

## РАСПОЗНАВАНИЕ ПРИРОДНЫХ КАТАСТРОФИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ

*Батырканов Жениш Исакунович, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Автоматическое управление», Кыргызский государственный технический университет им. И. Раззакова, 720044, Кыргызская Республика, г. Бишкек, пр. Ч. Айтматова 66, e-mail: [bjenish@mail.ru](mailto:bjenish@mail.ru)*

*Кудакеева Гулида Маданбековна, аспирант, Кыргызский государственный технический университет им. И. Раззакова, 720044, Кыргызская Республика, г. Бишкек, пр. Ч. Айтматова 66, e-mail: [gulida87\\_87@mail.ru](mailto:gulida87_87@mail.ru)*

Проблемы распознавания и мониторинга природных катастрофических явлений очень актуальны в практическом отношении для Кыргызстана т.к. Кыргызстан горная страна, в которой очень часто происходят такие катастрофические явления, как землетрясения, оползни, лавины, сели и т.д.

В связи с тем, что на сегодняшний день, как показывают литературные источники, эффективные процедуры распознавания вышеотмеченных процессов решены не в достаточной степени для потребностей практики, поэтому рассматриваемые исследования являются актуальными.

Проблема распознавания вышеотмеченных природных явлений в общем случае, относится к сфере использования интеллектуальных систем к задачам распознавания зрительных образов.

В данной статье предлагается новый подход распознавания природных катастрофических явлений на основе использования цветного информационного зрительного образа.

Суть подхода заключается в попиксельном сравнении геоинформационных цветных образов до и после катастрофических явлений.

Цветной геоинформационный образ получается на основе наложения на геоинформационную карту исследуемой территории цветного фотоснимка.

Геоинформационная карта – это оцифрованная территория в определенном формате.

Для наложения цветного фотоснимка (которая может быть в бумажном и электронных видах) используются различные считывающие устройства: такие как цветной сканер, цифровой фотоаппарат и т.д.

После процедуры наложения цветной геоинформационный образ далее переводится в компьютер в виде двоичного цифрового кода.

В последующем процедура распознавания заключается в попиксельном сравнении цветных геоинформационных образов полученных до и после катастрофического явления. Если процедура сравнения показывает на достаточно большое расхождение – это означает, что произошло катастрофическое явление в исследуемой территории.

**Ключевые слова:** образ, объект, алгоритм, катастрофа, геоинформационная система, хранение, переработка, отбор данных, распознавания, пиксель, геоинформационная карта.

## RECOGNITION OF NATURAL CATASTROPHIC PHENOMENA

*Batyrkanov Zhenish I., D. Sc. (Engineering), Professor, head of the Department of «Automatic Control», Kyrgyz state technical university named after I. Razzakov, 66 Ch. Aitmatova Avenue, Bishkek, 720044, Kyrgyz Republic, e-mail: [bjenish@mail.ru](mailto:bjenish@mail.ru)*

*Kudakeeva Gulida. M., post-graduate student, Kyrgyz state technical university named after I. Razzakov, 66 Ch. Aitmatova Avenue, Bishkek, 720044, Kyrgyz Republic, e-mail: [gulida87\\_87@mail.ru](mailto:gulida87_87@mail.ru)*

The problems of recognition and monitoring of natural catastrophic events are very relevant in practical terms for Kyrgyzstan since Kyrgyzstan is a mountainous country where catastrophic phenomena such as earthquakes, landslides, avalanches, mudflows, etc. very often occur.

Due to the fact that today, as shown by literary sources, effective procedures for recognizing the above processes have not been solved sufficiently for the needs of practice, therefore, the studies under consideration are relevant.

The problem of recognition of the above-mentioned natural phenomena in the general case, relates to the use of intelligent systems to the recognition of visual images.

This article proposes a new approach to the recognition of natural catastrophic phenomena through the use of color information visual image.

The essence of the approach is a per-pixel comparison of geoinformation color images before and after catastrophic events.

A color geoinformation image is obtained by superimposing a color photograph on the geoinformation map of the investigated area.

A geographic information map is a digitized territory in a specific format.

For overlaying a color photograph (which can be in paper and electronic forms), various reading devices are used: such as a color scanner, digital camera, etc.

After the overlay procedure, the color GIS image is then transferred to the computer in the form of a binary digital code.

The subsequent recognition procedure consists of pixel-by-pixel comparison of color geographic information images obtained before and after the catastrophic event. If the comparison procedure shows a sufficiently large discrepancy, this means that a catastrophic phenomenon has occurred in the study area.

**Keywords:** image, object, algorithm, catastrophe, geographic information system, storage, processing, data selection, recognition, pixel, geographic information map.

**Введение.** С развитием современного общества, уровень возможной опасности воздействий стихийных процессов и масштаб, связанных с ними людских и материальных потерь, увеличивается. Это объясняется ростом количества населения, освоением людьми новых мест жительства, в том числе на неудобных или опасных в инженерно-геологическом, инженерно-гидрогеологическом или природно-климатическом отношениях. Сказывается также глобальное изменение климата, который влечет за собой учащение экстремальных природных явлений, в некоторых случаях – они способствуют возникновению техногенных аварий и катастроф.

Опасные природные явления способны вызвать целый ряд техногенных аварий (пожаров, взрывов, выбросов химических веществ и т.д.). Результатом могут быть: экономический ущерб; человеческие жертвы; снижение уровней экономического, социального и экологического потенциалов регионов. Поэтому своевременное распознавание



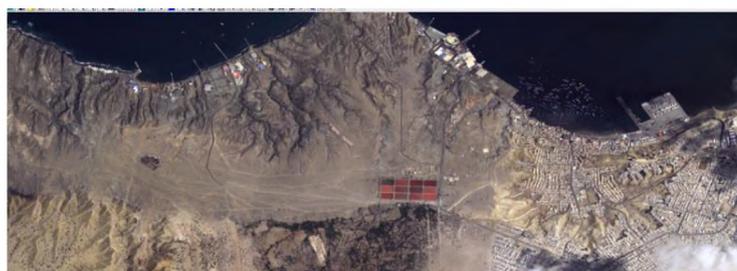
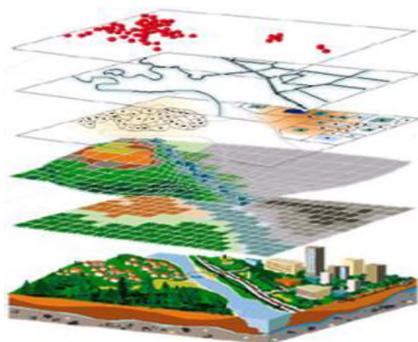


Рис. 2. Геоинформационный образ

Далее, полученный геоинформационный цветной образ сравнивается с геоинформационным образом полученной до катастрофы. При этом, предлагается различные алгоритмы распознавания наличия или отсутствия произошедшего катастрофического явления на этой территории. Если геоинформационные цветные образы, которые поступают со сканера через компьютер и геоинформационный образ нормального состояния, который хранится в базе данных совпадают, то природного катастрофического явления не произошло. Если же эти геоинформационные образы имеют большое расхождение, то это указывает на факт, что произошло катастрофическое явление. При этом каждое природное явление имеет свои спектральные характеристики (двоичные «цветные» образы). Процедура сравнения осуществляется попиксельно.

Все многообразие красок на экране получается путем смешивания трех базовых цветов: красного, синего, зеленого. В таблице 1 представлены двоичные коды восьми цветной палитры. Каждый пиксель на экране состоит из трех близко расположенных элементов, светящихся этими цветами.

Таблица 1

Двоичный код восьми цветной палитры			
красный	зеленый	синий	Цвет
0	0	0	Черный
0	0	1	Синий
0	1	0	Зеленый
0	1	1	Голубой
1	0	0	Красный
1	0	1	Розовый
1	1	0	Коричневый
1	1	1	Белый

Пиксел - наименьший адресуемый элемент растрового изображения, неделимая точка в графическом изображении. Характеризуется прямоугольной формой и размерами, определяющими пространственное разрешение изображения.

Растровые изображения напоминают лист клетчатой бумаги, на котором любая клетка закрашена каким-либо цветом, образуя в совокупности рисунок (bitmap).

**Программа распознавания на модельных примерах.** Программу распознавания природного явления можно наглядно рассмотреть на примере простых изображений. Для примера было взято два изображения, модельно имитирующих природную местность. Для наглядности и чистоты эксперимента было принято решение использовать изображение размером 10\*10 пикселей, состоящее из четырех разных цветов, а именно: голубой, белый,

синий и зеленый. Условно обозначим каждый цвет кодовой комбинацией в двоичной системе: 0000 голубой; 0010 белый; 0100 синий; 1000 зеленый.

A	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000
2	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0010
3	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0010	0010
4	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000
5	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000
6	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000
7	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	1000	0000	1000
8	0100	0100	0100	0100	0100	0100	0100	1000	1000	1000
9	0100	0100	0100	0100	0100	0100	0100	0100	0100	0100
10	0100	0100	0100	0100	0100	0100	0100	0100	0100	0100

Рис. 3(а). Изображение до изменения

Этапы работы программы распознавания после получения изображений:

1. Выбираем первое изображение до изменения, которое представлено на рисунке 3 (а).
2. Переводим его в массив, размерностью 10\*10 ячеек, что соответствует разрешению изображения 10\*10 пикселей. Каждый элемент массива соответствует одному пикселю изображения, который имеет свой адрес и цветность. Данный массив А представлен в таблице 2. Например, в первом изображении элемент массива А под адресом 4.3 имеет цветность 0000, то есть голубой цвет, элемент с адресом 8.10 имеет цветность 1000, это зелёный цвет, а элемент 3.9 – 0010, что соответствуем белому цвету.

Таблица 2

A	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000
2	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0010
3	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0010	0010
4	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000
5	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000
6	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000
7	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	1000	0000	1000
8	0100	0100	0100	0100	0100	0100	0100	1000	1000	1000
9	0100	0100	0100	0100	0100	0100	0100	0100	0100	0100
10	0100	0100	0100	0100	0100	0100	0100	0100	0100	0100

3. Следующим этапом является перевод второго изображения которая получена (отображает) произошедшего природного явления (рис.3 (б)) в массив таким же образом, как и для первого.

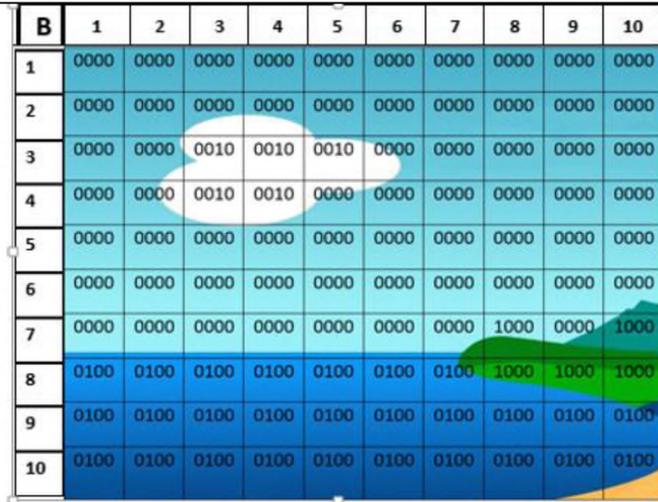


Рис. 3 (б). Изображение после изменения

В таблице 3 представлен массив В второго изображения, в массиве В элемент с адресом 3.9 имеет цветность 0000, то есть голубой цвет, а элемент с адресом 4.3 – цветность 0010, что соответствует белому цвету.

Таблица 3

A	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000
2	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000
3	0000	0000	0010	0010	0010	0000	0000	0000	0000	0000
4	0000	0000	0010	0010	0000	0000	0000	0000	0000	0000
5	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000
6	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000
7	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	1000	1000
8	0100	0100	0100	0100	0100	0100	0100	0100	1000	1000
9	0100	0100	0100	0100	0100	0100	0100	0100	0100	0100
10	0100	0100	0100	0100	0100	0100	0100	0100	0100	0100

4. Основным этапом алгоритма распознавания является по пиксельное сравнение двух изображений

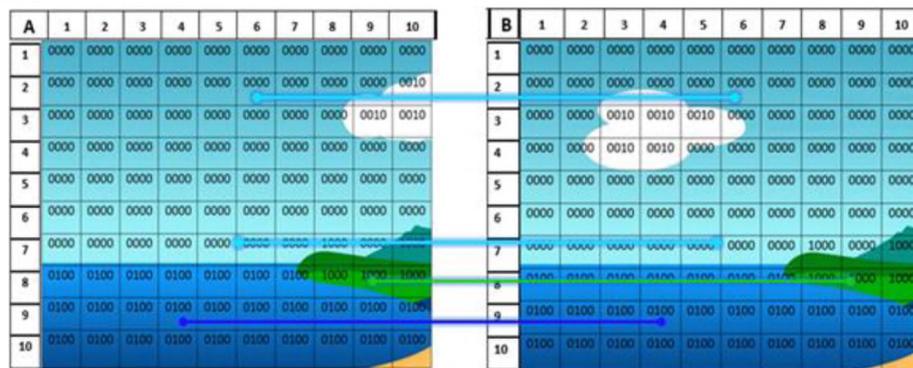


Рис. 4. Поэлементное нахождение схожих цветов на двух разных картинках

Сравнение двух массивов происходит следующим образом:

Выбираются элементы из каждого массива с одинаковыми адресами и сравнивается их цветность.

Например,  $A_{11}=0000$ ,  $B_{11}=0000$ , следовательно,  $A_{11}=B_{11}$ , и эти элементы или пиксели изображения не потерпели изменений.  $A_{26}=0000$ ,  $B_{26}=0000$ , следовательно,  $A_{26}=B_{26}$ , и эти элементы также остались без изменения. Таким образом, неизменные элементы соединяются одной линией. Это показано на рисунке 5. А к примеру, элементы массива  $A_{33}=0000$ ,  $B_{33}=0010$ , то есть  $A_{33} \neq B_{33}$ , следовательно, данные пиксели второго изображения подверглись изменению. Элементы  $A_{210}=0010$ ,  $B_{210}=0000$ , таким образом  $A_{210} \neq B_{210}$ , и они также изменились. Программа обрабатывает таким путем все элементы двух массивов, начиная с  $A_{11}$  и  $B_{11}$  и заканчивая  $A_{1010}$  и  $B_{1010}$ .

Нами была разработана программа на языке высокого уровня Python. Для проверки разработанной нами программы распознавания были взяты снимки села Курбу-Таш Ошской области. Так как по данным МЧС, в основном оползни сходят в Ошской и Джалал-Абадской областях. Всего с начала года произошло более 100 оползней, а более 60 создали чрезвычайные ситуации, то есть разрушили дома и привели к гибели людей.

В качестве реального примера мы взяли снимок села Курбу-Таш Узгенского района Ошской области опубликованный в 2017 году американским космическим агентством NASA. Снимки с космического спутника сняты за неделю до схода оползня и после.

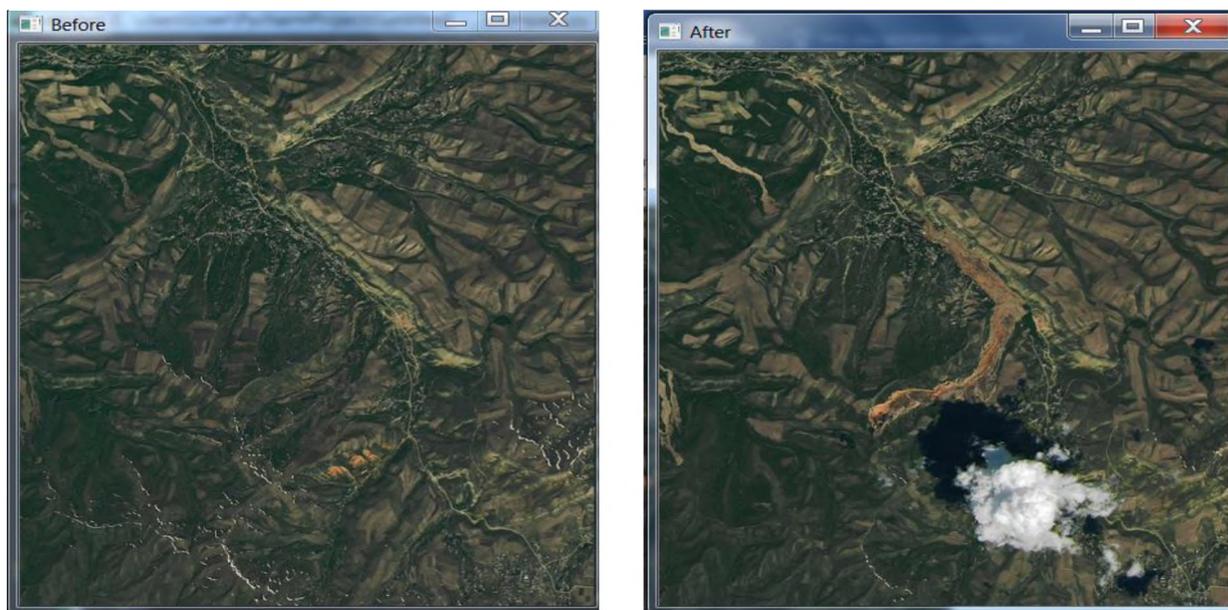


Рис. 5. (а,б) Изображения природной местности до и после оползня

Для сравнения фотографий и, соответственно, распознавания природного явления программа, после занесения изображений в базу данных, переводит изображения в массивы. Затем происходит непосредственное сравнение элементов двух массивов. После сравнения одинаковые пиксели соединяются линией.

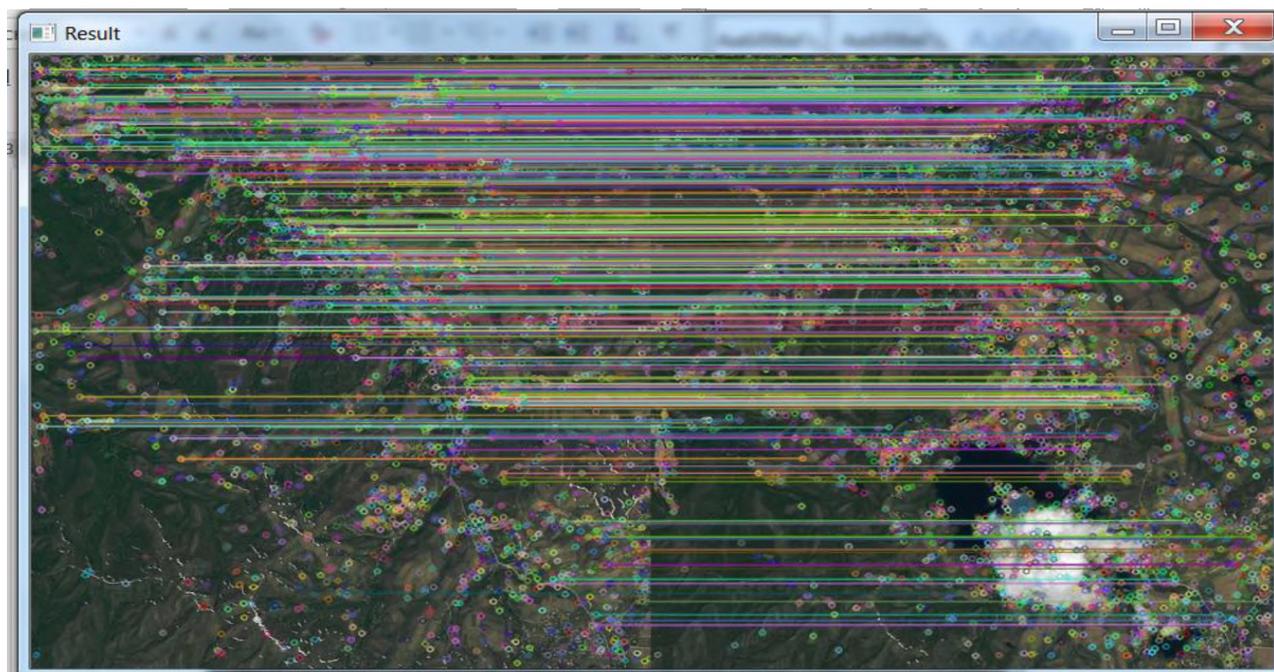


Рис. 6. Результат сравнения

На рисунке 6 наглядно видно области, которые не потерпели изменений. Эти области соединены линиями, а области, которые подверглись изменениям, помечены точками, однако линиями не соединены.

Произведя подсчет схожих элементов, и суммируя их, программа выводит процентное соотношение сходства двух изображений. В нашем случае сходство двух фотографий до и после оползня равно 14.30 %, а это говорит о том, что природное явление произошло.

```
Сходство: 14.307645072152287
Природные явление произошло
```

**Выводы.** Основой исследований является программа, которая сравнивает относительно одинаковые две фотографии до катастрофического явления и после него. По итогам сравнения он дает нам либо положительный, либо отрицательный ответ. Но мы должны учитывать, что распознавание изображений местности является крайне сложным процессом. Это все обусловлено тем, что природа меняется по изменению времени года. Если мы хотим получить более точный результат, мы должны использовать фотографии, которые были сделаны в одно и тоже время года. Ведь фотография, сделанная летом и фотография этой же местности, сделанная зимой будет сильно отличаться друг от друга. Также следует учитывать время суток.

С помощью модельного примера показывается, как в общих чертах работает программа. Путем сравнения двух имеющихся изображений поверхности земли (например: до оползня и после) мы определим, произошел оползень, пожар и т.д. и в какой местности. Сравнение и вывод будет производиться по процентному соотношению цветов, присутствующих на снимках. В последующем полученный процент цвета будет сравниваться, из чего будет сделан вывод: произошли изменения или нет.

Список литературы

1. Ананьев Ю. С. Геоинформационные системы: учебное пособие. – Томск: Изд-во ТПУ, 2003. – 70 с. 11.
2. Алексеев А. С., Пяткин В. П., Дементьев В. Н. и др. Автоматизированная обработка изображений природных комплексов Сибири. – Новосибирск: Наука, 1988. – 222 с.
3. Atlas of Remote Sensing for World Heritage / ed. Guo Huadong. – Beijing: Springer, 2012. – 330 p. 4.
4. Батырканов Ж.И., Кудакеева Г.М. Подход распознавания зрительных образов на основе эталонов и обучения // Б.:ИЦ «Техник», Известия КГТУ, – 2015. – №1 (34). – С. 11-13.
5. Батырканов Ж. И., Кудакеева Г. М. Проблемы и подходы к распознаванию объектов в задачах обработки аэрокосмических снимков [Электронный ресурс] // Огарев-online. – 2018. – №13. – Режим доступа: <http://journal.mrsu.ru/arts/problemy-i-podxody-k-raspoznvaniyu-obektov-v-zadachah-obrabotki-aerokosmicheskix-snimkov>
6. Академик РАН В.Г. Бондур, д.ф.-м.н. В.Ф. Крапивин, к.т.н. И.И. Потапов, В.Ю. Солдатов // Проблемы окружающей среды и природных ресурсов. Природные катастрофы и окружающая среда. – 2012. - №1. – С. 3-150.
7. Злобин В.К., В.В.Еремеев, Кузнецов А.Е. Обработка изображений в геоинформационных системах // Рязань, Изд-во РГРТУ, – 2008. – 264 с.
8. Кашенко Н.А., Попов Е.В., Чечин А.В. Геоинформационные системы: учебное пособие для вузов // Н.Новгород, ННГАСУ, – 2012. – 130 с.
9. Саак А. Э., Пахомов Е. В., Тюшняков В. Н. Информационные технологии управления: учебник для вузов. – СПб.: Питер, 2012. – 320 с.
10. Chandra A. M., Goush S. K. Remote Sensing and Geographical Information System. – New Delhi: Narosa Publishing House, 2006. – 308 p.
11. Ципилева Т. А. Геоинформационные системы. Учебное пособие. – Томск: Изд-во ТУСУР, 2010. – 120 с.
12. Шевченко О. Ю., Гейдор В. С. Геоинформационные системы: учебное пособие. – Ростов-на-Дону: РСГУ, 2013. – 196 с.

References

1. Anan'ev Y. S. Geoinformacionnye sistemy: uchebnoe posobie. – Tomsk: Izd-vo TPU, 2003. – 70 s. 11.
2. Alekseev A.S., Pyatkin V.P., Dementev V.N. Avtomatizirovannaya obrabotka izobrajenii prirodnyh kompleksov Sibirii. – Novosibirsk: Nauka, 1988. -222 s.
3. Atlas of Remote Sensing for World Heritage / ed. Guo Huadong. – Beijing: Springer, 2012. – 330 p. 4.
4. Baturkanov J.I., Kudakeeva G.M. Podhody raspoznvaniyu zritelnyh obrazov na osnove etalonov i obucheniya.-B.:Teknik, izvestiya KSTU, - 2015. - №1 (34). – p. 11-13.
5. Baturkanov J.I., Kudakeeva G.M. Problemy i podhody k raspoznvaniyu obektov v zadachah obrabotki aerokosmicheskix snimkov [elektronnyi resurs] // Ogarev-online. – 2018. – №13. – Rejim dostupa: <http://journal.mrsu.ru/arts/problemy-i-podxody-k-raspoznvaniyu-obektov-v-zadachah-obrabotki-aerokosmicheskix-snimkov>.
6. Akademik RAN V.G. Bondur, d.f.-m.n., V.F. Krapivin, k.t.n., I.I. Potapov, V.Y. Soldatov // Problemy okrujayushei sredy i prirodnyh resursov. Prirodnye katastrofy i okrujayushaya sreda.– 2012. - №1. – s. 3-150.
7. Cipilev T. A. Geoinformacionnye sistemy. Uchebnoe posobie.– Tomsk: Izd-vo TUSUP, 2010. – 120 s.
8. Kazhenko N.A., Popov E.V., Chechin A.V. Geoinformacionnye sistemy: uchebnoe posobie dlya vuzov// N. Novgorod, NNGASU, – 2012. – 130 p..

9. Saak A. E., Pahomov E. V., Tyushnyakov V. N. Informacionnye tehnologii upravleniya: uchebnik dlya vuzov. – SPB.: Piter, 2012. – 320 s.
10. Zlobin V.K., Eremeev V.V., Kuznecov A.E. Obrabotka izobrajenii v geoinformacionnyh sistemah// Ryazan, Izd-vo RGRTU, – 2008. – 264 p.
11. Chandra A. M., Goush S. K. Remote Sensing and Geographical Information System. – New Delhi: Narosa Publishing House, 2006. – 308 p.
12. Shevchenko O.Yu. Geidor V.S. Geoinformacionnye sistemy: uchebnoe posobie. – Rostov-na-Donu: RCGU, 2013. – 196 s.