

Библиографические ссылки

1. **Алексеев К.Б.** Управление космическими летательными аппаратами / К.Б. Алексеев, Г.Г. Бебенин. – М. : Машиностроение, 1974. – 344 с.
2. **Алпатов А.П.** Динамика космических аппаратов с магнитными системами управления / А.П. Алпатов, В.И. Драновский, Ю.Д. Салтыков, В.С. Хорошилов. – М. : Машиностроение, 1978. – 200 с.
3. **Бебенин Г.Г.** Системы управления полетом космических аппаратов / Г.Г. Бебенин, Б.С. Скребушевский, Г.А. Соколов ; под ред. Г.Г. Бебенина. – М. : Машиностроение, 1978. – 270 с.
4. **Белецкий В.В.** Движение спутника относительно центра масс в гравитационном поле / В. В. Белецкий. – М. : Изд-во МГУ, 1975. – 308 с.
5. **Боевкин В.И.** Ориентация искусственных спутников в гравитационных и магнитных полях / В.И. Боевкин, Ю.Г. Гуревич. – М. : Наука, 1976. – 304 с.
6. **Каргу Л.И.** Системы угловой стабилизации космических аппаратов / Л.И. Каргу. – М. : Машиностроение, 1980. – 170 с.
7. **Коваленко А.П.** Магнитные системы управления космическими летательными аппаратами / А.П. Коваленко. – М. : Машиностроение, 1975. – 248 с.
8. **Лебедев Д.В.** Навигация и управление ориентацией малых космических аппаратов. / Д. В. Лебедев, А. И. Ткаченко. – К. : Наук. думка, 2006. – 298 с.
9. **Павловський М.А.** Системи керування обертальним рухом космічних апаратів / М.А. Павловський, В.П. Горбулін, О.М. Клименко. – К. : Наук. думка, 1997. – 196 с.
10. **Попов В.И.** Системы ориентации и стабилизации космических аппаратов / В.И. Попов. – М. : Машиностроение, 1986. – 184 с.
11. **Разыграев А.П.** Основы управления полетом космических аппаратов / А.П. Разыграев. – М. : Машиностроение, 1977. – 472 с.
12. **Раушенбах Б.В.** Управление ориентацией космических аппаратов / Б.В. Раушенбах, Е.Н. Токарь. – М. : Наука, 1974. – 600 с.

Надійшла до редколегії 15.04.2016

УДК 004.9

Д. К. Мозговой, В. В. Васильев

Днепропетровский национальный университет имени Олеся Гончара

АНАЛИЗ МНОГОЛЕТНЕЙ ЗАСУХИ ПО ДАННЫМ LANDSAT 8

Выполнен анализ спутниковых снимков со спутника Landsat 8 (съёмочный прибор OLI) с целью оценки влияния засухи 2011–2015 гг. на крупные пресноводные водоемы штата Калифорния. Выявлены существенные смещения береговой линии озер Оровиль и Фолсом.

Ключевые слова: мониторинг засухи, спутниковые снимки, индексные изображения, смещения береговой линии.

Виконано аналіз супутникових знімків із супутника Landsat 8 (знімальний прилад OLI) з метою оцінки впливу посухи 2011–2015 рр. на великі прісноводні водойми штату Каліфорнія. Виявлено істотні зсуви берегової лінії озер Оровіль і Фолсом.

Ключові слова: моніторинг посухи, супутникові знімки, індексні зображення, зсуви берегової лінії.

The executed analysis of the Landsat 8 satellite images for the reason estimations of the influence of the drought 2011–2015 on large freshwater lakes in California. Will Revealed essential coast line offsets for Oroville and Folsom lakes.

Keywords: monitoring of the drought, satellite picture, indexed images, offsets of coast line.

Введение. По данным ООН, рост потребления пресной воды, вызванный увеличением численности населения и последствиями изменений климата, ведет к растущей нехватке водных ресурсов. В последние 40 лет количество пресной воды на каждого человека в мире уменьшилось на 60 %. В течение последующих 25 лет предполагается дальнейшее уменьшение еще в 2 раза. Вместе с этим резко увеличился расход воды населением на бытовые нужды, особенно в развитых странах, в частности, в США. При ежегодной потребности на выращивание пищи на каждого человека в год, равной 400 000 литров, в США используется 1 700 000 литров. При минимальной потребности в воде для бытовых нужд (в том числе в питьевой воде) 50 литров в день, в США потребляется воды в 8 раз больше, т. е. 400 литров в день. В США запасы воды, накопленные еще со времени ледникового периода, выкачиваются со скоростью, на 25 % большей, чем скорость их возобновления. В некоторых районах превышение расхода над восстановлением достигает 160 %. Как и почва, грунтовые воды восстанавливаются очень медленно – примерно 1 % в год.

Постановка проблемы. Штат Калифорния является в США одним из наиболее малообеспеченных пресной водой при высоком водопотреблении – засуха в этом штате достигла катастрофических масштабов. Январь 2015 г. стал самым засушливым месяцем в Калифорнии за все время наблюдений с 1895 года.

От централизованного снабжения водой зависят две трети населения штата – это около 25 млн человек и более 400 тыс. гектаров сельскохозяйственных земель. Рекордно низкими стали уровень грунтовых вод и высота снежного покрова – это можно объяснить выкачиванием подземных вод для ирригации сельскохозяйственных угодий. Уровень воды в водохранилищах Калифорнии приблизился к критически низкой отметке. Власти штата вынуждены ужесточать меры по экономии воды, которой не хватает порой на первоочередные нужды граждан.

Необходимость проведения исследований. Решение проблемы рационального использования и охраны водных ресурсов возможно только на основе комплексного системного подхода к изучению пространственно-временных закономерностей влияния природных и антропогенных факторов на качество и объем поверхностных вод с использованием спутниковых и наземных данных. При изучении водного режима суши одним из важных входных параметров гидрологических моделей является площадь поверхности водоемов.

Регулярное получение информации об этом параметре по наземным данным является сложной задачей и требует большого объема работ. Использование спутниковых данных позволяет существенно упростить эту задачу и выполнять ее с большей оперативностью и периодичностью при меньших затратах.

Исходные данные для исследований. Для количественной оценки последствий засухи 2013–2015 гг. в Калифорнии были выбраны крупные пресноводные водоемы – озеро Оровиль и озеро Фолсом (рис. 1). Источниками информации о состоянии данных водоемов за указанный период были многоспектральные снимки среднего пространственного разрешения со спутника Landsat 8 (съемочный прибор OLI).

Методология исследований. Для определения динамики изменения площади водной поверхности озер Оровиль и Фолсом был выполнен поиск и обработка снимков спутника Landsat 8, которая включала следующие этапы: – предварительные операции (выбор области интереса, поиск снимка по дате);

- спектральный синтез в натуральных и в искусственных цветах;
- создание индексных изображений NDWI и MNDWI;
- пороговая бинаризация индексного изображения;
- морфологическая фильтрация бинарного изображения;
- векторизация бинарного изображения и расчет площади водной поверхности;
- визуализация изменений на цифровой карте и экспорт векторного слоя в kml-файл.

Индексные изображения NDWI (Normalized Difference Water Index) и MNDWI (Modified NDWI) позволяют выделить на спутниковом снимке водные объекты по спектральным каналам ближнего ИК (NIR), коротковолнового ИК (SWIR) и видимого (Green) диапазонов.

Они рассчитываются по формулам:

$$NDWI = (Green - NIR) / (Green + NIR); MNDWI = (Green - SWIR) / (Green + SWIR).$$

Данные формулы используют существенное различие коэффициентов отражения (альбедо) в спектральных каналах ближнего ИК, коротковолнового ИК и видимого диапазонов, соответствующих водной поверхности и суше.

Результаты исследований. На рис. 1 показаны результаты основных этапов обработки снимка озера Оровиль от 3 июня 2013 г. со спутника Landsat 8.

На рис. 2 показаны результаты основных этапов обработки снимка озера Оровиль от 12 августа 2015 г. со спутника Landsat 8.

На рис. 3 показаны изменения озера Оровиль между 3 июня 2013 г. и 12 августа 2015 г. по данным спутника Landsat 8. Уменьшение площади водной поверхности составило 2112 га.

Приведенные выше катастрофические последствия многолетней засухи наблюдались практически на всем участке береговой линии озера Оровиль.

Благодаря широкой полосе захвата съемочного прибора OLI спутника Landsat 8 был проведен аналогичный мониторинг изменений для озера Фолсом по тем же снимкам.

На рис. 4 показаны результаты основных этапов обработки снимка озера Фолсом от 3 июня 2013 г. со спутника Landsat 8.

На рис. 5 показаны результаты основных этапов обработки снимка озера Фолсом от 12 августа 2015 г. со спутника Landsat 8.

На рис. 6 показаны изменения озера Фолсом между 3 июня 2013 г. и 12 августа 2015 г. по данным спутника Landsat 8. Уменьшение площади водной поверхности составило 1840 га.

Приведенные катастрофические последствия многолетней засухи наблюдались практически на всем участке береговой линии озера Оровиль.

Благодаря широкой полосе захвата съемочного прибора OLI спутника Landsat 8 был проведен аналогичный мониторинг изменений для озера Фолсом по тем же снимкам.

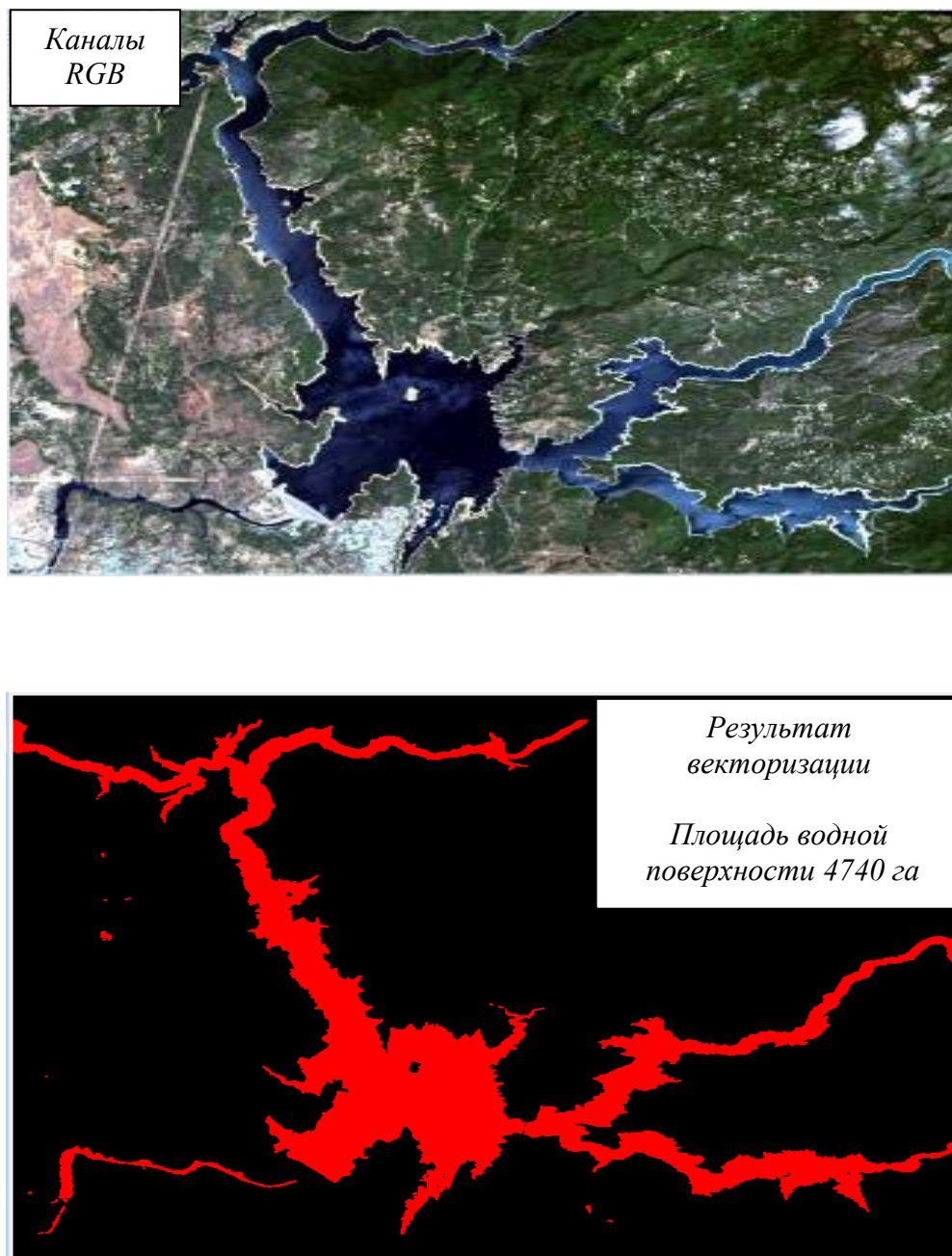


Рис. 1. Результаты обработки снимка озера Оровиль от 3 июня 2013 г.

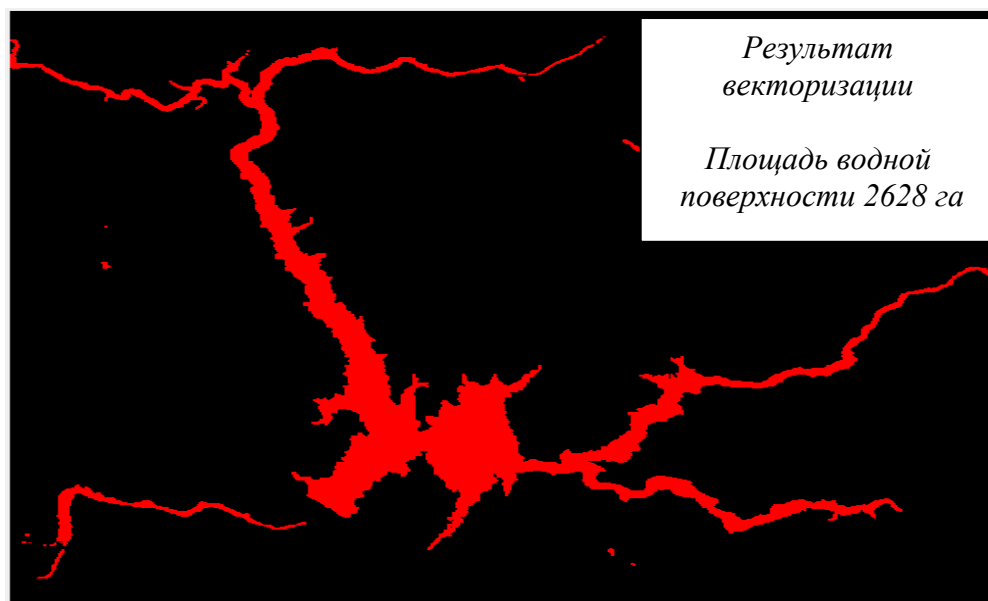


Рис. 2. Результаты обработки снимка озера Оровиль от 12 августа 2015 г.

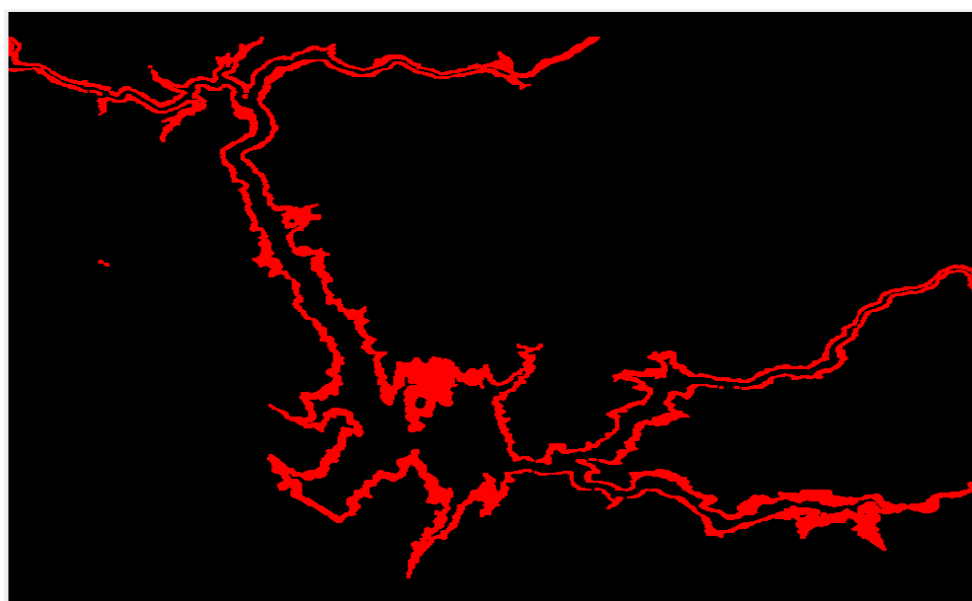
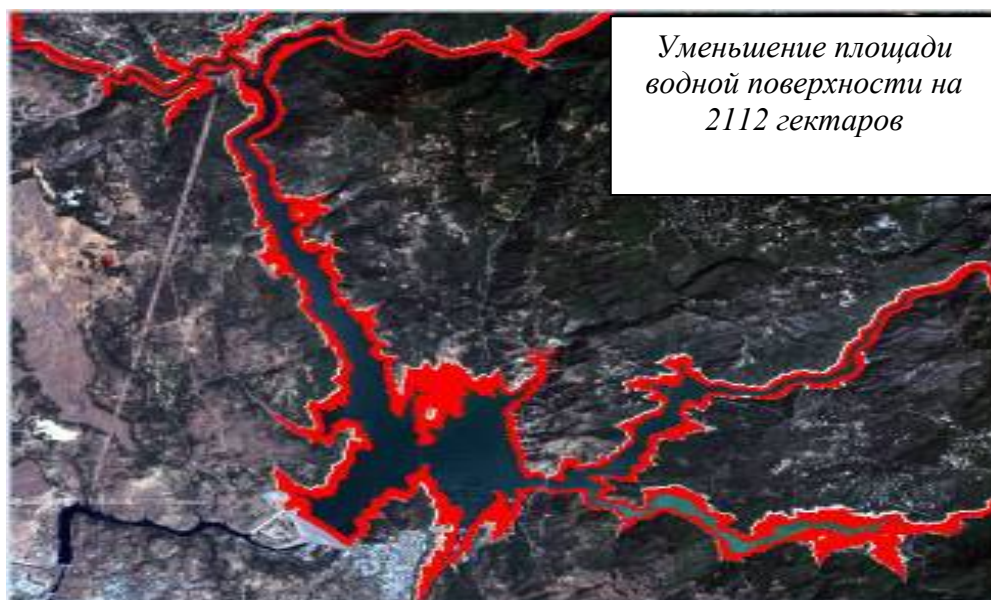


Рис. 3. Изменения озера Оровиль между 3 июня 2013 г. и 12 августа 2015 г.

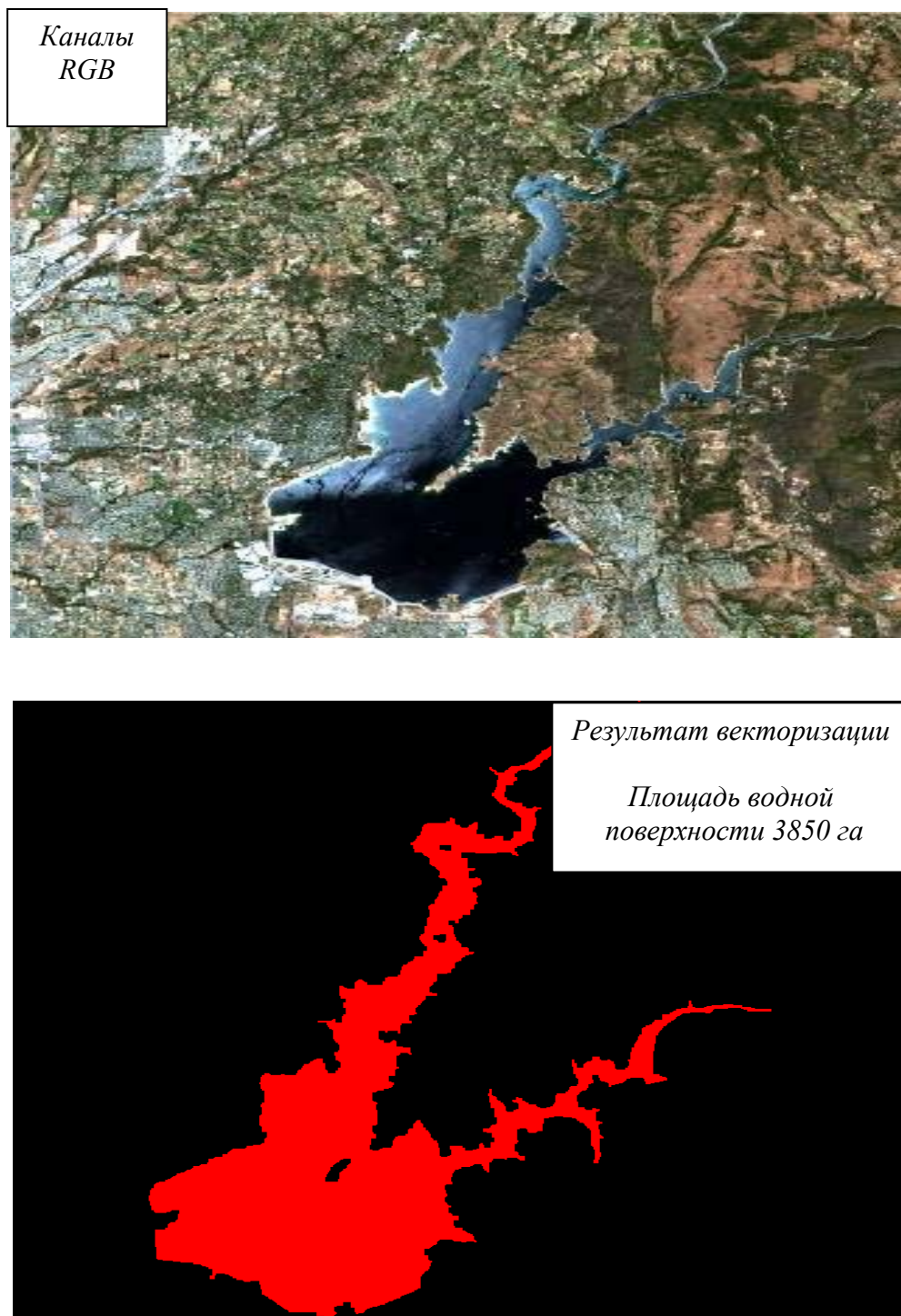


Рис. 4. Результаты обработки снимка озера Фолсом от 3 июня 2013 г.

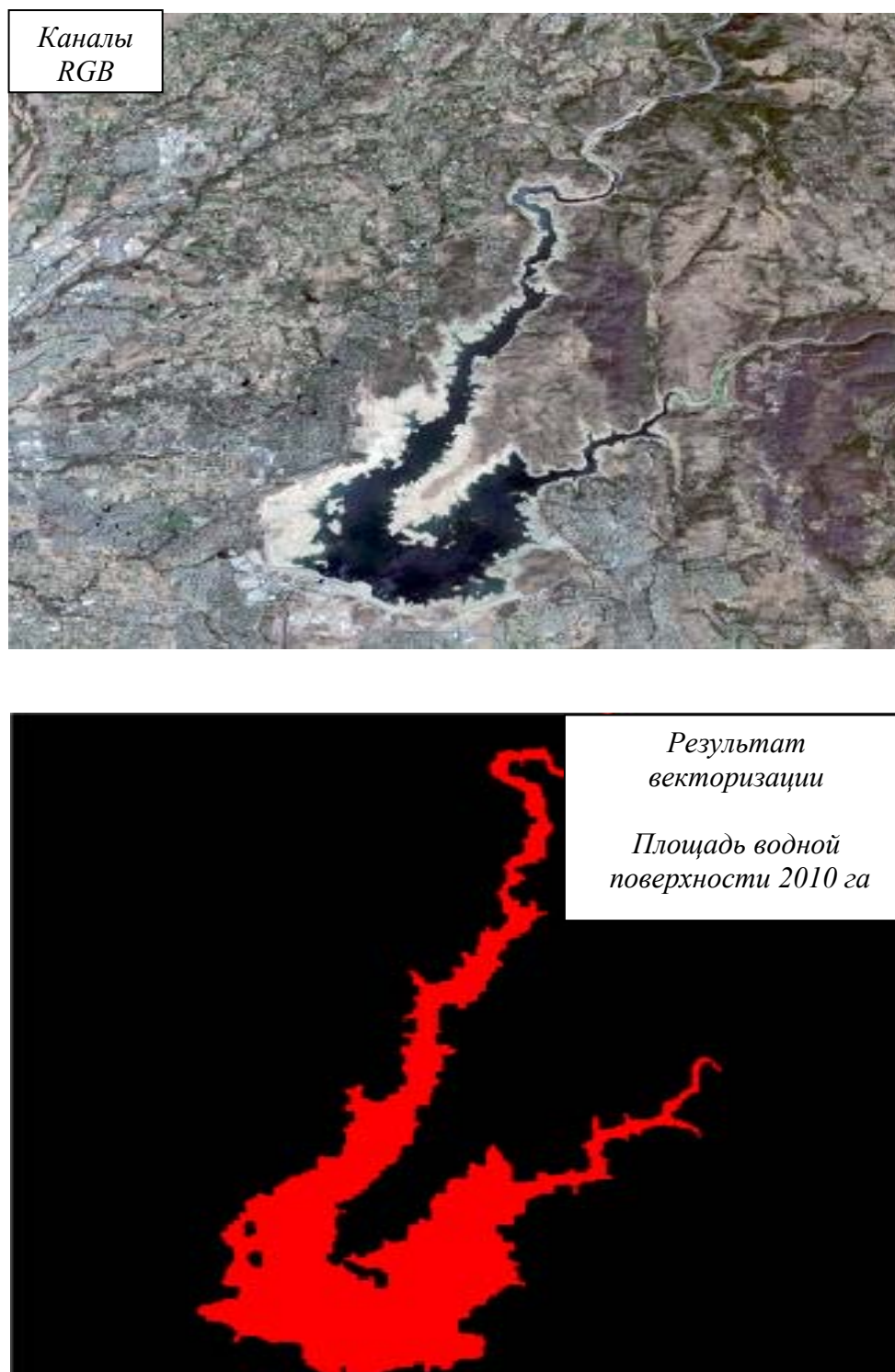


Рис. 5. Результаты обработки снимка озера Фолсом от 12 августа 2015 г.

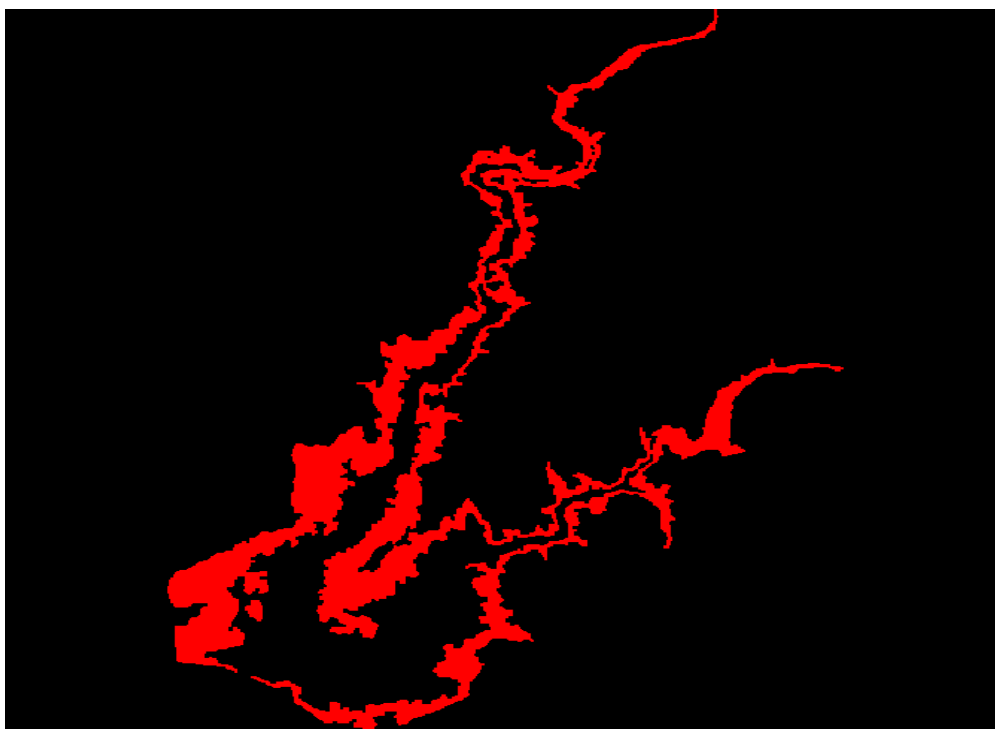
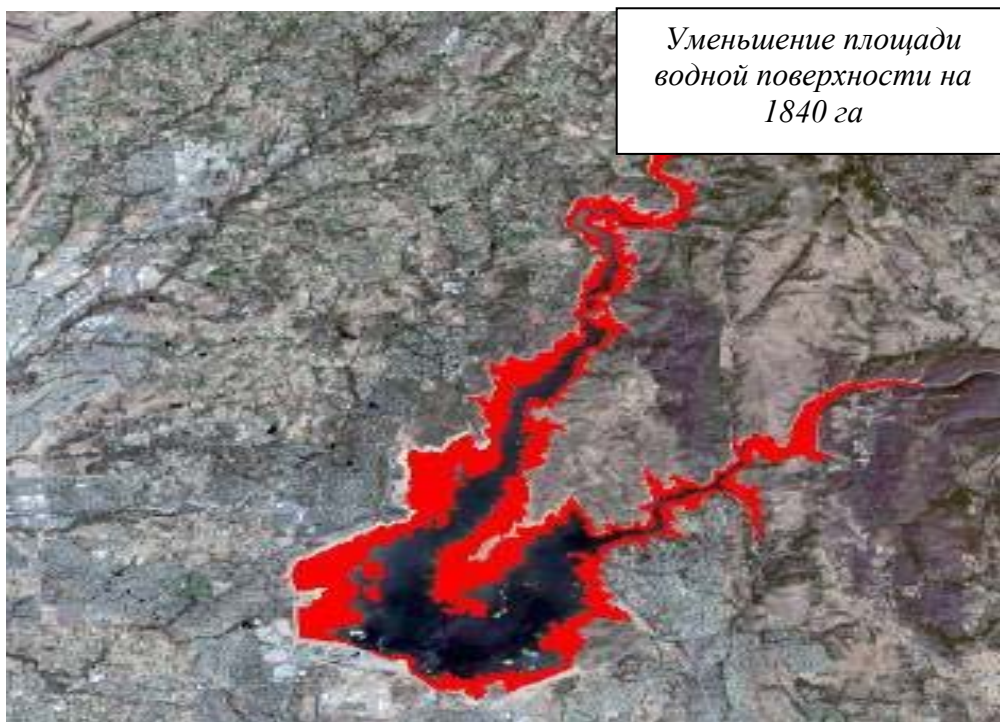


Рис. 6. Изменения озера Фолсом между 3 июня 2013 г. и 12 августа 2015 г.

Выводы. Масштабные последствия засухи, показанные на примере озер Оровиль и Фолсом, характерны и для других крупных пресноводных водоемов Калифорнии, большая часть из которых имеет статус водохранилищ, а также для водоемов в других штатах США. Например, озеро Мид, обеспечивающее водой Лас Вегас на 90 %, содержит на 145 футов воды меньше, чем обычно. Ожидается, что озеро обмелеет ещё на 20 футов к июню 2016 года. Речь идёт не только о воде, но и обеспечении электричеством – плотины ГЭС почти пересохли.

Поэтому в последние годы возникла острая необходимость создания веб-службы регулярного космического мониторинга пресноводных водоемов – сейчас это стало возможным благодаря доступности спутниковых снимков и современным технологиям их обработки.

Пользователями такой службы могут быть:

- Государственные контролирующие структуры (водоснабжающие предприятия, лесная, экологическая, аграрная служба и т.п.);
- Государственные и частные компании водного транспорта (объективная оценка последствий засухи на судоходство);
- Туристические компании (мониторинг территорий массового отдыха);
- Муниципальные службы, частные компании, фермеры (проведение мероприятий по минимизации водопотребления);
- Телерадиокомпании и др. средства массовой информации (пропаганда рационального водопользования);
- Население, проживающее вблизи территорий, пострадавших от засухи (получение объективной и достоверной информации относительно масштабов и тяжести последствий засухи).

Библиографические ссылки

1. **Мозговой Д.К.** Методика съемки береговых линий / Д.К. Мозговой, В.И. Волошин // Сборник тезисов. Шестая Украинская конференция по космическим исследованиям. 3–10 сентября 2006, Крым, Евпатория, НЦУИКС: Институт космических исследований НАНУ-НКАУ, 2006. – С. 136.
2. **Мозговой Д.К.** Молодежный космический эксперимент по гиперспектральной съемке / Д.К. Мозговой // XV науково-технічна конференція „Наукові проблеми розробки, модернізації та застосування інформаційно-вимірювальних систем космічного і наземного базування”. 20–21 квітня 2006 р., Житомирський військовий інститут радіоелектроніки ім. С. П. Корольова: тези доповідей, ч. 1. – Житомир: ЖБІРЕ, 2006. – С. 15.
3. **Mozgoviy D.K.** Remote Sensing and GIS Application for Environmental Monitoring and Accidents Control in Ukraine. - Geographic Uncertainty in Environmental Security / D.K. Mozgoviy, O.I. Parshina, V.I. Voloshin, Y.I. Bushuev. Edited by A. Morris, S. Kokhan. – Dordrecht : Springer, NATO Public Diplomacy Division, 2007. – P. 259–270.
4. **Мозговой Д.К.** Технология съемки прибрежных зон / Д.К. Мозговой, В.И. Волошин // Современные проблемы рационального природопользования в прибрежных морских акваториях Украины: тезисы докладов Международной конференции молодых ученых г. Севастополь – п. Кацивели, 12–14 июня 2007 г. – Севастополь : НПП “ЭКОСИ-Гидрофизика”, 2007. – С. 21– 22.
5. **Dolinets Y.** Specialists training in ERS / Y. Dolinets, D. Mozgovoy / Advanced Space Technologies For The Humankind Prosperity. International Conference. – Dnepropetrovsk : Yuzhnoe State Design Office, 2007. – P. 123.
6. **Мозговой Д.К.** Использование данных наблюдения Земли для мониторинга природных ресурсов / Д.К. Мозговой // Наукові читання «Космічні технології на користь стійкого розвитку і безпеки суспільства» 18 травня 2007 р.

Национальный центр аэрокосмической освіти молоді України, Дніпропетровськ.
– <http://www.festival.nas.gov.ua/2007/Measures/Pages/1062.aspx>

7. **Мозговий Д.К.** Підвищення інформативності супутникової зйомки малорозмірних об'єктів земної поверхні / Д.К. Мозговой // Програма наукової конференції за підсумками науково-дослідної роботи університету за 2012 рік. – Дніпропетровськ: ДНУ, 2012. – С. 92.

8. **Мозговой Д.К.** Обработка спутниковых снимков при решении прикладных задач / Д.К. Мозговой // Международный научно-практический форум «Наука и бизнес». 29–30 июня 2015 года: тезисы докладов. – Днепропетровск, Noosphere Ventures inc. – С. 191–194.

9. **Мозговой Д.К.** Спутниковый мониторинг лесных пожаров и засухи / Д.К. Мозговой // Международная научно-практическая конференция «Передовые методы обработки и анализа космической информации». 3–4 декабря 2015 года: тезисы докладов. – Днепропетровск, Noosphere Ventures inc. – С. 48–53.

10. Satellite technology of the forest fires effects monitoring. / V.V. Hnatushenko, Vik.V. Hnatushenko, D.K. Mozgovoy, V.V. Vasiliev // Scientific Bulletin of National Mining University. – №.1. – 2016. –

<http://nvngu.in.ua/index.php/en/component/jdownloads/viewdownload/59/8445>.

Надійшла до редколегії 31.05.2016

УДК 004.9

Д. К. Мозговой, М. В. Чорненко

Днепропетровский национальный университет имени Олеся Гончара

ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ ВЕБ-СЕРВИСЫ ОНЛАЙН ОБРАБОТКИ СПУТНИКОВЫХ СНИМКОВ

Описаны функциональные возможности действующих геоинформационных веб-сервисов онлайн-обработки спутниковых снимков высокого пространственного разрешения. Показаны достоинства веб-сервиса EOS DA по сравнению со специализированными программами обработки спутниковых снимков.

Ключевые слова: геоинформационные веб-сервисы, обработка спутниковых снимков, индексные изображения, обнаружение изменений.

Описано функціональні можливості діючих геоінформаційних веб-сервісів онлайн-обробки супутникових знімків високого просторового розрізнення. Показано переваги веб-сервісу EOS DA в порівнянні зі спеціалізованими програмами обробки супутникових знімків.

Ключові слова: геоінформаційні веб-сервіси, обробка супутникових знімків, індексні зображення, виявлення змін.

We describe the functionality of existing geoinformation web services for on-line processing of high spatial resolution satellite images. Showing advantages of web service EOS DA compared with specialized software to process satellite images.

Keywords: GIS Web services, processing of satellite images, index image, change detection.

Развитие компьютерных технологий, сетей доступа к информационным ресурсам, включая мобильные телефоны и планшеты, постоянно увеличивает спрос на оперативную информацию о наземных объектах, природных и техногенных процессах. Основная масса пользователей желает получать эту информацию в реальном времени или близком к реальному и готова платить за это. Также вызывает интерес динамика изменения природных явлений во времени и их прогноз на перспективу.

© Д.К. Мозговой, М.В. Чорненко, 2016