

console

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

```
[TLE] Connecting to Celestrak...
[TLE] [████████████████████] 100% OK – 14467
satellites
```

```
> sat 2
[OK] Satellite found: ISS (ZARYA)
1 21001 98067A 2 21001 40 001182 0000000
22802-3
2 25544 51 6318 491 00 27 000072 2.1679
15.482579255542
```

```
[AI] TLE → AI\data\iss.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 c)
simulate <h> <step> – симуляция трека (ч, мин)
```

```
> live
[POS] 17:02:25 UTC LAT -32.947 LON -62.779
[LIVE] Live tracking started on Vega 1.0(AI)
```

MAP



Vega 1.0(AI)

```
Опасный объект: 90378U (обломок, симул. данные)
Miss Distance: 413 м
Poc: 2.21e-04 [данные расчётные, требуются уточнения]
ОПЕРАЦИОННЫЙ СТАТУС:
ВНИМАНИЕ: Запланировать коррекцию орбиты
Усилить мониторинг сближений
Рекомендуется анализ причин.
Подготовка расчета манёвра уклонения (CAM)
```

СТАТИСТИКА АНАЛИЗА

```
Всего записей: 1
Проанализировано: 1
Аномалий: 0
Ошибок парсинга: 0
По типам орбит:
LEO : 1 (аномалий: 0)
```

TLE data

```
Name of sattalite | 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
```

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

</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 наклона $+2.66^\circ$, рекомендует North-South коррекцию

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 (CAM)

- **Коррекция:** пользователь выбирает delta, указывает параметры
- **Результат:** успех / частичный успех / потеря спутника

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, орбиты.
- **Обучающий набор:** обучающаяся восстанавливать входные параметры
12 872 записи – комбинация синтетических и реальных данных:
 - 12 000 синтетических TLE, сгенерированных на основе реальных орбитальных распределений (GEO, MEO, 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 Ғалым» – 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 пилотных 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
```