Содержание

[Введение 2](#_Toc180345229)

[Методы и технологии 4](#_Toc180345230)

[Основные параметры анализа 7](#_Toc180345231)

[Сущности и их атрибуты 8](#_Toc180345232)

[Заключение 10](#_Toc180345233)

# Введение

Вырубка лесов является одной из самых острых экологических проблем современности. Леса играют жизненно важную роль в поддержании биоразнообразия, регуляции климатических процессов и обеспечении экосистемных услуг, таких как поглощение углерода и поддержание водного цикла. Сокращение лесных площадей приводит к разрушению природных местообитаний, изменению климата и ухудшению качества жизни людей, особенно в развивающихся странах. Незаконная и неконтролируемая вырубка лесов продолжает набирать обороты, и для борьбы с этой проблемой необходимы точные и современные методы мониторинга.

Один из эффективных подходов для отслеживания вырубки лесов на глобальном уровне — это использование данных дистанционного зондирования Земли, получаемых со спутников. Спутниковые снимки дают возможность в режиме реального времени наблюдать изменения в лесных массивах, определять зоны, подверженные вырубке, и оценивать их масштаб. Это открывает широкие перспективы для автоматизации процессов экологического мониторинга и принятия мер по охране окружающей среды.

Цель данного проекта — разработка системы для автоматического обнаружения и мониторинга зон вырубки лесов на основе анализа спутниковых данных. Задача заключается в использовании методов компьютерного зрения, машинного обучения и обработки изображений для анализа многоспектральных спутниковых снимков, позволяющих выявлять изменения в растительном покрове, оценивать масштабы вырубки и отслеживать динамику восстановления лесов.

Для решения этой задачи предполагается:

* Обработка спутниковых изображений, включая фильтрацию и анализ данных в разных спектральных диапазонах.
* Классификация изменений в растительности, основанная на сравнении снимков за разные периоды времени.
* Автоматическое определение зон вырубки с использованием методов сегментации изображений и машинного обучения.
* Построение географических карт с отмеченными зонами вырубки, что поможет визуализировать результаты мониторинга и облегчить принятие решений.

Задача требует разработки алгоритмов, которые могут эффективно обрабатывать большие объемы данных, выявлять небольшие изменения в растительности, а также учитывать влияние природных факторов, таких как облачность или сезонные колебания растительности.

В ходе реализации проекта будут использованы спутниковые снимки с разных платформ, таких как Landsat или Sentinel, которые предоставляют данные в высоком разрешении и включают многоспектральные диапазоны. Основное внимание будет уделено анализу нормализованного дифференциального индекса вегетации (NDVI), который позволяет оценивать плотность растительного покрова и динамику его изменений. Методы машинного обучения, такие как сверточные нейронные сети (CNN), помогут автоматизировать процесс классификации и сегментации изображений, что сделает анализ более точным и быстрым.

Таким образом, данное исследование направлено на создание эффективной системы мониторинга вырубки лесов, которая позволит в реальном времени отслеживать изменения в растительности и оценивать масштабы экологического ущерба. Результаты работы могут быть использованы для предотвращения незаконной вырубки лесов, а также для разработки экологических программ по восстановлению природных ресурсов.

# Методы и технологии

1. Многоспектральные изображения

Многоспектральные спутниковые снимки включают несколько диапазонов электромагнитного спектра, что позволяет различать объекты и поверхности с высокой точностью. Для анализа состояния растительности обычно используется нормализованный дифференциальный индекс вегетации (NDVI), который рассчитывается на основе разницы между видимым и ближним инфракрасным диапазоном светового излучения. NDVI позволяет оценить плотность растительного покрова и определить области с интенсивной растительностью, что особенно полезно при выявлении зон, где произошла вырубка.

* Преимущества:
  + NDVI даёт возможность эффективно выявлять зоны с высокой и низкой растительностью.
  + Спутниковые снимки доступны для большинства регионов мира, что позволяет проводить глобальный мониторинг.
  + Технология многоспектральной съемки позволяет получать данные с разных диапазонов, что увеличивает точность анализа.
* Ограничения:
  + Качество снимков может ухудшаться из-за облаков, дыма или атмосферных явлений, что требует дополнительных методов фильтрации.
  + Многоспектральные снимки имеют ограниченное пространственное разрешение, что может снижать точность в определении мелких объектов.

1. Сегментация изображений

Сегментация изображений является ключевым шагом в процессе обнаружения зон вырубки лесов. Этот метод заключается в разделении изображения на несколько областей или сегментов, соответствующих различным типам поверхности (например, леса, водоемы, пустоши). В задачах мониторинга лесов используются алгоритмы сегментации, такие как U-Net, Random Forest, а также другие методы глубокого обучения. С их помощью можно точно определить границы лесных массивов и области, где произошли изменения в растительности.

* Преимущества:
  + Высокая точность разделения изображения на сегменты.
  + Методы глубокого обучения позволяют обучать модели на основе больших объемов данных и учитывать сложные факторы (например, разные виды растительности).
  + Возможность автоматизации процесса анализа снимков для обработки больших объемов данных.
* Ограничения:
  + Для обучения моделей сегментации требуется большое количество размеченных данных, что может быть трудоемким процессом.
  + Ошибки сегментации могут возникать в сложных ландшафтах, где лесные массивы могут смешиваться с другими типами поверхности (например, сельскохозяйственные угодья).
  + Зависимость точности работы модели от качества входных данных (например, разрешения снимков).

1. Машинное обучение для классификации изменений

Методы машинного обучения, такие как градиентный бустинг, случайные леса и сверточные нейронные сети (CNN), могут использоваться для классификации изменений в растительности, наблюдаемых на спутниковых изображениях. Эти модели обучаются на наборе данных, где отмечены как лесные, так и вырубленные зоны, после чего они могут предсказывать наличие изменений на новых снимках

* Преимущества:
  + Возможность автоматического обнаружения вырубки лесов на основе исторических данных.
  + Модели машинного обучения хорошо справляются с задачами классификации и позволяют анализировать большие объемы данных.
  + Включение в модель дополнительных характеристик, таких как погодные условия или тип почвы, может повысить точность предсказаний.
* Ограничения:
  + Модели могут быть чувствительны к перекосу данных (например, если в тренировочной выборке больше лесных массивов, чем вырубленных зон).
  + Для высокоточной работы требуется большая выборка размеченных данных для обучения.
  + Необходимость регулярного обновления модели для учета новых данных и изменений в экосистемах.

1. Сравнение временных серий изображений

Для эффективного обнаружения изменений в лесных массивах важно сравнивать спутниковые снимки одного и того же региона, сделанные в разное время. Этот метод позволяет выявлять новые зоны вырубки, анализируя последовательность изображений и отслеживая изменения в плотности растительности.

* Преимущества:
  + Способность отслеживать динамику изменений на протяжении длительного времени.
  + Метод временных рядов позволяет видеть не только факт вырубки, но и оценивать скорость восстановления лесов или дальнейшего их разрушения.
  + Возможность применения как для небольших локальных изменений, так и для глобального мониторинга.
* Ограничения:
  + Зависимость от частоты и качества снимков. В некоторых регионах съёмки могут быть не столь частыми, что усложняет мониторинг.
  + Вычислительная сложность анализа больших временных серий изображений.
  + Необходимость использования дополнительных методов для фильтрации шума (например, облаков или тумана).

# Основные параметры анализа

1. **Плотность растительности** – ключевой параметр, определяемый с помощью NDVI, который позволяет оценить степень вырубки.
2. **Изменения в растительном покрове** – выявляются при сравнении временных серий спутниковых снимков, что помогает оценить новые зоны вырубки и восстановление лесов.
3. **Географическое положение и площадь зон вырубки** – автоматическое определение этих параметров позволяет более эффективно мониторить и анализировать масштабы вырубки лесов.

# Сущности и их атрибуты

Для анализа вырубки лесов на основе спутниковых данных основными сущностями являются.

1. **Лесные массивы** – это основная область, подлежащая мониторингу. Важна оценка плотности растительности и её изменений.
   * **Плотность растительности** – измеряется с помощью индекса NDVI, который отражает уровень фотосинтетической активности и позволяет различать густые леса и вырубленные зоны.
   * **Площадь лесного массива** – вычисляется для оценки общего размера лесной зоны и отслеживания изменений.
   * **Тип растительности** – может различаться в зависимости от региона, что важно учитывать при сегментации и классификации изображений (например, хвойные леса, тропические леса).
2. **Зоны вырубки** – области, где произошли изменения в растительности вследствие вырубки.
   * **Площадь вырубки** – оценивается на основании изменения растительного покрова между снимками, полученными в разные периоды.
   * **Локация вырубки** – географическое положение зоны вырубки, которое важно для создания карт и мониторинга.
   * **Время вырубки** – промежуток времени, в течение которого произошли изменения, что помогает оценивать динамику процесса.
3. **Спутниковые снимки** – основная форма данных, используемая для анализа состояния лесов.
   * **Разрешение изображения** – влияет на детализацию и точность анализа. Чем выше разрешение, тем более точным будет выявление изменений в растительности.
   * **Временной диапазон** – снимки, сделанные в разные периоды, позволяют отслеживать динамику изменений в лесных массивах.
   * **Многоспектральные диапазоны** – данные, полученные в разных спектрах (например, видимый, инфракрасный), помогают различать типы растительности и оценивать их состояние.
4. **Модель классификации** – алгоритмы, применяемые для анализа и предсказания изменений в лесных массивах.
   * **Обучающие данные** – размеченные снимки, на которых указаны зоны вырубки и лесные массивы, необходимые для обучения модели.
   * **Параметры модели** – набор гиперпараметров, таких как глубина деревьев решений или количество слоев в нейронной сети, влияющих на производительность и точность модели.
   * **Точность предсказания** – ключевой атрибут, который характеризует эффективность работы модели в распознавании зон вырубки.

# Заключение

Использование спутниковых данных для анализа вырубки лесов является важным инструментом в борьбе с глобальными экологическими проблемами. Применение методов машинного обучения и компьютерного зрения позволяет не только автоматизировать процесс мониторинга, но и повысить точность и масштабируемость решений. В будущем такие системы могут стать основой для создания глобальных систем мониторинга лесов, что поможет предотвращать незаконную вырубку и способствует устойчивому развитию экосистем.