

**Министерство образования и науки Российской Федерации**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г.ЧЕРНЫШЕВСКОГО»**

Кафедра метеорологии и климатологии

**Спутниковый мониторинг составляющих радиационного баланса Земли**

**АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ**

студента   5   курса   521   группы

направления   05.03.05 Прикладная гидрометеорология

  географического   факультета

  Филонского Владимира Николаевича

Научный руководитель,

  доцент, к.г.н.  

  М.Ю. Червяков  

Заведующий кафедрой,

  д.ф.-м.н.  

  М.Б. Богданов  

Саратов 2018

**Введение.** Источником метеорологических, гидрологических, химических, биологических и других процессов, протекающих на земном шаре, является солнечная энергия. Вся другая поступающая энергия (излучение звезд и планет, космические лучи, внутренняя теплота Земли и др.) ничтожно мала по сравнению с энергией Солнца.

Солнечные лучи, распространяясь в мировом пространстве со скоростью 300 000 км/сек, проходят путь от Солнца до Земли, равный около 150 000 000 км, за 8,3 минуты.

Наглядно показывают масштабы объемов энергии, поступающей от Солнца и достигающие поверхности Земли расчеты, представленные фондом Desertec: «За 6 часов пустыня Сахара получает больше энергии от Солнца, чем человечество тратит за год».

Площадь Сахары составляет примерно 7 млн км<sup>2</sup>, при площади Земли около 509,5 млн км<sup>2</sup>, т. е. Сахара занимает всего лишь примерно 1.4 % земной поверхности. (Desertec – план превращения солнечного тепла пустынь Северной Африки и Ближнего Востока в электричество для нужд арабского мира, а в будущем возможно, и Европы.) [1].

Солнце излучает энергию в виде электромагнитных волн различной длины, однако основная часть солнечной радиации, достигающей нашей планеты, имеет длину волны 0,17 — 4 мкм. При этом 9% ее составляет ультрафиолетовая радиация, с длиной волн от 0,17 до 0,39 мкм, 44% — световая радиация с длиной волн в пределах 0,35—0,76 мкм и 47% — инфракрасная радиация с длиной волн от 0,76 до 4 мкм.

За единицу измерения интенсивности солнечной радиации принято количество тепла в калориях, которое получает 1 см<sup>2</sup> поверхности, перпендикулярной солнечным лучам, в 1 минуту (кал/см<sup>2</sup>мин). Как показывают результаты обработки многочисленных наблюдений, при отсутствии атмосферы интенсивность солнечной радиации составляет в среднем около 2 кал/см<sup>2</sup>мин, точнее 1,98 кал. Эту величину принято называть солнечной постоянной.

Примерно 30% этого потока отражается атмосферой и подстилающей поверхностью и лишь около половины достигает поверхности Земли, и поглощаются ею, остальные 19% поглощаются в атмосфере, главным образом, облаками [2].

Альbedo водной поверхности для прямой радиации зависит от угла падения солнечных лучей. Вертикальные лучи проникают вглубь воды, и она усваивает их тепло. Наклонные отражаются как от зеркала. Альbedo водной поверхности при высоте Солнца 90° равно 2%. При высоте Солнца 20°-78%.

Несмотря ни на что глобальное альbedo, а значит, и общее количество солнечной энергии, поглощаемой поверхностью земного шара, меняется гораздо меньше. Это связано с тем, что семь десятых Земли покрыто водой, а площадь периодически замерзающих акваторий невелика, и смена времен года затрагивает только умеренные широты обоих полушарий, но основное изменение все же зависит от Северного полушария, так как площадь суши в Южном полушарии гораздо меньше. Исходя из всего перечисленного, принято считать среднегодовое глобальное альbedo земной поверхности равным 29% [3].

**Основное содержание работы.** Большой интерес представляет анализ данных с ИСЗ «Метеор-М» № 1 в виде карт среднемесячных распределений величин альbedo на верхней границе атмосферы.

Карты наглядно демонстрируют, насколько неравномерно распределены величины альbedo по всему земному шару, насколько сильны контрасты, обусловленные различными условиями подстилающей поверхности. Последовательное изображение среднемесячных карт альbedo позволяют выявлять динамику развития процессов, происходящих в атмосфере, океане и на подстилающей поверхности.

Характер распределения альbedo обнаруживает резкий контраст между значениями альbedo в высоких и средних широтах северного и южного полушарий. Для этих регионов были определены среднемесячные значения альbedo за период 2013 г.

Анализируя карты среднемесячных распределений альbedo можно выявить территории с максимальными и минимальными значениями величин альbedo. Самые большие значения характерны для приполярных районов. Так для Антарктиды, которая покрыта ледяным щитом и белым снегом, альbedo большей её территории достигает величин 50-60% в зимние месяцы, когда там наблюдается полярный день.

Так для острова Гренландия, который также имеет мощный ледовый и снежный покров, величины альbedo стабильно высоки с марта по сентябрь.

Самые малые значения величин альbedo наблюдаются в океанах. Альbedo тропической зоны Мирового океана в среднем колеблется в пределах 20-25%.

Минимальные величины альbedo во всех океанах имеют значения 10 – 15% и располагаются вблизи экватора.

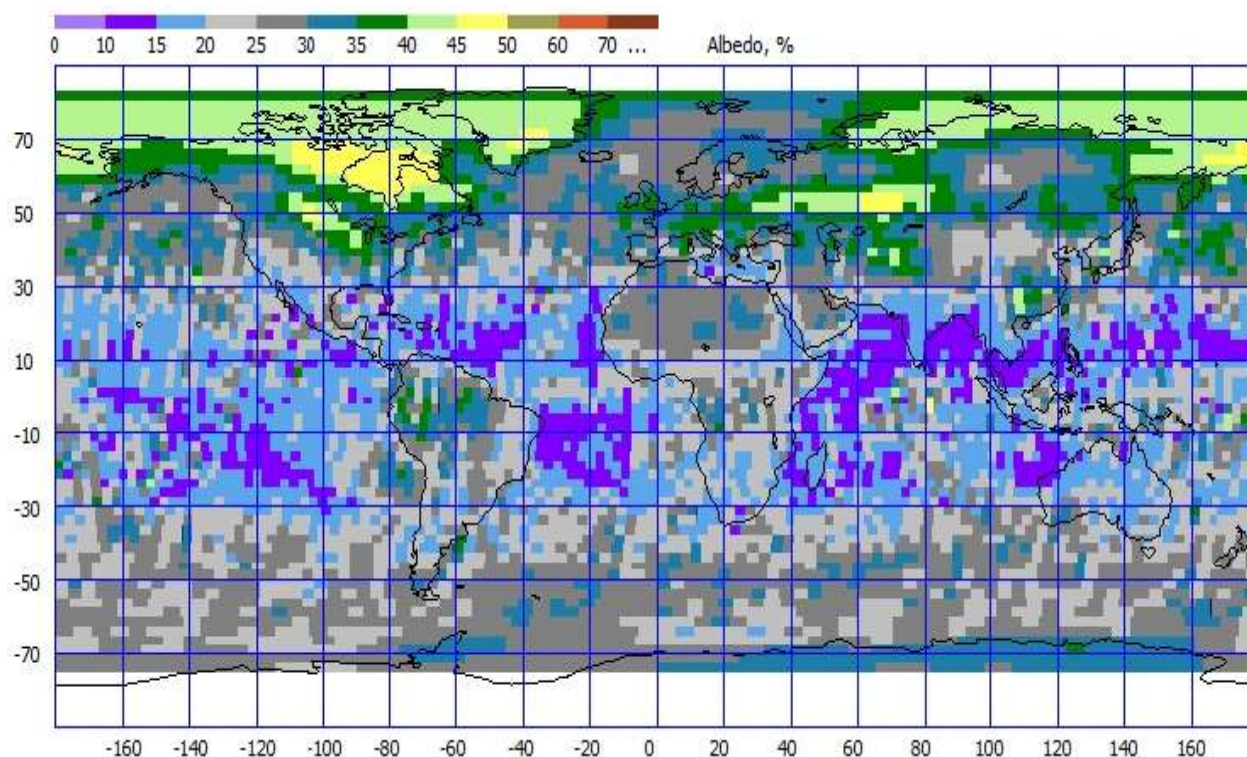


Рисунок 6 - Карта распределения среднемесячных величин альbedo за март 2013 г (составлено автором)

На рисунке 6 показан пример широтного распределения альбедо за март 2013 г. На карте видно, что в пределах пояса ограниченного 30° параллелями северной и южной широты альбедо распределяется равномерно и составляет 10-25% за исключением небольшой территории в северной части Африки и в северной части Южной Америки, где альбедо достигает 30-35, местами 40%. Выше 50° с.ш. альбедо растет и в своих максимальных значениях составляет 50% в районе Гудзонова залива, Гренландии, небольшой части Западной Сибири и Чукотки, где снежный покров еще не нарушен.

Альбедо со значением 40-45% опоясывает Землю и соответствует территориям с разрушающимся снежным покровом, значительный разрыв приходится на Атлантический океан, на это оказывают влияние размещенные здесь теплые течения и как следствие отсутствие ледового покрова до 25-30%.

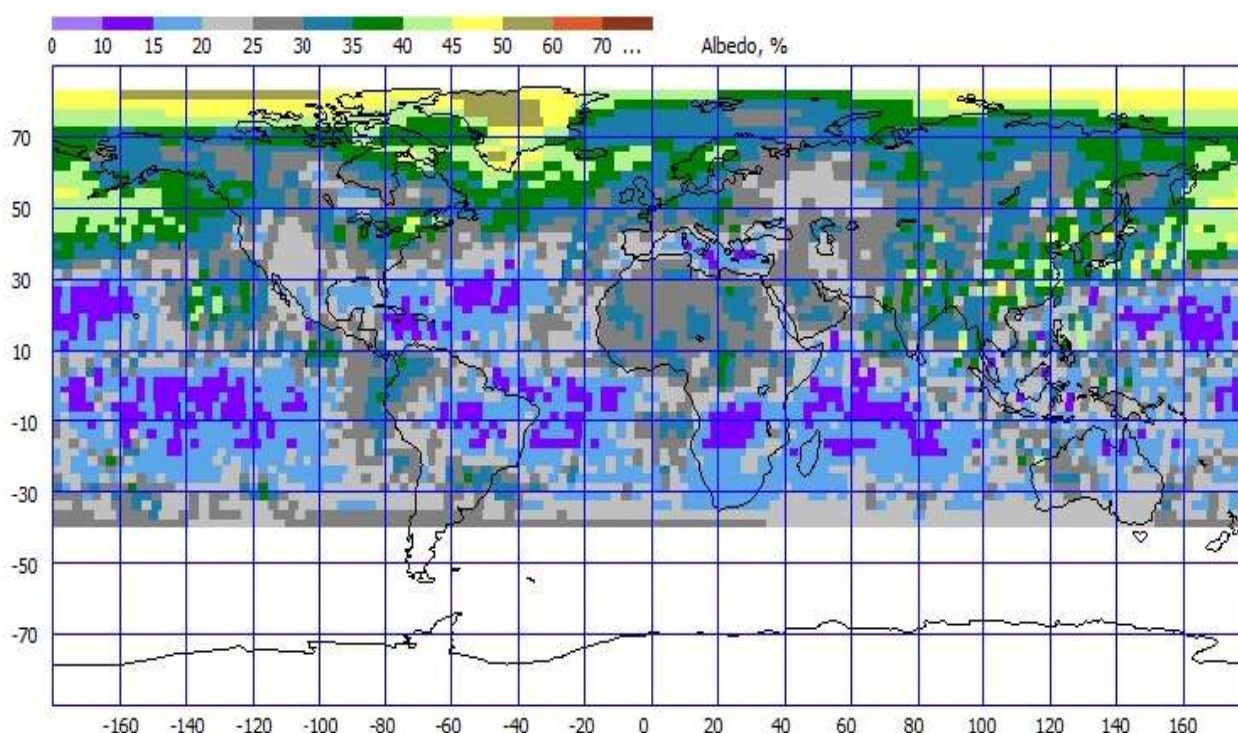


Рисунок 7 - Карта распределения среднемесячных величин альбедо за июнь 2013 г (составлено автором)



На рисунке 7 видно, как значение альbedo в своем максимальном значении 50-60 % поднимается выше 70 параллели, отступая вслед за границей разрушения снежного покрова. Гренландия за счет ледового панциря сохраняет значения и границы местоположения альbedo, совпадающие с границей ледового панциря. В северной части Тихого океана сохраняется высокое значение альbedo, составляющее 45-50%, связанное с плотной облачностью в зоне затухающего Алеутского минимума. Высокое значение альbedo (45-50%) наблюдается в Юго-Восточной Азии связанное с плотной облачностью, формирующейся в период летних теплых и влажных муссонов.

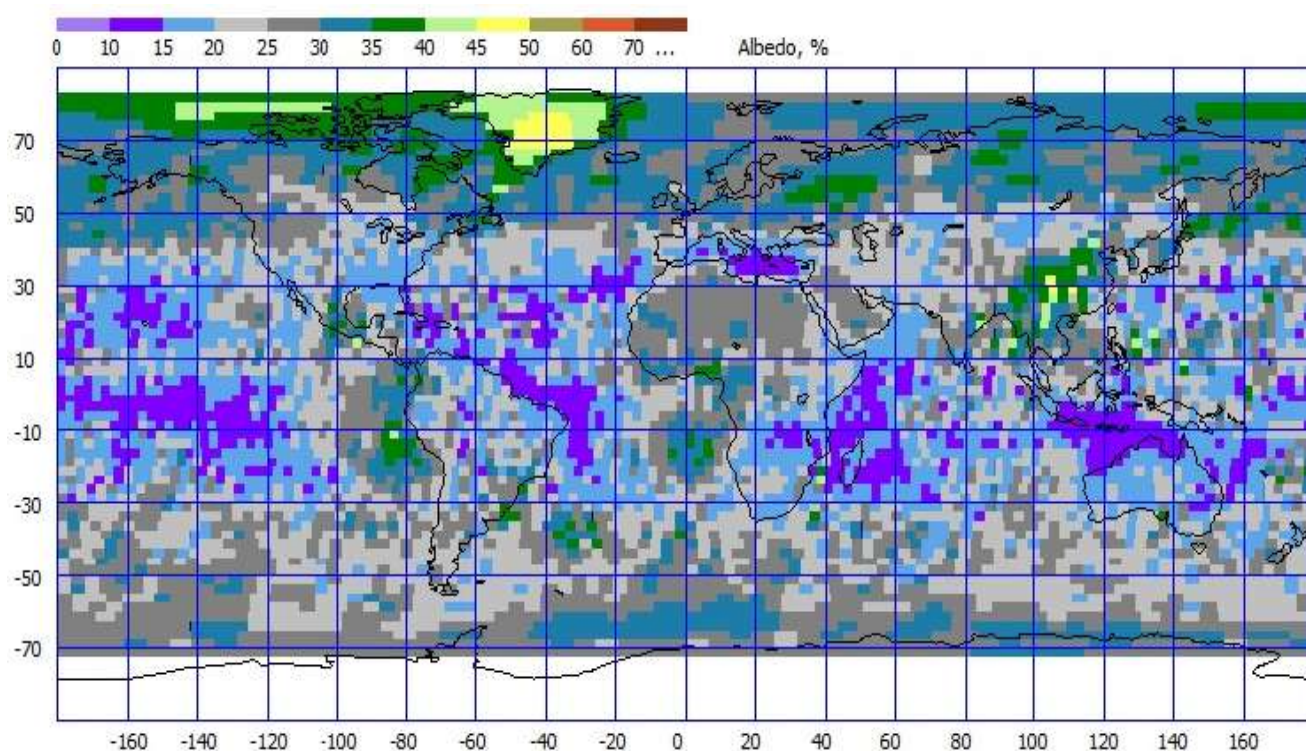


Рисунок 8 - Карта распределения среднемесячных величин альbedo за сентябрь 2013 г (составлено автором)

В сентябре основная часть поверхности Земли характеризуется низкими значениями альbedo, в пределах 10-20 и 25-35 процентами. Эти зоны легко выделяются на рисунке. Стабильно сохраняется альbedo в своих

значениях и границах в Гренландии. Небольшим изменениям подверглось значение альbedo в районе Юго-Восточной Азии.

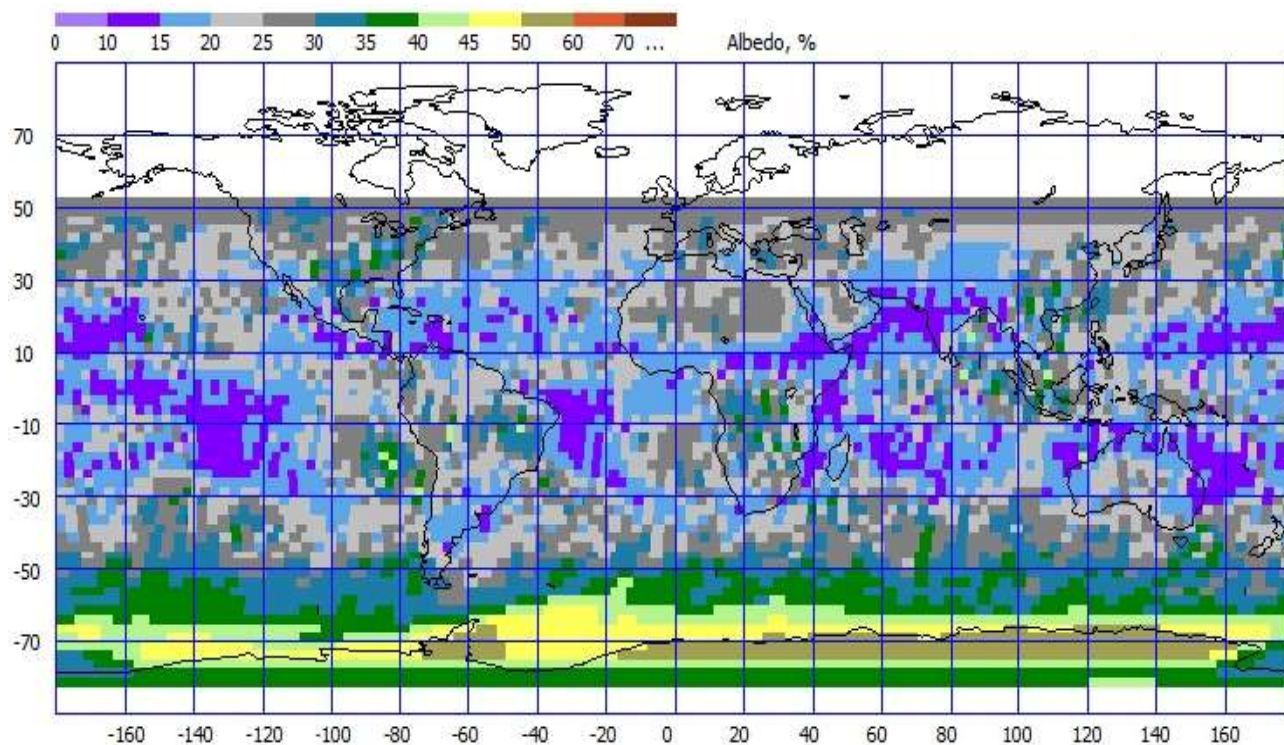


Рисунок 9 - Карта распределения среднемесячных величин альbedo за декабрь 2013 г (составлено автором)

Низкие значения альbedo около 10% и менее можно наблюдать по обе стороны от экватора в районе 10° северной и южной широты, что соответствует чистому безоблачному океану. Наиболее высокое значение альbedo южнее 65° южной широты свидетельствуют о выходе спутника в зону Антарктических льдов. Альbedo достигают 60% и выше [11].

На графике распределения альbedo в Мировом океане по спутнику «Метеор-М» № 2 максимальное значение составляет больше 0,35%.

В показаниях «Метеор-М» № 1 не был учтен эффект занижения показания радиометра, то поэтому значения альbedo по отношению к «Метеор-М» № 2 были примерно 3,4 %. В дальнейшем этот эффект будет устранён, несмотря на это широтное распределение двух спутников показывают хорошие согласование. Коэффициент корреляции для глобального, материков и Мирового океана составляет 0,99

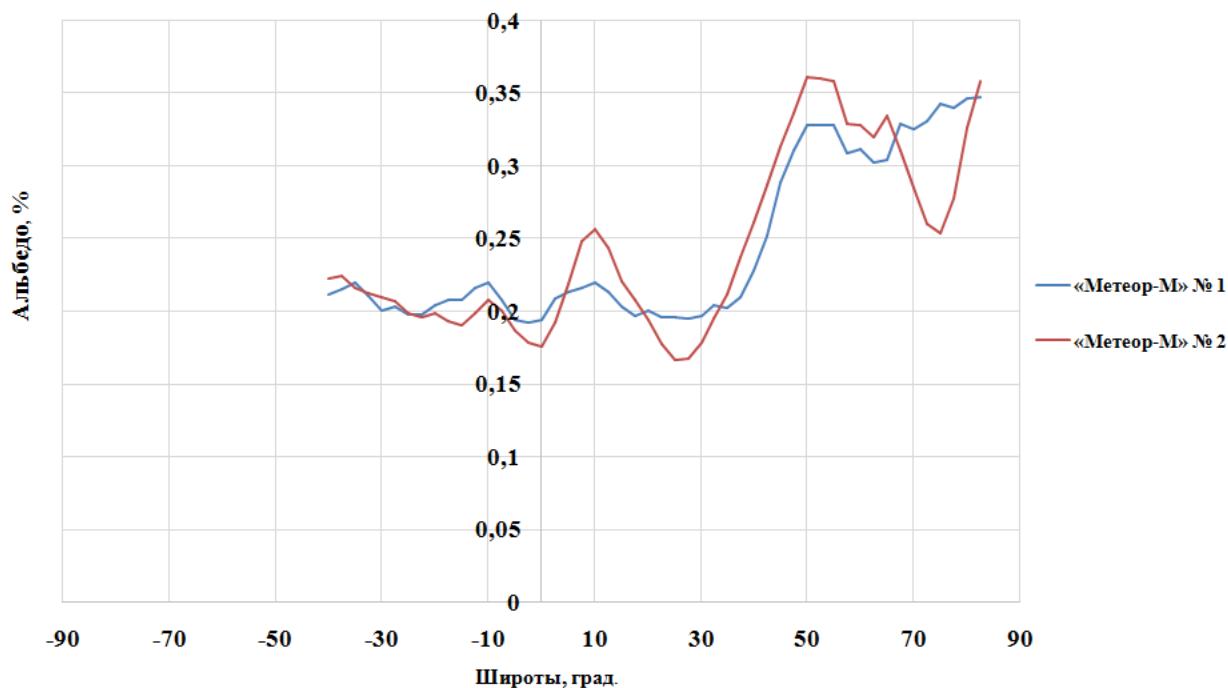


Рисунок 15 - График распределения альбедо в Мировом океане по спутнику «Метеор-М» № 1 и «Метеор-М» № 2, август 2014 г (составлено автором)

В связи с тем, что анализ проводился для одного года можно сделать предварительные заключения о внутригодовых вариациях изменения альбедо.

Изменения альбедо различаются между северным и южным полушарием, это связано с размещением суши дающую вклад во внутригодовую переменность (ледовые массивы и снежный покров).

Проведя анализ можно выделить несколько зон с изменением альбедо, вызванных различными причинами.

В первую очередь выделяются зоны с изменением характера подстилающей поверхности связанного со сменой времен года.

Выше 45° с. ш. отслеживаются сезонные изменения альбедо, связанные со сменой времен года. Установление снежного покрова зимой повышает значение альбедо до 50-60%, в летний период альбедо падает до 35%, а на территориях занятых темнохвойными лесными массивами до 20%.



Такие территории распространены в северном полушарии и располагаются как в Евразии, так и в северной части Северной Америки. Переходные периоды, такие как весна и осень, для данного региона, характеризуются ростом или уменьшением альбедо соответственно. В южном полушарии таких зависимостей для соответствующей широты не прослеживается.

Во-вторых, выделяются зоны, изменение величины альбедо связано с изменением облачности в течение года.

Такое сезонное изменения альбедо характерно для Юго-Восточной Азии. Этот регион в летние месяцы подвержен влиянию муссонной циркуляции, обуславливающий развитие там мощной конвективной облачности. Что сказывается на больших величинах альбедо над Юго-Восточной Азией.

Наибольшие значения альбедо в тропической зоне в июне 2013 года наблюдаются над регионом Юго-Восточной Азии, где они достигают 50%.

Эта область характеризуется постоянством аномально высоких значений альбедо в течение летних месяцев. Данный феномен можно объяснить регулярным действием Азиатского летнего муссона, во время которого развивается мощная кучево-дождевая облачность. Сезонное возникновение циклонической деятельности (Алеутский минимум).

Территории, подстилающая поверхность которых не подвержена изменению в течение года сохраняют стабильные значения альбедо. К таким территориям относятся о. Гренландия, северная часть Африки занятая пустыней Сахара, экваториальный пояс в пределах  $30^\circ$  выше и ниже экватора покрытые водами океанов, Австралия и Антарктида.

Снег и лед, покрывающие большую часть Арктического региона имеют ярко белый цвет, что способствует отражению большей части солнечной радиации, достигающей земной поверхности обратно в космос. В случае интенсификации таяния снега и льда, обнажается земная и водная

поверхность, которая является более темной и, поэтому, поглощает больше солнечной энергии.

На рисунке 10 представлена карта изменения поглощённой солнечной радиации в Арктике севернее  $60^{\circ}$ с.ш. в июле.

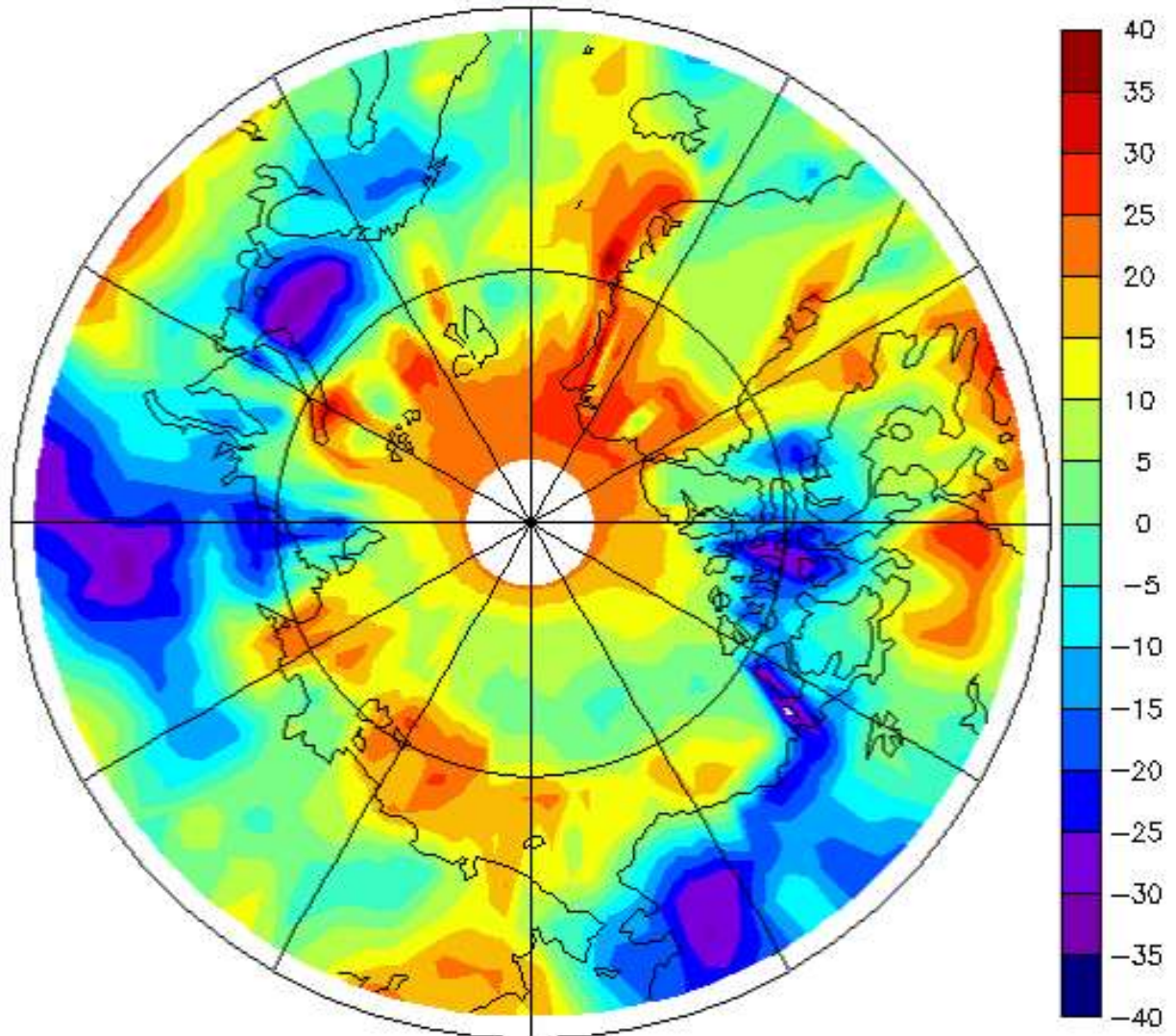


Рисунок 10 - Карта изменения поглощённой солнечной радиации в Арктике севернее  $60^{\circ}$ с.ш. в июле, полученная как разница между средним значением июля 1985-1988 гг (проект ERBE) и июлем 2000-2003 гг/ (проект CERES) [16]

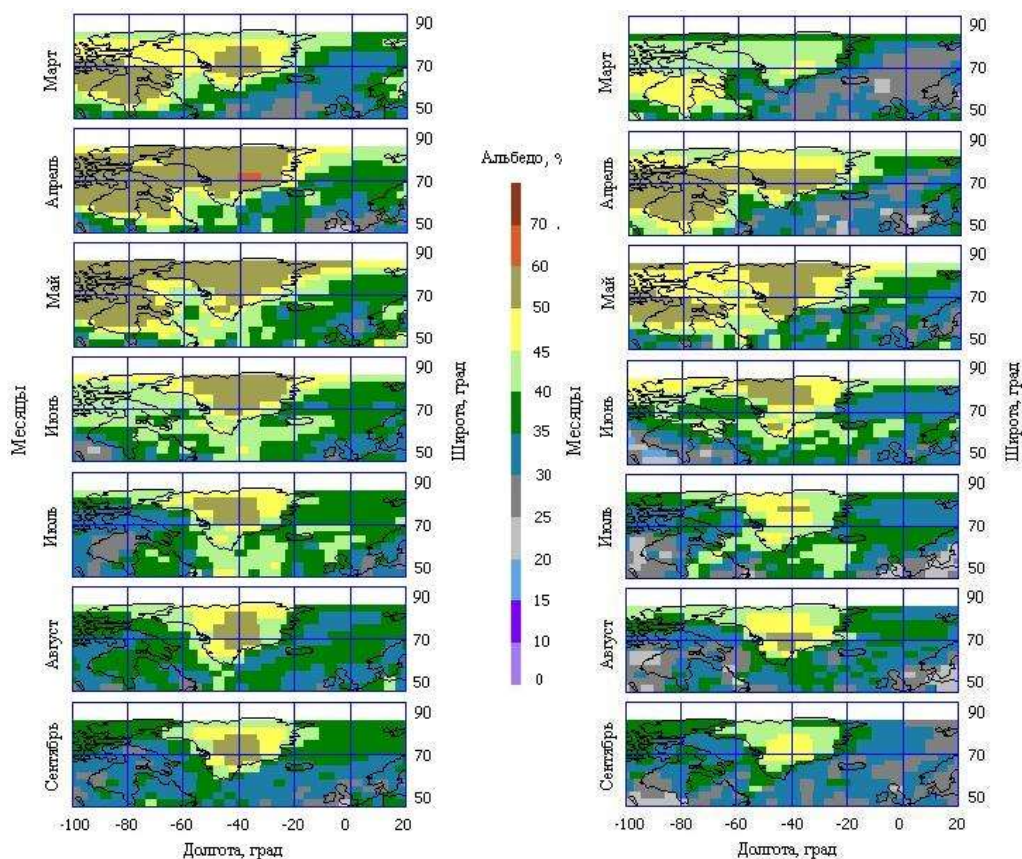


Рисунок 11 - Карты распределения альbedo в 2010 (слева) и 2013 году (справа) над Гренландией по данным радиометра ИКОР-М (составлено автором).

На рисунке 11 представлены карты распределения альbedo в 2010 и 2013 годах над Гренландией по данным радиометра ИКОР-М.

Стоит обратить внимание, что практически во все месяцы этих лет над Гренландией наблюдаются высокие значения альbedo, достигающие в некоторых частях острова значений 55-60 %.

В апреле-мае, а также частично в марте и июне наблюдаются высокие величины альbedo также над регионом Канадского архипелага, что обусловлено наличием там снежного покрова и сплошной облачности. В остальные же дни значения альbedo здесь в среднем 35-40 %, что на 15-20 % меньше, чем над Гренландией.

