

# Оценка динамики восстановления экосистем после нефтеразливов на основе данных дистанционного зондирования Земли с применением алгоритмов машинного обучения

Малков Антон Владимирович, Латышева Элина Александровна,  
Перемитина Татьяна Олеговна, Яценко Ирина Германовна



# Актуальность



Российская академия наук  
**Институт химии нефти**  
Сибирское отделение РАН

**ТУСУР**  
TUSUR UNIVERSITY

Нефтедобывающая деятельность оказывает комплексное воздействие на окружающую среду, приводя к изменению состояния растительного покрова, загрязнению почв и водных объектов.

В условиях ужесточения экологического законодательства и требований к устойчивому развитию производственных процессов и природоохранной политики, создание автоматизированных систем мониторинга становится важной научно-практической задачей.

Современные технологии дистанционного зондирования Земли в сочетании с методами машинного обучения позволяют осуществлять оперативный контроль экологического состояния территорий нефтедобычи.



- Территории добычи нефти, расположенные в труднодоступных регионах Западной Сибири, представляют собой значительную сложность для охвата и контроля посредством традиционных методов мониторинга, что требует поиска новых подходов и технологических решений.
- Наземные обследования затратны, нерегулярны и не покрывают всю площадь нарушений.
- Растительность — основной биоиндикатор антропогенного воздействия. Изменения её состояния отражаются в спутниковых данных (NDVI, EVI).

Загрязнение нефтью нарушает структуру и функции почв, угнетает рост растений и затрудняет естественное восстановление.

Необходимы **автоматизированные решения**, способные:

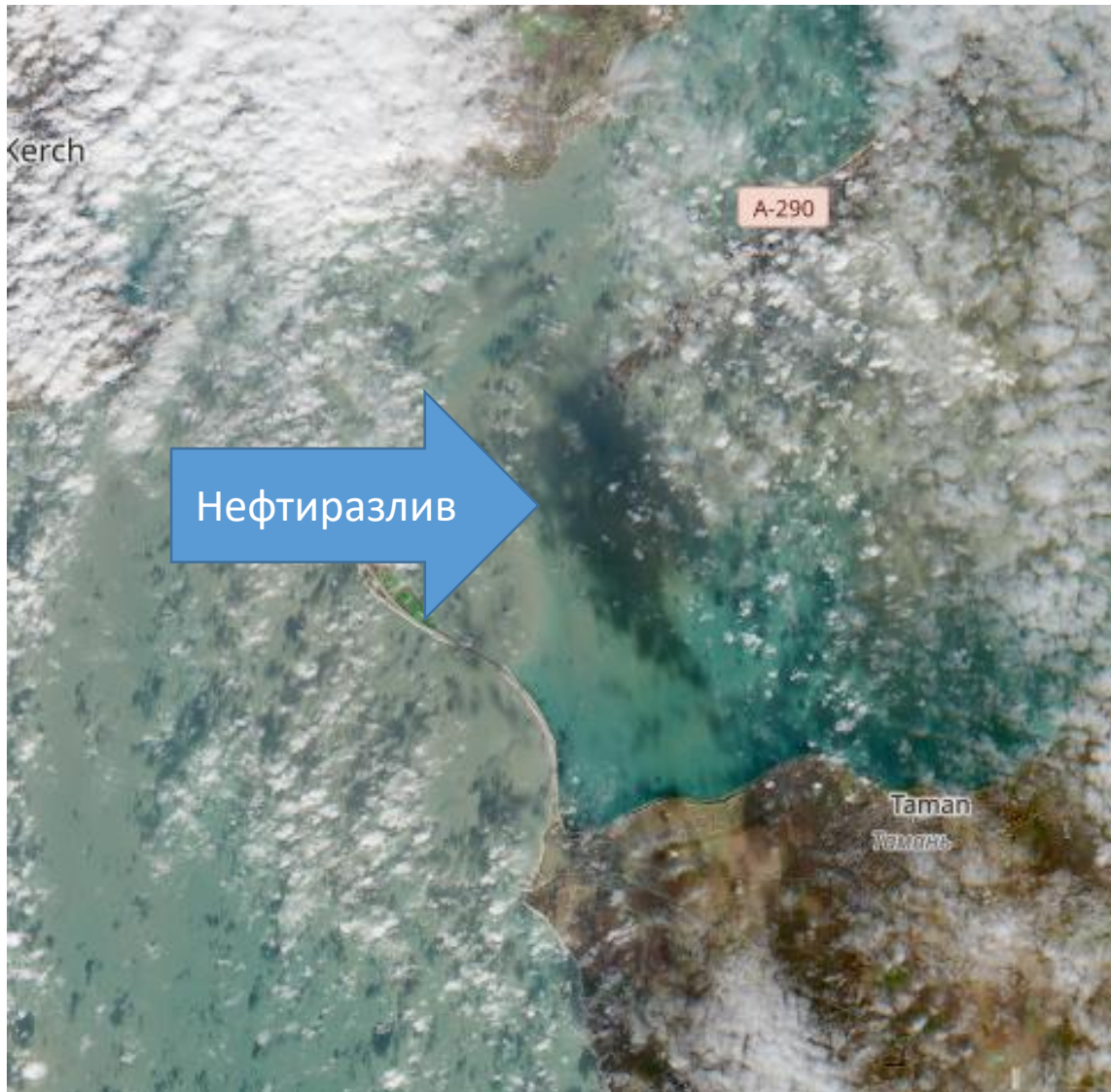
- обрабатывать большие объёмы спутниковых данных,
- выявлять участки деградации и восстановления,
- прогнозировать экологические изменения.

# Спутниковый снимок



Российская академия наук  
**Институт химии нефти**  
Сибирское отделение РАН

**ТУСУР**  
TUSUR UNIVERSITY



На представленном изображении зафиксировано нефтяное загрязнение в акватории Керченского пролива.

Тёмное пятно на поверхности воды указывает на наличие нефтяной плёнки, распространившейся после аварийного разлива.

Снимок получен со спутника Sentinel-2, что позволяет с высокой пространственной детализацией наблюдать последствия экологических инцидентов.

Применение технологий дистанционного зондирования Земли обеспечивает:

- оперативное выявление и локализацию зон нефтяных разливов;
- мониторинг динамики распространения загрязнений;
- оценку воздействия на прибрежные экосистемы и эффективность мероприятий по ликвидации последствий.

# Аналоги



Российская академия наук  
**Институт химии нефти**  
Сибирское отделение РАН

**ТУСУР**  
TUSUR UNIVERSITY



**ГЕОПОРТАЛ РОСКОСМОСА**  
Сервис космических снимков

# Сравнение аналогов



Российская академия наук  
Институт химии нефти  
Сибирское отделение РАН

**ТУСУР**  
TUSUR UNIVERSITY

Название решения	Функциональность анализа NDVI/EVI	Прогнозирование на основе временных рядов	Сегментация по типам поверхности	Интеграция с климатическими параметрами	Автоматическое переобучение моделей	Интерактивный веб-интерфейс	Комментарии
Copernicus Browser	Высокая	Ограничено	Нет (только визуализация)	Ограниченная	Нет	Да	Классический способ определения через NDVI. Нет возможности интеграции с ИИ
Planet	Средняя	Средняя (регрессия)	Отсутствует	Средняя	Нет	Да	Нет возможности интеграции с ИИ
BeraScience	Средняя	Отсутствует	Средняя (ручная классификация)	Есть API	Нет	Да	Вега позволяет искать снимки разных спутников, но она работает как картографический интерфейс и не может работать с ИИ
Геопортал Роскосмоса	Нет	Отсутствует	Отсутствует	Есть	Нет	Да	Нет возможности интеграции с ИИ



# Разработка web-системы EcoRegen



Российская академия наук  
Институт химии нефти  
Сибирское отделение РАН

ТУСУР  
TUSUR UNIVERSITY

По результатам анализа существующих решений было принято решение разработать собственное web-приложение EcoRegen.

Система предназначена для:

- загрузки спутниковых изображений пользователем;
- автоматической обработки данных с использованием обученной модели;
- отображения результатов детектирования нефтяных разливов и расчёта вегетационных индексов (NDVI, EVI и др.);
- ведения пользовательских сессий (регистрация, авторизация, сохранение истории анализов).

```
Transferred 319/355 items from pretrained weights
Freezing layer 'model.22.dfl.conv.weight'
train: Fast image access (ping: 0.30.1 ms, read: 10.42.7 MB/s, size: 51.9 KB)
train: Scanning E:\Code\EcoRegen\App\dataset\train\labels.cache... 1278 images, 9 backgrounds, 0 corrupt: 100% 1278/1278 0.0s
val: Fast image access (ping: 0.30.2 ms, read: 3.61.6 MB/s, size: 17.2 KB)
val: Scanning E:\Code\EcoRegen\App\dataset\valid\labels.cache... 127 images, 1 backgrounds, 0 corrupt: 100% 127/127 0.0s
Plotting labels to E:\Code\EcoRegen\App\runs\detect\train2\labels.jpg...
optimizer: 'optimizer=auto' found, ignoring 'lr=0.01' and 'momentum=0.937' and determining best 'optimizer', 'lr' and 'momentum' automatically
...
optimizer: AdamW(lr=0.00125, momentum=0.9) with parameter groups 57 weight(decay=0.0), 64 weight(decay=0.0005), 63 bias(decay=0.0)
Image sizes 640 train, 640 val
Using 0 dataloader workers
Logging results to E:\Code\EcoRegen\App\runs\detect\train2
Starting training for 50 epochs...
```

На слайде представлен фрагмент вывода консоли при запуске обучающего скрипта (обучение нейронной сети), реализованного в среде Python.

Скрипт выполняет следующие функции:

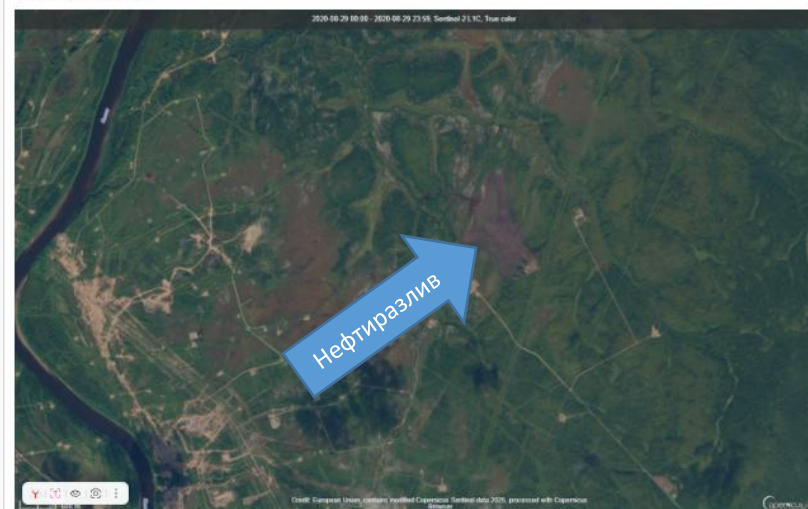
- подключает предобученные веса нейросети и производит дообучение на собственных данных;
- формирует кэш разметок и подготавливает датасет;
- инициализирует оптимизатор AdamW и запускает обучение на 50 эпох;
- сохраняет результаты (логи и веса модели) в директорию проекта.

Таким образом, создаваемое приложение объединяет результаты работы нейросети с удобным интерфейсом для проведения анализа экологического состояния территорий нефтедобычи.

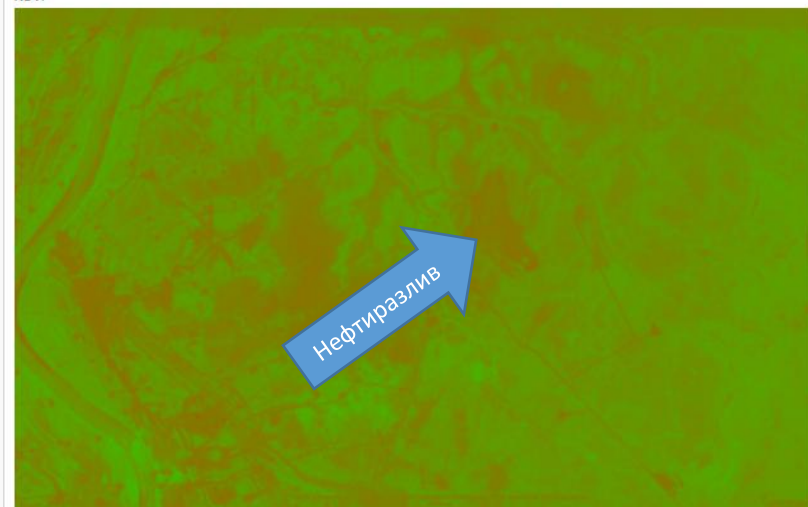
Тестовая задача

Тестовая задача

Создан: 2025-11-06 17:28:52



NDVI



Параметры: ("ndv\_index": 0, "ndv\_index": 1)

Выберите файл | Файл не выбран

На слайде представлен пример работы веб-приложения EcoRegen, предназначенного для автоматизированного анализа спутниковых снимков и расчёта вегетационных индексов.

В верхней части показано исходное спутниковое изображение исследуемой территории, а в нижней — NDVI-карта, отражающая состояние растительности. NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) вычисляется на основе отражательной способности в ближнем инфракрасном и красном диапазонах и позволяет оценивать степень развития растительного покрова.

На полученной NDVI-карте отчётливо видны красные участки, соответствующие зонам пониженной вегетационной активности, что свидетельствует о возможном нефтяном загрязнении почвы после разлива.

Такая визуализация позволяет оперативно локализовать участки экологического воздействия и оценить степень деградации экосистем.



# Заключение



Российская академия наук  
**Институт химии нефти**  
Сибирское отделение РАН

**ТУСУР**  
TUSUR UNIVERSITY

Совместное применение данных **дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ)** и методов **искусственного интеллекта (ИИ)** значительно **расширяет возможности мониторинга, анализа и прогноза экологических процессов**, возникающих вследствие нефтяных разливов и промышленного воздействия.

Интеграция данных спутниковых наблюдений с алгоритмами машинного обучения позволяет:

- оперативно выявлять и классифицировать зоны загрязнения;
- отслеживать динамику восстановления растительности и состояния экосистем;
- автоматизировать анализ больших объёмов спутниковых данных;
- формировать объективные отчёты и прогнозы для принятия природоохранных решений.

Ожидается, что разработанная web-система EcoRegen станет инструментом для повышения эффективности экологического мониторинга и поддержки устойчивого природопользования на нефтедобывающих территориях.

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!