

Плясунов Кирилл Андреевич, магистрант,
ФГБОУ ВО «Поволжский государственный университет
телекоммуникаций и информатики», г. Самара

Гуленков Максимилиан Олегович, магистрант,
ФГБОУ ВО «Поволжский государственный университет
телекоммуникаций и информатики», г. Самара

**АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ РЕШЕНИЕ ДЛЯ ПЛАНИРОВАНИЯ
РАЗМЕЩЕНИЯ СОЛНЕЧНЫХ ПАНЕЛЕЙ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА
СПУТНИКОВЫХ СНИМКОВ С ПОМОЩЬЮ PYTHON
AUTOMATED SOLUTION FOR PLANNING SOLAR PANELS BASED
ON SATELLITE IMAGE ANALYSIS USING PYTHON**

Аннотация: Недостаточная эффективность размещения солнечных панелей ограничивает потенциал использования солнечной энергии и снижает общую рентабельность энергетических проектов. Решение, обеспечивает автоматизацию процесса планирования размещения солнечных панелей с применением анализа спутниковых изображений и программы на Python, что способствует более рациональному использованию доступных ресурсов и увеличению доли возобновляемой энергии.

Abstract: Insufficient solar panel placement efficiency limits the potential of solar energy and reduces the overall profitability of energy projects. The solution automates the process of planning the placement of solar panels using satellite image analysis and a Python program, which contributes to a more rational use of available resources and an increase in the share of renewable energy.

Ключевые слова: автоматизированное планирование, размещение солнечных панелей, спутниковые снимки, обработка изображений, Python-программирование, оценка поверхности

Keywords: automated planning, solar panel placement, satellite imagery, image processing, Python programming, surface estimation

Солнечная энергетика в России набирает популярность, однако процесс установки солнечных панелей сталкивается с рядом проблем, которые мешают массовому внедрению этой технологии. В первую очередь, высокие затраты на установку солнечных панелей являются значительным барьером для многих клиентов. Эти затраты включают в себя не только стоимость самих панелей, но и расходы на проведение предварительных исследований и планирование установки, что часто требует привлечения специалистов. Кроме того, процесс установки солнечных панелей может быть неудобным для клиентов, так как он включает в себя частые визиты специалистов для оценки состояния крыши и определения оптимальных мест для размещения панелей. Это может занимать много времени и вызывать дискомфорт для владельцев зданий. В результате, многие потенциальные клиенты отказываются от идеи установки солнечных панелей, несмотря на их очевидные преимущества для окружающей среды и экономии затрат на электроэнергию в долгосрочной перспективе [1].

Актуальность темы автоматизированного планирования размещения солнечных панелей заключается в необходимости разработки решений, которые позволят снизить затраты и упростить процесс установки. Использование спутниковых снимков и методов компьютерного зрения для автоматизированного анализа изображений предоставляет возможность сократить количество визитов специалистов и уменьшить затраты на предварительные исследования. Это, в свою очередь, способствует более широкому внедрению солнечных панелей и развитию устойчивой энергетики.



Разработка и внедрение таких решений могут способствовать достижению целей по снижению выбросов углекислого газа и увеличению доли возобновляемых источников энергии в общей структуре энергопотребления страны. Целью данного проекта является разработка автоматизированного решения для размещения солнечных панелей на крышах зданий с минимальными затратами и неудобствами для клиентов. Основная идея заключается в использовании спутниковых снимков и методов компьютерного зрения для анализа геолокационных данных и определения наиболее подходящих участков для установки солнечных панелей.

Использование геолокационных данных позволяет точно определить местоположение каждой крыши и провести анализ ее формы и размеров. Это значительно упрощает процесс планирования и позволяет избежать необходимости частых визитов специалистов для проведения предварительных исследований [2].

Важным аспектом данного проекта является использование автоматизированных методов, которые позволяют сократить количество ошибок, связанных с человеческим фактором, и обеспечить более точные результаты. Это, в свою очередь, способствует снижению затрат и упрощению процесса установки солнечных панелей, что делает данное решение более привлекательным для клиентов.

Для достижения целей проекта необходимо использовать методы анализа изображений, которые позволяют точно и эффективно выделять крыши зданий на спутниковых снимках. Важным этапом является выбор подходящих методов, которые обеспечат высокую точность и надежность результатов.

Для отделения фона от переднего плана используется метод Gabor Filters. Gabor Filters представляют собой набор линейных фильтров, которые используются для выделения текстурных особенностей изображений. Они позволяют анализировать пространственные частоты и ориентации, что особенно полезно при обработке изображений с различными текстурными характеристиками. Gabor Filters особенно эффективны для анализа изображений с различными текстурными характеристиками, что позволяет более точно выделять крыши зданий на спутниковых снимках.

После отделения фона от переднего плана необходимо улучшить качество изображения для более точного выделения краев крыш. Для этого используется метод Edge Sharpening, который позволяет улучшить видимость краев и контуров объектов на изображении. Этот метод особенно полезен для обработки изображений с низким уровнем контрастности, так как он позволяет выделить мелкие детали и улучшить точность сегментации.

Метод выделения границ Канни используется для точного обнаружения краев крыш на спутниковых снимках. Этот метод основан на адаптивном пороговом значении, что позволяет более точно выделять края объектов на изображении. Метод выделения границ Канни позволяет улучшить качество сегментации и выделить области, подходящие для установки солнечных панелей. Этот метод особенно полезен для обработки изображений с различными уровнями освещенности и контрастности. Результат работы метода выделения границ Канни представлен на рисунке 1.





Рис. 1 Границы выделенные методом Канни

Аппроксимация полигонов является важным этапом в процессе планирования размещения солнечных панелей, так как она позволяет создать точные и удобные для анализа модели крыш зданий. Для более точного выделения крыш используется метод Region-based Polygon Filling, который позволяет разделить область крыши на секции с помощью K-Means кластеризации. Этот метод позволяет учитывать различные текстурные и геометрические особенности крыши и создавать точные полигоны, представляющие крыши зданий. Region-based Polygon Filling особенно полезен для обработки изображений с сложными формами и текстурами крыш, так как он позволяет учитывать различные характеристики каждой секции крыши.

После определения контуров крыши и создания полигонов, представляющих крыши зданий, необходимо проверить доступность участков для размещения солнечных панелей. Для этого используется метод Point Polygon Test, который позволяет определить, находятся ли выбранные точки внутри или вне полигона, представляющего крышу. Этот метод позволяет исключить зоны, которые не подходят для установки солнечных панелей, такие как зоны с препятствиями или тени от других объектов. При размещении так-же важно учитывать параметры самих солнечных панелей – угол поворота, длина и ширина. Разработанная программа на Python учитывает эти метрики на оригинальном изображении (рисунок 2) и выводит изображение с размещенными солнечными панелями (рисунок 3).



Рис. 2 Исходное изображение полученное со спутника



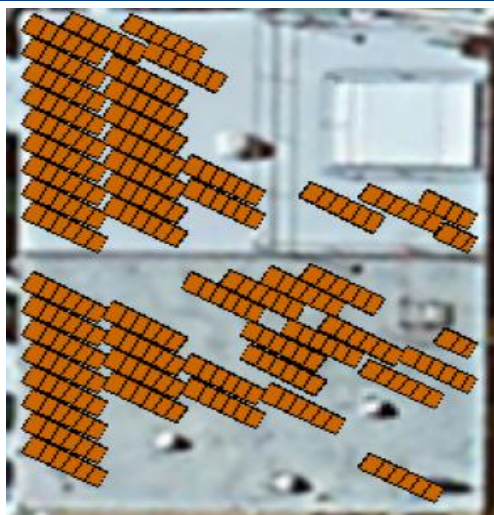


Рис. 3 Автоматически размещенные солнечные панели

Результаты проекта показывают, что предложенный метод автоматизированного анализа спутниковых снимков и планирования размещения солнечных панелей позволяет значительно сократить затраты и время, необходимые для проведения предварительных исследований и установки солнечных панелей. Использование методов компьютерного зрения позволяет точно выделять крыши зданий и определять оптимальные зоны для установки солнечных панелей. Проект также рассматривает примеры сложных случаев, таких как крыши с нестандартными формами и текстурами, а также крыши с различными уровнями освещенности и контрастности. Применение методов Edge Sharpening и Active Contours позволяет улучшить качество изображения и выделить мелкие детали, что особенно важно для обработки сложных изображений. Предложенный метод автоматизированного планирования размещения солнечных панелей на основе анализа спутниковых снимков и использования методов компьютерного зрения демонстрирует высокую эффективность и надежность. Он позволяет значительно сократить затраты и время, необходимые для установки солнечных панелей, и обеспечивает более точные и оптимальные результаты.

Список литературы:

1. Omenda «Как мы создали инновационное решение для обеспечения доступности электроэнергии без имеющихся ресурсов» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.omdena.com/blog/solar-image-segmentation> (Дата обращения: 06.06.2024 г.)
2. ResearchGate «Сегментация панелей: пакет Python для автоматического извлечения метаданных солнечных батарей с использованием спутниковых изображений» [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://www.researchgate.net/publication/366922709_Panel_Segmentation_A_Python_Package_for_Automated_Solar_Array_Metadata_Extraction_Using_Satellite_Imagery (Дата обращения: 25.05.2024 г.)

