

## ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА НА ЗЕМЛЕ ФРАНЦА-ИОСИФА И ИХ ОТРАЖЕНИЕ В РЕЛЬЕФЕ

Шиловцева О.А. [shil\\_o@mail.ru](mailto:shil_o@mail.ru); Шабанова Н.Н. [nat.volobuyeva@gmail.com](mailto:nat.volobuyeva@gmail.com); Кононова Н.К.\*  
[NinaKononova@yandex.ru](mailto:NinaKononova@yandex.ru); Романенко Ф.А. [faromanenko@mail.ru](mailto:faromanenko@mail.ru)

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Географический факультет, 119991 Москва, ГСП-1 Ленинские горы, д.1.

\* Институт географии РАН, 119017, Москва, Старомонетный переулок, д. 29

## CLIMATE CHANGE ON THE FRANZ JOSEF LAND AND IT'S REPERCUSSION IN RELIEF

Shilovtseva O.A. [shil\\_o@mail.ru](mailto:shil_o@mail.ru); Shabanova N.N. [nat.volobuyeva@gmail.com](mailto:nat.volobuyeva@gmail.com); Kononova N.K.\*  
[NinaKononova@yandex.ru](mailto:NinaKononova@yandex.ru); Romanenko F.A. [faromanenko@mail.ru](mailto:faromanenko@mail.ru)

Geographical department of Moscow State University M.V. Lomonosov, 119991, Moscow, Russia, GSP-1, Leninsky Gory, 1

\* Institute of Geography, Russian Academy of Sciences 119017, Moscow, Russia, Staromonetnyi pereulok, 29

Key words: regional climate, archipelago Franz Josef Land, surface air temperature, precipitation, reanalysis Era Interim, Dzerdzeyevsky's typisation of atmospherically circulation, thermoabrasion

Полевые работы 2012-2013 гг. позволили выявить высокие скорости отступления берегов (до 1,7 м/год) и увеличение интенсивности деструктивных процессов на Земле Франца-Иосифа, что объясняется увеличением продолжительности безлёдного периода в проливах между островами. Анализ тенденций изменения климата по данным наблюдений полярной станции о. Хейса, дополненных расчётами с помощью реанализа ERA Interim выявил рост температуры воздуха. Усиление термоабразии и других геоморфологических процессов, в развитии которых климат играет важную роль, грозит исчезновением или повреждением многим историческим памятникам архипелага, затрудняя тем самым уставную деятельность национального парка «Русская Арктика». Тем не менее, летом, когда в связи с преобладанием положительных температур всегда активизируются процессы термоабразии, термоэрозии и термоденудации, температурные параметры пока изменились незначительно, что не может вызвать значительного ускорения данных процессов.

Analysis of the maps and the reference points system installed in 2012 have allowed to reveal the high rates of coastal retreat of Aldger Island (up to 1.7 m / year), due to increase of the ice free period duration in the straits between the islands. Analysis of climate change peculiarities based on the observations of the polar station situated on the Hayes Island, supplemented by ERA Interim reanalysis also revealed an increase in surface air temperature.

Strengthening of the thermal abrasion and of the other geomorphological processes in the development of which climate plays an important role, are threatened with extinction or damage of many historical monuments of the archipelago. It complicates the statutory activities of the national park "Russian Arctic". However, in summer, when the processes of the thermal abrasion, thermal erosion and thermodenudation due to the predominance of positive temperatures are always activated, temperature parameters is changed slightly, that it can not cause significant acceleration of these processes.

Федеральный заказник «Земля Франца-Иосифа» находится под управлением национального парка (НП) «Русская Арктика», созданного в марте 2011 г. в северной части Новой Земли. В архипелаге располагается целый комплекс уникальных исторических памятников – места зимовок, склады, полевые лагеря, астропункты, захоронения многочисленных полярных экспедиций 1874-1959 гг. Для знакомства с ними Землю Франца-Иосифа (ЗФИ) с 1990 г. регулярно посещают туристы, путешествующие к Северному полюсу на атомных ледоколах. В последние годы в акватории архипелага появляются многочисленные яхты, с 2012 г. – транспортные суда, завозящие рабочих для мероприятий по очистке островов от мусора и строителей комплекса объектов Министерства обороны. Иногда ледовые условия позволяют судам свободно передвигаться по проливам и уходить далеко к северу (2012-13), иногда даже суда ледового класса с трудом разгружаются, длительное время ожидая разрежения льдов у берегов (2014), иногда с трудом преодолевая ледяные поля только благодаря мастерству капитанов (2015). В годы с лёгкой ледовой обстановкой берега ЗФИ, сложенные рыхлыми мезозой-четвертичными породами, интенсивно разрушаются волнами. Скорости отступления берегов достигают, по нашим данным, 1,7 м/год, составляя в среднем 1,07 м/год за период 1990-2013 гг. Одновременно на многих островах наблюдаются активные термокары, оползни-сплывы, водоснежные потоки и другие деструктивные процессы, возникающие лишь при благоприятных климатических условиях. Отмечается также интенсивное таяние ледников и образование айсбергов (Глазовский, Мачерет, 2009).

Анализируя изменения интенсивности деструктивных процессов и их связь с климатическими тенденциями, мы обратились к результатам наземных метеорологических наблюдений. На ЗФИ действовало всего девять пунктов наблюдений, только четыре из них (полярные станции Бухта Тихая на о. Гукера, о. Рудольфа, Нагурская на Земле Александры и обсерватория «Дружная» имени Э.Т. Кренкеля на о.Хейса) работали более 5 лет, и лишь «Дружная» продолжает работать в настоящее время. Все ряды наблюдений имеют значительные пропуски. Для восполнения их мы воспользовались методом реанализа *ERA-Interim* (Dee et al, 2011; <http://www.ecmwf.int/en/research/climate-reanalysis/era-interim>), восстановив среднемесячные температуры воздуха на станции о. Хейса. Данные реанализа сравнивались с данными наблюдений для оценки их качества.

За период наблюдений с 1958 по 2013 гг. отмечается устойчивый и заметный рост среднегодовой температуры воздуха (рис.1). В основном он достигается за счёт повышения температуры воздуха в зимние месяцы, а в летние (июль-август, когда среднесуточные температуры положительные) статистически значимые тенденции отсутствуют: незначимая тенденция повышения температуры отмечается в августе, а в июле, наоборот, температуры незначительно падают. В 1970-е гг. в январе и июле температуры в целом были выше, чем в 1960-е и 1990-е гг. Напротив, августовские температуры на рубеже 1950-60-х гг. были даже выше, чем сейчас, и на протяжении этого периода изменяются незначительно.

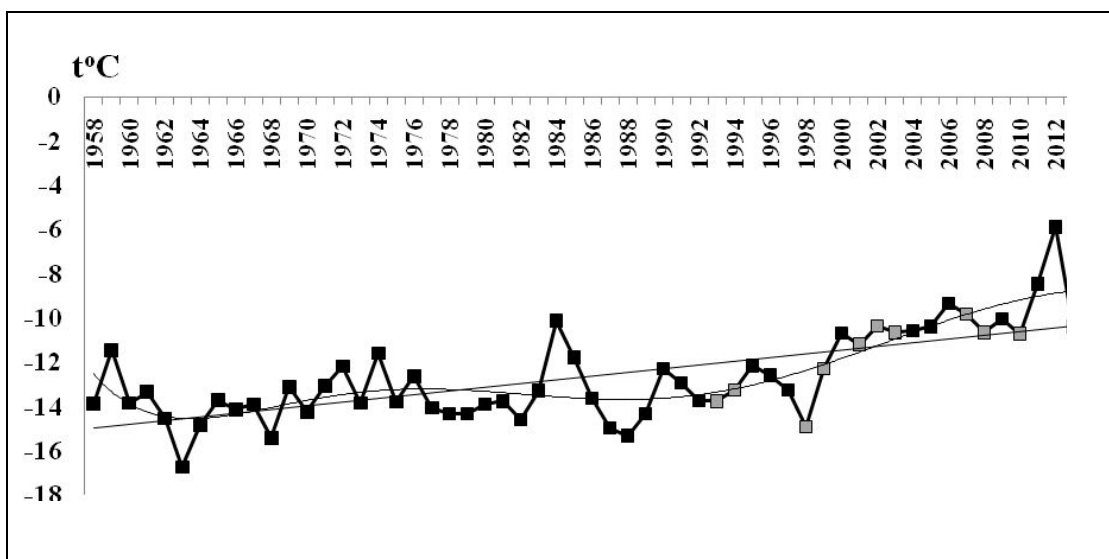


Рис. 1. Изменения среднегодовой температуры воздуха на полярной станции о. Хейса в 1958-2013 гг. Серые квадраты - данные, восстановленные с помощью реанализа, черные – данные наблюдений

Ряды наблюдений над осадками существенно короче из-за изменений методики измерений, менее однородны, имеют многочисленные пропуски. Поэтому небольшое уменьшение среднегодового и среднемесячного (январь, июль) количества осадков статистически незначимо. Тем не менее, если эти тренды сохраняются, то данное обстоятельство может способствовать уменьшению площади оледенения ЗФИ, т.к. практически все ледники архипелага находятся в зоне абляции и поддерживаются за счёт обильных осадков (Оледенение ЗФИ, 1973).

Данные наблюдений и данные реанализа прекрасно коррелируют (коэффициент корреляции не опускается ниже 0,95) в зимние месяцы, когда и суша покрыта снегом, и море – льдом, т.е. подстилающая поверхность более или менее однородна. Напротив, летом, когда акватория покрыта битым льдом, коэффициенты корреляции между расчётными и реальными данными резко падают до 0,68. Это говорит о том, что модель *ERA-Interim* пока не совсем точно отображает температурные поля над неоднородной поверхностью. Действительно, и на суше сохраняются обширные ледники и снежники, и на море плавучие ледяные поля и припай разбиты многочисленными полыньями, разводьями и трещинами, образуя очень мозаичную картину.

По данным спутниковых наблюдений (Алексеев, 2015; [http://planet.iitp.ru/climate/02\\_ice\\_arctic\\_west\\_rus.jpg](http://planet.iitp.ru/climate/02_ice_arctic_west_rus.jpg)), за последние 20 лет ледовый покров в районе архипелага существенно сократился. Так, в августе 2013 г. кромка плавучих льдов находилась в 300 км севернее ЗФИ, и проливы были чисты ото льда, что и позволяет плавать в водах архипелага парусным яхтам с хрупкими корпусами. Зато круизным судам приходилось в поисках населяющих плавучие льды животных (моржи, тюлени, медведи) уходить далеко на север.

В первой половине XX века кромка плавучих льдов лежала существенно южнее ЗФИ (Визе, 1930, и др.), и практически всем полярным экспедициям пришлось преодолевать пояс льдов с большим трудом. Вместе с тем неоднократно отмечались кратковременные затоки тёплого воздуха с юга, которые вызывали катастрофическое таяние ледников. Так, летом 1959 г. резкое потепление почти до 10<sup>0</sup>С выше нуля отмечалось раз в месяц – 18-20 июня, 17-21 июля и 17 августа (Суходровский, Кренке, 1962). Первое же потепление вызвало практически мгновенное (за 15 минут) затопление подлёдной лаборатории и нижнего этажа одного из жилых домов гляциологической экспедиции Института географии АН СССР под руководством В.Л. Суходровского на куполе Чюрлёниса.

Постепенно частота южных меридиональных затоков увеличилась и господствовавшие примерно до середины XX столетия меридиональная северная (ДС) и широтная западная (ШЗ) группы циркуляции по Б.Л. Дзерdzeевскому (Кононова, 2009) сменились меридиональной южной (ДЮ) (рис.2). Сейчас длительность периодов с преобладанием южных потоков существенно превышает продолжительность времени с другими типами циркуляции. Увеличение частоты южных потоков тёплого воздуха отмечает и Г.В. Алексеев (2015). Возможно, именно в этом и кроется причина не только общего потепления климата архипелага, в основном за счёт роста зимних температур, но и сокращения ледового периода.

Необходимо подчеркнуть, что раннее вскрытие льда и образование обширных полыней отмечали ещё в 1930-е гг. Так, группе Е.К. Фёдорова (1979) весной 1933 г. оно помешало вернуться с о. Рудольфа в бухту Тихую, пришлось ждать прихода шхуны «Смольный». Неоднократно неожиданное появление разводьев нарушало планы лыжных туристских групп, которые в 1970-начале 1990-х гг. прокладывали маршруты по Земле Франца-Иосифа.

Тем не менее, годы с полным очищением внутренних акваторий и, следовательно, с ускорением термоабразии сменяются годами, когда припай не вскрывается и трудности с проходом к о-ву Хейса имеют даже столь мощные суда ледокольного типа, как «Михаил Сомов». Именно более частые волны потепления способствуют активизации склоновых процессов на крутых склонах. Так, свежие следы водо-снежных потоков (ВСП), которые как

раз образуются при резких потеплениях, быстром насыщении снега талой водой и потере им несущей способности обнаружены нами на о. Нортбрук, – глубокие (до 1,5-2 м) ложбины с валами выброшенного грунта, содержащего множество базальтовых глыб. Также «тепловые волны» за счёт быстрого протаивания и насыщения талого грунта водой при вытаивании грунтового льда способствуют образованию оползней-спльвов – практически мгновенного процесса смещения грунтовых масс, ранее хорошо известного и изученного в Западной Сибири (Лейбман, Кизяков, 2007). На ЗФИ они впервые описаны В.Л. Суходровским (1967), нами обнаружены на Земле Георга. Вытаивание ледяных жил в торфяниках на Земле Александры особенно усилилось после проезда гусеничного транспорта в 2012-14 гг.

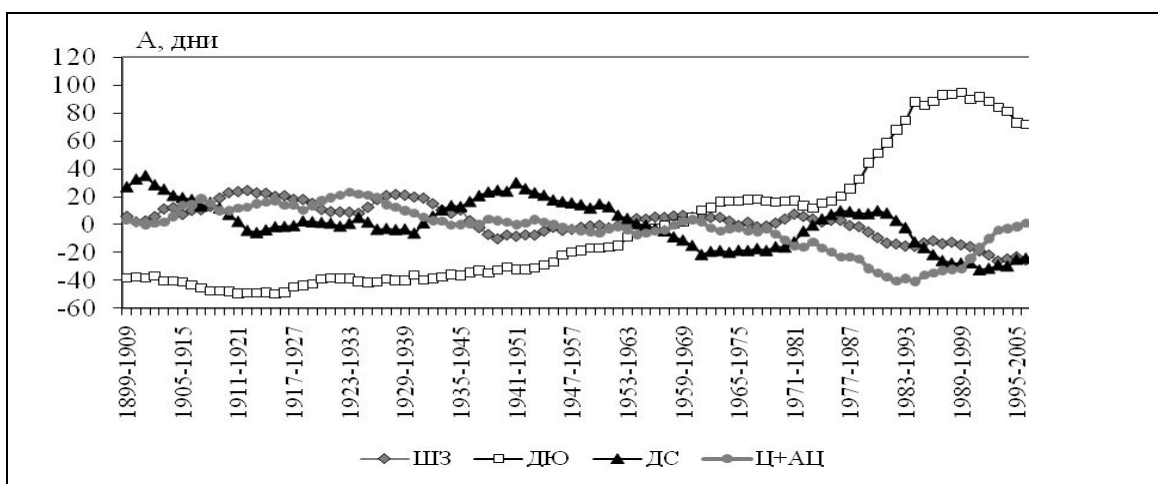


Рис.2. Изменения продолжительности периодов с разными типами элементарных циркуляционных механизмов (ЭЦМ) по Б.Л. Дзердзеевскому (Кононова, 2009): А – годовая аномалия дней с различными типами циркуляции (ШЗ – широтная западная, ДЮ – долготная или меридиональная южная, ДС – долготная или меридиональная северная, Ц+АЦ –расположение на границе антициклонической и циклонической областей)

Таким образом, можно уверенно говорить, что на Земле Франца-Иосифа встречаются прямые свидетельства влияния изменений климата на геоморфологические процессы, приводящие к потерям и для истории, и для экономики. Тем не менее, летом, когда в связи с преобладанием положительных температур всегда активизируются процессы термоабразии, термоэрозии и термоденудации, температурные параметры пока изменились незначительно, что не может вызвать их значительного ускорения.

Работы поддерживаются РФ (проект № 14-37-00038) и национальным парком «Русская Арктика».

#### Литература

Алексеев Г.В. 2015. Проявление и усиление глобального потепления в Арктике // *Фундаментальная и прикладная климатология*. № 1. Стр. 11-26.

Визе В.Ю. На Землю Франца-Иосифа. М.-Л.: Земля и фабрика, 1930. стр.32

Глазовский А.Ф., Мачерет Ю. Я. 2009. Современное состояние оледенения в Арктике, неустойчивость ледников и откалывание айсбергов // *Изменение окружающей среды и климата: природные катастрофы*. Т. 8. Природные процессы в полярных областях земли /Отв. редактор В.М. Котляков. М. с. 107-117.

Кононова Н.К. 2009. Классификация циркуляционных механизмов Северного полушария по Б.Л. Дзердзеевскому. Отв. ред. А.Б. Шмакин. М.: ОАО «Воентехиниздат», 370 с.

Лейбман М.О., Кизяков А.И. 2007. Криогенные оползни Ямала и Югорского полуострова. М.: Институт криосферы Земли СО РАН, 206 с.

Оледенение ЗФИ. 1973. М. Наука, 352 с.

Суходровский В.Л. 1967. Рельефообразование в перигляциальных условиях. М.: Наука, 120 с.

Суходровский В.Л., Кренке А.Н. 1962. Земля Франца-Иосифа. Общее описание исследований // Материалы гляциологических исследований. 72 с.

Фёдоров Е.К. Полярные дневники. Л.: Гидрометеиздат, 1979. 312 с.

Dee D.P., Uppala S.M. et al. 2011. The ERA-Interim Reanalysis: configuration and performance of the data assimilation system // Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society. Vol. 137. Pp.553-597.