

#### МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение

высшего образования

#### «РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра морских информационных систем

#### ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА БАКАЛАВРА

**На тему:** «Разработка методики предоставления информации о характеристике водных объектов Северного Кавказа на примере Ханского озера по данным спутника Landsat 7 ETM+»

Исполнитель: Баженов Антон Николаевич

Руководитель: профессор, кандидат физико-математических наук, доцент

Сычёв Виталий Иванович

«К защите допускаю»

и.о. заведующего кафедрой: \_\_

кандидат географических наук, доцент

Фокичева Анна Алексеевна

«<u>/Ч</u>» 06 2017 г.

Санкт-Петербург

2017



#### МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

#### федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение

#### высшего образования

### «РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра морских информационных систем

### ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА БАКАЛАВРА

**На тему:** «Разработка методики предоставления информации о характеристике водных объектов Северного Кавказа на примере Ханского озера по данным спутника Landsat 7 ETM+»

Исполнитель: Баженов Антон Николаевич
Руководитель: профессор, кандидат физико-математических наук, доцент
Сычёв Виталий Иванович
«К защите допускаю»
и.о. заведующего кафедрой:
кандидат географических наук, доцент
Фокичева Анна Алексеевна
«»2017 г.

Санкт-Петербург

2017

## МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

# федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

## «РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

#### Кафедра морских информационных систем

«УТВЕРЖДАЮ»
и.о. заведующего кафедрой
<u>к.г.н. А.А. Фокичева</u>
«»2017 года
Задание
на выпускную квалификационную работу
студента Баженов А.Н.
1. Тема «Разработка методики предоставления информации о характеристике
водных объектов Северного Кавказа на примере Ханского озера по данным
спутника Landsat 7 ETM+».
закреплена приказом ректора Университета от
«»201года, №
<b>2. Срок сдачи законченной работы</b> «»2017 года.
3. Исходные данные к выпускной квалификационной работе: учебная
литература по теме «Дистанционное зондирование Земли».
4. Перечень вопросов, подлежащих разработке (краткое содержание
работы (проекта)):

<u>Введение.</u> Актуальность темы, цели и задачи выпускной квалификационной работы.

- Глава 1. Технические данные и характеристика спутника ДЗЗLandsat 7
ETM+
В данной главе необходимо рассмотреть следующие вопросы:
1. Общая характеристика спутника ДЗЗLandsat 7 ETM+.
2. Техническая характеристика приборов спутника Landsat 7 ETM+.
3. Процесс получения данных спутника Landsat 7 EMT+ для региона
Ханского озера до и после повреждения прибора SLC на основе примеров и
сравнительного анализа.
- Глава 2. Общий анализ исследуемого района.
В данной главе необходимо рассмотреть следующие вопросы:
1. Экологические проблемы региона Ханского озера.
2.Использование ресурсов Ханского озера в оздоровительных и
хозяйственных целях.
- Глава 3. Разработка методики, связанной с изменением площади озера.
В данной главе необходимо рассмотреть следующие вопросы:
1. Ретроспективный анализ данных о площади озера в 90-ые года 20-го века.
2. Сравнительный анализ данных о площади озера в 90-ые годы и его
современного состояния.
3. Разработанная методика доступа к информации о Ханском озере по
данным спутника Landsat 7 EMT+ в условиях изменения характеристики его
приборов.

Заключение. Выводы по работе в целом. Оценка степени решения

поставленных задач. Практические рекомендации.

5. Перечень материалов, представляемых к защите: диплом, презентация						
6. Консультанты по работе с указанием относящихся к ним разделов						
работы:						
<b>7.</b> Дата выдачи задания: «»2017 года						
Руководитель выпускной квалификационной работы						
Профессор, кандидат физико-математических наук, доцент						
Сычёв Виталий Иванович						
Задание принял к исполнению «»2017 года						
Студент Баженов А.Н.						

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ		2
ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ И ХАРАКТЕРИСТИКА СПУТН LANDSAT 7 ETM+		
1.1 Общая характеристика спутника ДЗЗ Landsat 7 ETM+		.6
1.2 Техническая характеристика приборов спутника Landsat 7 ET	`M+	9
1.3 Процесс получения данных спутника Landsat 7 EMT+ данского озера до и после повреждения прибора SLC на основе сравнительного анализа.	пример	ов и
Выводы	14	
ОБЩИЙ АНАЛИЗ ИССЛЕДУЕМОГО РАЙОНА		15
2.1 Описание гидрометеорологических условий исследуемого ра	йона	.18
2.2 Экологические проблемы региона Ханского озера		21
2.3 Использование ресурсов Ханского озера в оздоровит хозяйственных целях	гельны	х и
Выводы		
РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ, СВЯЗАННОЙ С ИЗМЕНЕНИЕМ Г ОЗЕРА		27
века		
3.2 Характеристика современного состояния Ханского озера		.30
3.3 Сравнительный анализ данных о площади озера в 90-ые современного состояния		
3.4 Разработанная методика доступа к информации о Ханског данным спутника Landsat 7 EMT+ в условиях изменения хара его приборов.	ктерис	тики
Выводы		
4. Оценка экономической эффективности методики		42
ЗАКЛЮЧЕНИЕ		.46
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ		47

#### ВВЕДЕНИЕ

Проблема Ханского озера, как никогда актуальна в год экологии. Оно представляет собой уникальную экосистему, имеющую особое значение для поддержания уровня биологического разнообразия не только для Краснодарского края, но и Российской Федерации. Озеро является местом воспроизводства редких и хозяйственно ценных видов птиц, а также местом отдыха и кормежки, где останавливается 500 – 700 тысяч водоплавающих и околоводных птиц в период миграции и зимовки. В этом районе зарегистрировано около 70 видов животных и растений, занесенных в Красные книги России и Краснодарского края. Озеро Ханское является памятником природы Краснодарского края и Ключевой орнитологической территорией международного значения.

Площадь его вод сократилось почти вдвое, по сравнению с началом 2000 — х годов, когда было нарушено питание озера посредством поступления вод из рек Ясени, Глубокая Балка и вод Бейсугского лимана во время нагонных явлений. Изначально она была равна примерно 100 квадратных километров. Спустя 10 лет его площадь колебалась в пределах 50 — 70 квадратных километров. Существенное сокращение питания озера наряду с экстремально высокими температурами в летний период привели к полному высыханию озера за счет дисбаланса между поступлением вод в озере и испарением.

Ежегодно собираются советы, на которых представляются возможные варианты по решению данной проблемы, но всё это остаётся на бумаге, а озеро исчезает на глазах.

Объектом исследования является уникальное мелководное Ханское озеро, расположенное на побережье Азовского моря. С 2007 года озеро находится в критическом состоянии. В начале 2000 – х годов оно было одним из чудес Краснодарского края и гордостью Ейского района, где гнездились редкие

кудрявые пеликаны, а грязью из его недр лечили сердечно сосудистые и кожные заболевания.

Предметом исследования является американский спутник дистанционного зондирования Земли Landsat 7 ЕТМ+. Спутник был запущен в 1999 году и функционирует в настоящий момент времени, передавая на обозрение пользователей уникальные снимки.

До этого были запущены ещё шесть спутников серии Landsat, пять из которых предоставляли информацию с 1972 по 2013 года. Landsat 6 был запущен в 1993 году, но вскоре потерян в результате аварии.

работе ОНЖОМ было использовать спутник Landsat 5, который функционировал в период с марта 1984 года по январь 2013 год. Первые пять каналов спутников Landsat 5 и 7 одинаковы, но на 7 спутнике присутствует панхроматический канал. Он воспринимает больше света и дает самую четкую картинку среди всех диапазонов. Его разрешение составляет 15 остальные пространственное метров, тогда как, все каналы имеют разрешение равное 30 метрам.

В 2003 году на спутнике Landsat 7 ЕТМ+ произошел сбой, в результате которого перестал исправно функционировать прибор ScanLineCorrector (SLC). Данный прибор предназначен для компенсации продольного движения спутника, таким образом, чтобы итоговые полосы сканирования были расположены параллельно друг другу и перпендикулярно направлению движения спутника. После выхода данного прибора из строя, изображения, предоставляемые спутником, теряли около 75% информации. На них были полосы, мешающие чёткому анализу данных (Рисунок 1).

Но в случае с Ханским озером, выход из строя прибора SLC никак не повлиял на предоставляемую информацию для пользователей, так как спутник проходил над озером в надир.

Целью и задачами работы является разработка методики предоставления информация о Ханском озере с помощью данных спутника Landsat 7 ЕТМ+ в условиях изменения его приборов, предоставление данных о площадях озера в 90 — ые годы 20 — го века. Предложить несколько решений по установившейся проблеме, для ее дальнейшего устранения.

#### TEXHUYECKUE ДАННЫЕ И ХАРАКТЕРИСТИКА СПУТНИКА ДЗЗ LANDSAT 7 ETM+

#### 1.1 Общая характеристика спутника ДЗЗLandsat 7 ETM+

Landsat 7 ETM+спутник дистанционного зондирования Земли, один из запущенных в рамках американской программы Landsat.Выведен на орбиту в 1999 году и в настоящее время продолжает свою работу. Его основной целью было обновление глобального архива спутниковых фотографий. Данные съемок обрабатываются и распространяются Геологической службой США (UnitedStatesGeologicalSurvey), хотя программа Landsatyправлялась NASA. Большинство картографических сайтов, например, "GoogleMaps", Yahoo! Maps, BingMaps, а также программа NASAWorldWind, используют данные с Landsat 7 в качестве основы изображения. Изначально проект Landsat 7 финансировался Министерством обороны США для применения в военных целях, как разведывательный спутник, но в декабре 1993 года, Министерство финансирование обоих обороны прекратило проектов, перейдя устаревший к тому времени Landsat 5.

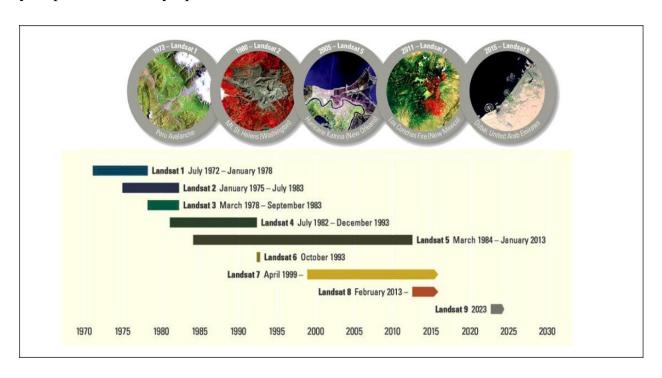


Рисунок 1.1 История запуска спутников серии Landsat

Миссия Landsat 7 изначально рассчитана на длительность 5 – 7 лет. Спутник мог снимать и передавать 532 изображения в сутки. Спутник находится на полярной солнечно – синхронной орбите, рассчитанной таким образом, что спутник пролетает над всей поверхностью планеты. При высоте 705 километров на полное сканирование поверхности уходит 232 оборота или 16 суток. Съёмка местности происходит примерно в 10 часов утра по местному солнечному времени[4].

Аппарат весит 1973 килограмма, его длина – 4,3 метра, диаметр – 2,8 метра. В отличие OT предыдущих аппаратов программы, использовавших магнитную ленту, на Landsat 7 установлен массив твердотельной памяти на 378 гигабит. Основной инструмент для получения изображений является EnhancedThematicMapperPlus (ETM+), созданный компанией Raytheonв SantaBarbaraRemoteSensing. При отделении съёмке одной сцены инструментов ЕТМ+ передаёт на Землю около 3.8 гигабит данных.



Рисунок 1.2 Пример изображения в естественных цветах, полученного с помощью спутника Landsat 7 ETM+

Основа глобального покрытия Земли, используемого в картах GoogleMaps (Рисунок 5), взята из продукта NaturalVluекомпании MDAFederal(прежнее название EarthSat), где тоже применяются снимки со спутника Landsat 7. Обработку снимков, то есть получение цветного изображения из чернобелых каналов, для GoogleMapsделала компания TerraMetrics. Но для 100 – процентного покрытия Земли обрабатывались материалы, полученные с того же спутника Landsat 7.



Рисунок 1.3 Пример выбранной сцены в "GoogleПланета Земля" для района Чёрного и Азовского морей.

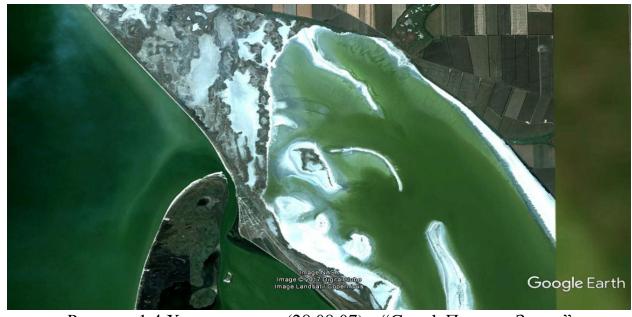


Рисунок 1.4 Ханское озеро (28.08.07) в "GoogleПланета Земля"

Данные спутников серии Landsat наиболее часто применяются для:

- Мониторинга поверхности земли и океана (полученные данные используются при определении состояния поверхности земли, например, леса, пастбища, дорожного покрытия и т.д., в том числе результатов деятельности человека; обнаружение изменения состояния поверхности земли необходимо для обновления карт растительного покрова и рационализации использования природных ресурсов).
- Мониторинга лесного покрова (полученные таким способом карты могут покрывать большую площадь, одновременно отображая детальные измерения и характеристики территории, например, тип деревьев, высота, плотность; используя данные ДЗ, возможно определить и разграничить различные типы леса, что было бы трудно достичь, используя традиционные методы на поверхности земли).
- Сельское хозяйство (пользователи могут получать ценную информацию о состоянии угодий, в том числе идентификацию культур, определение посевных площадей сельскохозяйственных культур и состояние урожая)
- Геодезии (эти данные являют собой уровни мгновенных возмущений гравитационного поля Земли, которые могут быть использованы для определения изменений в распределении масс Земли, что в свою очередь может быть востребовано для проведения различных геологических исследований).

#### 1.2 Техническая характеристика приборов спутника Landsat 7 ETM+

На спутнике Landsat 7 установлен сканер ETM+ (EnhancedThematicMapper), который содержит 7 каналов и один панхроматический канал. Он является усовершенствованным вариантом сканеров ТМ, которые использовались на спутниках Landsat 4 и 5. Основным существенным отличием прибора является наличие канала высокого разрешения — панхроматический канал, занимающий широкую часть спектра (пространственное разрешение — 15 метров). А также 6 канал разделён на две части и увеличено его пространственное разрешение[8].

#### Параметры инструмента ЕТМ+:

- 1. Используется сканирование с помощью подвижного зеркала (7 циклов в секунду);
- 2. Телескоп: рефлектор системы Ричи Кретьена с двумя зеркалами из стекала с низким коэффициентом расширения (ULE, UltraLowExpansion);
- 3. Панхроматическая камера с разрешением 15 метров на точку (1 канал);
- 4. Полноапертурная, 5 процентная абсолютная радиометрическая калибровка;
- 5. Инфракрасная камера с разрешением 30 метров (6 каналов);
- 6. Температурный сенсор (дальний ИК диапазон) с разрешением 60 метров.

Фокальная плоскость разделена при помощи специальной оптической системы на основную и "холодную" часть. В основной части находится 32 кремниевых фотодиода панхроматического диапазона и 4 группы по 16 фотодиодов видимого и ближнего инфракрасного диапазона (до 0,9 мкм)[3]. В холодной части фокальной плоскости, охлаждаемой до 91К, находятся 2 группы по 16 фотодиодов на антимониде индия коротковолнового

инфракрасного диапазона (SWIR, 1,55-1,75 мкм и до 2,09-2,35 мкм) и 8 фотодиодов на теллуриде ртути-кадмия теплового ИК — диапазона (TIR, 10,4-12,5 мкм).

Для связи с Землей используются две ненаправленные антенны S—диапазона (5 ватт, скорость передачи около 0,3 Мбит/с, частоты 2106,4 и 2287,5 МГц) и 3 антенны X — диапазона (3,5 ватт, общая скорость в 6 каналах — 450 Мбит/с, частоты 8082,5, 8212,5 и 8342,5 МГц).

Также велись работы по проектированию для аппарата четырёхканального сенсора HRMSI(Мультиспектральный стереосенсор оптического и ближнего инфракрасного диапазонов). Планировавшееся разрешение: 5 метров (в панхроматическом канале) и 10 метров (в мультиспектральном); полоса захвата: 60 км. Работы над инструментом были прекращены в мае 1994 года из – за недостаточного финансирования.

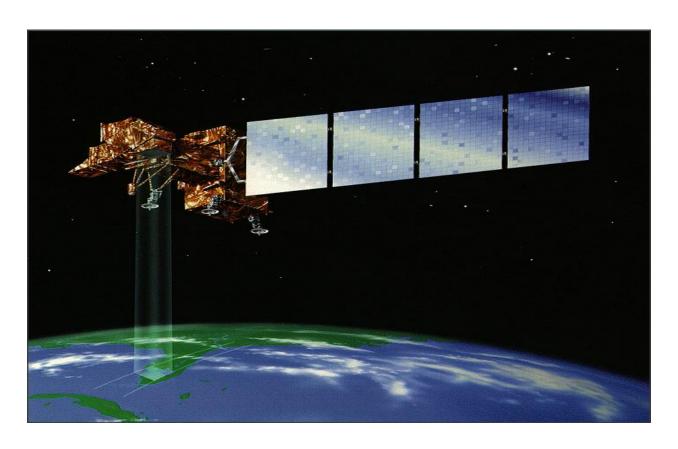


Рисунок 1.5 Спутник Landsat 7 ETM+

Таблица 1.1 Технические характеристики сканеров ТМи ЕТМ+

Номер	Спектральные	Спектральн	Пространстве	Радиометри	Зона
спектральн	диапазоны (мкм)	ые	нное	ческое	обзора
ого канала	датчика ТМ	диапазоны	разрешение	разрешение	
	спутника Landsat	(мкм)	(M)		
	5	датчика			
		ETM+			
		(Landsat7)			
1	0,45 - 0,52	0,45 - 0,52	30		
2	0,52 - 0,60	0,53 - 0,61	30		
3	0,63 – 0,69	0,63 – 0,69	30		
4	0,76 – 0,90	0,78 - 0,90	30		
5	1,55 – 1,75	1,55 – 1,75	30	8 бит (256	185x18
6	10,4 – 12,5	10,4 – 12,5	TM – 120	уровней)	5
O	10,4-12,3	10,4-12,3	1 N1 - 120		
			ETM+ - 60		
7	2,08 – 2,35	2,09 – 2,35	30		
Панхромат		0,52 - 0,90	15		
ический					
	_				

#### 1.3 Процесс получения данных спутника Landsat 7 ETM+ для региона Ханского озера до и после повреждения прибора SLC на основе примеров и сравнительного анализа

ПриборScanLineCorrector состоит из пары небольших зеркал, которые вращаются вместе с движением сканирующего зеркала ETM+. Предназначен для компенсации продольного движения спутника, таким образом, чтобы итоговые полосы сканирования были расположены параллельно друг другу и перпендикулярно направлению движения спутника. Без компенсации при помощи SLC прибора, получаемые изображения имеют вид "зигзага", когда некоторые участки поверхности снимаются дважды, а некоторые вообще не снимаются. Спутник поставляет примерно на четверть меньше данных без такой коррекции.

Прибор вышел из строя 31 мая 2003 года, после чего была организована группа AnomalyResponseTeam (ART) из представителей USGS, NASAu HughesSantaBarbaraRemoteSensing (производитель инструмента ETM+). Был представлен список возможных причин поломки, большая часть из которых указывала на механические проблемы самого SLC. Поскольку на борту нет запасного прибора SLC, механическая проблема инструмента не может быть исправлена. Однако, группа не могла исключить электрическую поломку. Поэтому 3 сентября 2003 года директор USGSCharlesG. Groatpазрешил проекту Landsatперенастроить инструмент ETM+ и другие системы космического аппарата, чтобы использовать запасное электрическое оборудование.

Процесс получения данных для спутника Landsat 7 после выхода из строя прибора SLСподвергся незначительным изменениям. А именно, на сайте <a href="https://earthexplorer.usgs.gov/">https://earthexplorer.usgs.gov/</a> представлено на выбор пользователя два варианта:

- 1. L7 ETM+ SLC-on (1999 2003); Период до выхода из строя прибора SLC
- 2. L7 ETM+ SLC-off (2003 present); Период после выхода из строя прибора SLC. Начиная с 2003 годаи по настоящее время.

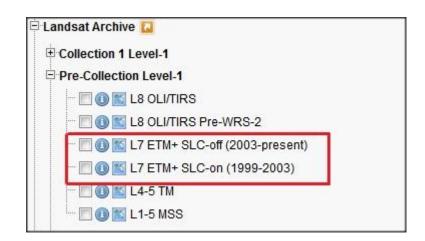


Рисунок 1.6 Выбор параметров спутника Landsat 7 после выхода из строя прибора SLC

5 сентября 2003 года, после перенастройки, инструмент ETM+ был включен и снова стал передавать данные в наземный центр Landsatв EROSнедалеко от SiouxFalls, SouthDakota. Сразу же стало ясно, что переключение на запасное электрическое оборудование не исправило проблемы с SLC. Затем инструмент был перенастроен обратно на основное электрическое оборудование. Последующее заключение группы признало механические причины поломки и их неустранимость.

Landsat 7 продолжил собирать данные в подобном режиме. Некоторые ГИС позволяют заполнять не отснятые участки изображения данными с других витков Landsat 7. Отключение SLCне повлияло на радиометрическую точность и на качество работы фотодиодов.

На рисунке 2 приведён снимок района Ханского озера, полученный в 2002 году, при активном приборе SLC.



Рисунок 1.7 Снимок района Ханского озера, при функционирующем приборе SLC.

На рисунке 1.8 приведён снимок района Ханского озера, полученный в 2004 году, после того как прибор SLСвышел из строя.

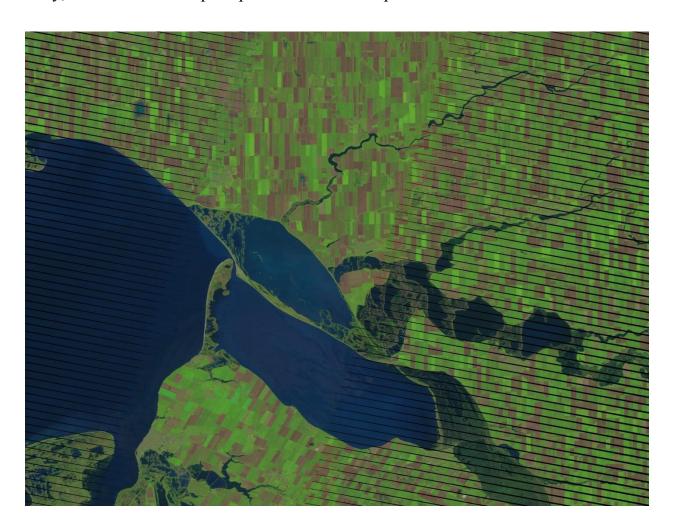


Рисунок 1.8 Снимок района Ханского озера при отключённом приборе SLC.

Проанализировав снимки до и после выхода из строя прибора SLC, можно заметить полосы (Рисунок 1.8), из—за которых работа с таким снимком в дальнейшем невозможна.

#### Выводы

В настоящее время данные зондирования Земли, полученные космическими аппаратами Landsat, нашли свое применение более чем в 100 странах мира. Из них 17 стран, включая США, имеют собственные приемные станции. Информация, поступающая co спутников системы Landsat, используется при решении множества проблем экономического, научного, политического и военного характера. В частности, данные дистанционного зондирования, широко применяются в следующих областях: география, океанография, гидрология, геология, изучение природных ресурсов отдельных регионов, стран и Земли в целом, картирование земной окружающей среды. Также используются поверхности, контроль ДЛЯ изучения природных ресурсов Земли, мониторинга поверхности лесного покрова (для определения и разграничения различных типов лесов, что было бы трудно достичь, используя традиционные методы на поверхности земли), хозяйстве сельском (для оптимизации фермерского хозяйства ориентированного пространственно управления техническими операциями). В геодезии для определения изменений в распределении масс Земли. И во многих других областях.

Спутник Landsat 7 ETM+ важный прибор ДЗЗ, возможности которого люди используют с 1999 года, несмотря на повреждение оси зеркала в приборе SLC. Так как центральная часть может быть использована в работе, я использую этот спутник, чтобы показать этот уникальный пример.

В отличие от предыдущих версий спутников серии Landsat 4 – 5, на которых был установлен сканер ТМ (ThematicMapper), сканер ЕТМ+ является улучшенной версией, которая передаёт снимки со спутника на обозрение пользователей с более чёткой детализацией.

#### ОБЩИЙ АНАЛИЗ ИССЛЕДУЕМОГО РАЙОНА

#### 2.1 Описание гидрометеорологических условий исследуемого района

Климат района относится к континентальному климату умеренных широт и классифицируется как степной климат приморских районов с жарким летом и умеренно мягкой зимой. В его формировании основную роль играют субмеридиональный тип атмосферной циркуляции, расположенный в южных широтах Европейской территории России и значительная удаленность от обширных океанических пространств, но при смягчающем влиянии вод Азовского и Чёрного морей. В осенне-зимнее время на регион воздействует отрог Сибирского антициклона, что обуславливает преобладание северо – восточных ветров со средней скоростью 4 – 7 м/с. Усиление интенсивности этого отрога вызывает сильные ветры (15 м/с и более), сопровождающиеся резким похолоданием, температура опускается до – 25°. В весенне – летнее время на территорию полуострова воздействует отрог Азорского максимума. Ветры неустойчивы по направлению и имеют незначительные скорости (3 – 5 м/с). В этот сезон здесь преобладает маловетренная, безоблачная и теплая погода. Самым холодным месяцем является январь, наиболее теплый месяц – июль. Средняя месячная температура января равняется – 2°. Средние июльские температуры удерживаются на уровне +25°, иногда температура воздуха прогревается до +41°. Годовое количество осадков не превышает 400 мм (Рисунок 2.1). Высота снежного покрова в среднем равна 10 – 15 см. Появляется снежный покров обычно в первой половине декабря и сходит в первой половине марта.

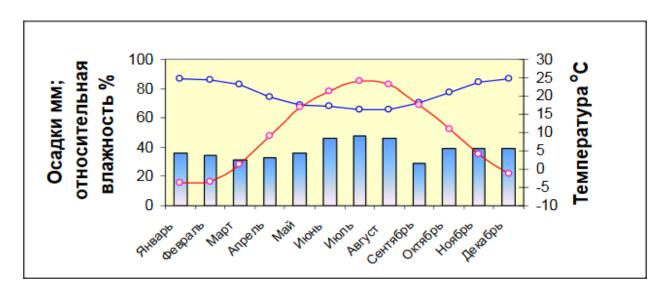


Рисунок 2.1 Среднемесячные климатические показатели Ейского района

Главная климатическая особенность – превышение испарения над осадками. В связи с этим озера региона сильно различаются не только по происхождению, но и очень разнообразные по величине минерализации, причем с нарастанием континентальности климата процент соленых озёр резко увеличивается. Количество бессточных водоемов значительно выше, чем где – либо в пределах Европейской территории России, кроме того, многие озера относятся к категории частично бессточных. Практически все озера, в том числе Ханское, характеризуются значительными изменениями площади, как в многолетнем, так и во внутригодовом масштабе.

Годовой режим Ханского озера характеризуется весенним максимумом, наблюдающимся обычно в результате снеготаяния на водосборе, и летним и зимним минимумом. В зимнее время на озере устанавливается ледяной покров.

Питание озера происходит в основном за счет атмосферных осадков, притока дождевых и талых вод, приносимых рекой Ясени и временными водотоками по балкам. Во время нагонных юго—западных ветров вода поступает также из Бейсугского лимана и Азовского моря через пониженные участки пересыпи. Расход воды осуществляется путем испарения и частично фильтрацией через пересыпь. В жару испаряется до 96% запаса озерной воды.

Вода в озере высокоминерализованная (120 – 150 промилле), горько-соленая, морского типа, сульфатно – хлоридная, магниево – натриевая. Грунтовые воды приносят в озеро сернокислые соли, воды Бейсугского залива – хлористые соли. Степень концентрации солей меняется в зависимости от поступления пресной воды, в основном с осадками. Ханское озеро опресняется в период наступления нагонных ветров (зима, весна), и, наоборот, засоляется летом. Воды степных рек в опреснении озера роли не играют. Летом, когда в результате испарения площадь озера сокращается, вода становится в нем в 12 раз солонее, чем в Азовском море.

#### 2.2 Экологические проблемы региона Ханского озера

Некогда большой водоем площадью больше 100 квадратных километров, расположенный на побережье Азовского моря, буквально на глазах превращается в пустыню, поросшую бурьяном. При довольно обширной площади водоёма, его средняя глубина составляет всего 0,5-0,7 метров, что обеспечивает высокую испаряемость поступающей в озеро морской воды. А также высокую минерализацию – она в 12 раз солёнее, чем в Азовском море. До 2006 - 2007 годов уровень воды в озере был относительно стабильным за счёт того, что оно сообщалось с Бейсугским лиманом. К 2009 – 2010 годам нарушенная подпитка водоёма привела к его иссушению: значительный объём воды мог теперь поступать в него только в результате нагонных явлений (когда в чашу озера "закидывало" воду из Азовского моря), но к концу лета – началу осени чаша озера, как правило, опять становилась сухой. Ученые считают, что уникальное озеро в Краснодарском крае находится на краю гибели. А ведь Ханское озеро охраняется государством, как памятник природы и имеет статус курорта краевого значения. Лечебная грязь озера используется санаторием «Ейск» с 1921 года. Еще в начале 2000-х годов в озере водились десятки тонн рыбы, которую отлавливали промысловым способом.

Катастрофа произошла летом 2007 года, когда озеро практически пересохло, что привело к массовой гибели рыбы. На квадратном метре специалисты насчитали от 40 до 60 штук мертвых особей разных пород. По рассказу местного жителя М. Бабенко: «Здесь сотни тонн рыбы валялось и гнило. Горы рыбы было, огромные навалы». Но погибла не только рыба, исчезли или находятся на грани исчезновения другие виды фауны и флоры[5]. Так исчезло крупнейшее гнездование занесенного в Красную книгу кудрявого пеликана (на озере гнездилось более сотни пар).

Существует несколько версий случившегося. Например, мнение начальника Ейского отдела ФГУ «АЗЧЕРрыбвод» А. Качевского: «На реке Ясени предприниматели, которые занимаются рыборазведением, построили слишком много дамб. Из-за дамб не поступает достаточного количества воды в озеро для того, чтобы поддерживать уровень воды».

Председатель Южного научного центра Российской академии наук, академик Г. Матишов: «Не был включен механизм контроля над технической стороной строительства, запруд и плотин на этих реках, за их высотой, плотностью и количеством. Не получили разрешительного заключения на строительство от Южного научного центра РАН. И вот результат».

Мнение главы Ясенского сельского поселения Ейского района В. Корж: «Работы очистные не ведутся. Дамбы эти хаотичные – засыпали землей и все. Шлюзы не работают, которые должны сбрасывать воду. Этот процесс не отработан».

Мнение помощника председателя по экспедиционной деятельности Южного научного центра РАН О. Степаньян: «Ситуация с озером Ханским в начальной степени напоминает ситуацию с Аральским морем. То есть, по сути, здесь произошла экологическая катастрофа, которая произошла с Аралом 20 лет назад».

Существует еще одна версия осушения озера. Поблизости находится крупное газовое месторождение. Не исключено, что кому-то выгодно осушить озеро, чтобы начать здесь добычу газа. Пока озеро находится под охраной как уникальный природный объект, сделать это невозможно. А раз оно высохло – стало быть, и проблемы все сняты.

Можно ли еще спасти озеро? Да. Для этого требуется специальная краевая программа, чтобы очистить шлюзы и упорядочить дамбы на реках, питающих водоем. Но, несмотря на мрачные прогнозы специалистов, пока такой программы нет даже в проекте.

Департамент природных ресурсов и государственного экологического надзора Краснодарского края тратит сотни миллионов рублей на так называемую "рыбохозяйственную мелиорацию" в Ахтаро – Гривенской системе лиманов, которая только лишь наносит ущерб этой территории. Вместо того чтобы, не затрачивая значительных бюджетных средств, поддерживать проточность каналов, соединяющих Ханское озеро с Бейсугским лиманом, а также ликвидировать бесхозные и незаконно возведенные дамбы на реках и балках, подпитывающих озеро пресной водой.

Наличие значительного количества организаций — водопользователей на реке Ясени, ведущих бесконтрольную деятельность, не могло не отразиться на объёмах ее стока. Аналогичная ситуация наблюдается на балке Горькой ( на которой не менее четырёх дамб, одна из которых, ограничивающая пруд с месторождением лечебной грязи, является полностью глухой, а самая нижняя предусматривает, вследствие высокого расположения труб, лишь возможность аварийного сброса воды.

Подводя итоги экологических проблем Ханского озера, выделим несколько причин его отрицательного состояния:

- 1. Накопление значительного осадочного материала в пределах озерной котловины, в результате чего произошло поднятие дна озера выше уровня моря.
- 2. Отсутствие стабильной взаимосвязи с морем, что привело к изменению химического состава озерной воды: уменьшение хлоридов (морская вода) и увеличение сульфатов (поверхностные воды, атмосферные осадки, незначительно грунтовые воды).
- 3. Засушливость климата, высокая испаряемость в связи с незначительными глубинами озера, которые колеблются от 30 до 50 сантиметров.

- 4. Наличие сгонно нагонных явлений, что также способствует быстрому испарению воды с поверхности водоема.
- 5. Распашка водосборных пространств, что приводит к задержке влаги в почве и ее быстрому испарению в засушливый период.
- 6. Зарегулирование стока водотоков, впадающих в Ханское озеро, путем создания значительного количества прудов и водохранилищ.
- 7. Отсутствие защиты озера от континентальных ветров, способствующих накоплению в нем осадочного материала и дальнейшему заилению озера.

Также проблему снижения испарения вод озера Ханского можно решить путем механического увеличения глубин по площади водоема, со снижением мелководий до минимума. В результате чего величина испарения снизится на 15 – 20%. Однако, учитывая большую площадь озера, его механизированное углубление в настоящее время не представляется возможным, кроме того, длительные работы в озере (3 – 5 лет) сделают невозможным гнездование птиц на его территории, и оно потеряет свое значение как региональный памятник природы.

## 2.3 Использованиересурсов Ханского озера в оздоровительных и хозяйственных целях

Грязевые курорты, равно как и лечение на водах (бальнеология), широко используются медиками вот уже несколько столетий. Научное применение минеральных вод было начато трудами немецкого учёного Ф.Гофмана, который впервые установил химический состав минеральных вод и присутствие в них солей угольной кислоты, поваренной соли, серной магнезии и тому подобных.

В России первые шаги в области бальнеологии были сделаны ещё при ПетреІ, который на собственном опыте убедился в эффективности лечения минеральными водами. В конце 18 века появилось систематическое описание всех русских минеральных вод на немецком языке. В дальнейшем предпринимались более чем скромные попытки изучения отечественных вод, так что за весь 19 век насчитывается всего шесть — семь эпизодов, связанных с минеральными водами. Один из таких случаев связан с Ханским озером, которое славится не только своей неповторимостью, но и целительной силой.

Ханское озеро известно благодаря тому, что на его дне, близ устья реки Ясени, где «Плес Глубокий» впадает в Ханское озеро, имеются залежи целебной минеральной грязи. Она имеет сложное строение. В основе ее лежит неорганический кристаллический скелет из мельчайших частиц песка и глины. Другой часть спаивающие частицы неорганического скелета являются коллоидные вещества. А третья составная часть грязи — это раствор соли, пропитывающий коллоидную массу грязи. Образуется эта грязь в результате сложных биологических процессов, происходящих на дне горько-соленых озер. Этот осадочный продукт является результатом реакции между специфическими микроорганизмами, воды, соли и органическими веществами[7].

Первый химический анализ грязи был сделан учеными в 1913 году, который

показал, что она состоит из сульфатов, карбонатов и хлоридов натрия, кальция, магния и по составу напоминает грязи одесских лиманов, озёр Сакского, Майнакского (Крым) и Тамбуканского (Пятигорск). Впоследствии в 1921 году в Ейске была открыта первая грязелечебница, в которой с большим успехом вылечивали или облегчали многие заболевания.

В лечебной грязи Ейского месторождения содержатся вещества, обладающие высокой биологической активностью — ферменты, гормоноподобные комплексы, которые, попадая в организм через кожу, оказывают свое влияние на процессы его жизнедеятельности.

Ейская грязь успешно применяется в лечении заболеваний сердечно сосудистой системы, центральной нервной системы, периферических кровеносных сосудов, пищеварительных органов, кожных покровов, женских половых органов, нарушении обмена веществ, а также как косметическое средство для подтягивания кожи лица, шеи, груди и обладает эффективными профилактическими свойствами.

Доказано также. что Ейская лечебная трязь является ОТЛИЧНЫМ косметическим средством, улучшает тонус и состояние кожи, обладает противовоспалительным действием. Но не обязательно за грязью ехать на Ханское озеро, в меньших объемах целебная грязь находится ивЕйском лимане. Купаясь в мелководье лимана, в определенных местах можно нащупать илистое мягкое дно. Консистенция грязи похожа на густую сметану. Эту илистую грязь и намазывают на различные участки тела. Люди старшего возраста с удовольствием применяют грязевые аппликации на коленные и локтевые суставы. Много грязевых иловых отложений во внутреннем озере Ейского острова.

Лечебные грязи Ханского озера относятся к высококачественным минеральным лечебным гидро – карбонатно – сульфатным, магниево –

кальцевым грязям. По своим свойствам и качеству они не уступают лечебным грязям лучших курортов мира.

До распашки степных территорий господствовала травянистая растительность с преобладанием дерновинных злаков – ковыля, типчака, тонконога, степного овса и мятлика. В настоящее время почти вся она распахана и превращена в сельскохозяйственные поля, где возделывают пшеницу, кукурузу, сахарную свеклу, подсолнечник, ячмень, овоще -В результате сплошной бахчевые культуры. распашки земель активизируются плоскостной смыв, эрозия и дефляция. На территории полуострова обширные площади занимают карбонатные мощностью до 1,5 – 2 метров. Они отличаются плодородием, но содержат сравнительно небольшое количество гумуса – около 4–6 %.

#### Выводы:

Климат региона Ханского озера благоприятный для туристов, которые ежегодно приезжают весной, когда уровень воды в озере не достиг чтобы увидеть своими минимума, глазами памятник природы A Краснодарского края. также использовать ресурсы озера оздоровительных целях. На его дне, близ устья реки Ясени, где «Плес Глубокий» впадает в Ханское озеро, имеются залежи целебной минеральной грязи. Данная грязь широко применяется в лечении заболеваний сердечно сосудистой системы, центральной нервной системы, периферических кровеносных сосудов, пищеварительных органов, кожных покровов, женских половых органов, нарушении обмена веществ.

Лето здесь тёплое, а зима относительно мягкая, средняя температура достигает –  $2^{\circ}$ .

Но экологические проблемы Ханского озера ставят под угрозу его существование и соответственно приток туристов сюда. Забитые ракушечником и песком протоки, соединяющие озеро с рекой Ясени и Бейсугским лиманом не очищаются. Бесконечные дамбы также мешают притоку воды в озеро. На неоднократно собирающихся экологических советах по решению проблемы Ханского озера, было высказано и принято много решений по устранению проблемы, но все эти слова остаются только на бумаге, в то время, когда озеро исчезает на глазах.

#### РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ, СВЯЗАННОЙ С ИЗМЕНЕНИЕМ ПЛОЩАДИ ОЗЕРА

## 3.1 Ретроспективный анализ данных о площади озера в 90-ые годы 20-го века

Ретроспективный анализ представляет собой получение сведений о территории за прошедшие периоды времени. С помощью которого, можно выявить все изменения в качественном и количественном аспекте за определенные временные срезы, которые могут быть установлены в зависимости от тематики исследования. Данный тип анализа применяется при изучении современного состояния территории для оценки динамики ее развития.

Проведение ретроспективного анализа на базе спутниковой съемки является единственным способом получения достоверной информации о местности, по причине отсутствия или неполноты других архивных источников данных, например, статистической отчетности, описаний местности, результатов проверок. Также при обращении к фондовым данным обследований возникает проблема отсутствия полного покрытия территории интереса сопоставимыми картографическими материалами нужной тематической направленности за различные периоды времени. Применения спутниковой съёмки позволяет избежать этих проблем и обеспечить полное покрытие территории достоверными данными за требуемые временные срезы.

Результатом такого анализа является комплект картографических материалов, составленный за различные временные отрезки.

С помощью данных спутника Landsat 7 ETM+, мы можем наглядно проследить за динамикой площади Ханского озера, которое в 90-е годы 20 века было жемчужиной Краснодарского края, в котором ловили рыбу, а глубина его колебалась от одного до двух метров.

Спутник Landsat 7 был запущен в 1999 году и в августе этого же года представил первые снимки Ханского озера (Рисунок 3.1), с помощью которых можно наглядным образом оценить его площадь, которая в те года была примерно равна 100 квадратным километрам.



Рисунок 3.1 Снимок Ханского озера в августе 1999 года

#### 3.2 Характеристика современного состояния Ханского озера

Современное состояние Ханского озера выглядит довольно критично. Если в конце 20 века уровень воды в озере был относительно стабильным за счёт того, что оно беспрепятственно сообщалось с Бейсугским лиманом, то к 2010 году из—за сильных штормов протоки, соединявшие озеро и лиман, оказались забиты песком и ракушечником. В результате чего это привело практически к полному высыханию озера (Рисунок 3.2). В данный момент времени значительный объём воды может поступать только в результате нагонных явлений, и к концу лета Ханское озеро полностью пересыхает. Подпитка рекой Ясени тоже стала минимальной, из-за десятков дамб река превращена в сабо сообщающиеся друг с другом пруды, и в жаркое время года вода почти не доходит до устья.



Рисунок 3.2 Полностью высохшее Ханское озеро (18.09.12)

Постепенное высыхание озера изменило видовой состав и привело к критическому сокращению численности гнездящихся и мигрирующих птиц, среди которых было много занесённых в красную книгу. Колонии кудрявого пеликана на озере исчезли, как и многие виды редких растений.

В ноябре 2014 года Общественный экологический совет рассматривал проблемы соседней особо охраняемой природной территории — памятника природы Ханского озера, которое тесно связано — гидрологически и экологически с Бейсугским лиманом. Тогда был принят целый пакет рекомендаций по решению проблемы в отношении озера, из которых по прошествии полутора лет не было выполнено практически ничего.

В настоящее время дно высохшей части озера представляет собой солончак и подсохшую глиняную корку, по которой активно передвигается автотранспорт местных жителей.

Наличие значительного количества организаций водопользователей на реке Ясени, ведущих бесконтрольную деятельность, не могло не отразиться на объёмах ее стока. В настоящее время, хозяйственную деятельность (прудовое рыбоводство) осуществляет около тридцати различных организаций. Кроме того, из реки осуществляется неконтролируемый забор воды для орошения сельскохозяйственных угодий.

По результатам мониторинга состояния Ханского озера установлено, что в сентябре 2014 года во время шторма произошло сильное наводнение, в результате которого озеро практически полностью заполнилось водой (рис. 6). В конце июня 2015 года, озеро было заполнено водой на 70 – 80 %, глубина воды колебалась от 20 до 50 сантиметров (рис.7). При этом видимых признаков наличия рыбы в озере, а также предзаморных или заморных явлений рыбы обнаружено не было. В августе 2015 года установлено, что озеро заполнено водой на 40%, со стороны поселка Шиловка вода отошла к центру озера на 3 – 4 км, местами покрыто высокой травянистой

растительностью. В ноябре 2015 года очередной осмотр озера показал, что водой заполнено 15% его площади.



Рисунок 3.3 Ханское озеро в сентября до (слева) и после в октябре (справа) наводнения в 2014 году.



Рисунок 3.4 Ханское озеро в конце июня (слева) и середине сентября (справа) 2015 года

# 3.3 Сравнительный анализ данных о площади озера в 90-ые годы и его современного состояния

Сравнительный анализ проведём с помощью двух снимков, полученных с помощью спутника Landsat 7 ЕТМ+, один из которых был сделан 30 августа 1999 года, в то время, когда озеро не имело проблем с подпиткой и ничего не предвещало беды. Второй снимок был сделан 27 мая 2017 года, спустя 10 лет после начала проблемы высыхания озера.



Рисунок 3.5 Сравнение площадей Ханского озера по данным спутника Landsat 7 ETM+ слева (30.08.99) и справа (27.05.17)

Спомощьюданных снимков Landsat Look Natural Color Image уже видна разница в площадях озера за разные периоды времени.

Проведём подсчёты площадей с помощью пакетов программы ЮНЕСКО/Билко:

Для этого используем данные трёх каналов спутника Landsat 7 ETM+.

Площадь озера за 30 августа 1999 года:

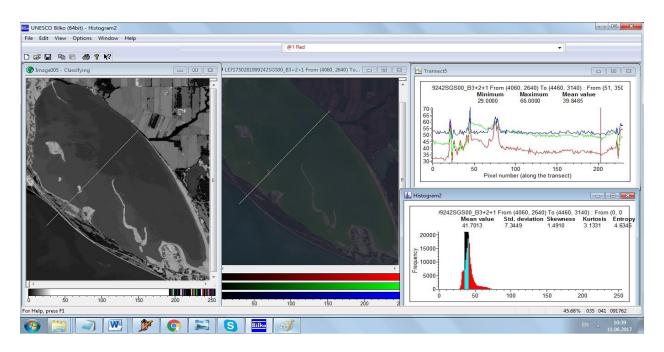


Рисунок 3.6 Определение площади Ханского озера (30.08.99) с помощью ЮНЕСКО/Билко

Для определения площади умножаем частоту (91762) на 900 = 82,5 квадратных километров.

Площадь озера за 27 мая 2017 года:

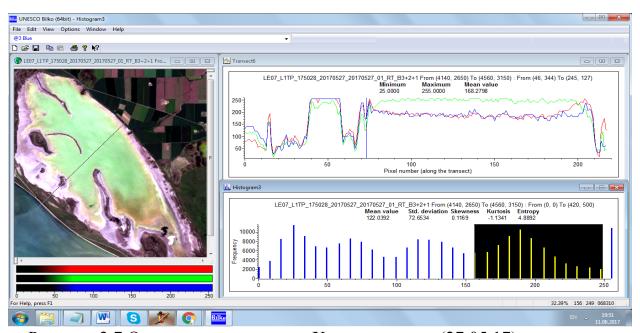


Рисунок 3.7 Определение площади Ханского озера (27.05.17) с помощью ЮНЕСКО/Билко

Частоту (68310) умножаем на 900 = 61,4 квадратных километров.

В итоге, мы получили разницу в 21,1 квадратный километр. Что является очень большой разницей в изменении площади озера за 17 лет.

# 3.4 Разработаная методика доступа к информации о Ханском озере по данным спутника Landsat 7 EMT+ в условиях изменения характеристики его приборов

Доступ к информации о данных со спутника Landsat 7 ETM+ пользователи могут получить, используя сайтhttps://earthexplorer.usgs.gov/(Рисунок 3.8) США Геологической службы (англ. UnitedStatesGeologicalSurvey, USGS). Это американская научно – исследовательская сокращенно правительственная организация, которая специализируется в науках о Земле. Например, биология, география, геология, гидрогеология, картография. Важнейшая сфера исследований USGS касается США — в частности, США. разведка полезных ископаемых В Служба подведомственна Министерству внутренних дел США.

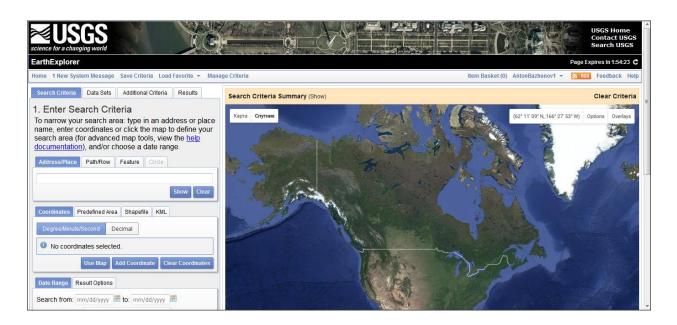


Рисунок 3.8 Главная страница сайта Геологической службы США

Для того чтобы начать работу по поиску необходимых данных, на карте SearchCriteriaSummaryнаходим нужный для дальнейшей работы район и ставим метку (Рисунок 3.9). В панели слева появятся координаты заданной точки.

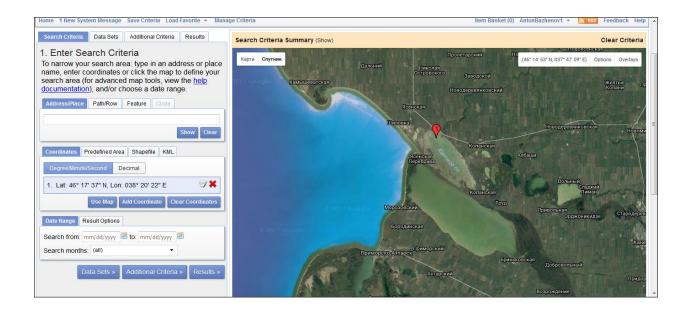


Рисунок 3.9 Выбор необходимого района для дальнейшей работы

Выбираем необходимый промежуток времени (Рисунок 3.10), в результате которого, сайт выдаст несколько снимков, когда спутник Landsat 7 ЕТМ+ находится в заданном районе.

В первом случае выберем промежуток времени, когда спутник Landsat 7 ETM+ представил первые данные, при функционирующем приборе SLC. Это будет 30 августа 1999 года. Время, когда Ханское озеро имело площадь около 100 квадратных метров и с ним сообщались соседние реки, дополняя его водой. Например, река Ясени, что находится севернее озера Ханское.



Рисунок 3.10 Выбор временного промежутка

Также обязательно следует выбрать спутник Landsat 7, перейдя в DataSets.

Где, выбравстрокуLandsatArchive, затемCollection 1 Level – 1, ставим галочку в строке L7 ETM+ C1 Level – 1 (Рисунок 3.11).

Можно также для последующей удобной работы со снимками, воспользоваться дополнительными возможностями, выбрать строку AdditionalCriteria, затем LandCloudCover и указать в ней Lessthen 20%, что значит процент покрытия облачностью.



Рисунок 3.11 Выбор данных спутника Landsat 7 ETM+ из архива

Указав все необходимые значения, нажимаем кнопку Results. Слева появится список из данных снимков (Рисунок 3.12).



Рисунок 3.12 Результаты поиска данных

Переходим к скачиванию необходимых снимков, нажав кнопку DownloadOptions. Где на выбор будут представлены различные типы файлов. Для быстрого просмотра снимка, необходимо скачать файл с названием LandsatLook Natural Color Image. Для последующей работы с изображением, например, определением площади озера или расчёт высоты облака скачиваем файл Level-1 GeoTIFF Data Product, который содержит в себе данные нескольких каналов, а также файл метаданных.

В итоге получаем изображения, по которым можно дать характеристику района, его водных объектов. В качестве примера приведён снимок района Ханского озера 30 августа 1999 года(Рисунок 3.13).



Рисунок 3.13 Район Ханского озера 30 августа 1999 года

В итоге, после того, как скачан нужный формат данных. Пользователь может произвести со снимками необходимые ему операции. В нашем случае, посчитаем перемычку между Бейсугским лиманом и Ханским озером (Рисунок 3.14), с помощью, которой можно было бы соединить лиман и озеро для подпитки последнего водой.

Выполнить данную операцию можно через современный пакет программ ЮНЕСКО/Билко. Это программный обработки пакет данных дистанционного зондирования океана и прибрежных регионов, который совместно с прилагаемыми пособиями используется для образовательных целей. Пакет предназначен для того, чтобы помочь в изучении некоторых результатов использования методов дистанционного зондирования. Программа включает различные стандартные функции обработки и анализа изображения, которые могут быть представлены в различных графических форматах.

Для расчёта используем снимок со спутника Landsat 7 ETM+, полученный 30 августа 1999 года. Используя три канала данных со спутника, загруженных в ЮНЕСКО/Билко, можно определить длину перемычки, которая будет равна 650 метрам.

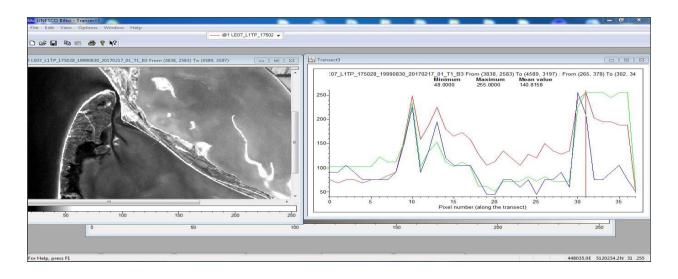


Рисунок 3.14 Расчёт перемычки между Бейсугским лиманом и Ханским озером

В условиях изменения характеристики приборов спутника Landsat 7 ЕТМ+ поиск данных остаётся тем же, за исключением одного момента. После выхода из строя прибора SLC, на сайте Геологической службы США, появился дополнительный пункт для выбора данных L7 ЕТМ+ SLC — off (2003 — present). Это означает, что данные, предоставляемые путем выбора этого пункта, будут с отключенным прибором SLC.

Соответственно, добавился и такой пункт, как L7 ETM+ SLC-on, (1999 – 2003). Выбрав этот пункт, пользователь получит данные снимком с включенным прибором SLC.

Но уникальность Ханского озера заключается в том, что даже при поломке прибора SLC на спутнике Landsat 7, данные для озера можно было получать и в условиях изменения характеристик прибора. Выход его из строя, практически никак не повлиял на доступ к информации об озере.

#### Выводы:

В ходе проделанной работы, мы разработали методику предоставления информации о Ханском озере в условиях изменения работоспособности его приборов. С помощью сайта Геологической службы США, мы получили снимок за 30 августа 1999 года и проанализировали его длину перемычки между Бейсугским лиманом и озером Ханским.

Проведение специальных работ по разрытию канала между лиманом и озером позволит беспрепятственно соединяться двум водоёмам. Эти работы приведут к восстановлению водного баланса озера, что спасёт его от гибели.

4. Оценка экономической эффективности разработанной методики

Для оценки экономической эффективности, сравним затраты на проведение

изучению проблем Ханского экспедиции ПО озера затраты

разработанную методику по диплому проекту.

Определение затрат на создание инженерного проекта производится путём

составления калькуляции плановой себестоимости. Она составляется по

следующим статьям затрат:

- материалы (карты памяти)

- стоимость специального оборудования (машинное время)

- основная заработная плата

- дополнительная заработная плата

- обязательные налоги на заработную плату

- расходы на служебные командировки

- затраты на работы, выполняемые сторонними организациями

- прочие прямые расходы

- накладные расходы

1) К статье «материалы» относятся:

затраты на приобретение карт памяти – 400 рублей.

затраты на приобретение картриджа для принтера – 600 рублей.

затраты на приобретение бумаги для оформления отчёта – 200

рублей.

Итого:  $3_{M}$ = 1200 рублей.

43

2) Стоимость машинного времени рассчитывается по формуле (4.1):

$$3_{\text{Maiii,BD.}} = C_{\text{M}} T_{\text{M}} \tag{4.1}$$

где:  $C_{\rm M}$  — стоимость 1 часамашинноговремени,

 ${
m C_M}=200~{
m pyб/чаc},~{
m T_M}=100~{
m часов},~{
m coответственно}~{
m 3_{{
m маш.вp.}}}=$  20000 рублей.

3) На статью «основная заработная плата» приходится основная заработная плата старшего инженера или инженера. Затраты по этой статье определяются исходя из выполнения этапов и видов работ и их средней зарплаты за один рабочий день по формуле (4.2):

$$3_{\text{OCH}} = C_{\pi H} T \tag{4.2}$$

где:  $C_{\text{дн}}$  — дневнаяставка (руб.),

Т – суммарная трудоёмкость (человеко-дни).

Основная заработная плата составляет:

$$3_{\text{осн}} = 12500$$
 рублей.

4) Дополнительная заработная плата:

$$3_{\text{доп}} = 3_{\text{осн}} K_{\text{доп}}$$

 $K_{\text{доп}} = 0.1$ , соответственно $3_{\text{доп}} = 1250$  рублей.

5) Обязательные налоги на заработную плату:

$$3_{\text{нал}} = (3_{\text{осн}} + 3_{\text{доп}})0.39 = 5362$$
 рублей.

6) Прочие прямые расходы рассчитываются по формуле:

$$3_{\text{пр}} = (3_{\text{м}} + 3_{\text{маш.вр.}} + 3_{\text{осн.}} + 3_{\text{доп.}} + 3_{\text{нал.}}) K_{\text{пр}}$$
(4.3)

где $K_{np.}$  –коэффициент прямых расходов.

 ${\rm K_{\rm np.}}=0.01$ , соответственно по формуле,  ${\rm 3_{\rm np.}}=623$  рублей.

7) Накладные расходы рассчитываем по формуле:

$$3_{\text{накл.}} = 3_{\text{осн.}} K_{\text{накл.}}$$
 (4.4)

гдеК<sub>накл.</sub> -ккоэффициенты накладных расходов.

$$K_{\text{накл.}} = 0.5$$
, соответственно по формуле (4.5)

$$3_{\text{накл.}} = 6250$$
 рублей.

На основании полученных данных составляется смета затрат в целом на разработку инженерного расчета. Результаты сведены в (Табл. 4.1).

В ходе работы над разработкой методики, затраты на служебные командировки и работы, выполняемые сторонними организациями отсутствуют.

Таблица 4.1 - Смета затрат на разработку дипломного проекта

№	Статьи затрат	Сумма, руб.
1	Материалы	1200
2	Стоимость машинного времени	20000
3	Дополнительная заработная плата	1250
4	Основная заработная плата	12500
5	Обязательные налоги на заработную плату	5362
6	Прочие прямые расходы	623
7	Накладные расходы	6250

Итого получаемая общая сумма затрат – 47185 руб.

Определим затраты на проведение экспедиции по изучению проблем Ханского озера. Для проведения экспедиции необходимо:

- специальное снаряжение для экспедиции (80000 руб.)
- квадроциклы или другой транспорт, необходимый для передвижения вдоль озера (450000 руб.)
- съёмочная аппаратура (100000 руб.)
- квадрокоптер (150000 руб.)

В итоге, для полного снаряжения экспедиции затраты составят порядка 800000 руб.

# Выводы

Стоимость затрат отдельной экспедиции на Ханское озеро составило примерно 800000 руб. Затраты на разработанную методику составили 47185руб. То есть стоимость разработанной методики, составляет всего 6 процентов от стоимости затрат на отдельную экспедицию, что ничтожно мало для исследования экологических угроз для озера и создания ресурсной базы.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По результатам работы о проблеме Ханского озера, была разработана методика предоставления информации по данным спутника Landsat 7 ЕТМ+ за различные периоды времени. Данный спутник дистанционного зондирования Земли используется с 1999 года и является очень важным элементом, несмотря на повреждение оси зеркала. Так как центральная часть его может быть использована в работе.

Также представлены основные проблемы и задачи по их решению для пересыхающего, исчезающего на глазах Ханского озера. Среди которых, например, расчистки протоков воды в реки Ясени, которые забиты ракушечником и песком.

Ещё совсем недавно озеро Ханское являлось одной из ключевых орнитологических территорий международного значения. В последние годы всевозможные природоохранные, научные, контролирующие организации перевели много бумаги на составление различных актов и заключений об отсутствии действенной охраны озера и прилегающей к нему территории. На различных совещаниях бессчётное число раз говорили о необходимости научных изысканий для спасения уникального озера. Не раз общественный экологический совет при губернаторе призывал власти принять экстренные меры для спасения Ханского озера, которое на протяжении десятка лет переживает экологическое бедствие.

Общественность считает, что чиновники ограничиваются констатацией факта экологического бедствия. Большие надежды защитники природы связывают с объявленным в этом году, годом экологии. В Краснодарском крае разработан план мероприятий по расчистке в 2017 году азовских лиманов и других водоёмов.

## Список используемой литературы

- 1. Сычев В.И. Практическое использование спутниковых изображений по результатам дистанционного зондирования Земли из Космоса. // Часть 4. Введение в анализ спутниковых данных с помощью интегрированной системы анализа спутниковых изображений ЮНЕСКО БИЛКО. Майкоп:— 2016. 86 с.
- 2. Сычев В.И., Эдвардс А. Д. Введение в программное обеспечение дляобработки спутниковых изображений. // Краткое руководство пользователя и примеры практического использования программных продуктов ЮНЕСКО СПб.-ЮНЕСКО: 2008 г., 96с.
- 3. Интерпретация комбинаций каналов данных LandsatTM/ ETM+. [электронный pecypc]: -URL:http://gis-lab.info/qa/landsat-bandcomb.html-по данным http://web.pdx.edu/~emch/ip1/bandcombinations.html(дата обращения: 5.10.2016).
- 4. Руководство пользователя Landsat8. [электронный ресурс]: -URL: http://landsat.usgs.gov/l8handbook.php/ -Version2.0. March29, 2016 –98 р. (датаобращения: 5.10.2016).
- 5.Белюченко И.С. Экология Краснодарского края (Региональная экология) // Учебное пособие. Краснодар: ФГОУ ВПО «Кубанский ГАУ», 2010. 356 с.
- 6. Отчет по выполненным научно-исследовательским работам на тему «Изучение динамики развития малых рек и озера Ханское, разработка предложений по их сохранению». Государственный контракт №20 от 22.09.2010 года: Краснодар, 2010
- 7. Грязелечение. Холопов А.П., Шашель В.А., Перов Ю.М. // Курортология. Изд.: Периодика Кубани, 2002 284 с.

- 8. Роберт Пасечник, Анастасия Чеботарева, Али Абдураимов, ПавелДмитрюк. Дистанционное зондирование Земли из космоса. Изд.: Вершина, 2006. 150 с.
- 9. Кашкин В.Б., Сухинин А.И.Дистанционное зондирование Земли из космоса. Цифровая обработка изображений. Изд.: Логос, Москва, 2001. 89 с.
- 10. Ясенская группа соленых озер // Энциклопедический словарь Брокгауза и Ефрона: в 86 т. (82 т. и 4 доп.). СПб., 1890—1907.
- 11. Моя Кубань. Природа, история, хозяйство, города Краснодарского края. Ростов н/Д: БАРО-ПРЕСС, 2007. 352 с.
- 12. Газета «Зеленый мир. Экологическое досье Мира и России» от 15.03.2013 г.
- Информационно-рекламный журнал "Приморский проспект" № 7 июль
   Ейск, Ейский историко-краеведческий музей им. В. Самсонова.
- 14. Ефремов Ю.В. Озера Кубани / Ю.В. Ефремов. Краснодар: Кубанское кн. Изд. во, 2006.
- 15. Козлов В.И. Экологическое прогнозирование ихтиофауны пресных вод. М.: ВНИРО, 1993.
- 16. Кашкин В.Б., Сухинин А.И. Дистанционное зондирование Земли из космоса. Цифровая обработка изображений. М.: Логос, 2001. 264 с.
- 17. Токарева О.С.Обработка и интерпретация данных дистанционного зондирования: учебное пособие. Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2010. 148 с.
- 18. Обиралов А. И., Лимонов А. Н., Гаврилова Л. А. Фотограмметрия и дистанционное зондирование Земли. Колос, 2006.