

**АНАЛИЗ ИЗМЕНЕНИЙ И КАРТИРОВАНИЕ ЛЕДНИКОВОГО ПОКРОВА С
ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОСМИЧЕСКИХ СНИМКОВ**
**ANALYSIS OF CHANGES AND MAPPING OF THE GLACIARES BY USING SPACE
IMAGES**

Мамытов А. К., А. К. Mamytov,
магистрант гр. КиГ_м -1-16, КГУСТА им. Н. Исанова
Master student of KSUCTA n.a. N.Isanov, aziz.mamytov.94@gmail.com

Нурдинов А. Н., А. N. Nurdinov,
магистрант гр. КиГ_м -1-16, КГУСТА им. Н. Исанова
Master student of KSUCTA n.a. N.Isanov, aibek03kg@mail.ru

Райымбек к. Г., Raiymbek k. G.,
магистрант гр. КиГ_м -1-16, КГУСТА им. Н. Исанова
Master student of KSUCTA n.a. N.Isanov, gulaim11_94@bk.ru

Чымыров А. У., А. U. Chymyrov,
к.т.н., и.о.проф., зав.каф. «Геодезия и геоинформатика». КГУСТА им. Н. Исанова,
Candidate of technical science, KSUCTA n.a. N.Isanov, chymyrov@gmail.com

**Кыргызский Государственный Университет Строительства Транспорта и
Архитектуры им. Н. Исанова,
Kyrgyz State University of Transport and Architecture after named N. Isanov**

***Аннотация.** В данной статье рассмотрено использование космических снимков и методов дистанционного зондирования Земли. Выполнены анализ и картирование изменения границ снежного покрова ледников Петрова, Давыдова, Сары-Тор и Лысый с применением программного комплекса ArcGIS 10.04.*

***Ключевые слова:** космические снимки; дистанционное зондирование; ArcGIS; Landsat; NDSI; ледники; классификация.*

***Кыскача мазмуну.** Бул макалада космостук сүрөттөрдү жана Жерди аралыктан байкаштыруу ыкмаларын пайдалануу каралган. Петров, Давыдов, Сары-Төр, Лысый мөңгүлөрүнүн аянттарынын өзгөрүшүн аныктоо жана картага түшүрүү үчүн ArcGIS 10.04 программалык комплекси колдонулду.*

***Негизги сөздөр:** космостук сүрөттөр, аралыктан байкаштыруу, ArcGIS, Landsat, NDSI, мөңгүлөр, классификация.*

***Abstract:** This article discusses the use of satellite images and methods of Remote Sensing of the Earth. The analysis and mapping of changes in the boundaries and the snow cover of Petrov, Davydov, Sary-Tor and Lysyi glaciers is analyzed and mapped by using the ArcGIS 10.04 software.*

***Keywords:** satellite images; remote sensing; ArcGIS; Landsat; NDSI; glacier; classification.*

Введение.

Данные дистанционного зондирования являются самым оперативным источником получения геоинформационных данных, следовательно, основным источником для поддержания информации ГИС (Географическая информационная система) в режиме реального времени. Это очень важно, если при этом фактор реального времени играет значительную или решающую роль (контроль стихийных бедствий, экологический мониторинг, мониторинг природы охраняемых территорий и т.д.) [1].

Роль ледников как резервуаров чистой, пресной воды особенно велика в горах Тянь-Шаня, окружённых пустынными районами. Несмотря на сухой климат региона

Центральной Азии, талые воды горных снегов, ледников и вечной мерзлоты формируют крупнейшие азиатские реки, подавая воду для более, чем 100 миллионов человек, живущих по разные стороны от Тянь-Шаня и Памира. В горных районах Центральной Азии формируется 80% пресной, кристально чистой воды, из которых 45% составляют талые воды сезонного снега, доля ледникового стока составляет 20%, а талые воды вечной мерзлоты -5% от общего годового стока рек. В летнее время, наиболее важная для сельского хозяйства, роль ледникового стока резко возрастает, достигая в среднем по Центральной Азии 20-40%, а в экстремально жаркие и сухие воды - 70-80% [2].

Объект исследования находится на южном берегу озера Иссык-Куль, на расстоянии 50-100 км к югу с. Барскоон, вблизи рудника "Кумтор". Ледники являются основным источником реки Кумтор, которая в свою очередь впадает реку Нарын и при слиянии с Карадарьей образуют реку Сыр-Дарья. Основными объектами исследования были выбраны ледники Петрова, Давыдова, Сары-Төр и Лысый (рис.1).

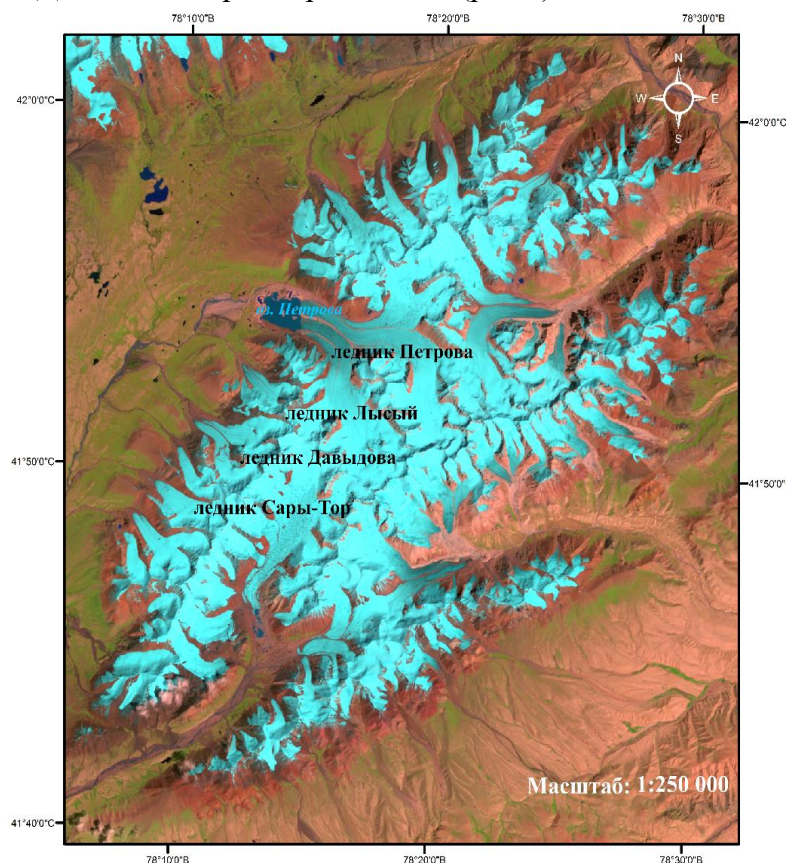


Рисунок 1. Район исследования

Методология.

В настоящий момент космические снимки широко используются во многих направлениях деятельности и науки как основной источник при анализе больших территорий, незаменимы в изучении ледников. Конечно, для анализа изменений территорий ледников требуется определить границы снежного покрова и для этого необходимо знать методологию выполнения операций.

Все работы были выполнены на программе ArcGIS. Среда для отображения снимков в ArcGIS является наиболее эффективным и в то же время он достаточно прост в управлении программным обеспечением для работы с данными дистанционного зондирования. ArcGIS выполняет функции по обработке и глубокому анализу многозональных снимков; исправлению геометрических и радиометрических искажений; поддержке объемных растровых и векторных форматов; интерактивному улучшению изображений; интерактивному дешифрированию и классификации; выбору области

обработки; векторному отображению, оцифровке; оформлению карт; анализу снимков в радиодиапазоне.

- | | |
|-------|--|
| Шаг 1 | Получение космических снимков Landsat |
| Шаг 2 | Подготовка космических карт для анализа исследуемой области (обрезка, извлечение) |
| Шаг 3 | Анализ нормализованного, дифференциального снежного индекса NDSI и сравнение полученных результатов на 1997, 2007 и 2017 гг. |
| Шаг 4 | Векторизация растровых данных |
| Шаг 5 | Картирование и компоновка результатов |

Получение космических снимков Landsat.

Спутники Landsat были разработаны специально для мониторинга поверхности суши и впервые запущены НАСА в 1972 году. Более 40 лет данные, получаемые со спутников

Для анализа были использованы снимки Landsat-5, 7 и 8, которые имеют панхроматические, так и многозональные снимки (архивированный набор изображений в формате GeoTIFF) с координатной привязкой. Пространственное разрешение космических снимков 15-30 м. Снимки получены с сайта геологической службы соединенных штатов (USGS) через сервис Earth Explorer (<http://earthexplorer.usgs.gov>). Выходная картографическая проекция UTM (прямоугольная система координат) и координатная система данных WGS-84.

Подготовка космических карт для анализа исследуемой области (обрезка извлечение).

Космические снимки предоставляются в виде геопривязанных изображений, которые охватывают большую площадь, но для конкретных задач требуется лишь часть снимка. Существуют несколько способов вырезать интересующую область для исследования. Для данной работы в основном использовались методы обрезки произвольным прямоугольником и обрезка изображений по маске. Обрезка выполняется для определенных каналов, необходимых для анализа.

Анализ нормализованного, дифференциального снежного индекса NDSI и сравнение полученных результатов на 1997, 2007 и 2017 гг.

В различных ресурсах по изучению снежного и ледникового покрова существуют различные методы и способы, если одни применяются при анализе массбаланса, то другие для определения границы покрова.

Один из самых распространенных и используемых индексов для решения задач, в определении состоянии ледников. Значения *NDSI* (Normalized Differenced Snow Index) варьируется от -1 до +1. Индекс вычисляется по следующей формуле:

$$NDSI = \frac{Green - SWIR}{Green + SWIR};$$

где *SWIR* - коэффициент отражения в короткий инфракрасной области спектра;

Green - коэффициент отражения в зеленой области спектра.

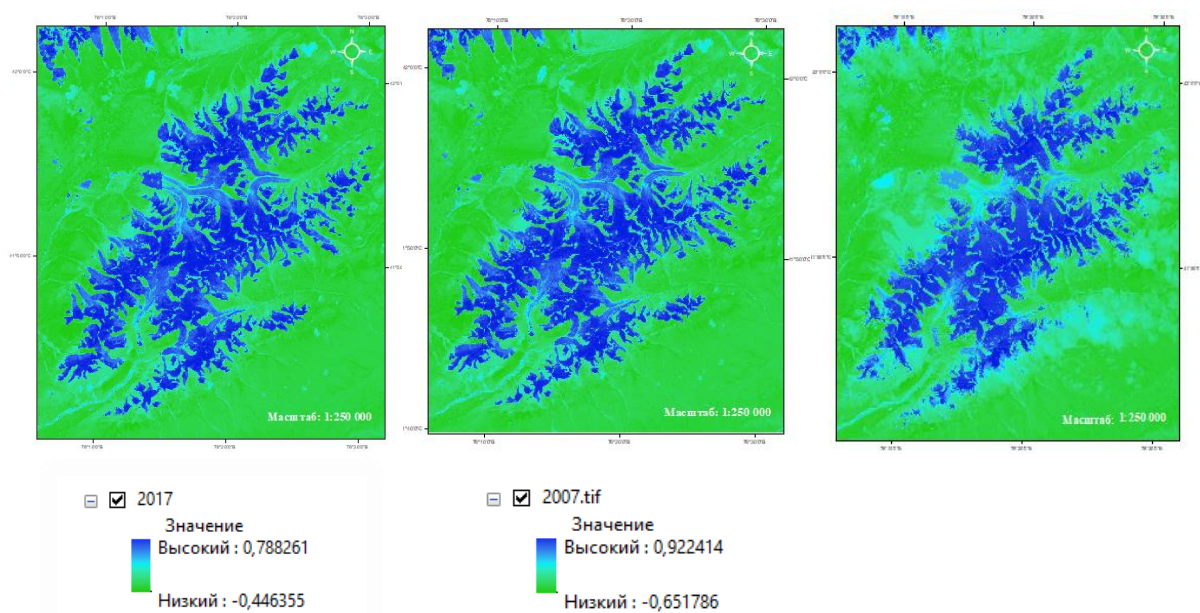
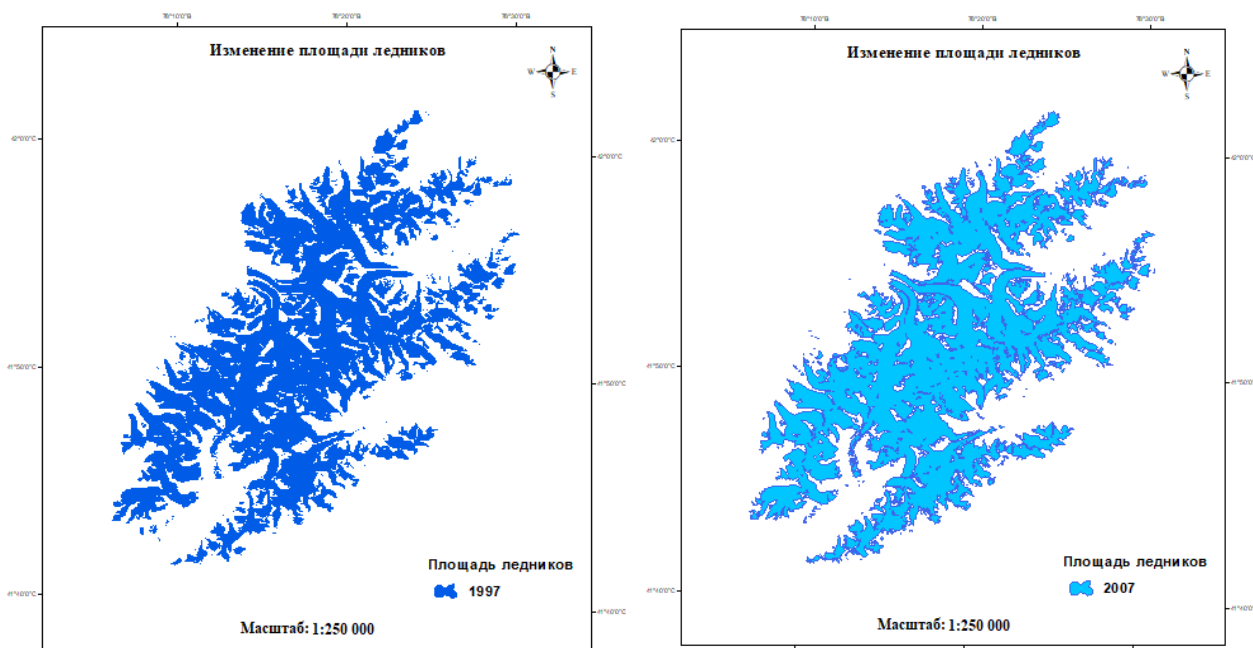


Рисунок 2. Сравнение полученных результатов NDSI на 1997, 2007 и 2017 гг.

После классификации по классам (рис.2). Цель классификации состоит в определении принадлежности каждой ячейки в исследуемой области известному классу, в данном случае: ледники, водные объекты, прочие виды покрытия и растения. Результатом каждой классификации является тематическая карта, которая разделяет исследуемые области на выбранные классы. После классификации растра на определенные классы, карта конвертируется в векторный формат данных. После векторизации выполнен анализ изменения площади ледникового покрова в районе исследований.



а) Площадь ледников в 1997 г.- 378.2 кв. км

б) Площадь ледников в 2007 г. - 370.4 кв. км

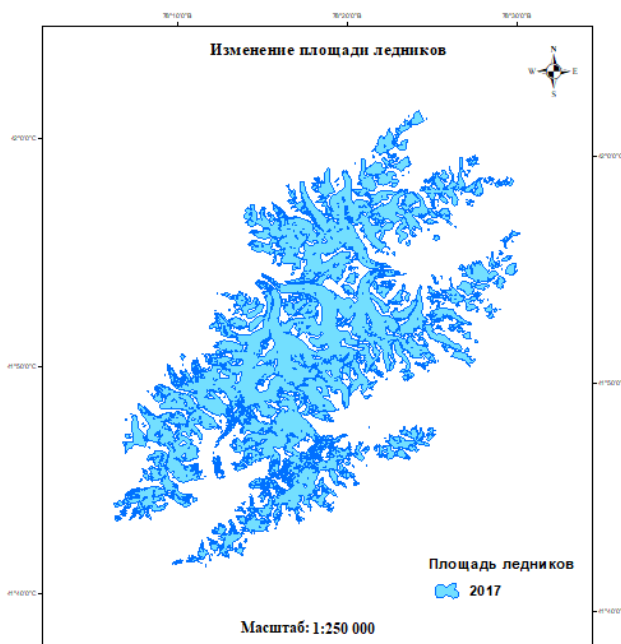


Рисунок 3. Анализ изменений площадей ледников в 1997, 2007 и 2017 гг.

в) Площадь ледников в 2017 г. - 307.1 кв. км

Заключение

По результатам векторизации и определение площади ледников получены результаты изменение границ. Так в 1997 г. площадь ледникового покрова составляла 378.2 кв. км, 2007г.- 370.4 кв. км, сокращение границ произошло более ощутимо в 2017 г.- 307.1 кв. км (рис.3). В процентном соотношении с 1997 г. к 2007 г. площадь ледникового покрова уменьшилась на 19.8 % в 2017 г. Анализ результатов показывает, что за последние 10 лет таяние ледников происходит с более быстрыми темпами.

Расчет ледникового покрова NDSI (Normalized Differenced Snow Index) был выполнен для десятилетних интервалов с 1997 г. по 2017 г. (Таблица 1).

Таблица 1. Изменение величины NDSI для исследованных ледников

1997 г.	2007 г.	2017 г.
Высокий: 0,979592	Высокий: 0,922414	Высокий: 0,788261
Низкий : -0,666667	Низкий : -0,651786	Низкий : -0,446355

Сохранение ледников является одной из больших проблем в Центральной Азии. В случае продолжения таяния ледников нынешними темпами оно может привести к неисправимым последствиям для окружающей среды и населения региона. В первую очередь ледники являются природным резервуаром пресной воды, поэтому любые нарушения в их функционировании напрямую отразится на всей человеческой цивилизации.

Литература

1. А.К. Тыныбеков, Ж.Э. Куленбеков, М.С. Алиев/ Использование Данных Дистанционного Зондирования для экологических исследований. Вестник КPCY. 2008. Том 8. № 1.
2. И. Торгоев. Ледники, золото и геоэкология Кумтора. Lap Lambert Academic Publishing, 2017/
3. Phila Sibandze et.al. A comparison of Normalised Difference Snow Index (NDSI) and Normalised Difference Principal Component Snow Index (NDPCSI) techniques in distinguishing snow from related land cover types. South African Journal of Geomatics, Vol. 3, No. 2, August 2014.

4. В.Г. Коновалов, В.А. Рудаков. Возможности использования данных дистанционного зондирования Земли для мониторинга ледников и гляциологических расчётов, 2015 г. Институт географии РАН, Москва.