

Кислякова Н.А.<sup>1</sup>, Варфоломеев А.Ф.<sup>2</sup>, Манухов В.Ф.<sup>3</sup>

## ИЗУЧЕНИЕ ОЧАГОВ ПОЖАРОВ И ГАРЕЙ В ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ РЕСПУБЛИКИ МОРДОВИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОСМИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ

### АННОТАЦИЯ

Рассмотрены возможности применения специализированных программных продуктов Erdas Imagine 9.1 и ArcGIS 9.2. с целью исследования некоторых природных и антропогенных факторов на основе космической информации. В частности, описывается технология привязки космических снимков, дешифрирование очагов лесных пожаров, подсчет площадей выгоревших участков. Была проведена геометрическая коррекция снимка, которую выполняют для того, чтобы сферическое изображение земной поверхности было корректно представлено на плоскости и имело метрические свойства карты. С этой целью необходимые координаты были получены при помощи сервиса Google Earth, в котором снимки представлены в общемировой системе координат WGS-84. Далее используемое в работе изображение было трансформировано в СК-42 (система координат 1942 г.) при помощи программного пакета Erdas Imagine v.9.1.

Была опробована возможность использования алгоритма кластерной классификации космического снимка, заложенная в программе Erdas Imagine v.9.1 с целью изучения распознавания гарей. В статье используются возможности геоинформационного сервиса по оперативному мониторингу пожаров на территории Российской Федерации – ScanEx Fire Monitoring Service (SFMS), который предоставляет доступ к спутниковым данным низкого, среднего и высокого пространственного разрешения. Используется бесплатный и свободный доступ к космическим данным, реализуемый через популярный ресурс Google Earth и российский портал «Пожары – Космоснимки».

Описанная в работе технология позволяет выявлять зарождающиеся очаги лесных пожаров, оперативно отслеживать распространение огня с целью обеспечения безопасности людей, а впоследствии оценивать ущерб, нанесенный лесному хозяйству страны.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** космические снимки, информационные и геоинформационные технологии, интернет-ресурсы, аэрокосмическая подготовка.

---

<sup>1</sup> Национальный исследовательский Мордовский государственный университет, ул. Большевикская, 68, 430005, Саранск, Россия, *e-mail:* [varfol\\_nata@mail.ru](mailto:varfol_nata@mail.ru)

<sup>2</sup> Национальный исследовательский Мордовский государственный университет, ул. Большевикская, 68, 430005, Саранск, Россия, *e-mail:* [alex\\_varfol@mail.ru](mailto:alex_varfol@mail.ru)

<sup>3</sup> Национальный исследовательский Мордовский государственный университет, ул. Большевикская, 68, 430005, Саранск, Россия, *e-mail:* [manuhov@mail.ru](mailto:manuhov@mail.ru)

Natalia A. Kislyakova<sup>1</sup>, Alexander F. Varfolomeev<sup>2</sup>, Vladimir F. Manukhov<sup>3</sup>

## STUDY OF HOTSPOTS AND CINDERS IN THE WESTERN PART OF THE REPUBLIC OF MORDOVIA USING SPACE INFORMATION

### ABSTRACT

The possibilities of using specialized software products Erdas Imagine 9.1 and ArcGIS 9.2 are considered with the aim of studying some natural and anthropogenic factors based on space information. In particular, the technology of linking space images, deciphering foci of forest fires, counting the areas of burnt out areas is described. A geometric correction of the image was performed, which is carried out in order that the spherical image of the earth's surface was correctly represented on the plane and had the metric properties of the map. To this end, the necessary coordinates were obtained using the Google Earth service, in which the images are represented in the global WGS-84 coordinate system. Then the image used in the work was transformed into SK-42 (1942 coordinate system) using the Erdas Imagine v. 9.1 software package. The possibility of using the algorithm of cluster classification of a space image, incorporated in the program Erdas Imagine v. 9.1, was studied with the aim of studying the recognition of burnout. The article uses the capabilities of the geo-information service for rapid fire monitoring in the Russian Federation – ScanEx Fire Monitoring Service (SFMS), which provides access to satellite data of low, medium and high spatial resolution. Free and free access to space data is realized through the popular Google Earth resource and the Russian portal "Fires – Cosmos". The technology described in the work allows us to identify the incipient fires of forest fires, quickly monitor the spread of fire in order to ensure the safety of people, and subsequently assess the damage to forestry in the country.

**KEYWORDS:** space images, information and geoinformation technologies, Internet resources, aerospace training.

### ВВЕДЕНИЕ

Данные дистанционного зондирования (ДДЗ) Земли, получаемые со спутников, являются источником получения объективной информации для решения различных задач в области природопользования. Потребность в ДДЗ возникает, прежде всего, при исследовании негативных изменений окружающей среды и мониторинге природных и антропогенных процессов, в том числе при мониторинге лесных пожаров.

По информации РИА «Новости» за период с 1 апреля по 10 ноября 2010 г. в РФ примерно 2,8 млн га площадей, покрытых лесом, пройдено огнем, в том числе леса Республики Мордовия (РМ).

Нами была поставлена задача выявления очагов пожаров на западную часть территории РМ, так как именно здесь расположено большинство лесных массивов республики. Также были проведены дешифрирование и подсчеты площадей сгоревших участков леса.

---

<sup>1</sup> National Research Mordovian State University, Bolshevistskaya str., 68, 430005, Saransk, Russia, *e-mail:* [varfol\\_nata@mail.ru](mailto:varfol_nata@mail.ru)

<sup>2</sup> National Research Mordovian State University, Bolshevistskaya str., 68, 430005, Saransk, Russia, *e-mail:* [alex\\_varfol@mail.ru](mailto:alex_varfol@mail.ru)

<sup>3</sup> National Research Mordovian State University, Bolshevistskaya str., 68, 430005, Saransk, Russia, *e-mail:* [manuhov@mail.ru](mailto:manuhov@mail.ru)

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В настоящее время в сети Интернет имеется большой объем информации о космических съемках поверхности Земли. Прежде всего это каталоги, позволяющие бесплатно получить информацию о наличии снимков определенного типа данной территории. Как правило, в таких каталогах представлены снимки низкого и среднего пространственного разрешения.

Снимки позволяют не только выявлять различные явления и объекты, но и оценивать их количественно [Данюлис, 1989].

Применение космоснимков и их компьютерная обработка стали стимулом прогресса в области исследования геосистем. Снимки дают возможность оперативно и регулярно получать информацию об объектах и их взаимосвязях, а также процессах, происходящих на поверхности Земли [Глебова, 2004; Долганина, 2015].

Источником оперативной и объективной информации о пожарной обстановке является спутниковая съемка Земли. Летом 2010 г. был создан геоинформационный сервис по оперативному мониторингу пожаров на территории Российской Федерации – ScanEx Fire Monitoring Service (SFMS), который предоставляет доступ к спутниковым данным низкого, среднего и высокого пространственного разрешения. Бесплатный и свободный доступ к космическим данным реализуется через популярный ресурс Google Earth и российский портал «Пожары – Космоснимки» [<http://fires.kosmosnimki.ru/>] [Пупышева, Морозов, 2010]

Для решения поставленной задачи с сайта [fires.kosmosnimki.ru](http://fires.kosmosnimki.ru) был скопирован космический снимок на исследуемую территорию (рис. 1) на 4 августа 2010 г. При первом взгляде на снимок можно выделить несколько очагов пожаров (синие контуры). Красными контурами на снимке представлены административные границы субъектов РФ.

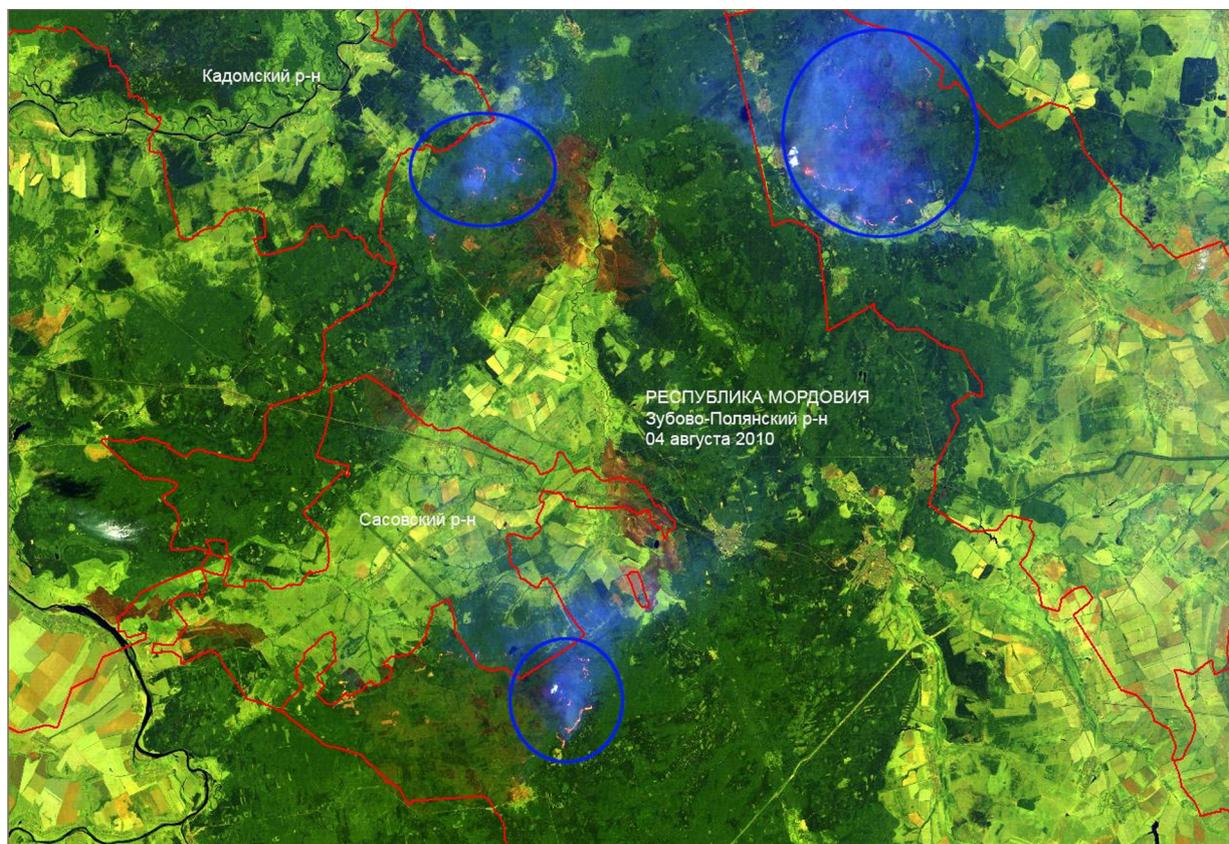


Рис. 1. Космический снимок изучаемой территории. Landsat-5, 04.08.2010, разрешение 30 м  
Fig. 1. Space image of the study area. Landsat-5, 04.08.2010, resolution 30 м

Затем проводилась геометрическая коррекция снимка, которую выполняют для того, чтобы сферическое изображение земной поверхности было корректно представлено на плоскости и имело метрические свойства карты. С этой целью необходимые координаты были получены при помощи сервиса Google Earth, в котором снимки представлены в общемировой системе координат WGS-84.

Для этого использовались четыре контрольные точки, в качестве которых были выбраны легко опознаваемые на изображении твердые контуры местности (перекрестки дорог, гидросеть, границы сельскохозяйственных угодий и др.). Координаты этих точек были получены в проекте Google Earth путем наведения курсора на выбранную точку.

Далее представленное изображение было трансформировано в СК-42 (система координат 1942 г.) при помощи программного пакета Erdas Imagine v.9.1.

Пересчет координат из одной системы в другую был выполнен при помощи картографического калькулятора (Coordinate Calculator), встроенного в программу Erdas Imagine, меню Tools. При пересчете указываются параметры входных (Input) и выходных (Output) данных: проекция, эллипсоид и др. Для входных данных устанавливались тип проекции Geographic (Lat/Lon) и эллипсоид WGS-84, а для выходных данных Gauss Kruger и Krasovsky соответственно. Единицы измерения программа определяет автоматически: градусы для первой проекции и метры для второй [Манухов, 2009].

Как на исходном, так и на трансформированном снимке можно оперативно распознать зарождающиеся очаги лесных пожаров по дыму и открытому огню. Для более точного дешифрирования гарей была проведена классификация, заложенная в программном обеспечении (ПО) Erdas Imagine [ERDAS Field Guide, 1999].

На данном этапе проводилась неконтролируемая классификация. Были заданы начальные условия: входной и выходной файлы, число классов и итераций. Классификация проводилась по следующим параметрам: 7 классов и 5 итераций; 15 классов и 6 итераций; 25 классов и 7 итераций; 39 классов и 9 итераций (рис. 2).

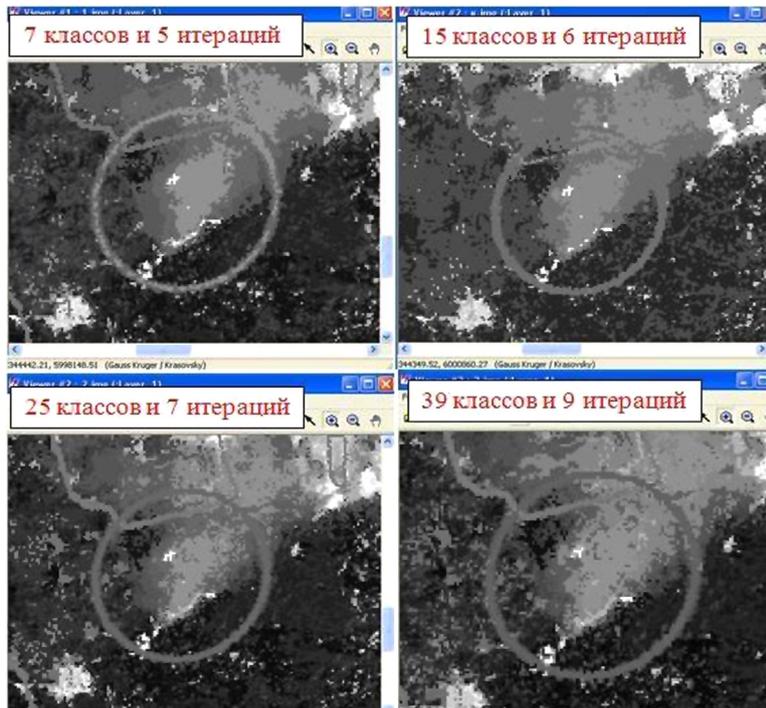


Рис. 2. Реализация автоматической классификации средствами программы Erdas Imagine  
Fig. 2. Implementation of automatic classification by means of Erdas Imagine

На полученных классифицированных изображениях не представляется возможным уверенно дешифровать участки, поврежденные огнем, так как этому препятствует задымление. Тем не менее, очаги возгорания можно рассмотреть. Для этого достаточно установить минимальные параметры для проведения неконтролируемой классификации. В данном случае – это 7 классов и 5 итераций.

Поврежденные огнем участки леса на момент проведения съемки (4 августа 2010 г.) были выявлены методом визуального дешифрирования. Чтобы свести к минимуму дымовую завесу при визуализации снимка использовались только синий и зеленый каналы снимка (рис. 3).

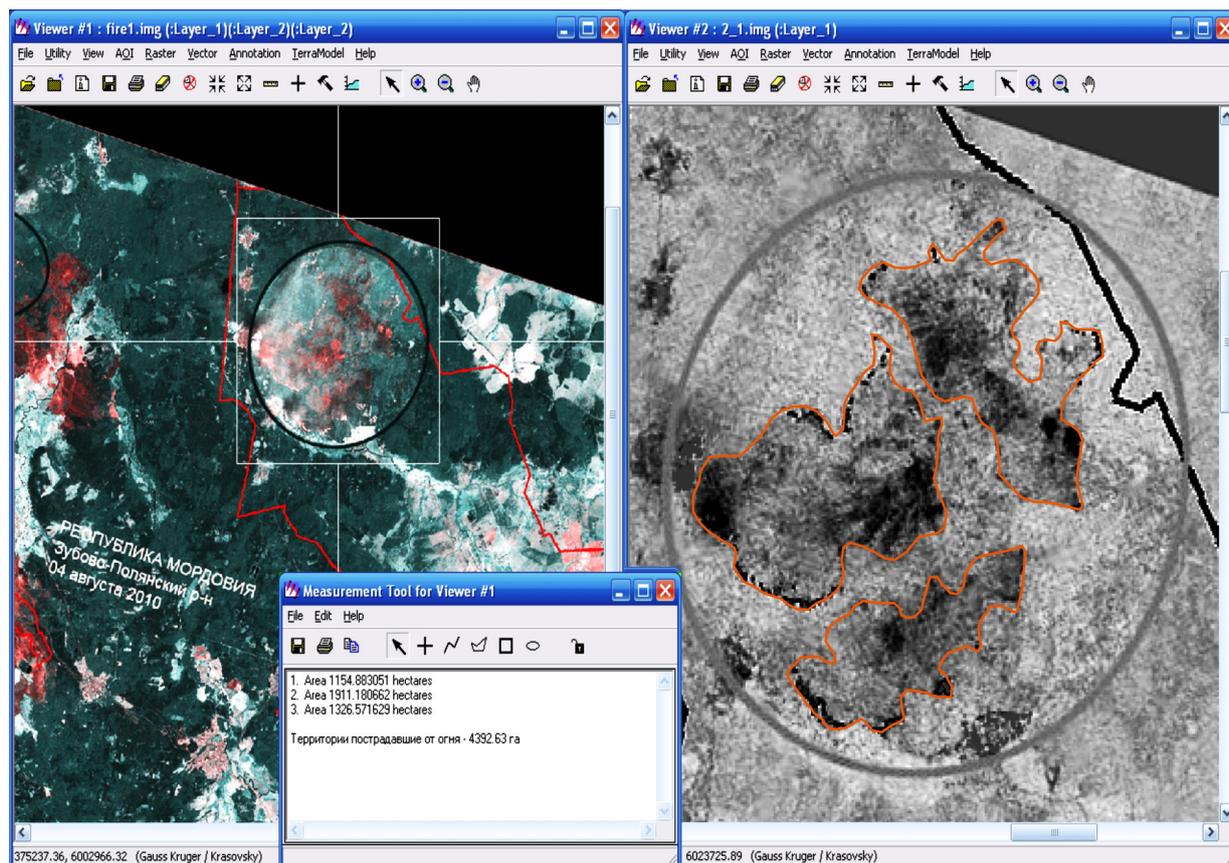


Рис. 3. Подсчет площади выгоревших лесов

Fig. 3. Calculation of the area of burnt forests

Далее были оцифрованы пострадавшие от лесных пожаров территории и подсчитаны их площади. В качестве примера на рис. 3 представлен один из участков снимка. Здесь представлена северная часть Торбеевского района РМ, в которой 4392,63 га леса были повреждены огнем.

Дальнейшее исследование было проведено с использованием программного обеспечения ArcGIS 9.2. В проекте ArcMap были объединены все материалы исследования: исходный снимок (см. рис. 1), результат неконтролируемой классификации, контуры выгоревших участков леса, а также добавлены административные границы районов РМ. В отдельные темы были выделены очаги возгорания и стены огня. В данный проект был добавлен снимок LANDSAT-5 с сервиса [glovis.usgs.gov](http://glovis.usgs.gov) на ту же территорию за месяц до пожаров. Совмещение оцифрованных площадей выгоревших лесов с этим снимком, показывает, что наибольший ущерб был нанесен хвойным породам леса (рис. 4).

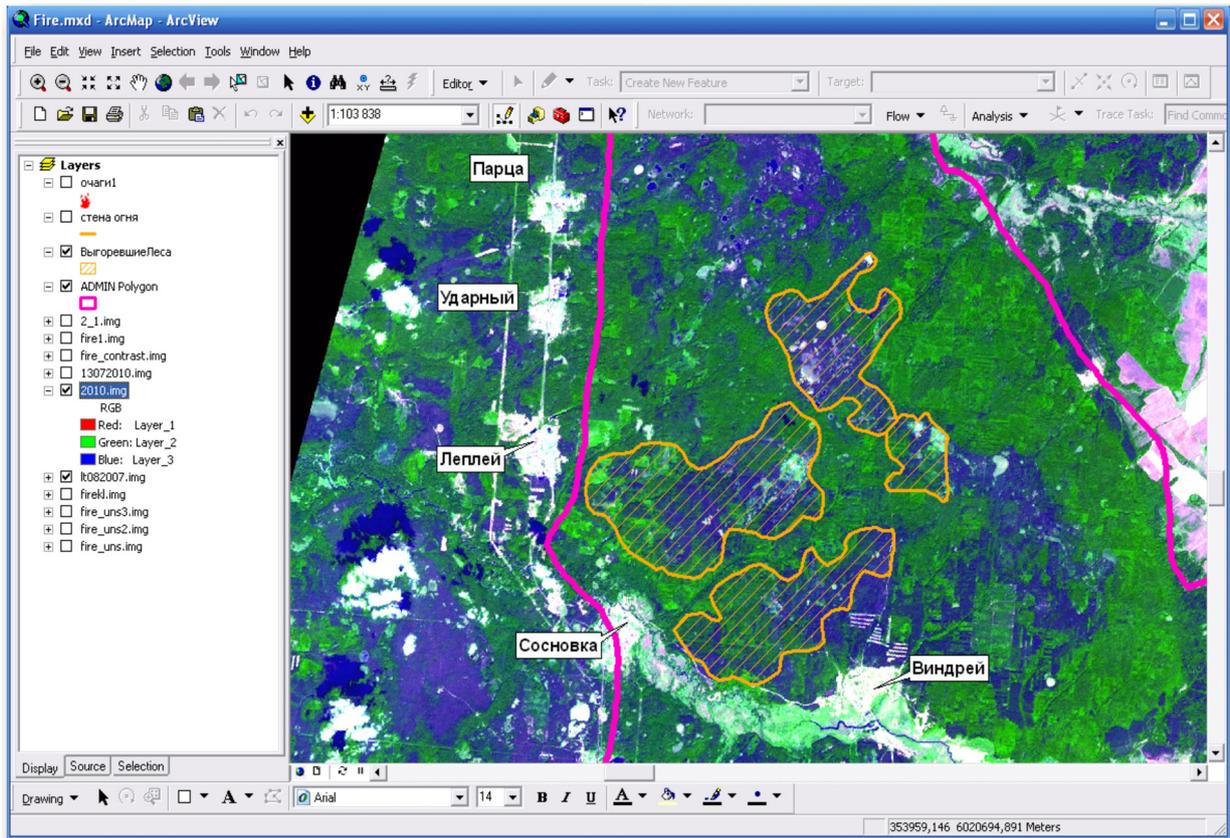


Рис. 4. Оцифрованные участки, пострадавшие от пожара (оранжевые контуры)  
 Fig. 4. Digitized sites affected by fire (orange contours)

**РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ**

На заключительном этапе исследования с сайта <http://fires.kosmosnimki.ru> были скопированы снимки на октябрь 2010 г. с выгоревшими участками от пожаров, и по технологии, описанной выше, привязаны в используемую систему координат. Далее, при помощи программного обеспечения MapInfo Professional 10.0, была оцифрована территория западной части Республики Мордовия и подсчитана площадь лесных пожаров на октябрь 2010 г. Она составила 64 800 га, что для республики является очень большим показателем. Результат дешифрирования показан на рис. 5.

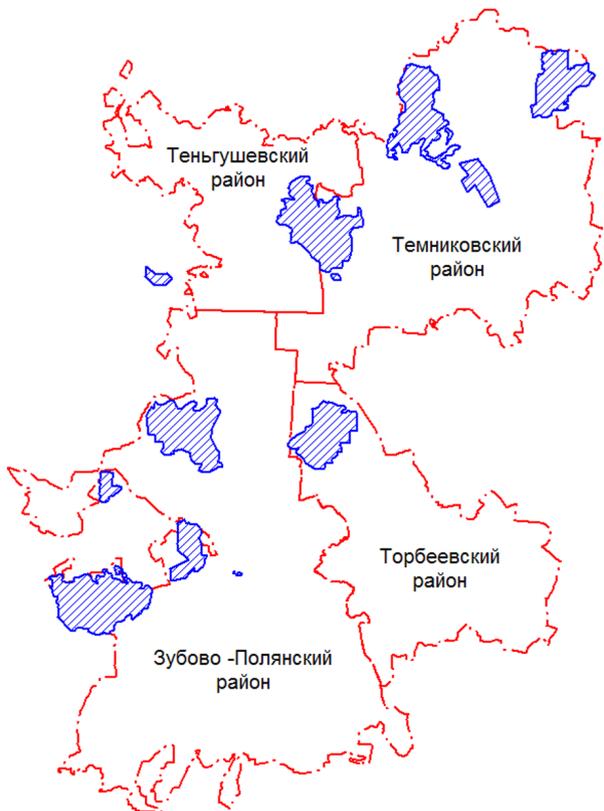


Рис. 5. Площади выгоревших участков в западной части Республики Мордовия  
 Fig. 5. Areas of burnt out plots in the western part of the Republic of Mordovia

## ВЫВОДЫ

Описанная в работе технология позволяет выявлять зарождающиеся очаги лесных пожаров. При помощи функций Erdas Imagine можно оперативно рассчитать площади открытого огня. А при своевременном поступлении информации (космической или аэросъемки) появляется возможность наблюдения за распространением стихийного бедствия в среде ArcGIS. Следовательно, обеспечивается возможность быстрого реагирования с целью обеспечения безопасности людей. Также программная среда ArcGIS может стать основой геоинформационного обеспечения для оценки ущерба, нанесенного лесному хозяйству страны, и ведения контроля восстановления лесных ресурсов.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Варфоломеев А.Ф., Коваленко А.К., Манухов В.Ф. ГИС для оценки природных и антропогенных факторов при территориальном природопользовании // ИнтерКарто9: ГИС для устойчивого развития территорий. Материалы Междунар. конф. 2003. С. 173–178.
2. Вдовин Е.С., Каверин А.В., Стволкова Е.Н. Сравнительная оценка лесистости на территориях Республики Мордовия и Марий Эл по результатам классификации спутниковых снимков LANDSAT // ИнтерКарто/ИнтерГИС. 2015. Т. 21. С. 433–438. DOI : 10.24057/2414-9179-2015-1-21-433-438.
3. Глебова Н. Image Analysis for ArgGIS – работа с растровыми изображениями. ARCREVIEW. 2004. № 3.
4. Данюлис Е.П., Жирин В.М., Сухих В.И., Эльман Р.М. Дистанционное зондирование в лесном хозяйстве. М.: Агропромиздат, 1989. 210 с.
5. Долганина М.Ю., Манухов В.Ф. Обработка данных дистанционного зондирования Земли в программе ScanEx Image Processor [Электронный ресурс] / М.Ю. Долганина // Огарев-online. 2015. № 24.
6. Лабутина И.А. Дешифрирование аэрокосмических снимков: учебное пособие для студентов вузов. М.: АспектПресс, 2004. 184 с.
7. Манухов В.Ф., Варфоломеев А.Ф., Варфоломеева Н.А. Использование космической информации в процессе учебно-исследовательской деятельности студентов // Геодезия и картография. 2009. № 7. С. 46–50.
8. Пунышева Н.В., Морозов В.В. Ежедневный спутниковый мониторинг пожарной обстановки в России // Землеустройство, кадастр и мониторинг земель. 2010. № 9. С. 65–71.
9. ERDAS Field Guide. ERDAS, Inc. Atlanta, Georgia. 1999. 672 с.

## REFERENCES

1. Danyulis E.P., Zhirin V.M., Sukhikh V.I., Elman R.M. Remote sensing in forestry. Moscow: Agropromizdat, 1989. 210 p. (in Russian).
2. Dolganina M.Y., Manukhov V.F. Processing of remote sensing data in the ScanEx Image Processor. Ogarev-online. 2015. No 24 (in Russian).
3. ERDAS Field Guide. – ERDAS, Inc. Atlanta, Georgia. 1999. 672 p.
4. Glebova N. Image Analysis for ArgGIS – work with raster images. ARCREVIEW. No. 3. 2004 (in Russian).
5. Labutina I.A. Decoding of aerospace images: training. manual for university students. M.: AspectPress. 2004. 184 p. (in Russian).
6. Manukhov V.F., Varfolomeev A.F., Varfolomeeva N.A. The use of space information in the process of educational and research activities of students. Geodesy and cartography. 2009. No 7. P. 46–50 (in Russian).

7. *Pupysheva N.V., Morozov V.V.* Day-to-day satellite-based monitoring of fires in Russia. Land management, cadastre and land monitoring. 2010. No 9. P. 65–71 (in Russian).
8. *Varfolomeev A.F., Kovalenko A.K., Manukhov V.F.* GIS for the assessment of natural and anthropogenic factors in the territorial use of nature. InterCarto9: GIS for the sustainable development of territories: materials of the International Conf. 2003. P. 173–178 (in Russian).
9. *Vdovin E.S., Kaverin A.V., Stvolkova E.N.* Comparative assessment of forest cover in the Republic of Mordovia and Mari El according to the results of the LANDSAT satellite images. InterCarto.InterGIS. 2015. V. 21(1). P. 433–438 (in Russian). DOI: 10.24057/2414-9179-2015-1-21-433-438 (in Russian).