная часть	3
2.1. Краткая характеристика организации	3
2.2. Описание профессиональных задач, решаемых студентом на практике	3
3. Исполненное индивидуальное задание	4
3.1. Обзор возможностей GMAT (General Mission Analysis Tool)	4
3.2. Обзор библиотек Python для баллистического проектирования космических миссий	4
3.3. Заглушка для расчётов	4
4. Заключение	5
5. Приложение	6

1. Введение

- Сделать обзор возможностей программного продукта GMAT (General Mission Analysis Tool).
- Провести поиск и сделать обзор библиотек Python для баллистического проектирования космических миссий с аналогичным функционалом.
- Выполнение расчётов и сравнение результатов, сделанных в Python и GMAT.

2. Содержательная часть

2.1. Краткая характеристика организации

- Практика проходила в Московском институте электроники и математики имени А. Н. Тихонова Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики», дистанционно.

2.2. Описание профессиональных задач, решаемых студентом на практике

- Во время практики были произведены сбор, систематизация и обобщение материалов, подготовлен обзор программных продуктов для проведения дальнейших исследований в рамках выпускной квалификационной работы.

3. Исполненное индивидуальное задание

3.1. Обзор возможностей GMAT (General Mission Analysis Tool)

- General Mission Analysis Tool (GMAT) – программный комплекс, предназначенный для выполнения анализа, оптимизации и моделирования траекторий космических аппаратов в режимах околоземной орбиты и межпланетных траекторий. Система позволяет создавать различные астрономические объекты, спутники и другие тела для космических миссий, редактировать их параметры и добавлять сторонние силы. Также в GMAT имеются механизмы расчёта траектории космического аппарата, которые учитывают влияния других астрономических объектов, импульсов и малой тяги. Программный комплекс содержит интерактивные модули для отображения данных и траекторий в пространстве с возможностью масштабирования и анимирования, построения графиков по мере выполнения миссий.

3.2. Обзор библиотек Python для баллистического проектирования космических миссий

- Poliastro – библиотека с открытым исходным кодом для решения задач в области астродинамики, акцент сделан на межпланетные миссии. Имеет схожий функционал с GMAT и имеет удобный API для взаимодействия с функциями. Также, присутствуют очень важные функции для проектирования миссий: возможности проведения аналитических и численных расчётов, преобразования в другие системы координат, добавления импульсов и малой тяги, проведения манёвров. Кроме того, в библиотеке имеется набор заготовленных астрономических объектов.
- Pykep – научная библиотека Европейского космического агентства. Основной идеей библиотеки является быстрое проведение точных расчётов. В Pykep имеется большое количество механизмов расчёта для выполнения задач оптимизации. Также, поддерживает импульсы и малую тягу.
- Astropy – библиотека, которая плохо справляется с задачами проектирования космических миссий, в ней отсутствует поддержка импульсов, тяги, манёвров, при расчёте траекторий присутствует большая погрешность по сравнению с аналогичными библиотеками. Но Astropy является хорошим инструментом для проведения расчетов совместно с другими библиотеками, так как способна ввести в вычисления время и физические величины.
- Rebound – модуль для расчёта траектории объекта. Имеет схожий функционал с библиотекой Poliastro, но присутствует более гибкий инструмент настройки миссий, что позволяет добиться высокой точности, также имеет большее количество интеграторов. Но модуль имеет более сложный API для работы с миссиями, меньшее количество классов объектов.

Libraries	Different reference frame	Orbit object	Propagation	Thrust	Maneuver	Bodies presets	Low Thrust
Poliastro	+	+	+	+	+	+	+
Pykep	-	+	+	+	-	+	+
Astropy	+	-	+	-	-	+	-
Rebound	-	+	+	+	-	-	-

Таблица 1. Сравнение функционала библиотек и модулей Python

3.3. Заглушка для расчётов

- Заглушка 1
- Заглушка 2

4. Заключение

- Анализируя произведённые вычисления, обзоры возможностей General Mission Analysis Tool и библиотек, модулей Python, которые были выполнены во время производственной практики, выявлены и выбраны для продолжения работы в рамках выпускной квалификационной работы две библиотеки: Poliastro и Astropy. Так как использование двух этих библиотек вместе делает проектирование космических миссий наиболее удобным и похожим на General Mission Analysis Tool, позволяют использовать наиболее похожий набор инструментов в Python и точность вычислений имеют минимальную погрешность. Также, во время практики, были улучшены навыки использования программных продуктов, разработки программного обеспечения в соответствии с существующими стандартами и оформления результатов работы в соответствии с существующими стандартами.

5. Приложение

Libraries	Different reference frame	Orbit object	Propagation	Thrust	Maneuver	Bodies presets	Low Thrust
Poliastro	+	+	+	+	+	+	+
Pykep	-	+	+	+	-	+	+
Astropy	+	-	+	-	-	+	-
Rebound	-	+	+	+	-	-	-

Таблица 1. Сравнение функционала библиотек и модулей Python