

console

welcome
 [SYSTEM] Console ready
 Type 'help' for available commands

[TLE] Connecting to Celestrak...

[TLE] [REDACTED] 100% OK - 14467

satellites

> sat 2
 [OK] Satellite found: ISS (ZARYA)

1 2 25544 98067A 2 21e-04 01182 0000078
 22802-3

2 25544 51.6318 13 491 0000027 .0072 2.1679
 15.48257925542

[AI] TLE file -> AI\current.txt

[POS] 17:02:14 UTC LAT 32.469 LON -63.354 ALT 426 km

[LEO]

[ORBIT] LEO – быстрое движение, ~90 мин/оборот.

Используйте 'simulate' для просмотра трека.

delta – изменить параметры орбиты
 live – включить/выключить отслеживание

(30 с)
 simulate <h> <step> – симуляция трека (ч, мин)

> live

[POS] 17:02:25 UTC LAT -32.947 LON -62.779

[LIVE] Live tracking started

Тренажёр анализа и коррекции орбит геостационарных спутников на основе реальных данных и ИИ



Vega 1.0(AI)

Опасный объект: 90378U (обломок, симул. данные)
 Miss Distance: 413 м

Род: 2.21e-04 [данные расчёты требуют

ОПЕРАЦИОННЫЙ СТАТУС:

Внешний вид: Установлено
 Местоположение: Установлено

Рекомендуется анализ причин.

ПОДРОБНОСТИ АНАЛИЗА:

Внешний вид: Запланировать коррекцию орбиты

Усилить мониторинг сближений

Подготовка расчета манёвра уклонения (SAM)

СТАТИСТИКА АНАЛИЗА

Всего записей: 1

Проанализировано: 1

Аномалий: 0

Ошибка парсинга: 0

По типам орбит:

LEO : 1 (аномалий: 0)

TLE data

Name of satellite ISS (ZARYA)

serial № | 25544

International designator | 98067A

inclination | 51.6318

right ascension of the ascending node | 138.9491

epoch year & Julian day fraction | 16 055.21810240

eccentricity | 0008427

argument of perigee | 128.0072

ballistic coefficient | 22802-3

2nd derivative of mean motion | 00000+0

mean anomaly | 232.1679

Raniation pressure coefficient | 22802-3

mean motion | 15.48257925

</Проблема>

Геостационарная орбита (GEO) является одним из наиболее ценных и ограниченных ресурсов современной космической инфраструктуры. Эксплуатация спутников требует постоянного контроля их орбитального состояния.

Проблема	
Высокая стоимость ошибки	Потеря KazSat-1: \$65 млн и 2 года судов со страховщиками.
Нехватка опытных кадров	Система подготовки только формируется, учиться на реальных спутниках — значит рисковать ими.
Сложность прогнозирования	Инцидент с KazSat-3: прогнозируемое явление (тень) привело к отключению связи по всей стране.

</Решение: SputnikSim>

Интерактивный тренажёр анализа и коррекции орбит геостационарных спутников.

Основные функции:

- Загрузка реальных данных любого спутника из каталога NORAD (по номеру или названию)
- Автоматический анализ орбитальных аномалий с помощью нейросети
- Отработка коррекций North-South / East-West
- Ускоренное время (часы и сутки с шагом в минуты)
- Наглядная обратная связь

</Как это работает>

- Выбор спутника по NORAD ID: sat 37820 (INTELSAT)
- Анализ: нейросеть показывает отклонение наклонения $+2.66^\circ$, рекомендует North-South коррекцию
- Коррекция: пользователь выбирает delta, указывает параметры
- Результат: успех / частичный успех / потеря спутника

ОПЕРАЦИОННЫЙ СТАТУС:

Статус: Активный

Изменение среднего движения $dn/dt=1.47e-04$.
Рекомендуется анализ причин.

ИТОГОВЫЕ РЕКОМЕНДАЦИИ:

ВНИМАНИЕ: Запланировать коррекцию орбиты
Усилить мониторинг сближений
Подготовка расчета манёвра уклонения (SAM)

ОЦЕНКА МОДЕЛИ:

Ошибка реконструкции: 0.163637

Оценка аномальности: 0.0001 [В пределах нормы]

Порог (LEO): 0.6060

Статус ИИ: В пределах нормы

Доверие к ИИ: Высокое

Итоговый статус: Штатное функционирование

! Признак манёвра поддержания высоты: $dn/dt=1.47e-04$ при нормальном BSTAR= $2.83e-04$. Это штатное орбитальное манёврирование, а не аномалия атмосферного торможения.

КОРРЕКЦИЯ ОРБИТЫ:

Срочность: Средняя

Орбита стабильна. Коррекция не требуется в ближайшее время.

Срочность повышена из-за высокого риска столкновения.

</Технология ИИ>

- **Архитектура:** автоэнкодер (PyTorch) – нейросеть, обучающаяся восстанавливать входные параметры орбиты.
- **Обучающий набор:**
12 872 записи – комбинация синтетических и реальных данных:
 - 12 000 синтетических TLE, сгенерированных на основе реальных орбитальных распределений (GEO, МEO, LEO), что позволило создать сбалансированную выборку с разными сценариями.
 - 872 реальные TLE-записи действующих спутников и космических объектов (NORAD-каталог), чтобы модель «видела» настоящие данные.

</Технология ИИ>

- Принцип работы Vega 1.0:
- Vega восстанавливает параметры орбиты. Если объект аномален (например, космический мусор или спутник с отклонениями), ошибка восстановления резко возрастает – так происходит автоматическая детекция аномалий.
- Единая нейросеть – две задачи
- Классификация объектов: спутник / мусор – точность 91.3%
- Детекция орбитальных аномалий – точность 81.8%, F1 85%
- Валидация на 516 реальных объектах, включая фрагменты разрушений (Cosmos-1408, Fengyun-1C и др.)

</Уникальность>

- Нейросетевой анализ: вместо простого сравнения с эталоном наш ИИ выявляет скрытые закономерности и аномалии, что повышает точность диагностики.
- Реализм: работа с реальными TLE-данными, а не с абстрактными математическими моделями.
- Доступность: работает на обычном ПК, не требует дорогостоящего оборудования и может использоваться как в образовательных учреждениях, так и индивидуально.
- Гибкость: возможность частичной коррекции, симуляции различных сценариев, расчет затрат топлива на коррекцию.

</Конкурентное сравнение>

Критерий	STK (Ansys)	GMAT (NASA)	Обучение на рабочем месте	SputnikSim (наш продукт)
Стоимость лицензии (в год)	\$15 000–50 000 (вузовская)	Бесплатно	\$50 000–150 000 (за одного оператора)	Доступно (целевая цена \$2 000–5 000 для вуза)
Скрытые затраты	Обучение (\$5 000–20 000), внедрение	Разработка сценариев (работа программистов)	Риск потери спутника (\$150–300 млн.)	Минимальны
Сложность	Очень высокая	Высокая (требуется программирование)	Только для избранных	Понятно новичку
ИИ-анализ аномалий	Нет	Нет	Только опыт наставника	Есть (Vega 1.0)
Обратная связь	Только расчёты	Только расчёты	Словесная рискованно	Полный анализ TLE нейросетью
Доступно школьникам	Нет	Нет	Нет	Да

</Рынок>

- Прямые клиенты (B2B/B2G):
- Вузы: Satbayev University, ЕНУ, КазНУ (готовят инженеров-баллистиков)
- Операторы: РЦКС (управление KazSat)
- Молодёжные космические лаборатории
- Школы и кружки (дополнительное образование)

- Потенциальные партнёры:
- Центры подготовки: НЦ КИТ, СКТБ «Галам»
- В перспективе – интеграция с производителями спутников (Thales, ИСС Решетнёва)

</Бизнес модель>

- Продажа годовых лицензий учебным заведениям
- Пакет для вуза (до 50 пользователей): \$2–5 тыс./год
- Гранты и программы поддержки
- Astana Hub, Минцифры РК, «Жас Фалым» – на развитие и пилоты
- Кастомизация под заказчика
- Добавление моделей конкретных спутников, спецсценарии (оплачивается отдельно)
- Позже:
- Подписка для индивидуальных пользователей (месячная/годовая)

</Каналы сбыта>

- **Прямые продажи:** переговоры с вузами, участие в тендерах
- **Контент-маркетинг:** публикации кейсов (анализ KazSat, Al-Farabi) в отраслевых журналах
- **Мероприятия:** Space Days Kazakhstan, выставки, конференции
- **Партнёрства:** с казахстанскими научными центрами (НЦ КИТ, СКТБ «Галам») для pilotных внедрений

</Прогресс и дорожная карта>

- Текущий статус:
- Загрузка спутников по NORAD ID, парсинг TLE
- Нейросеть для автоматического обнаружения аномалий
- Команда `delta` для изменения параметров
- Симуляция времени (`simulate`)
- Консольный интерфейс, базовая таблица параметров
- Графическая визуализация орбиты на карте

- Планы (6-12 месяцев):
- Пилоты в 2-3 казахстанских вузах

<Ключевые метрики>

(цели на 2026-2027 год)

Количество активных пользователей (обучающихся)	100+
Количество заключенных контрактов с учебными заведениями	2-5
Точность обнаружения аномалий	>95%
NPS (удовлетворенность) среди первых пользователей	>+50

</Команда RUDnik>

| Хлызов Максим – Капитан, Физик
| Гончар Фёдор – Frontend
| Волочай Даниил – Backend и AI
| Андин Артём – Маркетинг и документация

</Запрос>

Инвестиции / гранты для завершения разработки, улучшения UI/UX и маркетинга.

Партнёров среди учебных заведений для пилотного внедрения и получения обратной связи •



```
# Мы обнаружили утечку памяти, но забыли, где
if mission == "complete":
    Print("THE END")
    Print("Thanks for watching")
    Print("RUDnik team")
Return
```