Министерство образования и науки Республики Казахстан
Казахский национальный университет им. Аль-Фараби

ТЕМА ДИПЛОМА:
ПРИМЕНЕНИЕ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ В КОСМИЧЕСКОЙ ИНДУСТРИИ

Научный руководитель: Лязат Ж.Т.

Выполнила: Чикризов Н.А.

Специальность: 5В074600 - «Космическая техника и технологии»

Актуальность темы исследования

- Области применения уравнения машинного обучения достаточно широки: изучение дальнего космоса, поиски экзопланет, применение для различных задач в снимках Земли, управление группировками спутников и др.

- Основными проблемами решения оценки рисков является данные с погрешностями и необходимость в быстрых действиях.

Цель и задачи дипломной работы

Целью работы является определение возможности вычисления рисков с помощью машинного обучения.

- Исследование современных методов устранения космического мусора.
- Исследование процесса оценки рисков на сегодняшний день.
- Построение модели машинного обучения.

Содержание

I. Введение

II. Научная новизна

III. Космический мусор

- I. Фрагментации
- II. Повреждения
- III. Падения
- IV. Эволюция мусора на различных орбитах

IV. Определение рисков

- I. Риски

V. Решающие деревья

- I. Визуализация

VI. Окончательная оценка

VII. Результат

VIII. Заключение

IX. Список использованной литературы

Введение

За последнее десятилетие образование космического мусора значительно увеличилось. За последние 60 лет более чем 5250 запуска ракет привели к тому, что на низкой околоземной орбите (low-Earth orbit LEO) на данный момент отслеживается около 42 000 обломков размером более 5 см, 23 000 из которых постоянно находятся на орбите Земли.

Научная новизна

- Научная новизна состоит в определении возможности получения конечных рисков столкновения между двумя объектами на низкой околоземной орбите с помощью методов машинного обучения.

Космический мусор

Рис 1. Модель распределения космического мусора на околоземных орбитах

Фрагментация

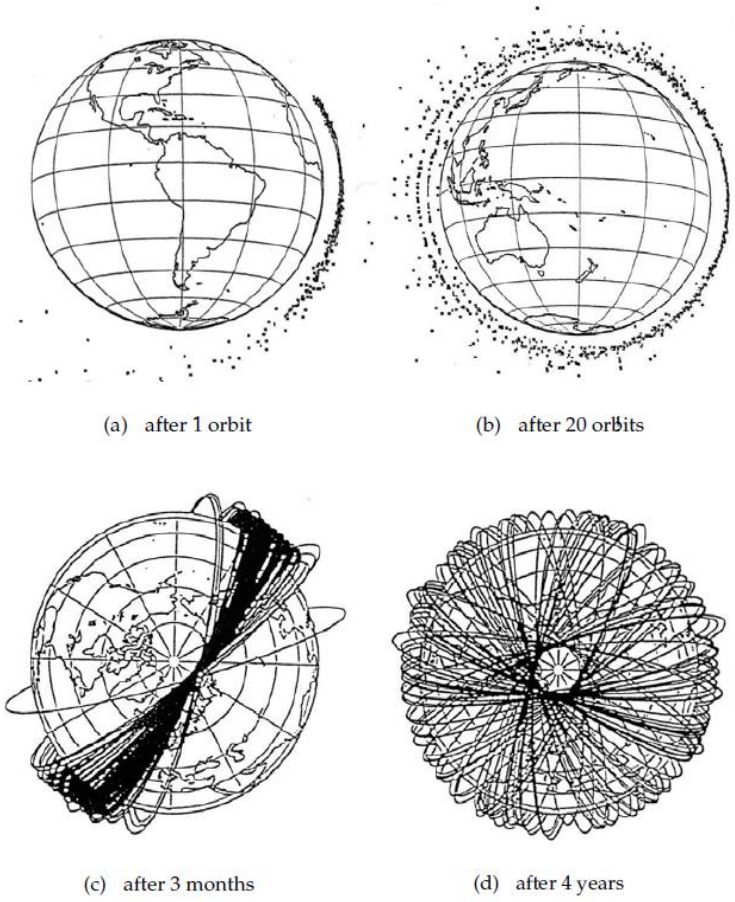


Рисунок 2. Временная эволюция облака фрагментации от взрыва верхней ступени Ариан-1.

Рисунок 3. Ракета Ариан-1

Повреждения

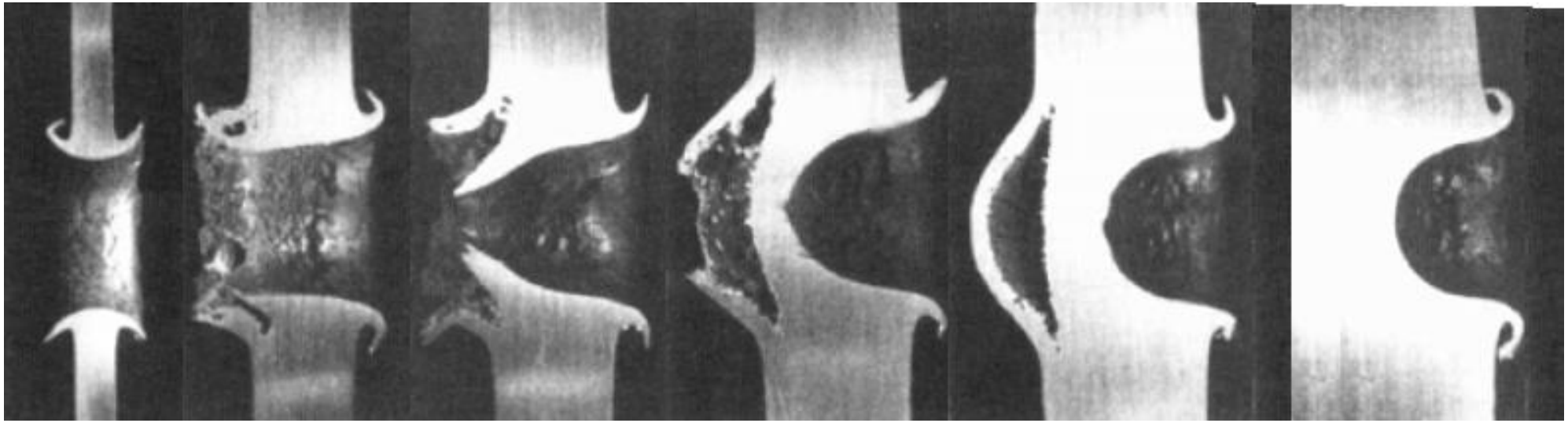


Рисунок 4. Характеристика одностенных ударных повреждений. Толщина стенки/стеклянный снаряд = 1.0, 2.4, 2.8, 3.4, 3.9, 10.0. Скорость снаряда – 6 км/с . Размер снаряда – 3,2 мм

Падения

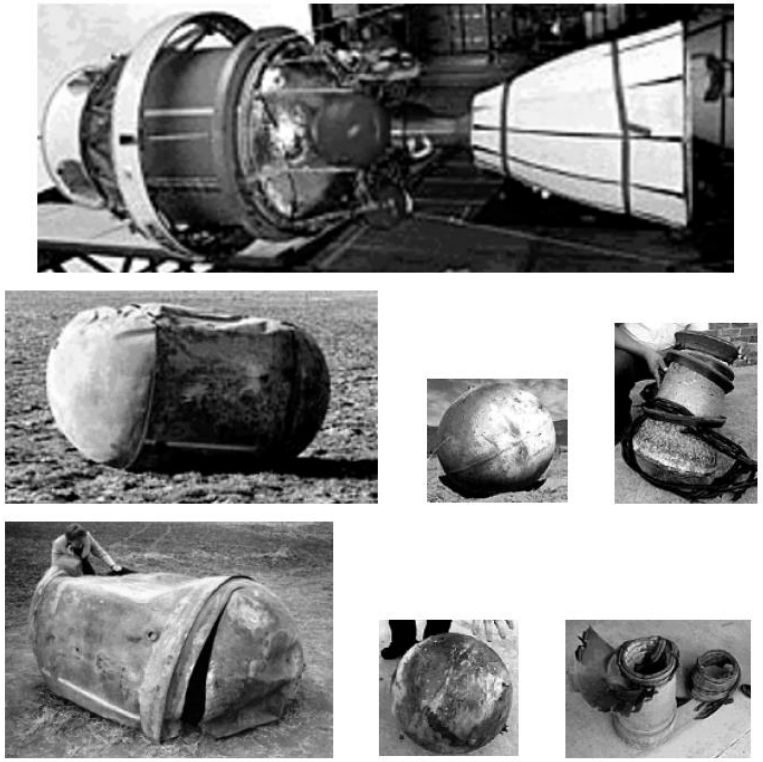


Рисунок 5. Вторя ступень ракеты Delta II

Рисунок 6. ракета Delta II

Эволюция космического мусора на различных орбитах.

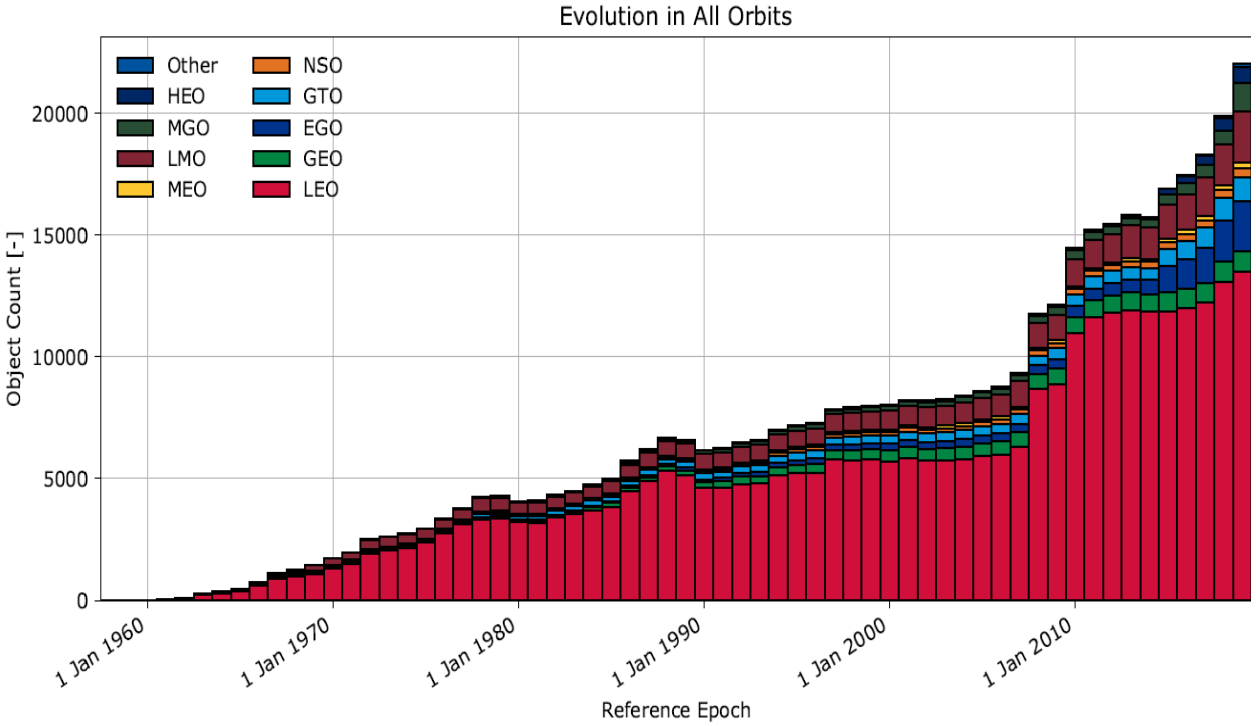


Рисунок 7. Количество.

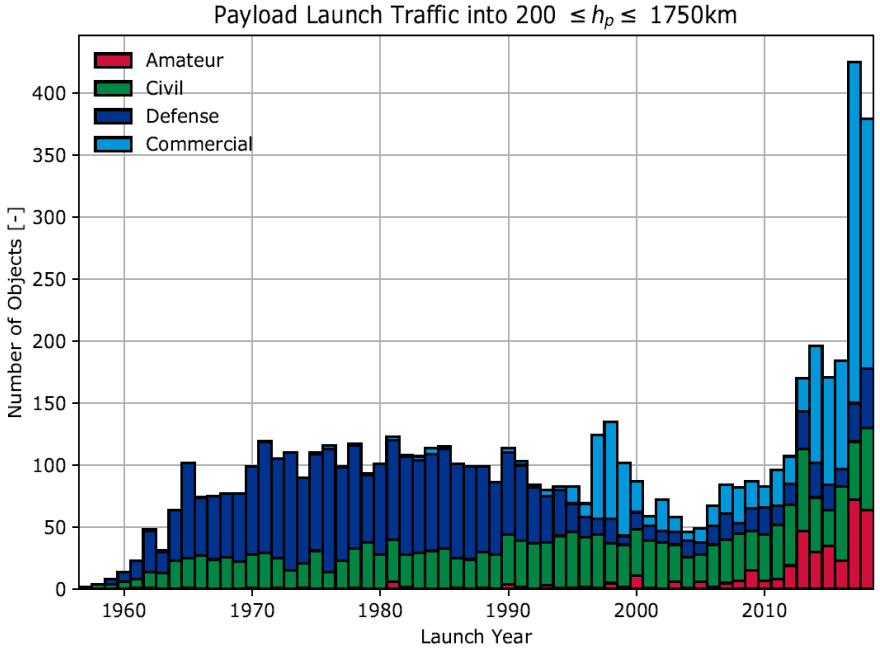


Рисунок 8. Назначение.

Эволюция космического мусора на различных орбитах.

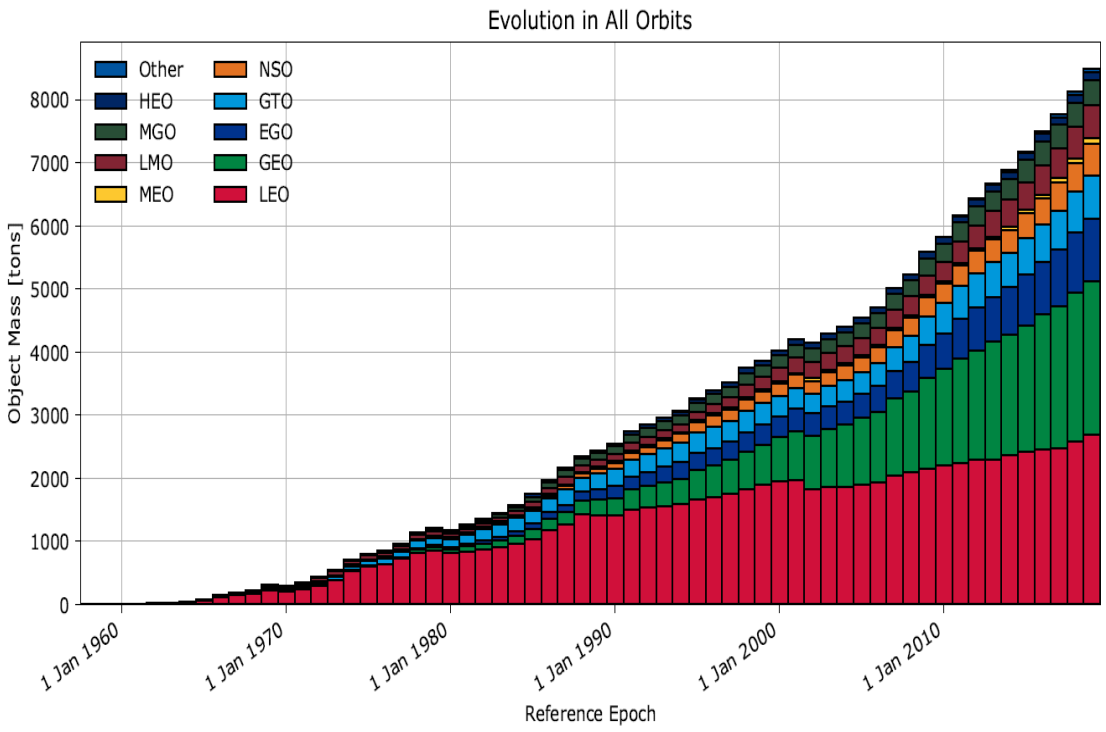


Рисунок 9. Масса.

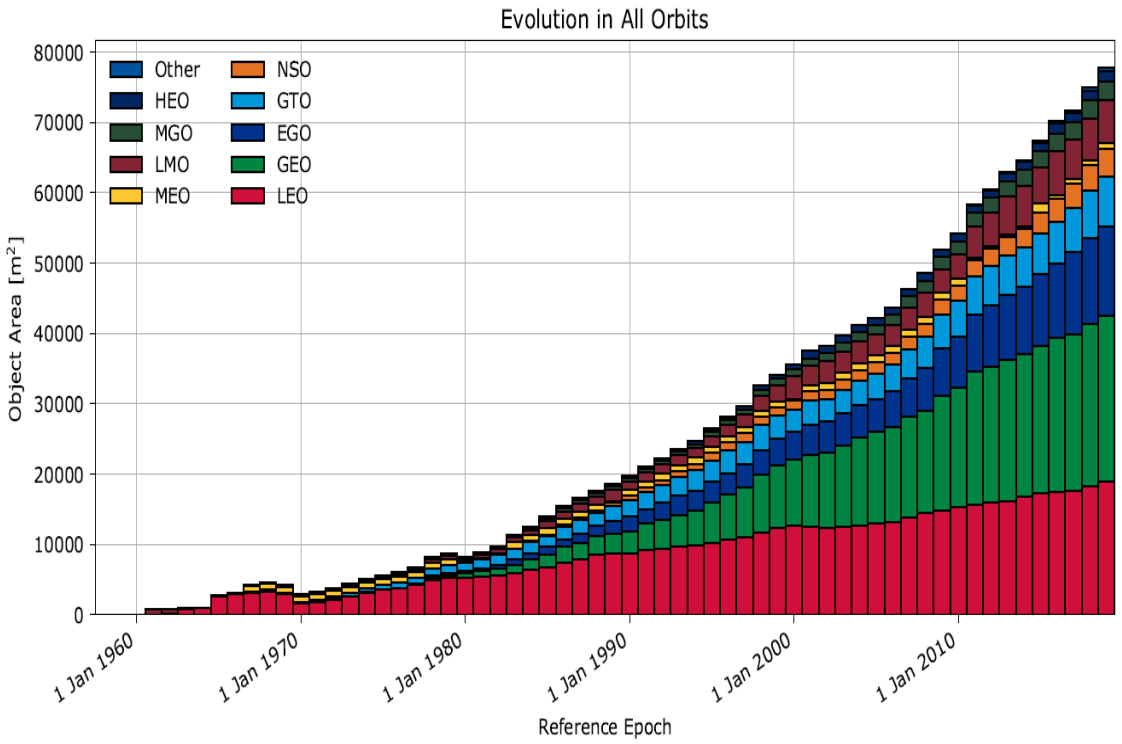


Рисунок 10. Объем.

Определение рисков

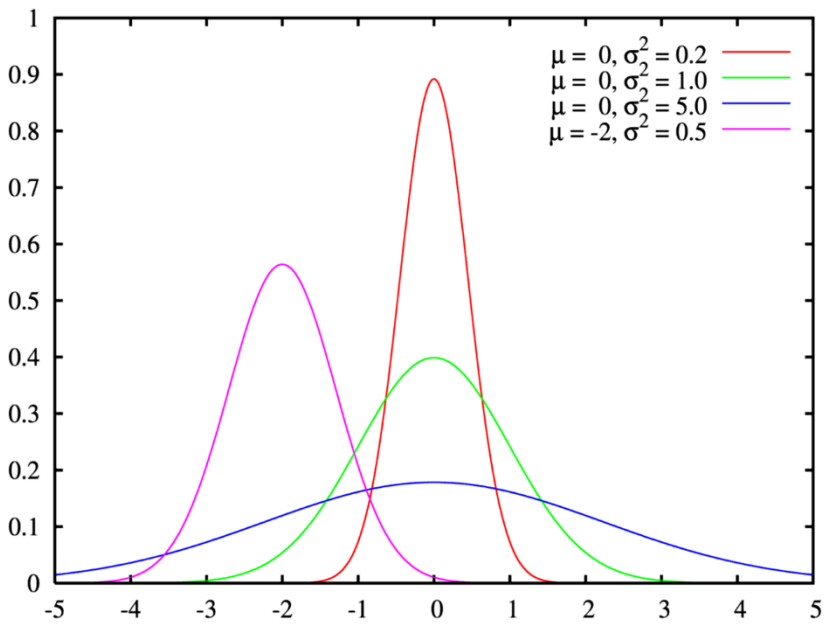


Рисунок 11. Гауссово распределение

- $p(x) = \left[\frac{1}{(2\pi)^{\frac{3}{2}}\sigma_x\sigma_y\sigma_z}\right]\exp\left[-\left(\frac{x^2}{2\sigma_x^2}\right) - \left(\frac{y^2}{2\sigma_y^2}\right) -\right.$

Риски

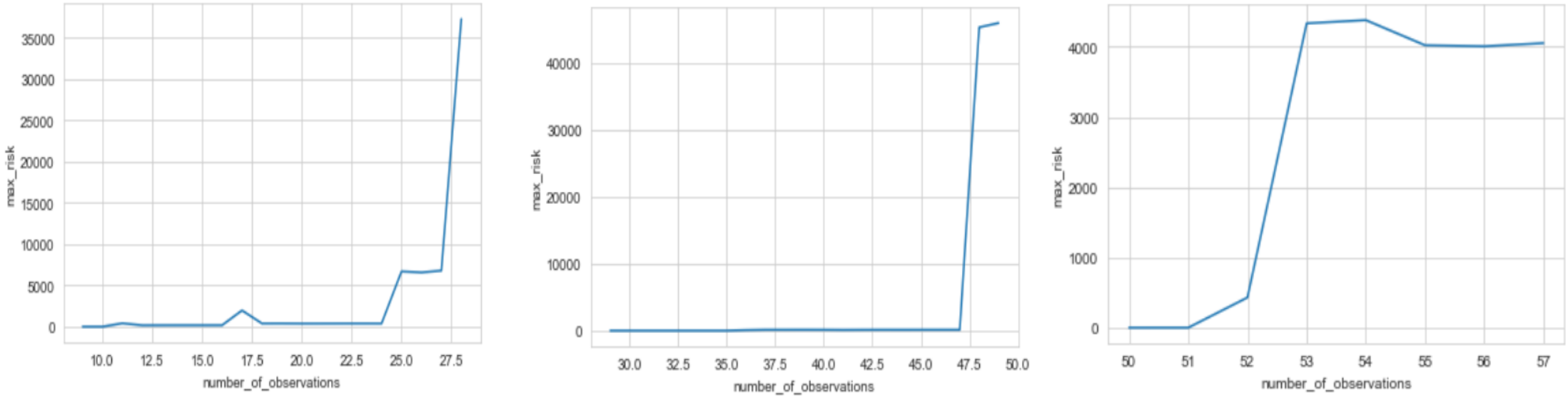
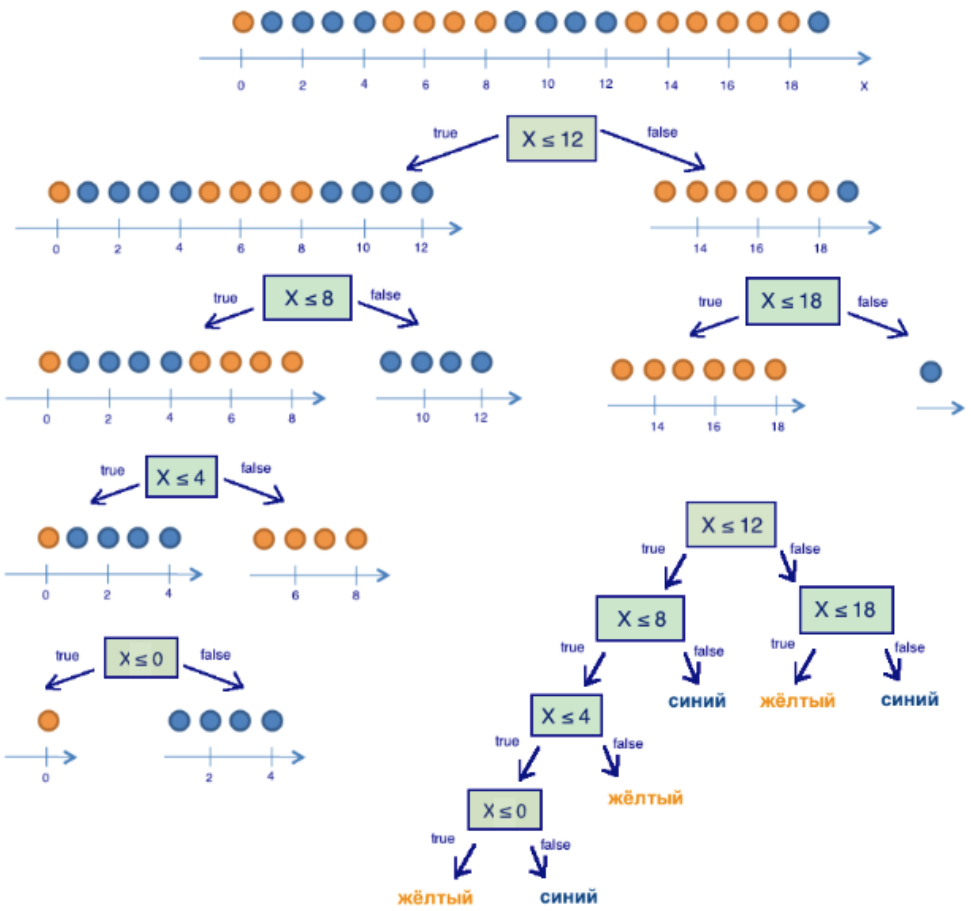


Рисунок 12. распределение риска по наблюдением.

Решающие деревья



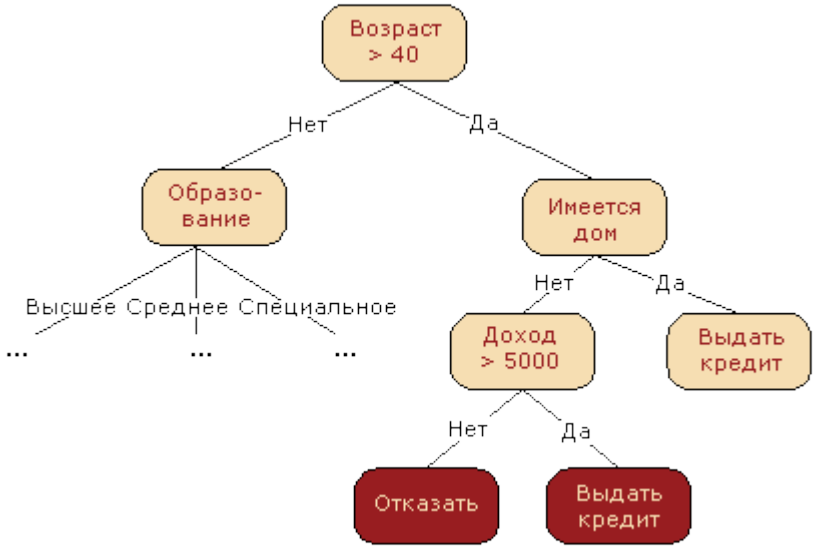


Рисунок 13. Модели деревьев решений.

Визуализация

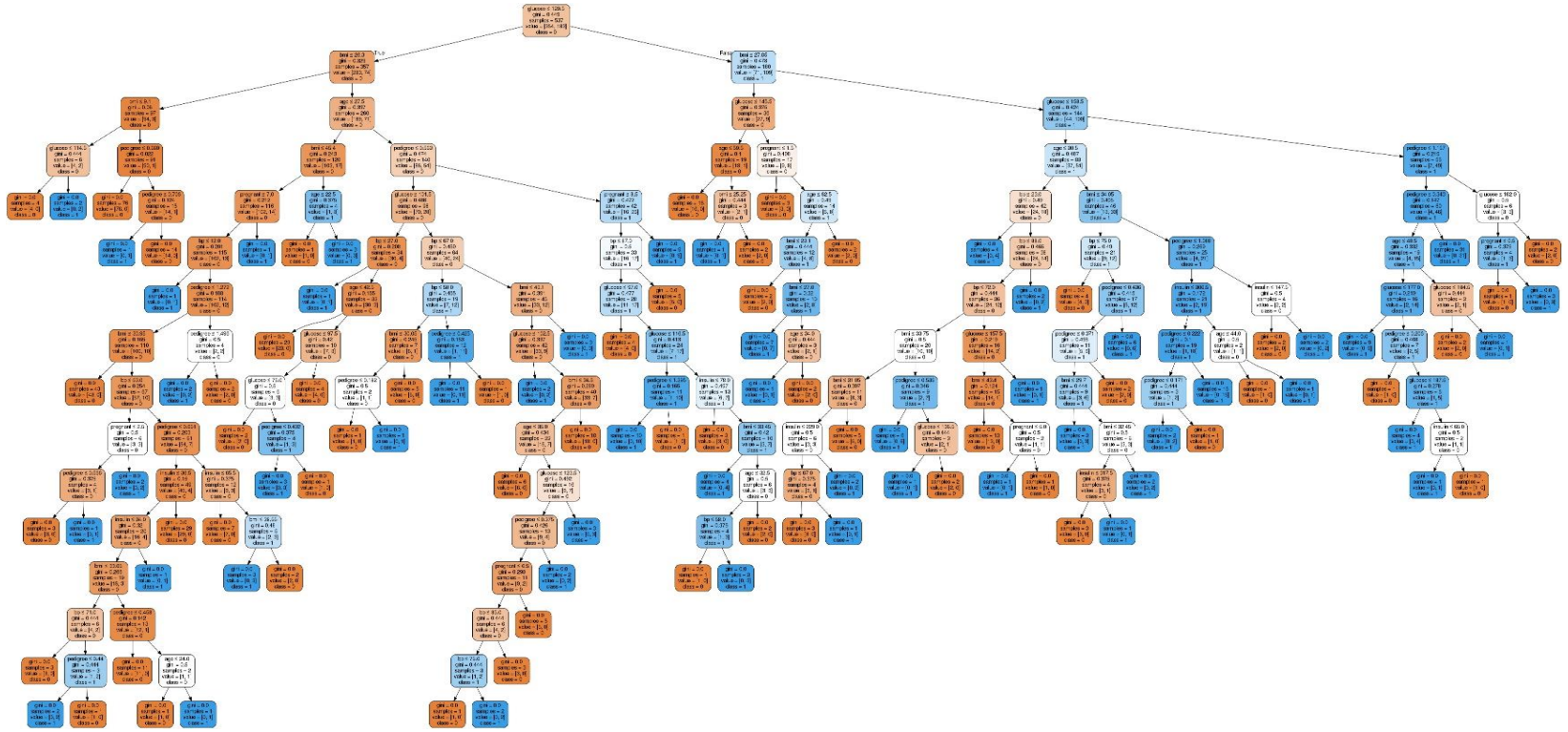


Рисунок 14. Пример визуализации алгоритма дерева решений

Окончательная оценка.

- $L(r, \hat{r}) = \frac{1}{F_2} MSE(r, \hat{r})$

- $MSE(r, \hat{r}) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^{N} (r_i - \hat{r}_i)^2$

- $F_\beta = (1 + \beta^2) \frac{precision * recall}{(\beta^2 * precision) + recall}$

Результат

Actual	Predicted
-7.296967	-7.230475
-7.282496	-7.230475
-7.316053	-7.297397
-7.334138	-7.297397
-7.332267	-7.297397
...	...
-8.832092	-8.882397
-8.693789	-8.731188
-6.593971	-6.640354
-17.628194	-17.668370
-17.280752	-16.610834

```
Mean Absolute Error: 0.10726619819498157
Mean Squared Error: 0.07829715247627306
Root Mean Squared Error: 0.2798162834366025
```

Рисунок 15 . Результаты.

- Средняя абсолютная ошибка
- Среднеквадратичная ошибка
- Среднеквадротичное отклонение

Заключение

- Исследована возможность использования машинного обучения для оценки рисков.
- Выбран метод решающих деревьев для конечных расчетов.
- Исследованы современные методы расчета рисков и система работы.
- Проведены расчеты.

Список использованной литературы

1.https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D1%82%D0%BE%D0%BB%D0%BA%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5_%D1%81%D0%BF%D1%83%D1%82%D0%BD%D0%B8%D0%BA%D0%BE%D0%B2_%D0%9A%D0%BE%D1%81%D0%BC%D0%BE%D1%81-2251_%D0%B8_Iridium_33 – 16.04.2020

2. С.С. Вениаминов, А.М. Червонов. Космический мусор – угроза человечеству. 2012. 69 – 76 с.

3. https://www.esa.int/Safety_Security/Space_Debris/Space_debris_by_the_numbers - 20.04.2020

4. https://www.esa.int/Safety_Security/Space_Debris/Reentry_and_collision_avoidance - 20.04.2020

5. Тетерина Е.А. Инновашионные технологии утилизации космического мусора. 2017. – 305 – 309 с.

6. Данияр А.В. Международные правовые механизмы борьбы с загрязнением космического пространства. Апрель 2018. 18 – 22 с.

7. Alfriend, K. T., Akella, M. R., Frisbee, J., Foster, J. L., Lee, D. J., & Wilkins, M. (1999). Probability of collision error analysis. Space Debris, 1(1), 21-35.

Список использованной литературы

8. Patera, R. P. (2001). General method for calculating satellite collision probability. Journal of Guidance, Control, and Dynamics, 24(4), 716-722.
9. K. Merz, B. Bastida Virgili, V. Braun, T. Flohrer, Q. Funke, H. Krag, S. Lemmens, J. Siminski. Current Collision Avoidance service by ESA's Space Debris Office. 3 с.
10. Russell Patera, General Method for Calculating Satellite Collision Probability. – 2001. – 716
11. Alby, F., and Mesnard, R., “Monitoring of On-Orbit Collision Risk,” International Academy of Astronautics, Rept. IAA-97-IAA.6.4.05 International Astronautical, Oct. 1997.
12. Chan, K., “Collision Probability Analysis for Earth Orbiting Satellites,” Advances in the Astronautical Sciences, Vol. 96, Univelt, San Diego, CA, 1997, pp. 1033–1048.
13. Chobotov,V. A. (ed.), Orbital Mechanics, 2nd ed., AIAA, Reston, VA, 1996, p. 313.
14. Lei Chen, Xian-Zong Bai, Yan-Gang Liang, Ke-Bo Li.Orbital Dat Applications for Space Objects -2016. -141 с.
15. Daniela Girimonte, Dario Izzo. Artificial Intelligence for Space Applications. 2007 – 236 с.
16. https://tproger.ru/translations/scikit-learn-in-python/ - 25.04.2020