

НОВЫЕ ДАННЫЕ ОБ АЛЬБЕДО ЕСТЕСТВЕННЫХ И ИСКУССТВЕННЫХ СНЕЖНО-ЛЕДНИКОВЫХ ПОКРОВОВ В РАЙОНЕ АНТАРКТИЧЕСКОЙ СТАНЦИИ НОВОЛАЗАРЕВСКАЯ

канд. геогр. наук Б.В.ИВАНОВ,

канд. физ.-мат. наук О.М.АНДРЕЕВ,

науч. сотр. А.М.БЕЗГРЕШНОВ, мл. науч. сотр. С.П.ПОЛЯКОВ

ГНЦ РФ Арктический и антарктический научно-исследовательский институт, Санкт-Петербург, e-mail: b_ivanov@aari.nw.ru

Анализируются результаты исследований, проведенных авторами в районе антарктической научно-исследовательской станции Новолазаревская (оазис Ширмахера) в период с 2004 по 2008 г. Приводятся новые данные об альbedo различных типов поверхности в районе оазиса (ледниковый купол, снежники, искусственные ледяные сооружения). Показана принципиальная возможность замедлить таяние ледниковой поверхности в период максимальной инсоляции на примере взлетно-посадочной полосы (ВПП) ледового аэродрома. Указывается на связь альbedo со структурой снежно-ледникового покрова.

Ключевые слова: Антарктика, Новолазаревская, солнечная радиация, альbedo, снег, фирн, лед.

На сегодняшний день не вызывает сомнений тот факт, что наиболее яркие по форме и значимые по содержанию процессы трансформации снежно-ледяного покрова происходят в полярных районах в летний период. Именно в это время, благодаря максимальной инсоляции, происходит уменьшение отражательной способности снежно-ледяного покрова и процессы абляции становятся наиболее интенсивными. Уменьшение отражательной способности (альbedo) снежно-ледяного покрова обусловлено не только процессами, происходящими собственно на его поверхности (вплоть до полного исчезновения снежно-ледяного покрова и экспозиции коренных материковых пород), но и сложными процессами метаморфизма, протекающими в активном слое снега и льда, где влияние проникающей коротковолновой солнечной радиации весьма заметно [1]. Кроме того, в период таяния особенно велики и непредсказуемы последствия естественного или антропогенного загрязнения поверхности снежно-ледяного покрова. Загрязнения могут как усилить, так и ослабить процесс абляции, последнее происходит при превышении загрязнения поверхности определенной критической концентрации. В этом случае слой загрязнения на поверхности играет роль своеобразного экрана, замедляющего таяние [12, 15].

В монографии Н.П.Русина были впервые обобщены наблюдения за альbedo на российских станциях за период с 1956 по 1959 г. [18]. Помимо характеристик альbedo снежной поверхности, им впервые были исследованы характеристики отражательной способности антарктических оазисов. В настоящее время мы располагаем более полной информацией о величине альbedo благодаря систематическим наблюдениям, которые проводились на антарктических станциях [19]. В Антарктиде, исключая оазисы, пространственная изменчивость отражательных свойств поверхности невелика, и поэтому можно использовать наблюдения на метеорологических площадках для характеристики альbedo поверхности на больших площадях. Альbedo снежной поверхности в зависимости от ее состояния колеблется

от 98 до 64 % [14]. На станции Новолазаревская измерения альbedo с подробным описанием поверхности под прибором проводились в 1963–1965 гг. [2, 8, 14]. По данным этих наблюдений были получены следующие основные выводы:

- существует линейная зависимость изменения альbedo от заснеженности подстилающей поверхности [20];
- в летний период, при высотах Солнца от 10° до 40°, альbedo снежной поверхности изменяется незначительно;
- уменьшение альbedo при максимальных высотах Солнца происходит вследствие изменения свойств подстилающей поверхности в течение суток;
- при пасмурном небе альbedo выше, чем при ясном;
- для центральных районов материка годовая амплитуда изменений месячных значений альbedo составляет всего 7–10 %, а для внеледниковых районов (оазисов) она возрастает до 45 %.

Станция Новолазаревская расположена в антарктическом оазисе Ширмахера, находящемся в 110 км от омывающих антарктический континент вод Южного океана. Оазис представляет собой выход скальных пород основания континента. К югу от него находится антарктический ледниковый купол, а к северу – шельфовый ледник Лазарева. В районе станции построен ледовый аэродром, функционирование которого в летний сезон в значительной степени зависит от состояния ледниковой поверхности. Таким образом, расположение станции делает ее идеальным научным полигоном для изучения отражательных характеристик снежно-ледниковых поверхностей как собственно на антарктическом ледниковом куполе, так и в граничной зоне купол–оазис.

Наши исследования в районе станции Новолазаревская проводились в течение четырех летних сезонов (декабрь–февраль) 2004–2008 гг. При этом в период 2006–2007 и 2007–2008 гг. измерения проводились на одних и тех же строго фиксированных полигонах, но в разных климатических условиях (аномально холодное и аномально теплое лето). Специальные актинометрические и теплобалансовые наблюдения выполнялись на нескольких постоянных исследовательских площадках – на стационарных снежниках вблизи станции, на ледовом аэродроме (ледниковый купол) и на границе купол–оазис. В два первых сезона (2004/05 и 2005/06 гг.) работы проводились только на ледниковом куполе в районе аэродрома.

Для измерения суммарной и отраженной коротковолновой солнечной радиации использовался термоэлектрический полупроводниковый пиранометр ПП-1 с чувствительностью 55–60 мкВ/(Вт/м²) и стандартный пиранометр Янишевского М-80 с чувствительностью 10–12 мкВ/(Вт/м²). Метрологическое обеспечение измерений осуществлялось лабораторией метрологии ГГО им А.И.Воейкова. Измерения составляющих коротковолнового радиационного баланса поверхности и последующие расчеты альbedo осуществлялись в соответствии с действующими методическими указаниями и наставлениями [17].

ИССЛЕДОВАНИЯ НА ЛЕДОВОМ АЭРОДРОМЕ СТАНЦИИ НОВОЛАЗАРЕВСКАЯ

Ледовый аэродром станции расположен на ледниковом куполе, примерно в 10 км к северу от границ оазиса. Взлетно-посадочная полоса (ВПП) имеет в длину около 3 км и способна принимать тяжелые транспортные самолеты класса ИЛ-76. В последние годы полоса функционирует с конца октября по начало марта. Однако обычно, в период с середины декабря по конец января, поверхность ледника на полосе подвергается интенсивному таянию и не способна выполнять свои функции, вследствие радиационной эрозии и разрушения ее поверхностного слоя. Поэтому одной из задач наших исследований являлось изучение возможности продления сроков функционирования ВПП путем замедления или полного прекращения процесса ее разрушения вследствие таяния, без потери функциональных возможностей полосы по приему самолетов. В течение двух сезонов проводилось

Альbedo естественных поверхностей ледника и искусственной крошки

| Состояние поверхности | Альbedo, % |
|--|------------|
| Тающий лед без снега (влажные участки на поверхности) | 55–60 |
| Обсохший лед без снега (ветровая гребенка) | 65–70 |
| Свежевыпавший снег | 80–90 |
| Альbedo, необходимое для поддержания работоспособности ВПП (альbedo крошки, или «критическое альbedo») | ≥ 85 |

изучение температурного и радиационного режима снежно-ледяного покрова ледового аэродрома, а также предложенного авторами способа защиты ВПП от таяния – покрытие слоем искусственно созданной изо льда самой полосы ледяной крошки определенной толщины. Крошка приготавливалась с помощью шнекового бура с диаметром сверла в 200 мм. При таком способе приготовления крошки диаметр отдельных зерен (кристаллов льда) варьировался от 5 до 20 мм. В некоторых случаях мы использовали крошку, образующуюся после выравнивания ВПП бульдозером или специальными катками. Для стационарных измерений отраженной солнечной радиации и температуры в поверхностном слое ледника выбирались ровные участки аналогичные поверхности ВПП, которые засыпались слоем крошки различной толщины. Площадки имели форму круга с радиусом не менее 4–5 м.

В сезон 2004/05 гг. (аномально теплое лето) нам удалось оценить характерные значения альbedo поверхности ледника (участки, поверхность которых аналогична ВПП), наблюдаемые в различные фазы таяния, и определить величину альbedo крошки, при которой таяние ВПП не наблюдалось или было минимальным («критическое альbedo»). Здесь и далее говорится о среднесуточном альbedo [17].

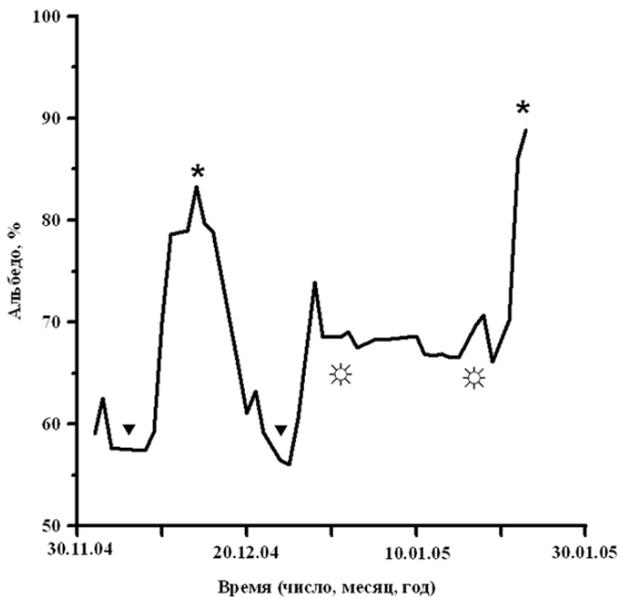


Рис. 1. Изменение альbedo ледниковой поверхности

▼ – тающий лед без снега, влажная поверхность; * – осадки в виде снега; ☼ – обсохшая поверхность, наличие гребней

При этом изменение толщины слоя крошки (начальная толщина слоя 12 см) составляло около 0,2–0,3 см/сутки в период, когда альbedo ее поверхности превышало 85 %, и 0,7 см/сутки, когда альbedo находилось в интервале 75–85 %. Временной ход альbedo естественной поверхности ледника (вне зоны ВПП) в зависимости от состояния его поверхности представлен на рис. 1.

Если чередование периодов с осадками и с тающим льдом без снега (на поверхности льда присутствует вода) не вызывает вопросов (максимальные и минимальные величины альbedo), то достаточно продолжительный период (30.12.2004–20.01.2005) с промежуточным значением альbedo требует пояснения. В ряде работ отечественных авторов описывается характерный процесс трансформации открытых поверхностей материкового льда под воздействием прямых солнечных лучей и образование своеобразных форм рельефа – бугров и гребней [3, 6, 7, 8, 15, 18]. В период интенсивного таяния поверхностных слоев ледника (после полного стаивания снега) может наблюдаться фильтрация образовавшейся на поверхности воды в глубь льда. После этого поверхность льда подсыхает и образуется рыхлый поверхностный слой, который заметно светлее соседних участков ледника (аналогичный эффект наблюдается и в Арктике на дрейфующих льдах или припае). Альbedo таких поверхностей заметно выше (поверхность льда «белеет»), в нашем случае оно составило 65–70 % по сравнению с альbedo тающего льда (55–60 %). В дальнейшем, под воздействием ветра, на поверхности образуются своеобразные гребни, имеющие форму волны с длиной около 10 см и высотой до 8 см. Угол наклона гребней менялся незначительно и в среднем составил около 45°, направление наклона – на север. Образование подобных гребней, возможно, и привело к отсутствию часто наблюдаемого суточного хода альbedo снежно-ледяной поверхности [4, 16, 18]. В то же время ряд специалистов [13, 22] отрицают наличие этой зависимости. Нам представляется, что отсутствие внутрисуточной изменчивости величины альbedo как раз и обусловлено наличием гребней и впадин и, как следствие, возрастанием доли обратного рассеивания из толщи льда (альbedo «толщи») по сравнению с так называемым «зеркальным» альbedo [3, 5, 6, 9, 10, 11, 21].

В противоположность погодным условиям, рассмотренным выше, условия в районе ВПП станции Новолазаревская летом 2005/06 г. характеризовались как аномально холодные с большим количеством твердых осадков. Например, среднесуточная температура воздуха за весь период работ (06.12.05–25.01.06) не поднималась выше –2,4 °С (среднее значение –5,4 °С), в то время как летом 2004/05 г. она достигала +1,5 °С. Отмеченные обстоятельства привели к фактическому отсутствию поверхностного таяния. В табл. 2 представлены величины альbedo различных типов поверхности, включая участки с искусственной крошкой.

Как видно из таблицы, наибольшую отражающую способность имеет свежая ледяная крошка, причем ее альbedo повышается с увеличением толщины слоя крош-

Таблица 2

Альbedo характерных типов поверхности ледника

| Состояние поверхности | Альbedo, % |
|---|------------|
| Поверхность льда, загрязненная машинным маслом | 42 |
| Чистый лед со слабо развитой радиационно-ветровой гребенкой | 73 |
| Лед, покрытый 4–6 см слоем фирнизированного снега | 74 |
| Лед, покрытый 4–5 см слоем старой смерзшейся ледяной крошки | 76 |
| Лед, покрытый 2–3 см слоем свежей ледяной крошки | 77 |
| Лед, покрытый 5–7 см слоем свежей ледяной крошки | 82 |

ки. Как уже отмечалось выше, отражающая способность крошки имеет тенденцию к уменьшению, что требует постоянного ее обновления. Это, в свою очередь, будет способствовать более долгому предохранению ВПП от радиационного разрушения. Наименьшую отражающую способность имеет ледяная поверхность, подвергшаяся антропогенному загрязнению. Поскольку уменьшение альbedo поверхности способствует увеличению количества тепла, поглощаемого ледяной толщей, таяние льда на таких участках происходит наиболее интенсивно. Это приводит к образованию характерных ямок, пустот (каверн) и провалов в ровном (до загрязнения) ледяном покрове. При этом, поскольку углеводородные фракции (бензин, солярка, моторные масла) легче воды, они, как правило, остаются на поверхности, а не проникают в подповерхностные слои ледника. Таким образом, подобные пятна способствуют более интенсивной радиационной эрозии поверхности. Поскольку углеводородные загрязнения подвергается переносу (растеканию) под воздействием ветра или в связи с уклоном естественных поверхностей, площадь и объем радиационной эрозии ледниковой поверхности имеют тенденцию к увеличению. В конечном счете это может привести к нарушению функционирования ВПП или ее перрона. Во избежание подобного развития событий необходимо как можно быстрее и качественнее убирать подобные загрязнения. Значение альbedo искусственной поверхности, равное 82 %, неплохо соответствует (в пределах точности оценки альbedo) критической величине, полученной нами для сезона 2004/05 г. (см. табл. 1). Результаты измерений отражающей способности ледяного покрова, выполненных во время работ в районе аэродрома станции Новолазаревская в 2007–2008 гг., представлены в табл. 3.

Экранирующий эффект снежной крошки особенно ярко проявился при анализе временной изменчивости температурного режима верхнего слоя ледника на ВПП. Антарктическое лето 2007/08 г. характеризовалось как наиболее теплое по сравнению с двумя предыдущими сезонами, что не могло не сказаться на состоянии снежно-ледниковых покровов. Так, снежники, находящиеся вблизи станции, либо исчезли совсем, либо площади, занятые ими, значительно сократились. Отчасти этому способствовала и бесснежная зима 2007 г. Сильному таянию также был подвержен и собственно ледниковый купол, особенно вблизи границы купол–оазис. Так, за период с 25.12.2007 г. по 25.01.2008 г., по данным наших из-

Таблица 3

Альbedo характерных типов поверхности ВПП ст. Новолазаревская

| Состояние поверхности | Альbedo, % |
|--|------------|
| ВПП, слой ледяной крошки, 6–7 см | 80 |
| ВПП, свежая ледяная крошка 2–3 см | 79 |
| ВПП (перрон), свежая ледяная крошка, слой 2–3 см | 78 |
| ВПП, накат ледяной крошки недельной или более давности | 76 |
| Наледь (гладкий, глянцевоый лед) | 75 |
| Поверхность ледника, слой фирна, 4–6 см | 74 |
| ВПП (перрон), накат ледяной крошки недельной давности | 73 |
| ВПП, естественная поверхность | 73 |
| Поверхность ледника со слабой радиационной гребенкой | 73 |
| Поверхность ВПП, загрязненная машинным маслом | 43 |
| Поверхность ВПП, загрязненная горелой соляркой | 42 |

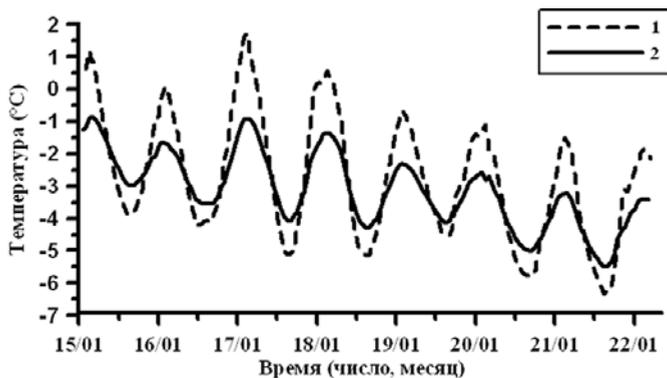


Рис. 2. Временной ход температуры льда на глубине 10 см, в случае естественного покрытия ВПП (1), а также при наличии слоя ледяной крошки на поверхности льда (2)

мерений, стаяло более 13 см льда, в то время как в предыдущие годы эта величина не превышала 5 см. На рис. 2 представлен временной ход температуры льда на горизонте 10 см при естественных условиях на поверхности ВПП и в случае присутствия слоя искусственной ледяной крошки толщиной в 6–7 см.

Необходимо отметить, что за период измерений наблюдалось слабое понижение температуры воздуха. Эта же тенденция отмечена и в поверхностном слое ледника, как на участке естественной поверхности ВПП, так и при наличии ледяной крошки. Однако характер суточных колебаний был различный. Участки ВПП с естественной поверхностью значительно сильнее прогревались днем под действием солнечного тепла и более интенсивно охлаждались в ночные часы (радиационное выхолаживание). Таким образом, можно уверенно говорить об экранирующем эффекте ледяной крошки, сглаживающей амплитуду суточных колебаний и, как следствие, деструктивных термических эффекты внутри поверхностного слоя льда [12, 15].

С технической стороны покрытие полосы ледяной крошкой не представляет принципиальных трудностей и является, по-видимому, оптимальным и не столь затратным мероприятием. Естественно, это актуально, когда радиационное разрушение ВПП имеет место, например, как это наблюдалось в сезоне 2004/05 г. В то же время в следующем сезоне (2005/06 г.), ввиду отсутствия таяния, основные проблемы были связаны с уборкой снега на полосе. Таяние поверхности ледника под слоем крошки замедляется ввиду более высокого альбедо крошки, по сравнению с открытыми участками ВПП, и приводит к сокращению количества тепла солнечной радиации, поглощаемого поверхностью и проникающего в более глубокие слои ледника. Кроме того, шероховатость поверхности, возникающая из-за покрытия ее крошкой, приводит к увеличению снегонакопления, что, в свою очередь, еще более повышает альбедо поверхности. Снег и крошка замедляют процесс таяния и ввиду их меньших теплопроводящих свойств, по сравнению с чистым льдом. Оптимальной толщиной слоя ледяной крошки, позволяющей значительно снизить активность процессов таяния, по-видимому, является слой толщиной не менее 5–10 см. Однако с течением времени ледяная крошка, под действием радиационных и термических (кондуктивных) процессов, начинает смерзаться (процесс фирнизации). Это приводит к некоторому уменьшению отражательной способности такой поверхности и, одновременно, к увеличению ее теплопроводящих свойств. Максимальный период оптимальных защитных свойств крошки зависит от сопутствующих атмосферных условий, но, как показали наши наблюдения, не превышает одной недели. Увеличение толщины слоя крошки не приводит к значительному продлению этого периода.

АЛЬБЕДО СНЕЖНИКОВ В ПРЕДЕЛАХ ОАЗИСА

Снежники в районе станции наблюдаются во все летние сезоны, но имеют различную толщину и площадь в зависимости от условий инсоляции и интенсивности снегонакопления в предшествующий зимний сезон. Они являются характерным элементом поверхности оазиса.

Как уже указывалось выше, погодные условия в районе станции в сезон 2006/07 г. характеризовались как аномально холодные. Альbedo снежников за период наблюдений имело тенденцию к снижению, что было обусловлено изменением морфометрии поверхности снега. Относительно ровная первоначально поверхность снежников ввиду процессов таяния и фирнизации становилась более пористой и бугристой. В период наблюдений альbedo находилось в интервале 70–75 % в ясные дни, достигая величины 93 % в пасмурные. После того как таяние охватило всю контролируемую инструментально толщу снежника (температура верхнего 80 см слоя в январе достигла 0 °С), альbedo понизилось до 65–70 %. В то же время и на этом фоне отмечались периоды, когда альbedo повышалось до 75 %. Как правило, такие повышения альbedo связаны не с характером облачности, условиями освещенности или температурой воздуха, а с осадками, выпадающими из облаков [18, 20].

Следующий сезон 2007/08 г., как говорилось ранее, характеризовался как аномально теплый. Это привело к очень раннему началу таяния снежного покрова. К моменту начала наших инструментальных наблюдений (20.12.2007) процесс таяния шел уже около месяца. В связи с этим нам не удалось проследить и инструментально зафиксировать момент начала интенсивного таяния (достижения верхним слоя снега температуры 0 °С), как это было в предыдущий сезон. Но даже такое позднее начало работ позволило нам сделать косвенный вывод об аномально больших величинах таяния, не характерных для предыдущих двух сезонов. Раннее таяние сказалось на снежниках оазиса, имевших на момент проведения работ меньшую, по сравнению с нормальными условиями, толщину. Ряд снежников либо исчезли совсем, либо площади, занятые ими, значительно сократились. Этому, по-видимому, способствовала и малоснежная зима 2007 г. Альbedo снежников в период наблюдений колебалось в пределах 65–82 %. При этом прослеживалась взаимосвязь величины альbedo и облачности. Причиной отмеченной изменчивости альbedo является радиационно-кондуктивная трансформация поверхности [3, 7, 9, 10, 21]. На поверхности снежника развивается характерная радиационная гребенка, ориентированная по направлению север–юг. Поскольку длинноволновый радиационный баланс испытывает сильную зависимость от облачности, радиационные потери тепла поверхностью снежника снижаются при сплошной облачности и увеличиваются при ее отсутствии. Развитие радиационной гребенки происходит наиболее интенсивно именно в последнем случае.

Лето сезона 2008/09 г. снова попало в категорию аномально холодных. Это привело к позднему началу и крайне слабому проявлению таяния снежного покрова. Альbedo снежников в период наблюдений закономерно снижалось ввиду трансформации их поверхности от относительно ровной к бугристой и процессов фирнизации. Однако поскольку в этот период наблюдались снегопады различной интенсивности, сопровождавшиеся метельным переносом, оценить тенденцию изменения величины альbedo не удалось. По-видимому, это обусловило и слабое развитие радиационной гребенки — одной из наиболее характерных форм поверхности снежного и ледникового покровов в период таяния. В целом средняя величина альbedo в декабре–январе 2008–2009 гг. составила 85 %, колеблясь в пределах 77–92 %.

ВЫВОДЫ

В результате полевых исследований, выполненных в 2004–2009 гг., получены новые данные об альbedo различных типов снежно-ледяной поверхности в районе станции Новолазаревская (ледниковый купол, снежники, искусственные ледяные сооружения):

1. Слой искусственно созданной ледяной крошки толщиной 5–7 см может являться тепловым и радиационным протектором, защищающим поверхность ВПП от разрушения в период максимальной инсоляции.

2. Радиационная гребенка, образующаяся в период интенсивного таяния, и осадки в основном определяют величину альbedo снежно-ледяной поверхности.

3. Развитие радиационной гребенки способствует, при прочих равных условиях, увеличению альbedo поверхности ледника на 5–15 % по сравнению с предшествующей стадией таяния (вода на поверхности).

Работа была выполнена при финансовой поддержке подпрограммы «Исследование и изучение Антарктики» (ФЦП «Мировой океан») и гранта РФФИ № 08-05-00279 «Исследования процессов энергообмена в деятельном слое ледников прибрежных районов Антарктиды». Авторы выражают свою глубокую признательность специалистам ЗАО «ИНТАРИ» и «ALCI» за помощь при проведении логистических операций, сотрудникам НПО «Тайфун» за изготовление средств измерений и регистрации, которые мы использовали при проведении наших исследований, и специалистам лаборатории метеорологии ГУ «ГГО им. А.И.Воейкова» за метеорологическое обеспечение актинометрических измерений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Артемьев А.Н.* Взаимодействие атмосферы и подстилающей поверхности на антарктическом плато // Труды САЭ. 1976. Т. 66. С. 13–66.
2. *Артемьев А.Н.* Особенности радиационного режима оазиса Ширмахера // Информ. бюл. САЭ. 1966. № 58. С. 41–43.
3. *Богословский В.Н., Кузнецов М.А.* Структура радиационного потока на поверхности и в толще снега и льда // Труды САЭ. 1960. Т. 10. С. 101–106.
4. *Кондратьев К.Я.* Радиационные характеристики атмосферы и земной поверхности. Л.: Гидрометеиздат, 1969. 526 с.
5. *Коптев А.П., Пятненко Б.А.* О поглощении и проникновении солнечной радиации в снег и лед в Арктике // Проблемы Арктики и Антарктики. 1962. Вып. 10. С. 71–76.
6. *Коптев А.П., Сакунов Г.Г.* Методика и результаты исследований радиационных характеристик снежно-фирнового покрова // Труды ААНИИ. 1977. Т. 342. С. 90–96.
7. *Котляков В.М.* Избранные сочинения. Книга I. Гляциология Антарктиды. М.: Наука, 2000. 431 с.
8. *Кручинин Ю.А., Симонов И.М.* «Солярий» в антарктическом оазисе // Информ. бюл. САЭ. 1967. № 65. С. 162–164.
9. *Кузнецов М.А.* Главная причина закономерного уменьшения альbedo тающего снежного покрова // Проблемы Арктики и Антарктики. 1960. Вып. 3. С. 112–115.
10. *Кузнецов М.А.* Изменение альbedo толщи снега и льда в период таяния // Материалы гляциологических исследований. М.: Наука, 1969. Вып. 15. С. 133–138.
11. *Кузнецов М.А.* Проникновение солнечной радиации в поверхностный слой материкового льда // Информ. бюл. САЭ. 1967. № 64. С. 19–23.
12. *Лебедев Г.А., Сухоруков К.К., Ковалев С.М.* Термическое разрушение морского льда. СПб.: Гидрометеиздат, 2001. 183 с.
13. *Мариунова М. С., Черниговский Н.Т.* Радиационный режим Зарубежной Арктики. Л.: Гидрометеиздат, 1971. 181 с.
14. *Мариунова М.С.* Условия формирования и характеристики радиационного климата Антарктики. Л.: Гидрометеиздат, 1970. 214 с.
15. *Песчанский И.С.* Ледоведение и ледотехника. Л.: Гидрометеиздат, 1967. 461 с.
16. *Радионон В.Ф., Брызгин Н.Н., Александров Е.И.* Снежный покров в Арктическом бассейне. СПб.: Гидрометеиздат, 1996. 124 с.

17. Руководство гидрометеорологическим станциям по актиметрическим наблюдениям. Л.: Гидрометеиздат, 1971. 220 с.
18. Русин Н.П. Метеорологический и радиационный режим Антарктиды. Л.: Гидрометеиздат, 1961. 448 с.
19. Справочник по климату Антарктиды. Солнечная радиация / Под ред. Радионова В.Ф. СПб.: Гидрометеиздат, 2002. 148 с.
20. Тимерев А.А. Отражательные свойства подстилающей поверхности полярных районов // Труды ААНИИ. 1976. Т. 328. С. 106–115.
21. Тимерев А.А., Назаров В.Д. Влияние метаморфизма снежно-ледяной среды на рассеивающие свойства радиационно-активного слоя ледников Северной Земли // Географические и гляциологические исследования в полярных странах / Под ред. Короткевича Е.С. Л.: Гидрометеиздат, 1988. С. 61–69.
22. Черниговский Н.Т. Альbedo поверхности Антарктиды // Информ. бюл. САЭ. 1970. № 77. С. 68–72.

B.V.IVANOV, O.M.ANDREEV, A.M.BEZGRESHNOV, S.P.POLYAKOV

NEW DATA ABOUT ALBEDO OF NATURE AND ARTIFICIAL SNOW-ICE COVERS AROUND OF ANTARCTIC STATION NOVOLAZAREVSKAYA

The results of investigations carry-out by authors around Antarctic research station «Novolazarevskaya» (Shirmaher oasis) during 2004–2008 are analyze. New data about albedo of different types of surface around oasis (ice dome, snow patches, and artificial ice constructions) are present. The principal possibility to reduce speed of glacier surface melting during maximum of insolation on example of fly up – landing zone (FLZ) of ice aerodrome is showed. Cause-consequence relationships between albedo and structure of snow-glacier cover from one side and albedo and meteorological conditions from another are describe.

Keywords: Antarctic, Novolazarevskaya, solar radiation, albedo, snow, firn, ice.