

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ  
Н.Г.ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Кафедра геоморфологии и геоэкологии

Исследование покровного оледенения с использованием данных ДЗЗ  
(на примере Гренландии)

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

студента 4 курса 422 группы

направления 05.03.02 «География»

код и наименование направления

географического факультета

наименование факультета

Евдокимова Артемия Валерьевича

фамилия, имя, отчество

Научный руководитель

доцент, к.г.н., доцент

должность, уч. степень, уч. звание



подпись, дата

А.В.Молочко

инициалы, фамилия

Зав. кафедрой

к.с-х. н., доцент

уч. степень, уч. звание



подпись, дата

В.А.Гусев

инициалы, фамилия

Саратов 2019

**Введение.** Покровные ледники — остатки огромных ледниковых щитов, которые в последние ледниковые эпохи существовали в умеренных широтах. И хотя сегодня они не такие масштабные, как в прошлом, всё равно их размеры впечатляют. Они занимают 98,5% всей площади ледников на Земле и образуются там, где снеговая линия находится очень низко. Эти ледники имеют форму щитов и куполов.

*Актуальность исследования.* Изучение ледников всегда было и будет актуальным, т.к. площадь ледника активно сокращается. Например: Расход льда в краевой части щита, вызываемый летним таянием и отделением айсбергов, не компенсируется накоплением льдов внутри Гренландии, и ледник довольно быстро сокращается — за период с 2000 по 2008 годы ледник уменьшился на 1500 гигатонн, что эквивалентно ежегодному повышению уровня Мирового океана на 0,46 мм.

Поэтому *цель* моей выпускной квалификационной работы - проведение сравнения результатов визуального и автоматизированного дешифрирования ледников (на примере Гренландии) и предложение рекомендаций по оценке дальнейшего состояния ледников.

Для решения поставленной цели были определены следующие *задачи*:

1. Сделать обзор основных понятий ледников, их характеристик и классификации
2. Указать методы изучения горных ледников;
3. Выработать рекомендации по работе с автоматизированным и ручным дешифрированием.
4. Провести анализ различий и динамики изменения ледника

*Материалы исследования.* При подготовке исследования, использовались картографический и литературно-исторический методы, а также методы системного анализа и научного обобщения. Также были использованы материалы Интернет-ресурсов.

Бакалаврская работа состоит из 3 разделов, введения, заключения и списка использованных источников. Практическая часть представлена

шестью приложениями, которые содержат разновременные картографические космоснимки.

### **Основное содержание работы.**

## **1 Ледники: основные понятия и характеристики. Методы изучения и геоэкологические проблемы**

Данный раздел посвящен основным характеристикам и понятиям, связанных с ледниками. Также будут рассмотрены основные методы изучения ледников и связанные с ними геоэкологические проблемы.

Ледники — движущиеся скопления естественных льдов атмосферного происхождения в наземных условиях. Образуются в местах положительного баланса твердых атмосферных осадков, область питания их находится выше снеговой границы. Гляциология — наука о ледниках, их происхождении, развитии, составе, строении, физических свойствах, деятельности, взаимосвязях с географической средой, т.е. наука о всех формах льда на земной поверхности и подземных льдах [1].

Удельная теплота — 330 кДж/кг. Ледники являются продуктом взаимодействия рельефа и климата. Они образуются преимущественно из снега, выпадающего из атмосферы, но могут частично состоять и из водного льда (например, шельфовые ледники Антарктиды).

В настоящее время известны три аморфных разновидности и 18 кристаллических модификаций льда.

Лёд может содержать механические примеси — твёрдые частицы, капельки концентрированных растворов, пузырьки газа. Наличием кристалликов соли и капелек рассола объясняется солоноватость морского льда.

Морской лёд. Замерзание воды с солёностью, равной средней солёности Мирового океана, происходит при температуре около  $-1,8^{\circ}\text{C}$ . В среднем солёность льда в 4 раза ниже солёности образовавшей его воды, колеблясь от 0 до 15 промилле (в среднем 3—8 ‰).

Наличие пузырьков воздуха (пористость) значительно уменьшает плотность льда.

1. Каждый ледник состоит из областей питания и расхода, разделенных границей питания. При вязко - пластическом течении льда передвижение льда от 10 – 100 м в год и до 100 метров в сутки при глыбовом скольжении [2].

По температурному состоянию различают две главные группы:

1. Теплые
2. Холодные
2. 3. Переходные [3].

На данный момент существует множество методов исследования ледников, которые можно разделить на несколько более обобщенных групп:

1. Геофизические методы исследования ледников:
  - 1.1. Термическое и механическое бурение ледников;
  - 1.2. Методы измерения движения и теплового режима;
  - 1.3. Использование методов разведочной геофизики;
  - 1.4. Радиолокационное зондирование льда и применение его для определения толщины и режима ледников, их подледного рельефа, внутреннего строения.

Также используются и другие методы исследования.

2. Геохимические методы исследования ледников:
  - 2.1. Использование стабильных и радиоактивных изотопов для палеогляциологических реконструкций;
  - 2.2. Микрочастицы, химический и газовый состав ледников;
  - 2.3. Макро- и микроэлементы, источники поступления примесей;
  - 2.4. Ледники, как индикаторы антропогенного загрязнения природной среды.

3. Дистанционные методы изучения снега и льда:

- 3.1. Наземные, геодезические и фотограмметрические методы изучения нивально-гляциальных объектов и процессов;

3.2. Аэрофотосъемка снега и льда; повторная аэросъемка как метод изучения опасных нивально-гляциальных явлений;

3.3. Использование космической информации для изучения снега и льда;

3. 3.4. Картографирование нивально-гляциальных объектов и систем ГИС [4].

К современным геоэкологическим проблемам ледников относят их загрязнение [5].

4. Также одной из глобальных экологических проблем считается таяние горных ледников [6].

## **2 Виды космосъемок и программные средства**

В данном разделе будут описаны основные виды космосъемки и используемые в работе программные средства.

По характеру покрытия земной поверхности космическими снимками выделяют съемки:

- Одиночное (выборочное) фотографирование
- Маршрутная съемка
- Прицельная (выборочная)
- Программно-прицельная съемка
- Глобальная съемка [7].

При дешифрировании космоснимков используются такие программы как:

- ERDAS Imagine [8]
- ENVI [9]
- IDRISI [10]
- Multi Spec [11]
- СканЭкс [12]

### **3 Общая физико – географическая характеристика Гренландии.**

#### **Методы дешифрирования ледников**

Данный раздел посвящен общей физико-географической характеристике Гренландии и методам дешифрирования ледников.

Остров Гренландия находится на границе Атлантического и Северного Ледовитого океанов, северо-восточнее Канады. В Гренландии сосредоточен второй по размеру ледниковый покров в мире после Антарктиды. Ледниковый покров составляет 84 % территории, остальное — область вечной мерзлоты. Климат районов Гренландии изменчив. Он наиболее мягкий на юго-западном побережье. Самые низкие температуры наблюдаются в центре острова, зимой на ледниковом щите температура нередко опускается ниже  $-60^{\circ}\text{C}$ , а летом не поднимается выше  $-12^{\circ}\text{C}$ . На берегах обитают северный олень, овцебык (на севере), белый медведь, песец, полярный волк, лемминг, в прибрежных водах — гренландский кит, гренландский тюлень, морж. Растительность в Гренландии приурочена к местам, свободным ото льда. На крайнем юге встречаются берёзовое криволесье, заросли рябины, ольхи, ивы и можжевельника [13].

Дешифрирование ледников выполняется главным образом по снимкам в красной зоне, которые имеют наилучшее разрешение и позволяют выявить черты морфологии их поверхности. Однако для гляциологического дешифрирования оказывается очень важным также привлечение снимков в ближней инфракрасной зоне, особенно для изучения заснеженных пригребневых частей склонов [14].

На основе разновременного дешифрирования по оценке состояния ледников было выявлено следующее: при постоянной площади участка исследования, территория, занятая ледниковым покровом, сокращалась, и продолжает сокращаться в настоящее время. Мы имеем при участке исследования равном  $23780\text{ км}^2$ : 2000 год – 79,3%; 2010 год – 79,1%; 2019 год – 78,8%, территорий, занятых ледовым покровом, что отражено в приложениях. Из полученных данных мы можем сделать вывод о том, что

температуры деградации ледового покрова растет. Данные метеосводок в районе участка наблюдения за период 2000 – 2019 показывают рост средней температуры примерно на 1 градус Цельсия. Сопоставив полученные данные с данными метеосводок за период 2000 – 2019 годы, мы можем говорить о продолжении деградации ледовых покровов, а также ускоряющихся темпах данного процесса.

**Заключение.** В данном исследовании велась работа с тремя снимками. Снимки были дешифрованы ручным и автоматизированным методами. После продельвания всех процессов были получены оцифрованные снимки. Из чего был сделан вывод о том, что автоматизированное дешифрирование позволяет выявить больше ледовых покровов, чем ручное. Была выявлена основная тенденция на снижение массы ледовых покровов Гренландии. Все полученные данные были посчитаны в абсолютных и относительных единицах. На основе всех выше перечисленных данных, была выявлена специфика работы с разными видами дешифрирования.

Были даны прогнозы, сценарии развития ледового покрова исследуемого участка.

## **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Мильков, Ф.Н. ,Бережной А.В. , Михно В.Б. Терминологический словарь по физической географии / М. Высш. шк. ,1993, 83 с.,131 с.
2. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О СТРОЕНИИ, ДИНАМИКЕ И РЕЖИМЕ ЛЕДНИКОВ [Электронный ресурс]: RAAAR.RU. URL: [http://www.raaar.ru/zeml/ledniki/obschie\\_sved.html](http://www.raaar.ru/zeml/ledniki/obschie_sved.html) (Дата обращения 20.04.2019).-Загл.с экрана – Яз.рус.
3. Иван Лаврентьев. Ледники: строение и образование [Электронный ресурс]: ПостНаука. URL: <https://postnauka.ru/faq/65267> (Дата обращения 21.04.2019).-Загл.с экрана – Яз.рус.

4. Методы и средства исследования ледников [Электронный ресурс]: GEOLIKE.RU. URL: [http://geolike.ru/page/gl\\_6618.htm](http://geolike.ru/page/gl_6618.htm) (Дата обращения 21.04.2019).-Загл.с экрана – Яз.рус.
5. Диких, А.Н., д.г.н., проф. Загрязнение ледников Тянь-Шаня [Электронный ресурс]: СМИ. Журналистика. Реклама. URL: [http://www.librero.ru/phenology/zagraznenie\\_lednikov\\_tanbana](http://www.librero.ru/phenology/zagraznenie_lednikov_tanbana) (Дата обращения 09.05.2019).-Загл.с экрана – Яз.рус.
6. Таяние ледников [Электронный ресурс]: Глобальные экологические проблемы URL: [http://geografff.blogspot.ru/2010/05/blog-post\\_8574.html](http://geografff.blogspot.ru/2010/05/blog-post_8574.html) (Дата обращения 22.04.2019).-Загл.с экрана – Яз.рус.
7. Аэрокосмические съемки [Электронный ресурс]: Аэросъемка, Космическая съемка, Классификация съемок по характеру покрытия земной поверхности космическими снимками URL: <https://gigabaza.ru/doc/165454.html> (Дата обращения 01.05.2019).-Загл.с экрана – Яз.рус.
8. ERDAS IMAGINE - обработка данных ДЗЗ [Электронный ресурс]: Иннотер URL: <https://old.innoter.com/software/832> (Дата обращения 06.05.2019).-Загл.с экрана – Яз.рус.
9. Описание программы ENVI [Электронный ресурс]: Студенческая библиотека онлайн URL: [https://studbooks.net/2092202/informatika/opisanie\\_programmy\\_envi](https://studbooks.net/2092202/informatika/opisanie_programmy_envi) (Дата обращения 06.05.2019).-Загл.с экрана – Яз.рус.
10. Ципилева, Т.А. Геоинформационные системы, Томск, 2004, 121-146с.
11. Возможности программы MultiSpec [Электронный ресурс]: Межуниверситетский аэрокосмический центр при Географическом факультете МГУ им. М.В. Ломоносова URL: [http://www.geogr.msu.ru/science/aero/center/int\\_sem3/multispec\\_rus.htm](http://www.geogr.msu.ru/science/aero/center/int_sem3/multispec_rus.htm) (Дата обращения 09.05.2019).-Загл.с экрана – Яз.рус.

12. Пономарчук, А.И., Черепанова Е.С., Шихов А.Н. Дистанционное зондирование в картографии, Пермь, 2013, 5-17с.
13. Прохоров, А.М. Гренландия // Большая советская энциклопедия : [в 30 т.] — 3-е изд. — М. : Советская энциклопедия, 1969—1978.
14. Каутцлебен, Х., Сагдеев Р.З., Салищев К.А. Дешифрирование многозональных аэрокосмических снимков. Методика и результаты, Москва, 1982, 4-70 с.