

УДК 614.84:004.9

ДЕТЕКТОР ПОДЗЕМНЫХ ВОЗГОРАНИЙ

Каширских И.Е (8 класс ГКЛ), Антончиков А.Д. (8 класс ГКЛ).

Научный руководитель: Степанов И.Ю. преподаватель
Центр детского научного творчества “Интеллектуал КемГУ”,
г. Кемерово

Российский энергетический сектор – один из основных источников загрязнения окружающей среды. На его долю приходится более 50% выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух и более 20% сброса загрязненных сточных вод в поверхностные водоемы, а также более 70% суммарной эмиссии парниковых газов в РФ.

Обеспечение экологической безопасности функционирования энергетического сектора России предусматривает минимизацию негативного влияния добычи, производства, транспортировки и потребления энергоресурсов на окружающую среду и климат.

На территории Кемеровской области находится более 100 угольных предприятий. Добычу угля в регионе ведут около полусотни шахт и десятки угольных разрезов. Добыча каменного угля ведется как подземным, так и открытым способом.

Ввиду того, что Кузбасс располагает обширными угольными запасами, велик риск возникновения эндогенных пожаров. Эндогенных пожар – стихийно возникающий процесс горения, распространяющийся в горных выработках или в массиве полезных ископаемых; создает опасность для жизни людей и наносит материальный ущерб. Основные причины подземного пожара – нарушения правил технической эксплуатации электрооборудования и кабельных сетей, паспортов ведения буровзрывных работ, техники безопасности при использовании открытого огня, но также не исключена вероятность самовозгорания угля.

Задача обеспечения стабильной и безопасной экологической обстановки в районе размещения промышленных объектов может быть решена с использованием компьютерного моделирования и прогнозирования динамики экологического состояния природной среды и ГИС технологий.

Исходя из вышесказанного, крайне остро встаёт проблема мониторинга экологической обстановки предприятий, связанных с угледобывающей промышленностью. Процесс мониторинга экологической обстановки окружающей среды включает в себя несколько ключевых этапов:

1. Выбор наиболее подходящего поставщика данных.
2. Поиск подходящих методик мониторинга экологической обстановки.
3. Оперативное вмешательство в техногенные процессы с целью минимизации ущерба экологической обстановке.

Одним из возможных решений этой проблемы может являться создание инструмента, предназначенного для оперативного обнаружения потенциальных областей с подземными возгораниями путем анализа данных дистанционного зондирования поверхности Земли, а именно - спутниковых снимков, полученных с помощью специализированных провайдеров геоданных.

Имеется несколько успешных примеров борьбы с подземными пожарами: в 2004 году в Китае удалось потушить пожар в угольной шахте Люхуангоу, около Урумчи в области Синьцзян, горение которого продолжалось с 1874 года. Самые страшные из текущих пожаров находятся в каменноугольных бассейнах Уда во Внутренней Монголии. Угольные пожары Китая сжигают 20—30 миллионов тонн угля в год. Ликвидацию подземных пожаров в шахтах, а также спасение людей в России осуществляют военизированные горноспасательные части.

Как правило, в качестве инструмента мониторинга используют средства визуальной оценки местности по аэрофотоснимкам. Одними из доступных источников могут выступать картографические сервисы. Нами был описан способ получения пригодных для дальнейшей работы спутниковых снимков высокого разрешения, что удовлетворяет предъявляемым к снимкам требованиям, а именно:

1. Высокий уровень детализации снимков;
2. Достаточная скорость обновления снимков для заданной территории;
3. Возможность получения изображения в разных диапазонах.

Примером геопространственных данных, которые можно получить, является снимок, изображённый на рисунке 1.



Рис. 1. Спутниковое изображение

Так как подземные возгорания не имеют открытого источника огня, то найти их путем визуального осмотра без специализированных устройств (таких как инфракрасные пирометры и др.) не представляется возможным. Принцип работы данных устройств заключается в том, что они получают снимки в коротковолновом инфракрасном диапазоне (≈ 2000 нм.), однако, как было сказано ранее, анализ больших территорий ручными тепловизорами является крайне трудоемким процессом.

В качестве исследуемой области будет рассмотрен Бачатский разрез, так как на момент начала исследования там наблюдались подземные пожары.

Спутниковый снимок Бачатского разреза, полученный в 12 канале (2190 нм.), приведен на рисунке 2.

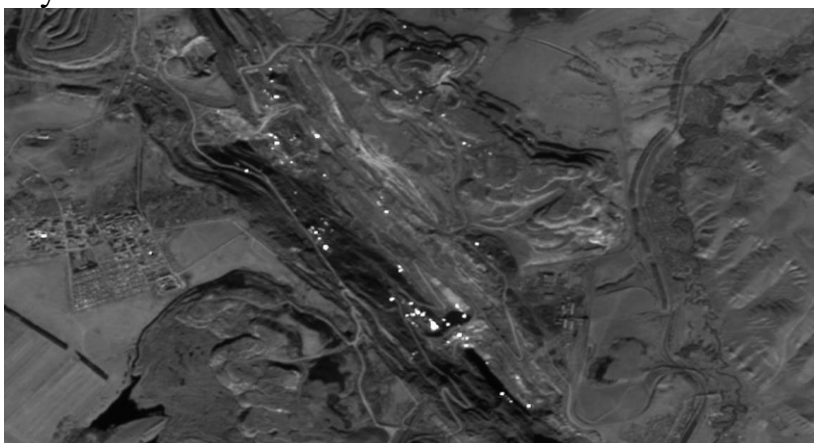


Рис. 2. Снимок Бачатского разреза в 12 канале

На данном рисунке можно увидеть, что в области выработки находится группа аномально светлых пикселей, что, в свою очередь, говорит о наличии источников подземных возгораний.

Для дальнейшей работы необходимо составить список минимальных требований, которые будут предъявляться к картографическим сервисам. Такими требованиями будут являться:

1. Высокий уровень детализации спутниковых снимков;
2. Возможность получения снимков в различных каналах;
3. Небольшие интервалы обновлений.

Применим формализованные ранее требования к рассматриваемым картографическим провайдерам. Результаты сравнения, для удобства, представим в виде таблицы.

Таблица 1. Сравнение картографических провайдеров

	Google Maps	Яндекс.Карты	OSM
Высокий уровень детализации спутниковых снимков	-	-	-
Возможность получения снимков в различных каналах	-	-	-
Небольшие интервалы обновлений	-	-	+

Таким образом, в результате проведённого сравнения картографических провайдеров, можно сделать вывод о том, что имеющиеся в открытом доступе

провайдеры не предоставляют необходимого нам функционала. Это вынуждает использовать в качестве источников данных сервисы и API компаний, имеющие доступ непосредственно к спутникам. Одними из крупных компаний являются Sentinel и Landsat.

Два наиболее часто используемых семейства спутников для дистанционного зондирования Земли – Sentinel-2 и Landsat 7/8. Спутники семейства Sentinel-2 в качестве устройства сбора данных о поверхности Земли используют мультиспектральную камеру с пространственным разрешением до 10 метров, получающая данные в диапазонах от 443 до 2190 нанометров. Спутники семейства Landsat 7/8 имеют на борту улучшенный тематический сканер (Enhanced Thematic Mapper Plus), позволяющий получать данные как при помощи телескопа OLI (Operational Land Imager), так и инструмента TIRS (Thermal Infrared Sensor). Разрешающая способность спутников этого семейства составляет 80 метров, однако относительно небольшая разрешающая способность компенсируется более высокими частотами обновления данных (спутники семейства Landsat 7/8 летают на большей высоте, чем спутники семейства Sentinel-2, что позволяет безопасно размещать большее число спутников). Таким образом, в качестве источников будем использовать космические снимки со спутников семейства Sentinel-2, так как для работы необходимы снимки с высоким уровнем детализации.

У компании Sentinel есть специализированный ресурс, именуемый Sentinel Hub. Он предоставляет пользователем доступ к данным, которые были получены непосредственно со спутника, так называемые Level-1C Data. Эти данные представляют из себя байтовую последовательность, переданную в дата центр со спутника путём попиксельного сканирования светочувствительного сенсора. Для преобразования последовательности байт в некоторое изображение требуется специализированный метафайл, содержащий в себе сведения о параметрах съемки, таких как координаты ограничивающего прямоугольника, угол наклона поверхности Земли, геостационарные параметры спутника и др. Эти сведения необходимы для правильного формирования размеров результирующего файла изображения.

Путем вычета широты верхнего правого угла от верхнего левого, можно ширину изображения в градусной мере, а зная расстояние спутника до земли и его положение в пространстве, можно рассчитать ширину изображения, т.к. параметры сенсора, установленные на спутнике, неизменны. Аналогичные расчеты необходимо провести для определения высоты изображения.

В качестве инструмента поиска очагов возгораний на изображении была выбрана группа методов машинного обучения – Anomaly Detection. Anomaly Detection – это совокупность моделей и функций обнаружения аномалий. Они используются при поиске “выбросов”, таких как слишком большие значения при анализе числовых последовательностей, объекты, не попадающие ни в один класс при решении задач классификации и т.д. В задачу входит обнаружение аномальных значений в выборке. Двумя основными проблемами при контролируемом обнаружении аномалий являются отсутствие маркированных

обучающих данных и низкая доступность экземпляров аномалий. Использование полу-контролируемых методов является более приоритетным, поскольку они изучают основное распределение в эталонных выборках, а затем измеряют отклонение от неё.

В данной работе аномалиями будут являться группы контрастных светлых точек. Для того, чтобы отфильтровать возможные аномалии, которые так же, как и подземные пожары, будут помечены на изображении светлыми точками, воспользуемся алгоритмом скелетизации при помощи сглаживания и бинарной раскраской изображения по заданному пороговому значению.

Примером работы вышеизложенного алгоритма является изображение, продемонстрированное на рисунке 3.

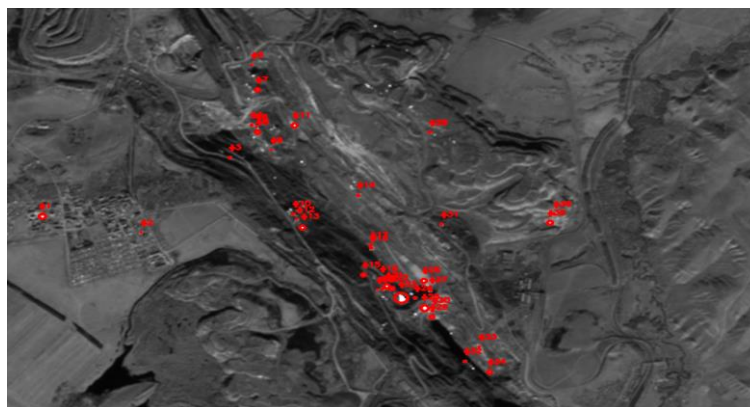


Рис. 3. Распознанные области на изображении

В представленной работе была рассмотрена задача нахождения подземных возгораний методом дистанционного зондирования поверхности Земли с помощью спутниковых снимков. Разработанное средство прошло апробацию на общедоступных спутниковых снимках угольных карьеров.

Список литературы

1. Corbane, C. Big earth data analytics on Sentinel-1 and Landsat imagery in support to global human settlements mapping / Christina Corbane, Martino Pesaresi, Panagiotis Politis [etc.]. – Текст : электронный // Big Earth Data : an open access journal. – 2017. – Vol. 1, iss. 1-2. - 30 nov. – P. 118-144. – URL: <https://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/20964471.2017.1397899?needAccess=true> (дата обращения: 29.03.2021).
2. Gomes, V. C. F. An Overview of Platforms for Big Earth Observation Data Management and Analysis / by Vitor C. F. Gomes, Gilberto R. Queiroz, Karine R. Ferreira. – Текст : электронный // Remote Sensing : is a peer-reviewed, open access journal. – 2020. – Vol. 12, iss. 8. – 16 apr. – URL: <https://www.mdpi.com/2072-4292/12/8/1253/pdf> (дата обращения: 29.03.2021).
3. Lupia1, F. Copernicus sentinel-2 imagery: how much data are available to perform territorial monitoring? : XXXIX conferenza italiana di scienze regionali «Le regioni d'Europa tra identità locali, nuove comunità e disparità territoriali», at: Bolzano, september 2018 / Flavio Lupia1, Guido Bonati, Giuseppe Pulighe. – Текст : электронный // ResearchGate : professional network for scientists and researchers. –

2008-2021.

—

URL:

https://www.researchgate.net/publication/327728421_COPERNICUS_SENTINEL-2_IMAGERY_HOW_MUCH_DATA_ARE_AVAILABLE_TO_PERFORM_TERRITORIAL_MONITORING (дата обращения: 29.03.2021).