

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

Кафедра метеорологии и климатологии

**Изменчивость составляющих радиационного баланса Земли в
Арктическом регионе**

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

студента 4 курса 411 группы

направления 05.03.05 Прикладная гидрометеорология

 географического факультета

Кульковой Евгении Владимировны

Научный руководитель,

доцент, д.г.н. _____

М.Ю. Червяков

Заведующий кафедрой,

доцент, д.г.н. _____

М.Ю. Червяков

Саратов 2019

Введение Климат планеты изменяется, что обуславливает изменение глобальной температуры, которая растет с необычной скоростью, начиная с начала 20 века. Изменения климата в прошлом были результатом природных факторов и естественной изменчивости. Однако, величина трендов и характер изменений, наблюдающихся в последние десятилетия, показывают, что антропогенное влияние становится сейчас преобладающим фактором [1].

Эти изменения климата особенно ощутимо проявляются в Арктике. Начиная с 70-х годов 20 века средняя температура в этом регионе росла почти в два раза быстрее, чем средняя глобальная. Таяние ледников Гренландии и морского льда, рост температуры в районах вечной мерзлоты подтверждает существование более интенсивного потепления Арктики [2].

В качестве основного источника энергии большую роль играет солнечная радиация. Именно по этой причине определение компонентов радиационного баланса Земли на верхней границе атмосферы и радиационного баланса на земной поверхности, является главной задачей исследования земной климатической системы.

Все измерения составляющих радиационного баланса с искусственных спутников земли приводят к верхней границе атмосферы. За верхнюю границу атмосферы принимается поверхность высотой 30 км над поверхностью Земли. Это дает возможность оценить, как происходит обмен радиацией с космосом любого региона планеты.

Распределение компонентов радиационного баланса Земли по земной поверхности весьма разнообразно. Оно зависит от многих величин: высоты солнца, продолжительности светлого времени суток, характера и состояния земной поверхности, циркуляционных условий, замутненности атмосферы, содержания в ней водяного пара и других поглощающих газов, аэрозолей, наличия облачности.

Арктические и субарктические регионы – одни из наиболее чувствительных к изменению климата. Как отмечено Международной группой

по изменению климата, температура воздуха в Арктике выросла к началу 21 в. на 1-1,5 градуса по сравнению с 1970-ми гг. 20 в. Рост температуры сопровождается изменениями и других климатических параметров, в том числе облачности.

В данной дипломной работе рассматриваются причины изменения климата Арктического региона, современное состояние климата Арктики, радиационный баланс Земли в данном регионе, различные спутниковые методы изучения составляющих радиационного баланса Земли (спутник «Метеор-М» № 2), облачность над Арктикой, а также для наглядного примера представлены шаблоны величин альбедо и поглощенной солнечной радиации над арктическим регионом.

Основное содержание работы

Арктика оказывает особое влияние на глобальный климат. Годовая сумма приходящей от солнца энергии является наибольшей вблизи экватора и наименьшей у полюсов. Из-за того, что значительная часть территории Арктики покрыта снегом и льдом, доля приходящей энергии, которая отражается назад в космос, здесь более значительна, чем в низких широтах, где наибольшая часть этой энергии поглощается поверхностью земли. Если бы не было переноса тепла атмосферой и океаном от тропика к полюсам, то тропики бы нагревались сильнее, а полярные регионы были бы гораздо холоднее. В Северном полушарии основной вклад в океаническую часть этого переноса энергии вносит Атлантический океан и процессы, которые происходят в Арктике, обладают возможностью оказывать воздействие на интенсивность циркуляции Атлантического океана.

Вследствие малого прихода солнечной радиации при большой отражающей способности подстилающей поверхности и отсутствия притока коротковолновой радиации в период полярной ночи значения радиационного баланса в Арктике большую часть года отрицательны. В районе Центрального полярного бассейна радиационный баланс отрицателен в течение 8 месяцев, а на островах и побережье – в течение 7 месяцев.

Радиационный баланс в Арктике большую часть года отрицателен, но вследствие большого поступления тепла солнечной энергии в светлый период года годовые значения радиационного баланса в Арктике в среднем многолетнем выводе положительные.

Аппаратура ИКОР-М (Измеритель коротковолновой отраженной радиации) в соответствии с рисунком 1 была установлена на российских спутниках под названием «Метеор-М» № 1 в соответствии с рисунком 2, который был запущен в сентябре 2009 года, а в июле 2014 года – «Метеор-М» № 2. С помощью ИКОР-М получают информацию об уходящей отраженной коротковолновой радиации, являющейся одной из составляющих

радиационного баланса Земли и альбедо. Вся информация может быть использована для составления прогнозов погоды и в изучении изменения климата в Арктическом регионе.



Рисунок 1 - Радиометр ИКОР-М [8]

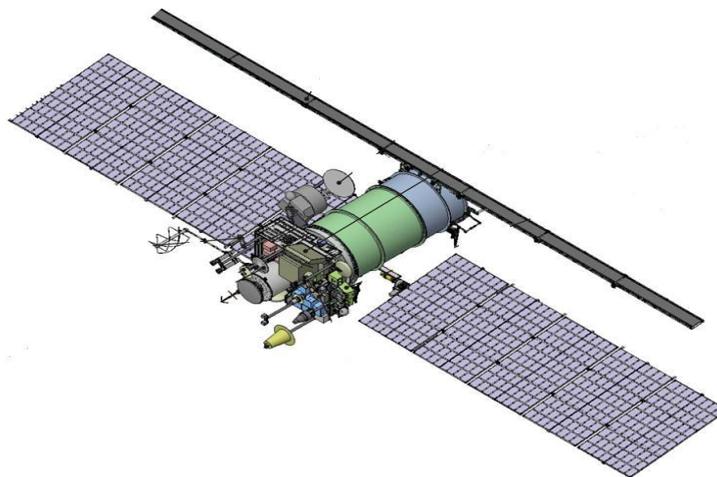


Рисунок 2 - ИСЗ «Метеор - М» №1 [8]

Массив ячеек равных по площади, на которые разбивается вся поверхность Земли имеют размер $2,5^{\circ} \times 2,5^{\circ}$. С увеличением широты количество ячеек в каждой широтной зоне уменьшается.

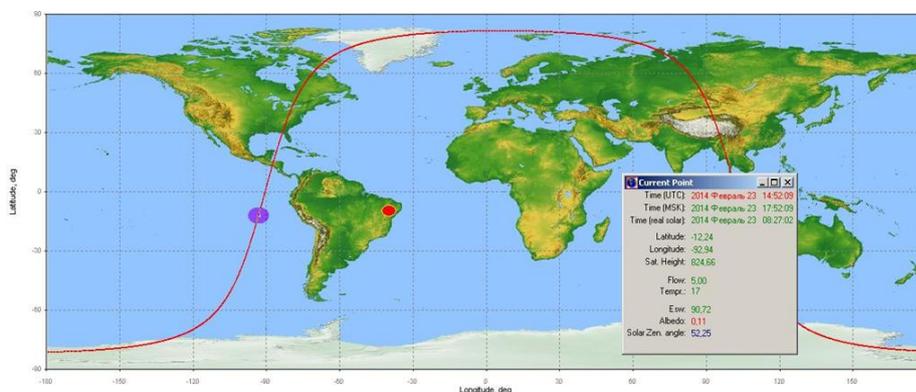


Рисунок 3 – Проекция витка ИСЗ «Метеор – М» №1
(составлено автором)

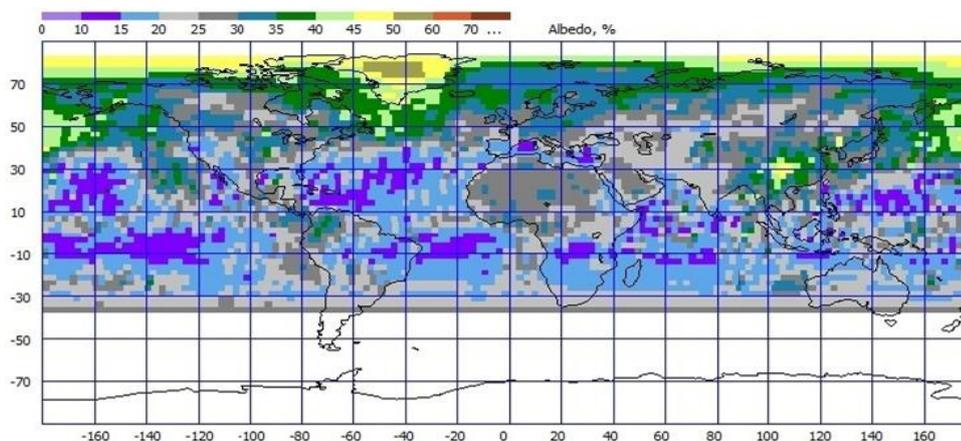


Рисунок 4 - Карта распределения среднемесячных значений альбедо в июле 2014 г., построенная по данным радиометра ИКОР-М на «Метеор-М» №1
(составлено автором)

Таким образом, уже получен достаточно большой массив данных, обеспечивающих покрытие Арктического региона в летний период, что позволяет решать различные задачи по оценке распределения величин

отражённых потоков солнечной радиации, альbedo и поглощенной солнечной радиации за период с 2009 по 2019 гг.

Если проанализировать карты среднемесячных распределений величин альbedo, то можно выявить территории с минимальными и максимальными значениями альbedo. В качестве примера, приведена карта распределения альbedo в июне 2014 года в соответствии с рисунком 4.

Для построения графиков распределения среднемесячных величин, составляющих РБЗ использовался шаблон, представленный на рисунке 5, который был выполнен в программе «IKOR_Archive_Viewer» для арктического региона по программе «IKOR_Fields_Editor». Были использованы данные с августа 2014 г. по февраль 2019 г., полученные со спутника.

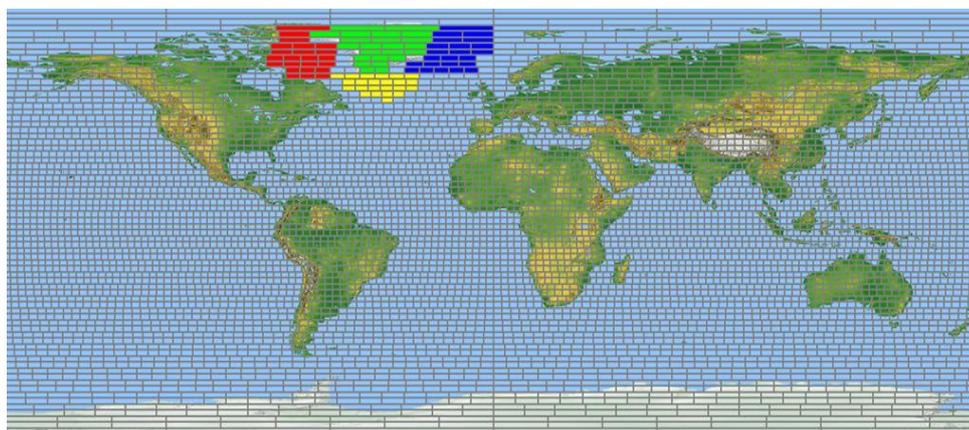


Рисунок 5 — Схема шаблонов, для расчетов среднемесячных величин альbedo и поглощенной солнечной радиации (составлено автором)

На рисунке 6 можно отследить то, что на юге наблюдаются самые максимальные значения в августе 2016 года, над островом Гренландия максимум отмечается в 2018 году в июне, на западе в марте 2016 года, а на востоке в 2017 году в апреле. Самые минимальные значения над Гренландией наблюдаются в 2015 году в декабре, на западе минимум отмечается так же в декабре, но уже в 2014 году и в этом же году в декабре на востоке можно отследить еще один минимум, на юге минимальные значения отмечались в 2015 году в декабре.

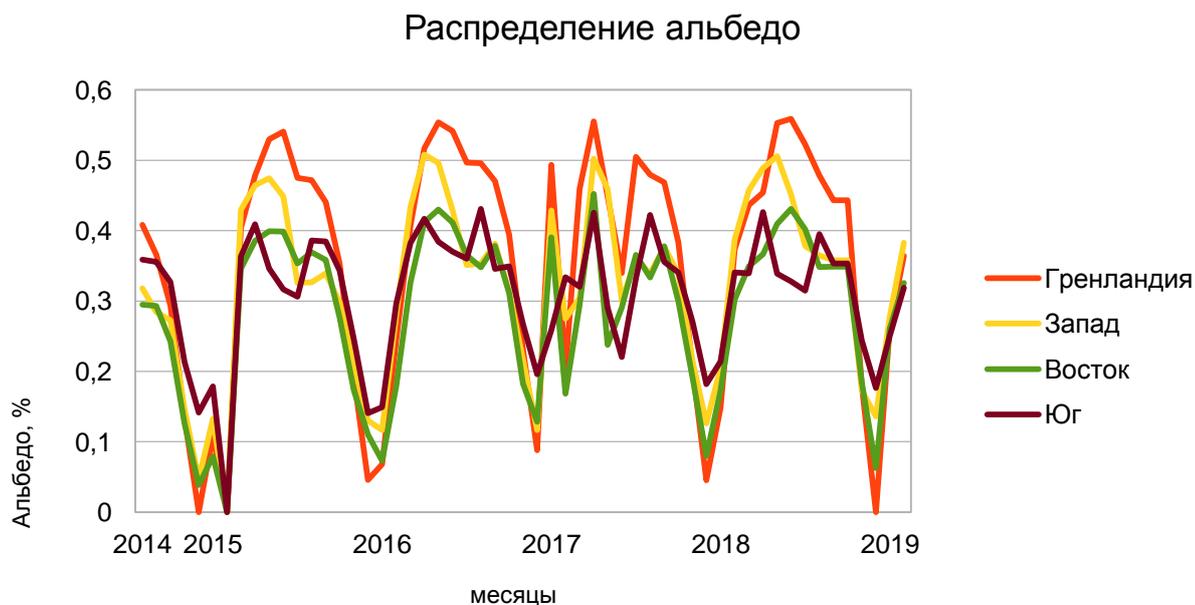


Рисунок 6 - Распределение альбедо над о. Гренландия и соседними территориями с августа 2014 г. по февраль 2019 г. (составлено автором)

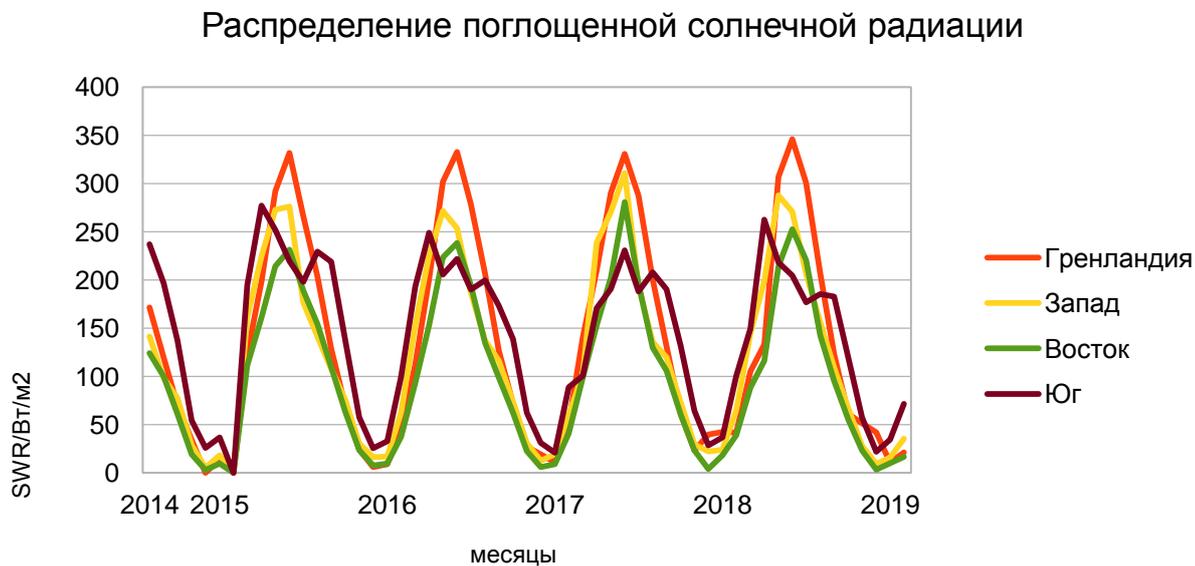


Рисунок 7 - Распределение поглощенной солнечной радиации над о. Гренландия и соседними территориями с августа 2014 по февраль 2019 г. (составлено автором)

Изучая полученный рисунок 7, можно отметить самые большие значения над островом Гренландия в 2018 году в июне, в западном регионе максимум был также в июне в 2017 году, на юге в 2015 году в марте, на востоке в июне 2017 года. Минимальные значения можно отследить над островом Гренландия в 2015 году в зимние месяцы, в западном регионе в 2014 году, на юге минимум отмечается в 2017 году в январе.

В программе «IKOR Fields Editor» был составлен шаблон Гренландии в соответствии с рисунком 8, разделенный по широтам с шагом $2,5^\circ$. Длина широт меняется от южных широт до северных, соответственно от минимальных к максимальным.

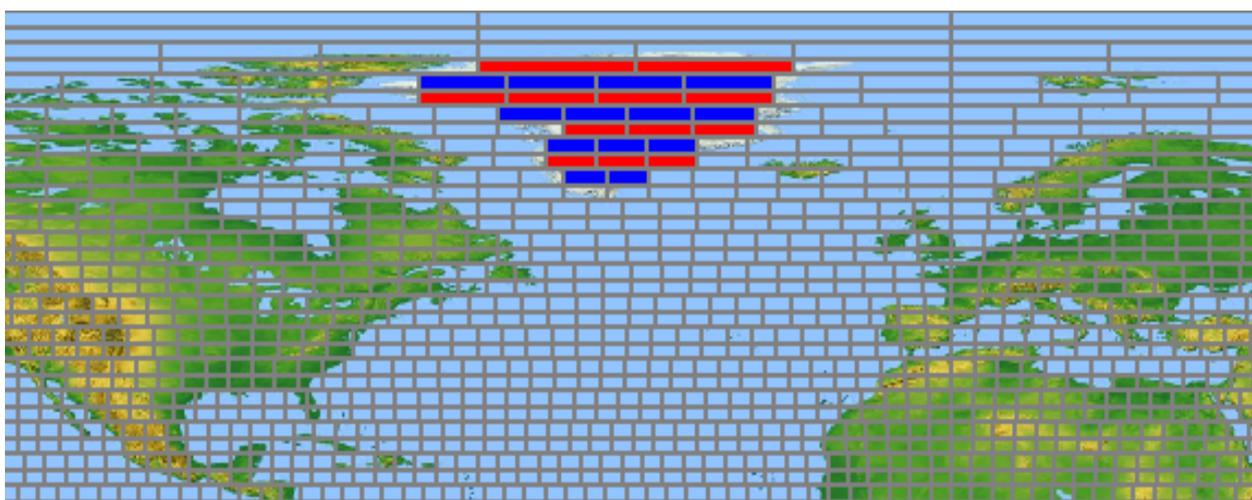


Рисунок 8 — Шаблон о. Гренландия, разделенный по широтам с шагом $2,5^\circ$ (составлено автором)

На основе данных, которые были получены с помощью программы были построены графики распределения альбедо и поглощенной солнечной радиации за 2015 год.

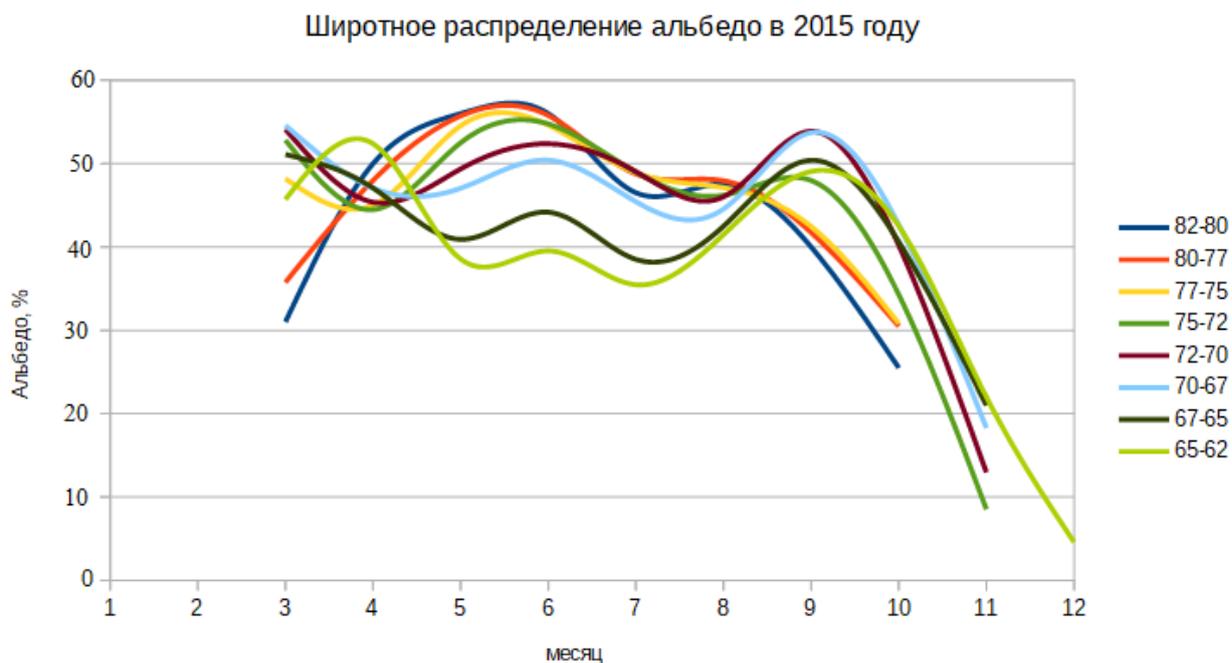


Рисунок 9 - Широтное распределение альбедо в 2015 году
(составлено автором)

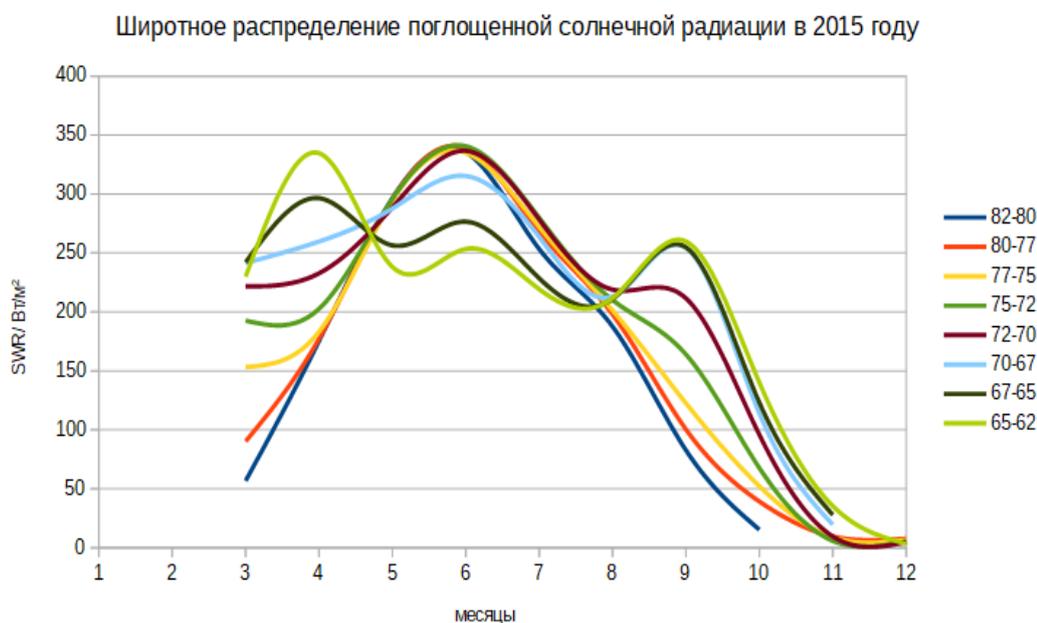


Рисунок 10 – Широтное распределение поглощенной солнечной радиации в 2015 году (составлено автором)

По данным с сайта Cloud Fraction были сняты значения общей облачности над Гренландией вдоль долготы 45° с интервалом широт 85, 80, 75, 70, 65, 60,

55. Для каждой широты было снято значение Cloud Fraction и построены графики распределения облачности по широтным зонам в течение всего рассматриваемого года.

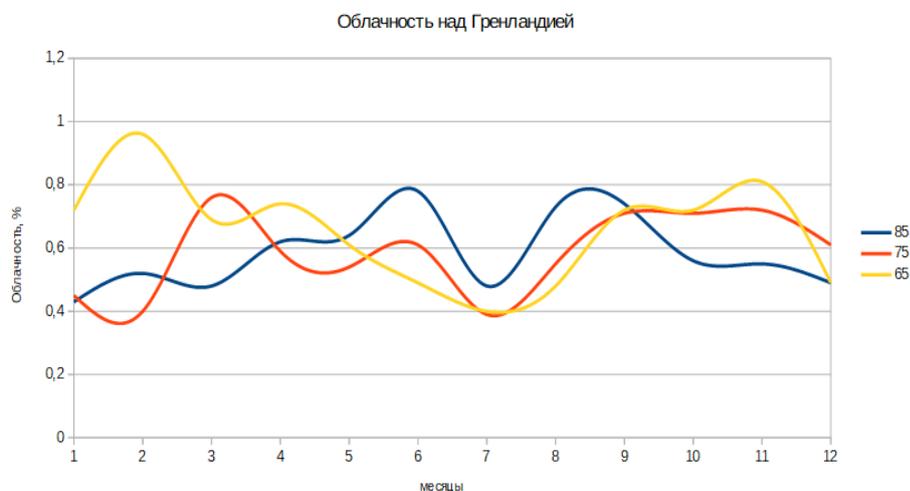


Рисунок 11 - Распределение облачности по широтам 85°, 75°, 65° над островом Гренландия в 2015 году (составлено автором)

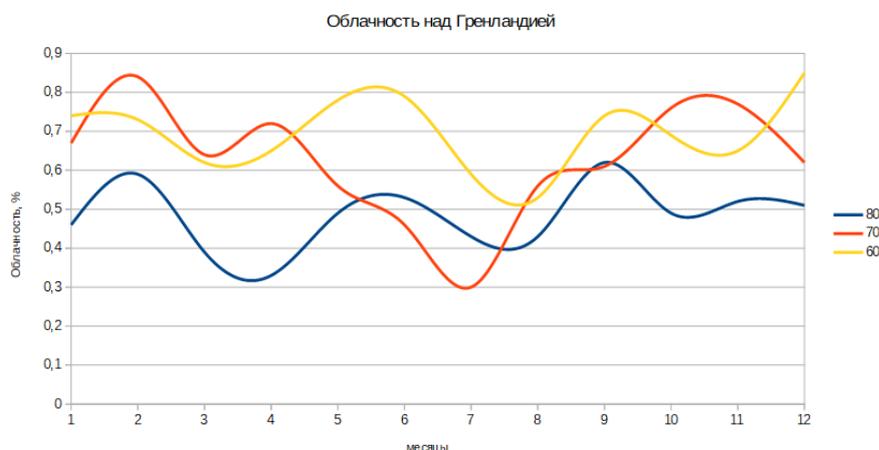


Рисунок 12 - Распределение облачности по широтам 80°, 70°, 60° над островом Гренландия в 2015 году (составлено автором)

График с широтным распределением альбедо за 2015 год и графики с распределением облачности над островом Гренландия в 2015 году дает нам предположение о том, что альбедо над островом зависят в основном от подстилающей поверхности, то есть только от ледников. Соответственно

облачность вносит минимальное значение к окружающим значениям Гренландии.

Заключение Арктика оказывает особое влияние на глобальный климат, прежде всего это объясняется особым режимом радиационного баланса. Большая часть территории Арктики покрыта снегом и льдом, обуславливая здесь высокие величины альбедо. Доля приходящей солнечной энергии, отражаемая назад в космос, здесь более значительна, чем в умеренных и более низких широтах, где больше энергии поглощается системой Земля атмосфера. Возможно, увеличение величин поглощённой солнечной радиации в Арктике стало следствием прямого влияния деятельности человека, которая также снижает отражательную способность. К примеру, выбросы сажи при сгорании ископаемого топлива, которые переносятся ветром и оседают в Арктике, слегка затемняют поверхность ярко белых снега и льда, заставляя их отражать меньше солнечной энергии, что способствует возрастанию потепления. Сажевые частицы в атмосфере в итоге могут увеличить поглощение солнечной радиации в Арктике. Таяние арктического снега и льда, обладающие высокой отражающей способностью, открывает более темные поверхности суши и океана, увеличивая поглощение солнечной радиации и вызывая дальнейшее нагревание Арктики.

В ходе выполнения данной дипломной работы были рассмотрены причины изменения климата Арктического региона, облачность над регионом, современное состояние климата Арктики, радиационный баланс Земли, различные спутниковые методы изучения составляющих радиационного баланса Земли (спутник «Метеор-М» № 2), были получены значения альбедо и поглощенной солнечной радиации с 2014 по 2019 гг. для острова Гренландия и соседних к ней территорий, а также были построены графики по полученным значениям, с помощью которых можно было определить в какое время года наблюдались наименьшие и наибольшие величины.

Подводя итог, хочется отметить, что все поставленные задачи были выполнены. Цель работы также была достигнута.