

Научно-техническая лаборатория “ЭЛИн”

представляет



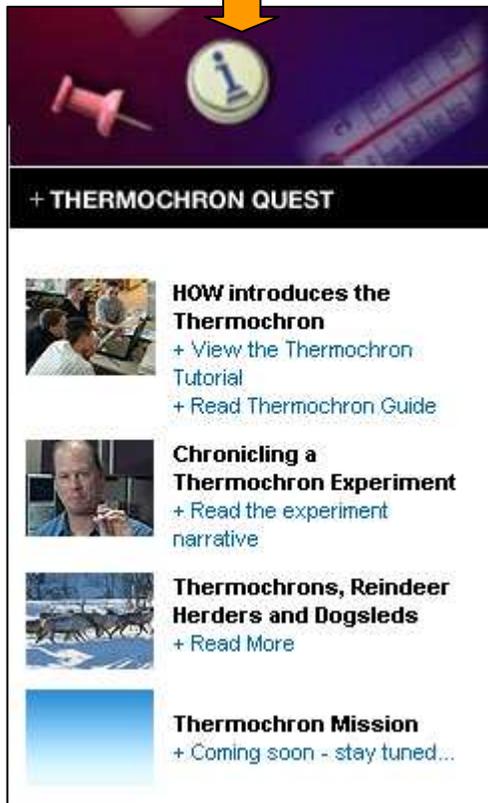
# Регистраторы iButton в проводимых NASA программах изучения окружающей среды

*(Внимание! Этот материал подготовлен на базе  
информационных источников 2002...2015 годов)*

# NASA считает устройства ТЕРМОХРОН идеальным инструментом для исследований

На сайте NASA раздел, посвящённый технологии ТЕРМОХРОН, занимает почётное место

Специалисты *Национального управления США по авиации и исследованию космического пространства (NASA)*, которые осуществляют массу программ по изучению окружающей среды, с момента появления устройств ТЕРМОХРОН сразу разглядели преимущества, предоставляемые технологией применения этих уникальных логгеров, при осуществлении реальных проектов в областях, связанных с массовым сбором статистических данных о температуре самых различных природных и техногенных явлений, процессов и объектов

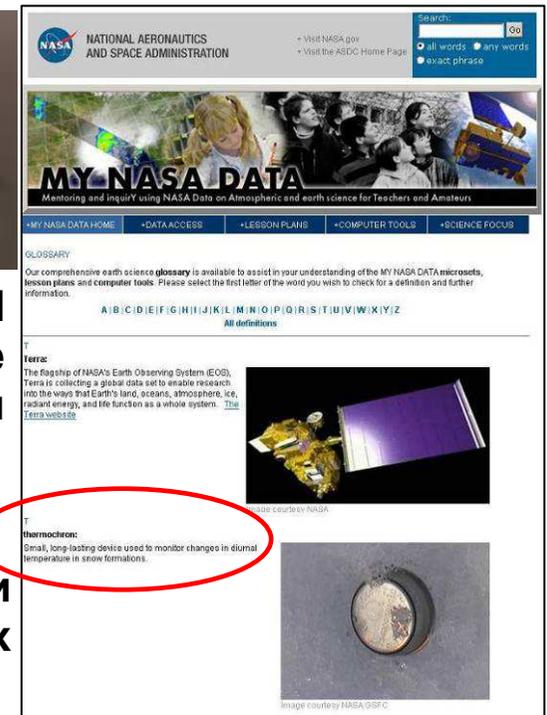


**+ THERMOCHRON QUEST**

-  **HOW introduces the ThermoChron**  
+ View the ThermoChron Tutorial  
+ Read ThermoChron Guide
-  **Chronicling a ThermoChron Experiment**  
+ Read the experiment narrative
-  **ThermoChron, Reindeer Herders and Dogsleds**  
+ Read More
-  **ThermoChron Mission**  
+ Coming soon - stay tuned...



Термин **ТЕРМОХРОН** включен в **ГЛОССАРИЙ NASA**, который содержит около 800 наиболее важных понятий и терминов, используемых при описании деятельности агентства



**MY NASA DATA**  
Monitoring and inquiry using NASA Data on Atmospheric and earth science for Teachers and Amateurs

**GLOSSARY**  
Our comprehensive earth science glossary is available to assist in your understanding of the MY NASA DATA microsets, lesson plans and computer tools. Please select the first letter of the word you wish to check for a definition and further information.

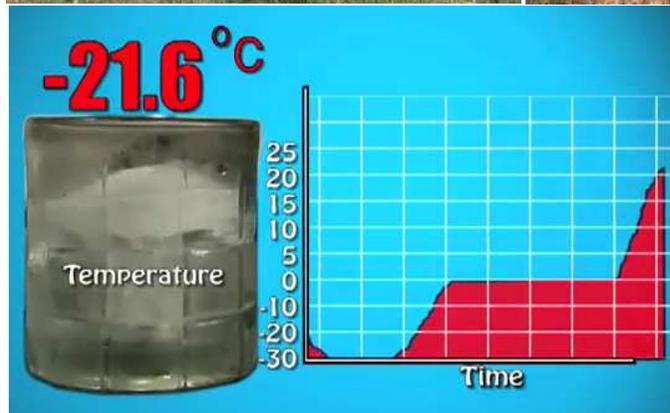
A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z  
All definitions

**T**  
Terra:  
The flagship of NASA's Earth Observing System (EOS), Terra is collecting a global data set to enable research into the ways that Earth's land, oceans, atmosphere, ice, radiant energy, and life function as a whole system. [Terra website](#)

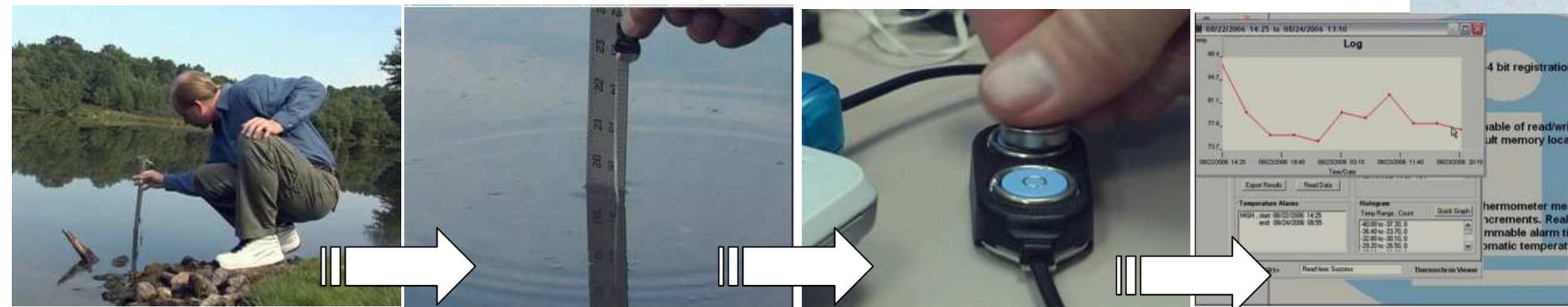
**thermoChron:**  
Small, long-lasting device used to monitor changes in diurnal temperature in snow formations.

Сегодня NASA де-факто является наиболее активным пользователем и пропагандистом применения устройств ТЕРМОХРОН при самых разносторонних исследованиях окружающей среды

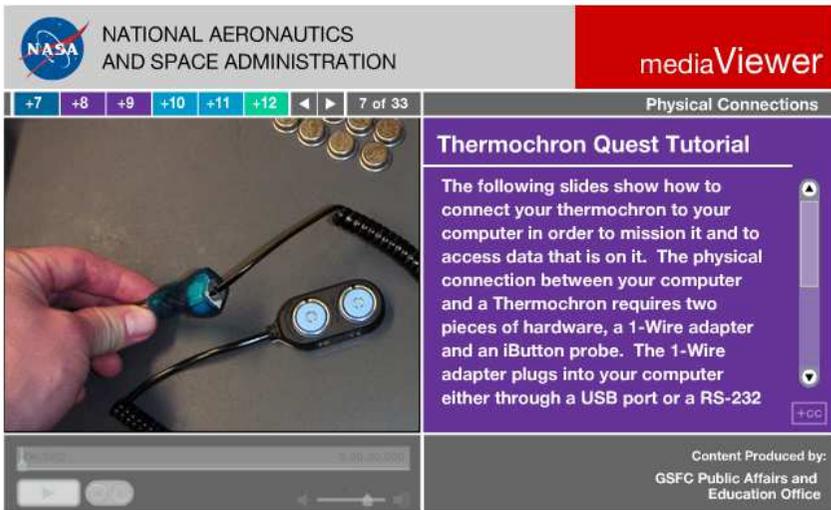
# Первые опыты изучения окружающей среды посредством устройств ТЕРМОХРОН



В NASA провели тщательные испытания устройств ТЕРМОХРОН в самых различных условиях. С помощью этих логгеров регистрировали температуру в почве, в воде, в воздухе, в снегу. Их вмораживали в лёд и запускали на воздушных зондах в стратосферу. В результате была подтверждена высочайшая надёжность этих устройств и их способность накапливать в своей памяти действительно объективные данные о температуре окружающей их среды



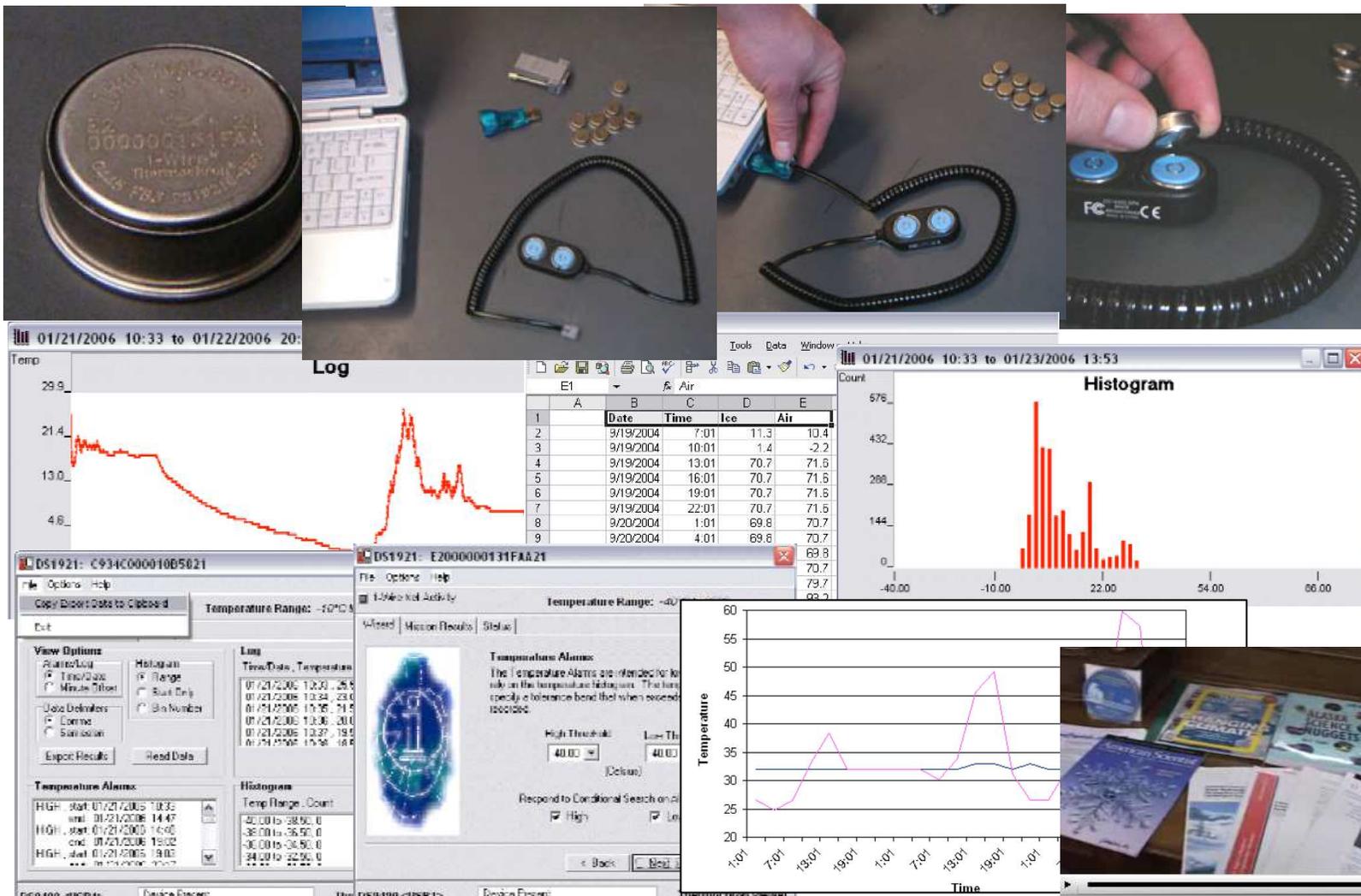
# Программа обучения волонтеров технологии применения устройств ТЕРМОХРОН



При реализации исследований окружающей среды, как и во многих других проектах NASA, большое значение придается использованию для целей сбора данных волонтеров, — добровольцев которые вербуются среди студентов, учителей, муниципальных служащих и младших научных сотрудников региональных научных учреждений. При этом они используют тщательно подготовленные специалистами NASA инструкции по работе с регистраторами iButton. Например, видеопособие **ThermoChron Quest Tutorial**, которое подробно, наглядно и доходчиво показывает, как легко и просто работать с регистратором ТЕРМОХРОН, и как много можно сделать с помощью этого уникального инструмента. Специалисты NASA шаг за шагом детально иллюстрируют и тщательно объясняют все действия, необходимые для эксплуатации логгеров iButton, начиная с задания значений установочных параметров и заканчивая обработкой данных, извлечённых из памяти логгеров.

Безусловно, подобный подход способствует широчайшему распространению технологии реализации мониторинга температуры с использованием уникальных логгеров iButton среди будущих специалистов

# Литература, пособия, курсы по технологии применения устройств ТЕРМОХРОН



Под эгидой NASA сегодня доступно множество документов, обучающих пособий и инструкций, детально освещающих особенности эксплуатации устройств ТЕРМОХРОН. Специалистами агентства разрабатываются правила, специальные методики и программы обучения азам работы с этими логгерами, проводятся бесплатные лекции и семинары, в том числе в обычных школах.

При таком подходе в полной мере реализуется преимущество регистраторов iButton, связанное максимальным удобством и простотой обслуживания каждого отдельного логгера при массовой эксплуатации подобных устройств с целью получения объективных статистических данных

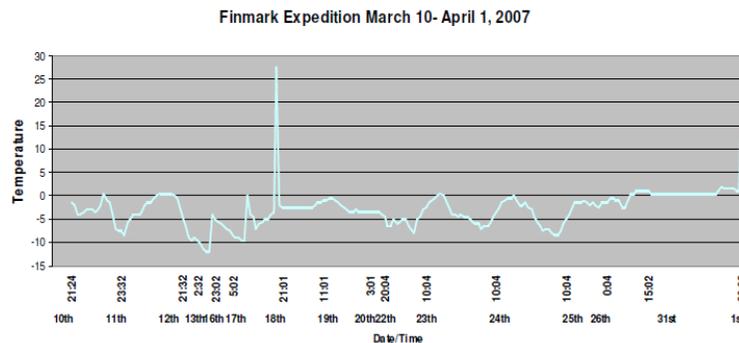
# Программа HOW - "History of Winter" (История ЗИМЫ)



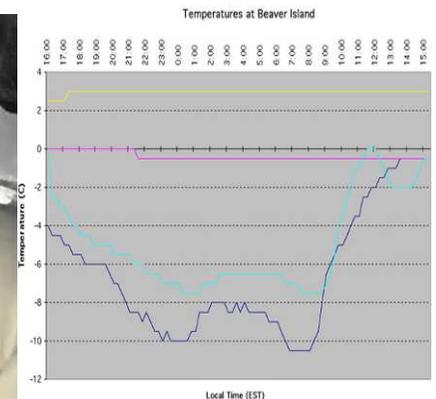
## HISTORY OF WINTER — Thermochron Mission



Первым проектом, где были задействованы регистраторы ТЕРМОХРОН, была программа «NASA: History of Winter», в рамках которой зимой 2003...2004 годов логгеры использовались для тщательного долгосрочного всестороннего мониторинга климата в районе Великих озёр



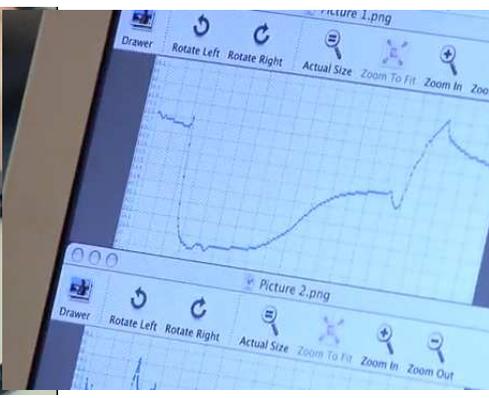
При этом были собраны данные о температуре воздушной среды (на различных высотах), воды в реках и озерах, подпочвенного слоя, снежного покрова (на различных глубинах) и т.д. Результаты, накопленные логгерами, были использованы для составления долгосрочных метеорологических карт, создаваемых в рамках метеопрограммы США.



# Наращивание исследований по программе HOW в 2005-2010 годах



Не смотря на то, что сам характер исследований по программе History of Winter с использованием устройств ТЕРМОХРОН после 2004 года принципиально не изменился, методы проведения изысканий стали более профессиональными. Появились навыки, рациональные приёмы, особые приспособления.



Сейчас порядок мониторинга температуры в приполярных областях упорядочен в соответствии с базовыми принципами статистики. А сами логгеры iButton теперь исполняют роль надёжных точечных источников данных о температуре. Также для сбора данных массово используются устройства ГИГРОХРОН, которые позволяют накапливать данные и о температуре, и об относительной влажности.



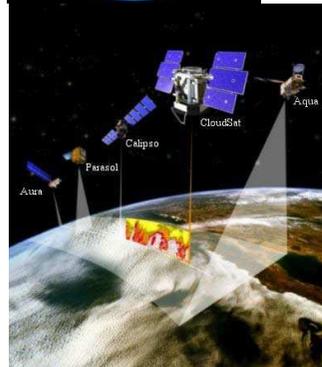
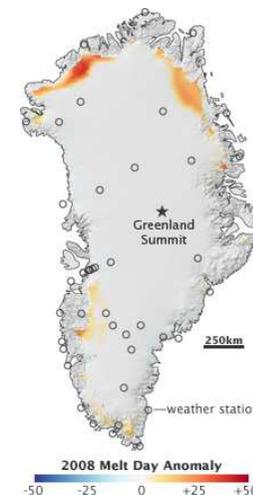
## Изучение структуры снежного покрова в рамках Четвертого Международного полярного года (2007...2008 г.) и очередного этапа программы HOW

Программа HOW 2007-2008 годов трансформировалась в направление **Global Snowflake Network (GSN)**, базирующееся на проекте **SNOWFLAKE DATA COLLECTION**. В ходе реализации этого проекта во всех зонах земли, где, так или иначе, выпадает снег, были организованы команды наблюдателей, которые в соответствии со специально разработанными критериями идентифицировали форму снежинок, оценивали качество снежного покрова и с помощью устройств ТЕРМОХРОН регистрировали температурные значения на поверхности и в глубине снега. Цель создания сети GSN состояла в том, чтобы обеспечить сбор наиболее полной информации, что необходимо для лучшего понимания динамики изменения снежного покрова Арктики сегодня. Причём, от этой программы, была польза не только для NASA, но и для обитающих на этих территориях северных оленей. Действительно в течение зимы, северные олени вынуждено очищают толстые слои снега в поисках пищи (мха). Качество снега, таким образом, непосредственно влияет на их жизнедеятельность. Поэтому оленеводы, используя оборудование, поставляемое NASA (в том числе устройства ТЕРМОХРОН и средства их поддержки), регулярно обеспечивали проект SNOWFLAKE DATA COLLECTION важными данными о характеристиках снежного покрова полярных областей (в том числе результатами мониторинга температуры снега). А NASA, используя данные от метеоспутников Aqua и Terra, своевременно информировала оленеводов о нахождении пригодных для оленей зимних пастбищ.

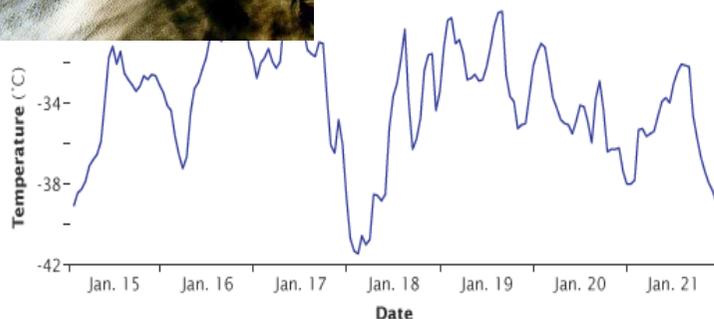


# Тарировка автоматических систем измерения температуры группировки метеоспутников NASA

В рамках масштабного исследовательского проекта **Earth Observatory** группировка метеоспутников Aqua и Terra исполняет каждодневный дистанционный мониторинг поверхности ледников Арктики



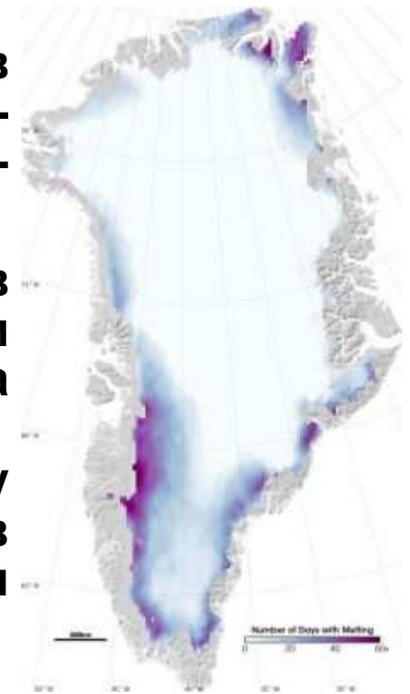
Однако автоматические системы инфракрасного дистанционного измерения температуры с метеоспутников нуждаются в периодической калибровке. Для этих целей на поверхности ледников Гренландии была развернута сеть из множества устройств ТЕРМОХРОН. Эти логгеры выполняют скрупулёзный мониторинг температуры при различных погодных условиях. Результаты такого мониторинга используются в качестве образцовых значений при тарировке систем измерения каждого метеоспутника, что увеличивает в дальнейшем точность дистанционного измерения ими температуры поверхности любых участков планеты покрытых снегом и льдом.



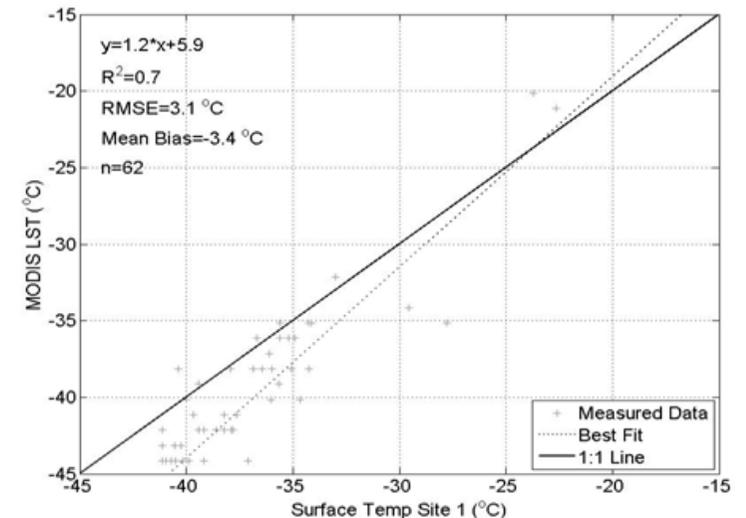
# Исследование ледового щита Гренландии



Использование логгеров ТЕРМОХРОН для измерения температуры воздуха на высоте 2 м и температуры поверхности снежного покрова. Логгеры располагались в соответствующих подлежащих контролю точках. Даже при интенсивных перемещениях снега во время бури устройства ТЕРМОХРОН всегда оставались на поверхности снежного покрова. Для исследования фирна (т.е. промежуточного состояния между снегом и льдом) несколько устройств ТЕРМОХРОН зарывались в снег на различную глубину с шагом 10 см для точного определения вертикального профиля распределения температуры

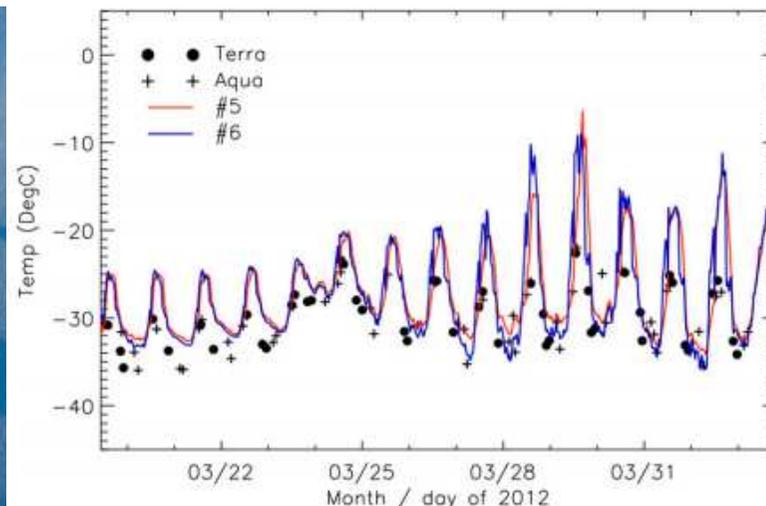
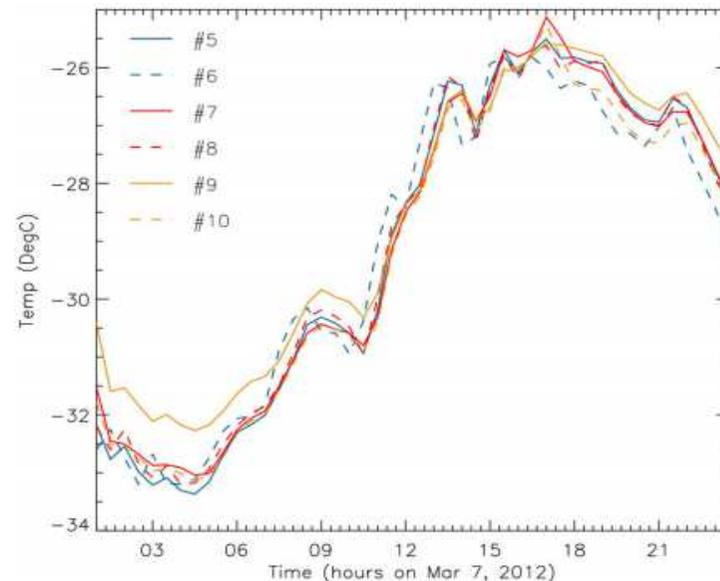


пературы поверхности снежного покрова. Логгеры располагались в соответствующих подлежащих контролю точках. Даже при интенсивных перемещениях снега во время бури устройства ТЕРМОХРОН всегда оставались на поверхности снежного покрова. Для исследования фирна (т.е. промежуточного состояния между снегом и льдом) несколько устройств ТЕРМОХРОН зарывались в снег на различную глубину с шагом 10 см для точного определения вертикального профиля распределения температуры



# В рамках проекта **BROMEX** на Аляске исследовалось воздействие химических процессов в атмосфере на сокращение арктического морского льда.

Ключевой параметр исследований – температура на суше, в воде и во льду регистрировалась посредством логгеров iButton, а в воздухе посредством метеоспутников космической группировки NASA





# MONARCHS IN SPACE

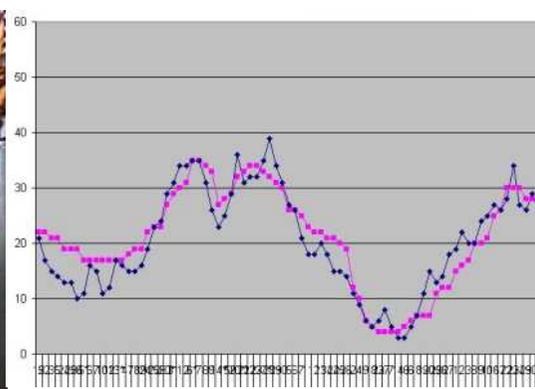
## Проект Monarchs in Space



Совместно с организацией по изучению бабочек Monarch Watch (<http://www.monarchwatch.org/space/>) в течение месяца на Международной космической станции выполнялось наблюдение за рождением и развитием в условиях невесомости трёх бабочек монарх, которые были доставлены туда шаттлом "Атлантис" в рамках экспедиции STS-129.



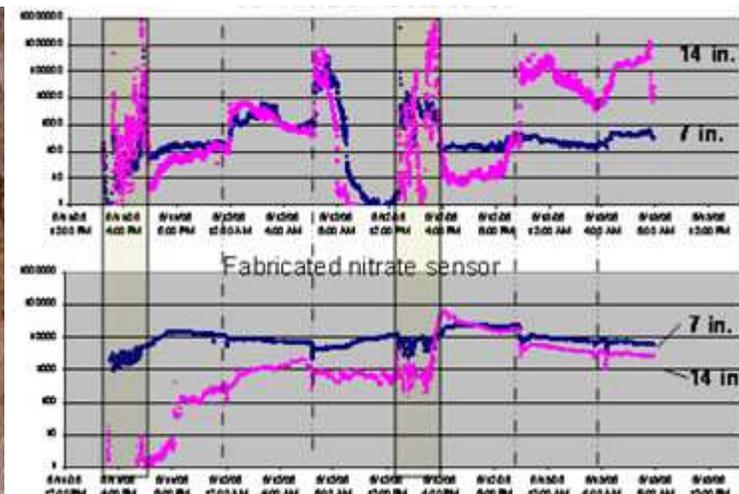
Мониторинг температуры среды внутри контейнера, в котором находились бабочки в ходе их доставки на МКС и в течение их жизни в невесомости, осуществлялся посредством устройств ТЕРМОХРОН



# Изучение геологического феномена скользящих камней в высохшем озере Рейстрэк-Плайя в Долине Смерти



Феномен движущихся камней в Долине Смерти неразгадан до сих пор (<http://ru.wikipedia.org/wiki/Рейстрэк-Плайя>) Экспедиция NASA в 2010 году, организованная для сбора новых данных об этом феномене, имела широчайший международный резонанс благодаря Интернет-журналистике.



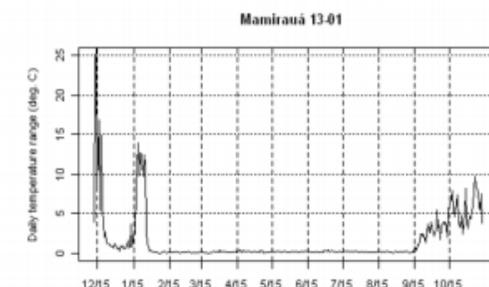
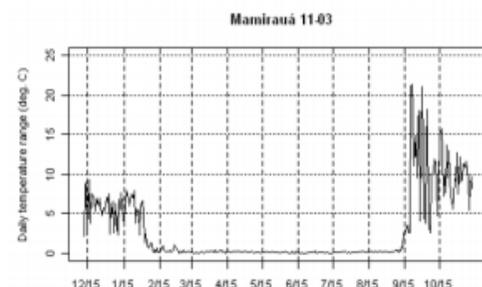
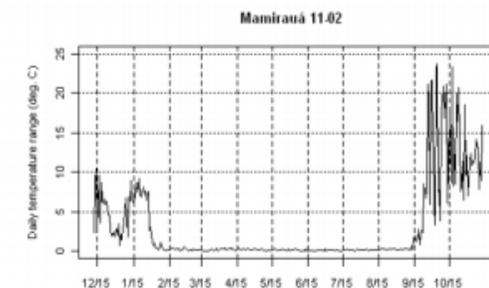
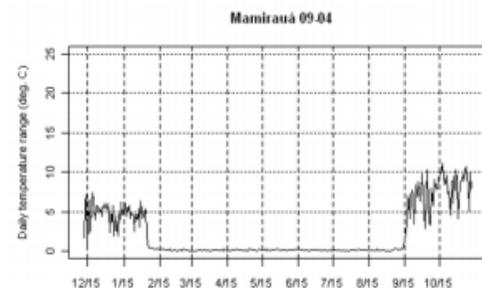
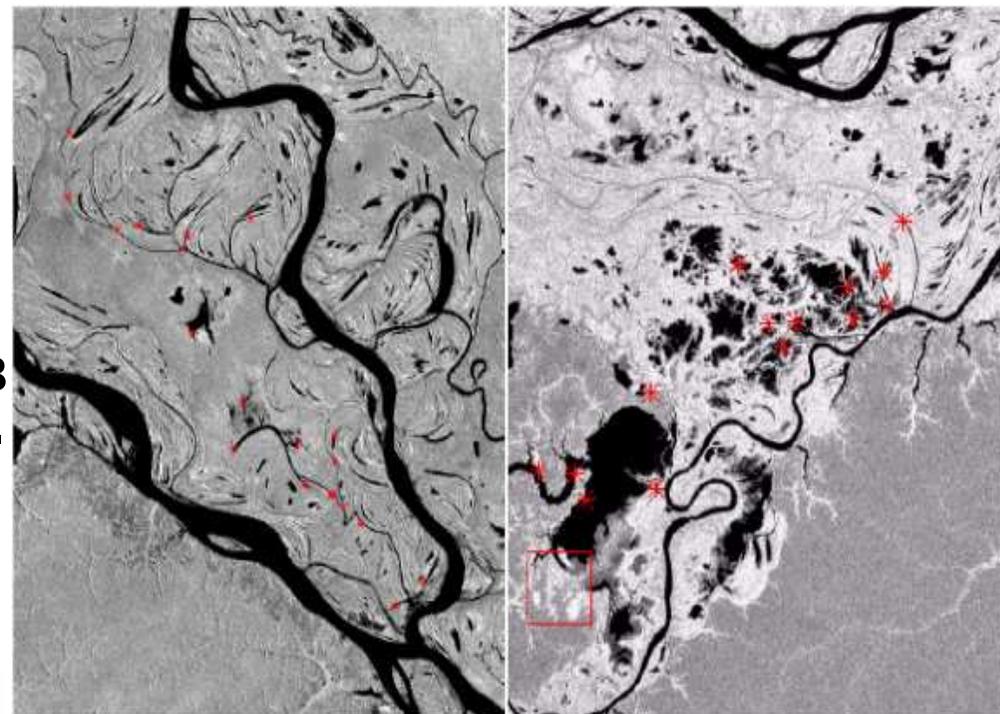
Устройства ГИГРОХРОН использовались для долгосрочного мониторинга температуры и относительной влажности в грунте. Накопленная логгерами информация оказалась чрезвычайно полезной для оценки существующих сегодня гипотез движения камней.

# Использование устройств ТЕРМОХРОН при изучении альbedo ледниковых поверхностей Аляски

Показания температуры поверхности ледников и воздуха синхронизировались с наблюдениями из космоса, исполняемыми спутниками NASA.



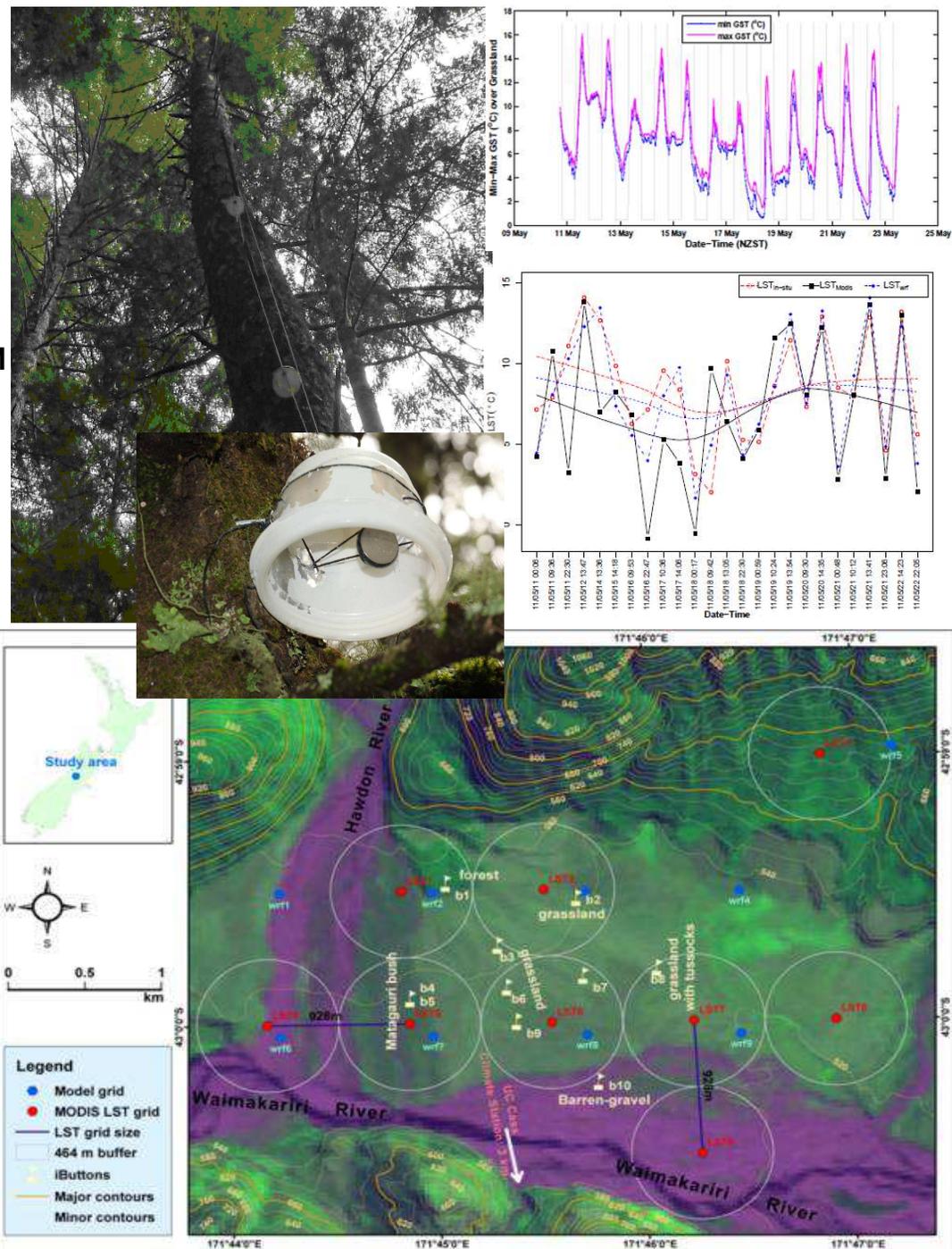
# Совместный проект NASA с Бразильским Национальным Институтом Космических исследований (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, INPE) по применению недорогих логгеров iButton для валидации спутникового картографирования паводков в пойме Амазонки



Выяснение применимости измерительных данных, получаемых космическим спутниковым радиометром *MODerate resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS)* для улучшения результатов моделирования температуры земной поверхности, полученных на основании метеорологических данных (*методика WRF*), в местности с альпийским рельефом и различным растительным покровом. Для получения референсных значений проводился полевой мониторинг температуры земной поверхности с помощью логгеров DS1922L-F5

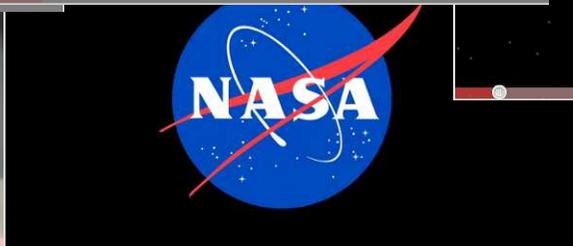
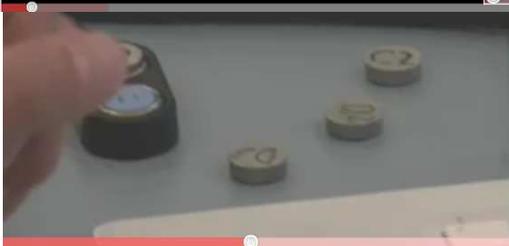
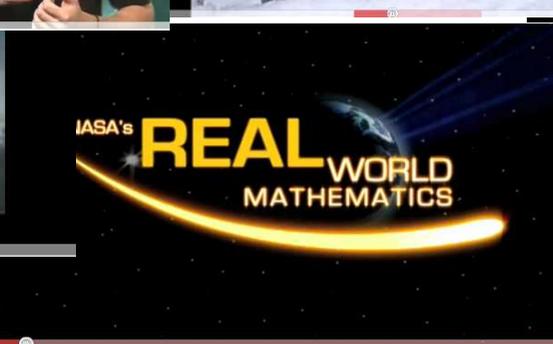
Логгеры зарывались в грунт, а также закреплялись на растениях в зонах кустарников и леса. Статистический анализ наборов данных от трёх источников (спутник, модель, регистраторы) показал, что результаты моделирования WRF коррелируют с полевыми измерениями сильнее, чем спутниковые данные.

В то же время значения температуры, зафиксированные на небольшой глубине такими недорогими логгерами, как iButton, могут служить опорными для дистанционного космического зондирования и моделирования после коррекции временных сдвигов, связанных с теплоёмкостью почвы.





NASA создаёт массу видеоматериалов для Интернет, в которых так или иначе упоминается о технологиях применения регистраторов iButton. Эти ролики включают, в том числе, учебные пособия по освоению технологии использования устройств ТЕРМОХРОН, пропагандистские ролики из серии «NASA eClips» о применяемых в NASA новых технологиях, использующих устройства ТЕРМОХРОН, видеоотчеты о применениях устройств ТЕРМОХРОН в рамках конкретных исследовательских программ и проектов. ([https://www.youtube.com/results?search\\_query=thermochrons+nasa](https://www.youtube.com/results?search_query=thermochrons+nasa))

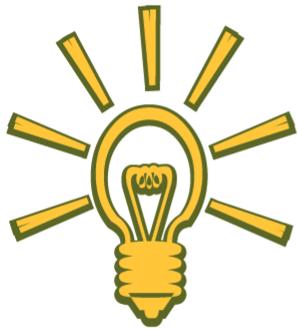




**NASA широко продвигает технологии ТЕРМОХРОН и ГИГРОХРОН для целей исследования окружающего мира. Причём это относится, как к изучению земных явлений и контролю систем жизнеобеспечения, для космических аппаратов, так и к подготовке программ освоения иных космических объектов, поскольку умение находить аналогии между процессами на Земле и в других мирах в любом случае очень пригодится при любых планетарных исследованиях.**



# Научно-Техническая Лаборатория



Тел. (909)694-95-87, (916)389-18-61, (985)043-82-51

WWW: <https://elin.ru/>

E-mail: [common@elin.ru](mailto:common@elin.ru)