

# СБОРНИК ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ ПО ОБРАБОТКЕ КОСМОСНИМКОВ

# «ОЦЕНКА ИЗМЕНЕНИЙ ЛАНДШАФТА НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА КОСМИЧЕСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ»

Содержание

Практическое занятие 1. Измерение параметров подмыва рекой береговой линии путем сравнения разновременных космических изображений

Практическое занятие 2. Измерение характеристик и последствий ландшафтного пожара путем анализа изображений в различных спектральных зонах.

Практическое занятие №3. Измерение характеристик вырубки леса путем сравнения разновременных космических изображений.

Практическое занятие №4. Измерение ширины реки в период половодья и межени путем сравнения разновременных космических изображений.

Практическое занятие №5. Оценка изменения площади Аральского моря путем сравнения разновременных космических изображений.

1

## Подготовка к проведению практических занятий

Для выполнения упражнений используется программа Quantum GIS. В качестве дополнительного ресурса может быть использована клиентская программа Гугл Планета Земля (Google Earth), свободно распространяемая в сети Интернет.

Фрагменты снимков находятся в директории stud\ и представлены в трех форматах:

- 1) GeoTIFF для работы в Quantum GIS;
- 2) JPEG для быстрого просмотра данных в проводнике, фрагменты также имеют внешние файлы привязки в этой же директории;
- 3) КМZ для просмотра снимков в Google Earth.

Для выполнения первого и третьего заданий проверьте, установлен ли у вас плагин RGB Composition:

- 1) Модули -> Управление модулями
- Проверьте наличие в списке модуля. Для ускорения поиска наберите в строке Фильтр «RGB». Если модуль есть и он подключен, он будет отмечен в списке.
- 3) Если модуля нет, скачайте плагин RGB Composition со страницы <u>http://pyqgis.org/repo/contributed</u> или скопируйте из директории \soft архив «rgb».
- Распакуйте архив в директорию C:\Documents and Settings\your\_profile\.qgis\python\plugins в Windows.

5) Перезапустите программу Quantum GIS, если она была открыта.

В упражнениях используются данные съемочной системы Landsat, свободно распространяемые U.S. Geological Survey (USGS).

## Практическое занятие №1

Измерение параметров подмыва рекой береговой линии путем сравнения разновременных космических изображений.

## Физические процессы

Берега реки Лены активно размываются в результате термоэрозии. Скорость размывания может достигать 45 м/год в вершинах крупных излучин.

### Исходные материалы

Космические изображения реки Лена в районе между г. Якутск и н.п. Нижний Бестях, полученные с интервалом 12 лет (29.8.1999 и 22.8.2011).



## Задание

Измерить величину подмыва берега реки за период 12 лет.

## Практические рекомендации

Для ознакомления с территорией на изображении откройте любой файл из директории stud\Yakutsk\kmz\ в программе Google Earth. Перед выполнением упражнения проверьте, установлен ли у вас плагин RGB Composition (см. раздел «Дополнительная информация»).

## Последовательность действий

- 1. Откройте программу Quantum GIS.
- 2. Добавьте снимки из директории \stud\Yakutsk\geotiff\:
  - 1) Слой -> Добавить растровый слой. Далее укажите снимок LS5\_19990829\_Yakutsk\_geotiff.
  - 2) Загрузите снимок LS5\_20110822\_Yakutsk\_geotiff.



3. Пиксели, имеющие значение яркости «0», отображаются цветом фона. Скорректируйте настройки изображений.

- 1) В списке слоев слева выберите слой LS5\_20110822\_Yakutsk\_geotiff и кликните по нему правой кнопкой мышки.
- 2) В контекстном меню выберите «Свойства».

 В открывшемся диалоговом окне «Свойства слоя» перейдите на вкладку «Прозрачность» и задайте значение «нет данных», равное -9999.

Слон Слон ВХ	🖞 Свойства с	non 185 2011082	2 Vakutek opptiff		
LS5_20110822_Yakutsk_geotiff	Z CBONCIBA C	104 - 235_2011002	2_Takutsk_geotiti		
🖿 🕱 📓 LS5_19990825 Yakutsk_geotiff	😻 Стиль	🕅 Цветовая карта	Прозрачность	🕺 Общие	🕧 Метаданные
	Общая проз	арачность		Эначени	ie «нет данных» —
	пулевая	0%	TIO		
	Параметры	прозрачности			
	Канал проз	зрачности	Не задано		
	Перечень г	прозрачных пикселей			
1.11		Красный		Зелёный	Си
	1 0.00		0.00		0.0

- 4) Закройте диалоговое окно, нажав кнопку «ОК». Белые пиксели перекрасились в черный цвет.
- 5) Повторите для второго снимка.
- 4. Настройте мультивременной композит:
  - 1) Нажмите кнопку «Add RGB Composition» <sup>12</sup> панели инструментов.
  - 2) В диалоговом окне RGB Composition укажите каналы нового RGBизображения, нажав на кнопку Browse и выбрав их из директории \stud\Yakutsk\geotiff\:
    - R файл LS5\_19990829\_Yakutsk\_red\_geotiff
    - G файл LS5\_20110822\_Yakutsk\_red\_geotiff
    - B файл LS5\_20110822\_Yakutsk\_red\_geotiff
    - Output задайте название нового виртуального файла
       Загруженные файлы представляют собой красные каналы соответствующих изображений.

ù.	D:/s	tud/Yakutsk/geotiff/LS5_19990829 🔻	Browse
5:	D:/s	tud/Yakutsk/geotiff/LS5_20110822 💌	Browse
в:	D:/s	tud/Yakutsk/geotiff/LS5_20110822 💌	Browse
Out	out:	D:/stud/Yakutsk/geotiff/RGB	Browse

Для применения настроек нажмите кнопку ОК.

Для закрытия диалогового окна нажмите кнопку Cancel.



В списке слоев слева появился новый слой:

3) Настройте для созданного слоя Add RGB Composition значение «Нет данных», равное -9999 (см. пункт 3).

5. Увеличьте участок русла и береговой полосы около п. Нижний Бестях с помощью инструмента «увеличить» 🔍.





6. С помощью инструмента «измерить линию» подмыва берега реки (отображается красным цветом). измерьте величину



🗙 На элли	псоиде	
Сегменть	ı (в метрах)	 
		 63,883
Bcero		63,883 м

Для сброса инструмента нажмите кнопку «Сбросить».

7. Закройте программу без сохранения проекта.

Результаты практического занятия

Путем сравнения двух разновременных снимков установлено, что река Лена интенсивно подмывает правый берег в районе н.п. Нижний Бестях. За 12 лет наблюдений береговая линия отступила на 110-150 м в восточном направлении. Для предотвращения дальнейшего обрушения берега, на котором расположены жилые здания и дороги необходимо проведение берегоукрепительных мероприятий.

## Практическое занятие №2

Измерение характеристик и последствий ландшафтного пожара путем анализа изображений в различных спектральных зонах.

### Физические процессы

Ландшафтные пожары наносят большой ущерб экосистемам и живой природе. К основным параметрам пожара относятся размеры горящей кромки огня, её форма и направление распространения, а также площадь, пройденная огнем. В результате пожара образуется гарь.

### Исходные материалы

Мультиспектральное космическое изображение района пожара в Якутии (19.07.2011).



Лэндсат-5 19.07.2011

## Задание

Измерить длину горящей кромки огня и определить направление её распространения. Измерить площадь, пройденную огнем.

Практические рекомендации

Для ознакомления с изображением необходимо открыть файл из директории stud\fires\kmz\ в программе Google Earth.

Последовательность действий

1. Откройте программу Quantum GIS или создайте новый проект (Файл -> Новый проект).

2. Добавьте снимок из директории \stud\fires\geotiff\. Для этого выберите в меню Слой -> Добавить растровый слой. Далее укажите снимок LS5\_20110719\_Yakutia\_fires.



3. Настройки гистограммы снимка по умолчанию не подходят, настройте изображение самостоятельно.

- 1) В списке слоев слева кликните правой кнопкой мышки по названию слоя.
- 2) В контекстном меню выберите «Свойства».
- В открывшемся диалоговом окне «Свойства слоя» перейдите на вкладку «Прозрачность» и задайте значение «нет данных», равное -9999. Нажмите кнопку «Apply» для применения изменения.

Слон	🗙 💋 Свойства слоя — LS5 20110719 Ya	cutia fires
	🛛 🧹 Стиль 🕅 Цветовая карта	Прозрачность 🏾 🏹 Общие 🏾 🕕 Метаданные
Ň	Общая прозрачность	Значение «нет данных»
	Нулевая 0%	Полная
	Параметры прозрачности	
	Канал прозрачности Не зада	но
	Перечень прозрачных пикселей	
	Красный	Зелёный Син

- 4) Не закрывая диалогового окна, перейдите на вкладку «Стиль» и настройте следующие значения:
  - Красный канал канал 3
  - Зеленый канал канал 2 (остается по умолчанию)
  - Синий канал канал 1
  - Использовать стандартное отклонение установить значение 3,00
  - Улучшение контраста Текущее Растяжение до мин/макс

Нажмите кнопку «ОК» для применения изменений и выхода из диалогового окна.

		Прозрачноств	Л ООЩИЕ	тетаданные	() пирамиды	Писте
Отобража	ть как					
О Однок	канальное серое	🖲 Трёхка	нальное цветное	•	📃 Обратить цве	говую карту
Выбор кан	алов RGB и растяжения	~				
Красный н	канал К	анал 3				•
Зелёный н	канал (К	анал 2				•
Синий кан	нал 🔪 🤇	анал 1				•
О Польз	овательские значения мин	/макс		По умолчанию І	R:1 G:2 B:3	
Мин, крас	сный			Макс, красный	[	
Мин, зелё	еный			Макс, зелёный	[	
Мин, сини	й			Макс. синий	[	
• Испол	ьзовать стандартное откл	онение			(	3,00
нимание: зн	начения мин./макс. могут б	ыть расчётными, задан	ными или вычисл	енными в пределах те	жущих границ	~
Загрузить	мин./макс. значения канал	a				
🔘 Расчёт	тные (быстрее)					
🔘 Факти	ческие (медленнее)					
🔘 В теку	ицих границах					Загрузить
Улучшение	е контраста					
Текущее По умолча	Растяжение до мин/и анию Без растяжения	макс				

5. Изображение настроено в цветах, близких к естественным, поэтому на нем видна плотная дымка и шлейфы дыма от пожаров. Попытайтесь рассмотреть гари и очаги пожаров, используя инструменты навигации.



6. Снова откройте диалоговое окно «Свойства слоя» (см. пункт 3) и перейдите на вкладку «Стиль». Настройте значения:

- Красный канал канал 5
- Зеленый канал канал 4
- Синий канал канал 3

Остальные значения остаются прежними.

Нажмите кнопку «ОК» для применения изменений и выхода из диалогового окна.

🗲 Стиль	🕅 🗘 Цветовая ка	рта 🏾 🥅 Прозрачность	🔏 Общие	🕧 Метаданные	🕮 Пирамиды	🔄 Гисте
Отображат	ъ как					
О Однок	анальное серое	Tpëxka	анальное цветное	ı.	📃 Обратить цве	говую карту
Выбор кана	алов RGB и растяжен	ия				
Красный к	анал	Канал 5				•
Зелёный к	анал	Канал 4				•
Синий кан	ал	Канал 3				•
🔘 Польза	вательские значени	ия мин/макс		По умолчанию Г	R:1 G:2 B:3	
Мин, крас	ный	41.649		Макс, красный	[	93.9645
Мин, зелё	ный	52,5076		Макс, зелёный	[	87.2409
Мин, сини	ă	56.077		Макс, синий	[	83,5976
• Исполь	зовать стандартное	отклонение			[	3,00
нимание; зн	ачения мин./макс. я	вляются фактическими значе	ниями, взятыми и	із канала(ов)		
Загрузить	мин./макс. значения	канала				
О Расчёт	ные (быстрее)					
<ul> <li>Фактич</li> <li>В теку</li> </ul>	ческие (медленнее) ших границах					Загрузить
Улучшение	контраста					- Frence
Текущее	Растяжение до	мин/макс 💌				
По умолчан	нию Без растяжения					
осстановит	ъ по умолчанию	Сохранить по умолчании	o Ba	грузить стиль	Сохрани	іть стиль
					1.0	

7. Изображение настроено в псевдоцветах, на нем четко видны гари. Рассмотрите гари и очаги пожаров, используя инструменты навигации.



8. Настройте еще один вариант синтеза изображения для детектирования очагов пожаров. Для этого откройте диалоговое окно «Свойства слоя» (см. пункт 3) и перейдите на вкладку «Стиль». Настройте значения:

- Красный канал канал 7
- Зеленый канал канал 4
- Синий канал канал 3

Остальные значения остаются прежними.

Нажмите кнопку «ОК» для применения изменений и выхода из диалогового окна.

🎸 Стиль	🛛 🕅 Цветовая карта	Прозрачность	🕺 Общие	🕧 Метаданные	🖄 Пирамиды	Гисте 🖣
Отобража	ть как					
О Однок	канальное серое	💿 Трёхка	анальное цветное		📃 Обратить цве	товую карту
Выбор кан	алов RGB и растяжения	$\sim$				
Красный к	канал 🛛 🖁	(анал 7				•
Зелёный к	канал 🛛 🖁 К	(анал 4				•
Синий кан	нал 🛛 🔪 🤘	(анал 3				-
🔘 Польз	овательские значения мин	и/макс		По умолчанию Р	R:1 G:2 B:3	
Мин, крас	ный 6	.3115		Макс, красный		48.1584
Мин, зелё	ный 5	52.5076		Макс, зелёный		87.2409
Мин, сини	й	6.077		Макс, синий		83.5976
• Испол	ьзовать стандартное откл	юнение				3,00 🗘
нимание: зн	начения мин./макс. являют	гся фактическими значе	ниями, взятыми и	з канала(ов)		
Загрузить	мин./макс. значения канал	na				
🔘 Расчёт	гные (быстрее)					
🔘 Факти	ческие (медленнее)					
🔘 В теку	щих границах					Загрузить
Улучшение	е контраста					
Текущее	Растяжение до мин/	макс 🔻				
По умолча	нию Без растяжения					
осстановил	ть по умолчанию	Сохранить по умолчании	o 3a	ГДУЗИТЬ СТИЛЬ	Сохран	ить стиль
occranobri						

9. Изображение настроено в псевдоцветах, на нем четко видны очаги пожаров. Рассмотрите расположение очагов пожара относительно гарей, используя инструменты навигации.



🛞 Копрументы: 481206.0855263 Маса таб 1:261228 🔹 🏈 🗶 Отрикована (FPSC-32652 🕼 🔥

10. Измерьте длину горящей кромки огня, используя инструмент «Измерить линию» и определите направление её распространения. Измерьте площадь, пройденную огнем, используя инструмент «Измерить площадь»
(для выбора инструмента нажмите стрелку около инструмента «Измерить линию»).

11. Закройте программу без сохранения проекта.

#### Результаты практического занятия

В результате анализа изображений, полученных путем синтеза различных спектральных зон, выделены и измерены параметры горящей кромки огня, а также измерена площадь, пройденная огнем ландшафтного пожара.

Использование спектральных каналов средней части инфракрасного диапазона позволяет детектировать горящую кромку огня даже сквозь дым пожара. Спектральный канал в ближней части инфракрасного диапазона (БИК) позволяет определять площадь, пройденную огнем, так как чувствителен к наличию или отсутствию зеленой растительности.

## Практическое занятие №3

Измерение характеристик вырубки леса путем сравнения разновременных космических изображений.

Физические процессы.

Россия обладает крупными запасами лесных ресурсов, которые имеют промышленное значение. Космические изображения позволяют оценивать параметры вырубки леса в интересах контроля и организации рационального лесопользования.

## Исходные материалы

Космические изображения лесов и лесосек на границе Вологодской области и Карелии, полученные с интервалом 4 года (03.06.2007 и 30.06.2011).



## Задание

Измерить площадь вырубки.

## Практические рекомендации

Для ознакомления с территорией откройте любой файл из директории stud\forest\kmz\ в программе Google Earth. Перед выполнением упражнения проверьте, установлен ли у вас плагин RGB Composition (см. раздел «Дополнительная информация»).

Последовательность действий

1. Откройте программу Quantum GIS или создайте новый проект (Файл -> Новый проект).

2. Добавьте снимки из директории \stud\forest\geotiff\:

- Слой -> Добавить растровый слой. Далее укажите снимок LS5\_20070607\_forest\_geotiff.
- 2) Загрузите снимок LS5\_20110630\_forest\_geotiff.

3. Пиксели, имеющие значение яркости «0», отображаются цветом фона. Скорректируйте настройки изображений.

- 1) В списке слоев слева выберите слой LS5\_20110630\_forest\_geotiff и кликните по нему правой кнопкой мышки.
- 2) В контекстном меню выберите «Свойства».
- В открывшемся диалоговом окне «Свойства слоя» перейдите на вкладку «Прозрачность» и задайте значение «нет данных», равное -9999.

Слон 🕑 🗙	🔏 Свойства слоя — LS5_20110630	)_forest_geotiff		1.00
LS5_2007060_forest_geotiff	\chi Стиль 🔛 Цветовая ка	арта Прозрачность	兴 Общие	🕧 Метаданные
	Общая прозрачность Нулевая Параметры прозрачности	0% Nor	аная	е «нет данных»
	Канал прозрачности	Не задано		
	Перечень прозрачных пикселе	ะที		

- 4) Закройте диалоговое окно, нажав кнопку «ОК». Белые пиксели перекрасились в черный цвет.
- 5) Повторите для второго снимка.
- 4. Настройте мультивременной композит:
  - 1) Нажмите кнопку «Add RGB Composition» <sup>тел</sup> панели инструментов.
  - 2) В диалоговом окне RGB Composition укажите каналы нового RGBизображения, нажав на кнопку Browse и выбрав из директории \stud\forest\geotiff\:
    - R файл LS5\_20110630\_forest\_red\_geotiff
    - G файл LS5\_20070607\_forest\_red\_geotiff
    - В файл LS5\_20070607\_forest\_red\_geotiff
    - Output задайте название нового виртуального файла
       Загруженные файлы представляют собой красные каналы соответствующих изображений.

R:	D:/s	tud/forest/geotiff/LS5_20110630_1 👻	Browse
G:	D:/s	tud/forest/geotiff/LS5_20070607_1 🔻	Browse
в:	D:/s	tud/forest/geotiff/LS5_20070607_	Browse
Out	out:	D:/stud/forest/geotiff/RGB	Browse

Для применения настроек нажмите кнопку ОК.

Для закрытия диалогового окна нажмите кнопку Cancel.

В списке слоев слева появился новый слой:



- 3) Настройте для созданного слоя Add RGB Composition значение «Нет данных», равное -9999 (см. пункт 3).
- 5. Увеличьте участок территории с вырубками с помощью инструмента







6. На панели инструментов нажмите на стрелку около инструмента «Измерить линию» и выберите «Измерить площадь». Измерьте площади вырубок.

7. Закройте программу без сохранения проекта.

Результаты практического занятия

В результате анализа изображений измерена площадь вырубки леса. Космические снимки могут быть использованы для оценки масштабов рубок и процессов лесовосстановления.

## Практическое занятие №4

Измерение ширины реки в период половодья и межени путем сравнения разновременных космических изображений.

Физические процессы.

Практически все реки России покрыты льдом в зимний период. Весной в результате обильного снеготаяния русла рек переполняются водой. В процессе вскрытия рек и прохождения весеннего ледохода на реках возникают ледовые заторы, приводящие к опасным подъемам уровня воды и затоплению низинных пойменных территорий. В ходе весеннего половодья происходят также процессы переформирования русла рек. Летом в меженный период уровень рек опускается, и обнажаются отмели.

### Исходные материалы

Космические изображения реки Лена (республика Якутия) в период ледохода в ходе весеннего половодья и летом в меженный период.



## Задание

Измерить и сравнить ширину реки в период половодья и межени, обнаружить положение ледового покрова реки.

## Практические рекомендации

Для ознакомления с территорией откройте любой файл из директории stud\flood\kmz\ в программе Google Earth.

Последовательность действий

1. Откройте программу Quantum GIS или создайте новый проект (Файл -> Новый проект).

2. Добавьте снимки из директории \stud\flood\geotiff\:

- 1) Слой -> Добавить растровый слой. Далее укажите снимок LS5\_20070514\_Lena\_geotiff.
- 2) Загрузите второй снимок.



3. Пиксели, имеющие значение яркости «0», отображаются цветом фона. Скорректируйте настройки изображений.

- 1) В списке слоев слева выберите слой LS5\_20070825\_Lena\_geotiff и кликните по нему правой кнопкой мышки.
- 2) В контекстном меню выберите «Свойства».
- В открывшемся диалоговом окне «Свойства слоя» перейдите на вкладку «Прозрачность» и задайте значение «нет данных», равное -9999.

🔏 Quantum GIS 1.8.0-Lisboa		
Файл Правка Вид Слой Установки Моду.	пи Вектор Растр База данных Интернет Справка	
🗋 🗃 🖬 🍓 🖨  🔮	🔮 🔮 🔮 🤗 🔗 🌜 🖳 I	P 🗿 🧹 🗏 🖬 🛟 🎸 🌾
📑 🎒 🚳 🔂 🎕 🖉 🕫	N 🗊 🗊 🔩 🕫 🕫 🚳 🥀 🛝	👻 🌆 🔮 😵 🔍 🔍
~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~	A + 2 2 C 1 + & - &	- 🗞 🔲 🔚 - 🗭 🎇 🏹
Слои	Свойства слоя — LS5_20070825_Lena_geotiff       Стиль     Прозрачно       Общая прозрачность	сть 🔀 Общие (] Метаданные
	Нулевая 0% Параметры прозрачности Канал прозрачности	Полная
	Перечень прозрачных пикселей	

- 4) Закройте диалоговое окно, нажав кнопку «ОК». Белые пиксели перекрасились в черный цвет.
- 5) Повторите для второго снимка.
- 4. Увеличьте участок русла на снимке инструментом «увеличить»
- 5. Измерьте ширину русла на снимке с помощью инструмента «измерить



К На эпл	псоиле	
• 113 300#	псондо	 
	(вметрах)	63,883
сего		 63,883 M

6. Отключите видимость верхнего снимка в списке слоев слева.

7. Измерьте ширину русла на втором снимке.

8. Сравните полученные значения. Рассмотрите на снимке от 14.05.2007 расположение ледового покрова.

9. Закройте программу без сохранения проекта.

Результаты практического занятия

В результате анализа изображений измерена ширина реки в период весеннего половодья и в летний меженный период. На снимке обнаружен ледовый покров.

## Практическое занятие №5

Оценка изменения площади Аральского моря путем сравнения разновременных космических изображений.

Физические процессы.

В результате интенсивного обводнения пустыни в Средней Азии и отбора воды из рек, питающих Аральское море, уровень моря стал стремительно опускаться, а площадь зеркала сократилась в разы. Обмеление Аральского моря считается крупнейшей экологической катастрофой нашего времени.

## Исходные материалы

Космические изображения Аральского моря, полученные с интервалом 11 лет (04.08.1999 и 02.08.2010).



## Задание

Определить изменение формы и площади зеркала Аральского моря за период 11 лет.

Практические рекомендации

Для ознакомления с территорией откройте любой файл из директории stud\Aral\kmz\ в программе Google Earth.

Последовательность действий

1. Откройте программу Quantum GIS или создайте новый проект (Файл -> Новый проект).

2. Добавьте снимки из директории \stud\Aral\geotiff\:

- 1) Слой -> Добавить растровый слой. Укажите снимок Aral\_mosaic\_19990804\_geotiff.
- 2) Загрузите второй снимок.



3. Пиксели, имеющие значение яркости «0», отображаются цветом фона. Скорректируйте настройки изображений.

1) В списке слоев слева выберите слой Aral\_mosaic\_20100802\_geotiff и кликните по нему правой кнопкой мышки.

- 2) В контекстном меню выберите «Свойства».
- В открывшемся диалоговом окне «Свойства слоя» перейдите на вкладку «Прозрачность» и задайте значение «нет данных», равное -9999.

Aral_mosaic_20100802_geotiff	🕺 Свойства слоя — Aral_mosaic_2010080.	2_geotiff
🗶 🥻 Aral_mosal_19990804_geotiff	😻 Стиль 🔣 Цветовая карта 💹 П	розрачность 🧏 Общие 🍈 Метаданные
Ň	Общая прозрачность	Значение «нет данных»
	Параметры прозрачности	
	Канал прозрачности Не задано	
	Перечень прозрачных пикселей	
	Красный	Зелёный

- 4) Закройте диалоговое окно, нажав кнопку «ОК». Белые пиксели перекрасились в черный цвет.
- 5) Повторите для второго снимка.
- 4. Увеличьте южную часть моря на снимке инструментом «увеличить»



5. На панели инструментов нажмите на стрелку около инструмента «Измерить линию» и выберите «Измерить площадь».

6. Обведите зеркало поверхности моря и запомните получившееся значение.

7. Отключите верхний снимок в списке слоев слева и аналогично посчитайте площадь зеркала на другом снимке.

8. Сравните полученные значения.

9. Закройте программу без сохранения проекта.

Результаты практического занятия

В результате анализа временной серии изображений выявлено изменение формы и измерена площадь водной поверхности Аральского моря на интервале 11 лет.