

**Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет
імені Івана Пулюя**

ЛЕЩУК НАЗАРІЙ ВІТАЛІЙОВИЧ

УДК 004.9

**РОЗРОБКА СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ ПОЛОЖЕННЯ
ШТУЧНИХ СУПУТНИКІВ ЗЕМЛІ НА ОСНОВІ МОВИ
PYTHON**

Галузь знань 12 «Інформаційні технології»
Спеціальність 121 «Інженерія програмного забезпечення»

АВТОРЕФЕРАТ

дипломної роботи на здобуття освітнього ступеня магістр

Тернопіль – 2019

Дипломною роботою є машинопис.

Роботу виконано у Тернопільському національному технічному університеті імені Івана Пулюя Міністерства освіти і науки України.

Науковий керівник доктор технічних наук, Пастух Олег Анатолійович,
Тернопільський національний технічний університет
імені Івана Пулюя,
професор кафедри програмної інженерії

Рецензент кандидат технічних наук, Дмитроца Леся Павлівна,
Тернопільський національний технічний університет
імені Івана Пулюя,
доцент кафедри комп'ютерних наук

Захист відбудеться «23» грудня 2019 р. о 9³⁰ год. на засіданні
екзаменаційної комісії № 34 у Тернопільському національному технічному
університеті імені Івана Пулюя (46001, Тернопіль, вул. Руська, 56, навчальний
корпус №1, ауд. 1-101).

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Вибір області дослідження зумовлена актуальністю теми в рамках якої йде мова про підвищення ефективності спостереження, моніторингу та прогнозування, якої важко досягнути без якісної моделі та обробки актуальної інформації – це ті інструменти, які дають змогу ефективно та якісно реалізувати всі можливості астронома. Математичний апарат що стоїть за такими моделями прогнозування, сам по собі доволі складний і опирається на не менш складну фізику процесу. Пересічному астроному-любителю складно оперувати такого роду поняттями і формули.

Для роботи було обрано питання реалізації одної з моделей еволюції положення штучних супутників. Робота стосувалась насамперед різних моделей поширення, які використовувались для прогнозування положення супутника за сукупністю початкових умов. Було проведено ретельне дослідження, щоб отримати знання про доступні моделі поширення та способи використання цих моделей. Існуючі алгоритми та методи, що використовуються при практичній реалізації цих алгоритмів, вивчалися з метою вибору алгоритму еволюції, який може бути використаний для спостереження і моніторингу якомога ширшим спектром користувачів.

Прогнозоване положення супутника корисне не лише для діяльності навколо супутника, також можна перевірити датчики на супутнику, визначивши, коли певний датчик здатний надати достовірні дані. Це може ще більше покращити якість прогнозування, виключивши можливість використання неприпустимих даних у моделі. Приклад цього можна знайти з використанням датчиків Сонця для отримання інформації про орієнтування супутника. Ці датчики можуть надати дані щодо положення Сонця щодо супутника лише тоді, коли Сонце видиме супутнику. За прогнозуванням часу, коли супутник буде затінений Землею, можна визначити періоди, протягом яких дані датчиків є достовірними.

За основу для вдосконалення алгоритму було обрано мову програмування на якій він реалізований. Перші версії моделі були реалізовані на мові програмування FORTRAN, що вже давно не є провідною на ринку. Тому було вирішено модернізувати модель переведенням її на сучасну версію мови програмування Python.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дипломна робота виконана за темою затвердженою наказом по університету від 3 червня 2019 року за № 4/7-510 .

Мета і завдання роботи. *Метою роботи* є реалізації математичної моделі спрощених загальних збурень #4 на мові програмування Python, яка є

важливою для визначення положення навколоземних об'єктів на їх орбітах в довільний момент часу. Для досягнення поставленої мети вирішено такі завдання:

- розробити та затвердити технічне завдання;
- проаналізувати технічне завдання, підібрати та проаналізувати бібліографічні матеріали необхідні для виконання дипломної роботи;
- проаналізувати предметну область;
- проаналізувати математичні основи моделі;
- реалізувати модель на обраній мові програмування;
- розробити план тестування програмної системи;
- оформити допоміжну документацію;
- виконати обґрунтування економічної ефективності програмного продукту;
- проаналізувати роботу щодо питань з дотримання положень про охорону праці та безпеку в надзвичайних ситуаціях;
- оформити пояснювальну записку;
- зробити відповідні висновки за результатами виконаної роботи.

Об'єкт роботи: математична основи SGP4 – аналітичної моделі для прогнозування еволюції орбіти навколоземних об'єктів як поблизу Землі так і в глибокому космосі, яка також використовується і для моніторингу з умовою регулярного оновлення вхідних даних.

Предмет роботи: За основний предмет роботи було обрано реалізацію аналітичної моделі SGP4 на сучасній версії мови програмування Python.

Публікації. Результати за темою дипломної роботи представлені на VII науково-технічній конференції «Інформаційні моделі, системи та технології», м. Тернопіль, 2019 р.

Обсяг та структура дипломної роботи. Дипломна робота складається з вступу, шести розділів, висновку, списку літератури та додатків.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ

У **вступі** обґрунтовано актуальність теми дипломної роботи на здобуття освітнього ступеня магістр, сформульовано її мету та завдання що вирішуються та область застосування результатів дослідження, наведено об'єкт, предмет, методи дослідження, та наукову новизну, практичне значення і подано відомості про апробацію результатів дослідження.

У **першому розділі** проводиться детальний аналіз предметної області враховуючи її складність, а також відбувається постановка задачі де описується що повинно бути реалізовано в системі і яким чином.

У другому розділі відображено проектування програмної системи, опис обраної в попередньому розділі моделі для проектування, а також вибір процесу розробки, мови, та середовища розробки.

У третьому розділі описано процес конструювання програмного забезпечення та його внутрішню структуру. Проілюстровано архітектуру програмної системи і її зв'язок з математичною моделлю.

У четвертому розділі складено план тестування і описано результати самого тестування, а також методів що в ньому використовувались.

У п'ятому розділі виконано дослідження та здійснено організаційно-економічні розрахунки, спрямовані на визначення економічної ефективності розроблювального продукту з урахуванням сучасних підходів проектування програмного забезпечення, а також прийняте рішення щодо доцільності його подальшого розвитку і впровадження. Наведено результати.

У шостому розділі наведено результати аналізу умов праці відповідно до нормативно-правових актів, а також забезпечення дотримання вимог законодавства щодо прав працівників у галузі охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях.

У висновку наведено оцінку отриманих результатів роботи, а саме на основі чого розроблено, що розроблено, та що дозволяє (можливості) розробка.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ

1. Лещук Н.В. Методи моніторингу положення штучних супутників Землі. / Лещук Н.В. // Матеріали VII науково-технічної конференції «Інформаційні моделі, системи та технології», м. Тернопіль, 2019 р. – Тернопіль: ТНТУ ім. І. Пулюя (м. Тернопіль, 11-12 грудня 2019 року), 2019.

АНОТАЦІЯ

Лещук Н.В. Розробка системи моніторингу положення штучних супутників землі на основі мови Python.

Дипломна робота на здобуття освітнього ступеня магістр за спеціальністю 121 – Інженерія програмного забезпечення. – Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Тернопіль, 2019 р.

Метою роботи є реалізації математичної моделі спрощених загальних збурень #4 на мові програмування Python, яка є важливою для визначення положення навколоземних об'єктів на їх орбітах в довільний момент часу.

Суть дипломної роботи полягає в реалізації популярної математичної моделі спрощених загальних збурень на мові програмування Python, а також супутне з цим дослідження предметної області.

Практичне застосування – можливе в будь-яких системах моніторингу положення штучних супутників чи навколоземних об'єктів як ближнього так і дальнього космосу.

Технічні вимоги – інтерпретатор Python версії не нижче 3.8.0, мова програмування Python в середовищі IntelliJ PyCharm.

Ключові слова: супутник, модель, збурення, мова програмування, система моніторингу, спостереження, алгоритм.

ABSTRACT

Leshchuk N.V. Developing of position monitoring system of artificial Earth satellites on Python language.

The degree thesis for the qualification level of Master on specialty 121 — Software Engineering. – Ternopil Ivan Puluj National Technical University, Ternopil, 2019.

The purpose of this work is to implement a mathematical model of simplified general perturbations #4 in Python programming language, which is important for determining the position of near-Earth objects in their orbits at any given time.

The essence of the thesis is the implementation of the popular mathematical model of simplified general perturbations in Python programming language, as well as related research of the subject area.

Practical application – possible in any monitoring system for evaluation the position of artificial satellites or near-Earth objects both near and deep-scape.

Specifications – Python interpreter version 3.8.0, Python programming language in IntelliJ PyCharm.

Keywords: satellite, model, perturbation, programming language, monitoring system, observation, algorithm.