


Бюллетень

“Логгеры iButton”

№3 (июль-сентябрь 2005 года)



Применение регистраторов iButton для контроля живых систем

3.1  Инжиниринговая канадская компания **SubCue** (<http://www.subcue.com/>) объявила о начале выпуска уникальных по конструкции и исполнению вариантов популярнейших температурных регистраторов ТЕРМОХРОН под наименованием **SubCue-Mini Datalogger** (<http://www.subcue.com/specs.htm>). Все работы производятся в тесном сотрудничестве с компанией Dallas Semiconductor, а потому электронная начинка нового изделия полностью идентична используемой при производстве штатных вариантов компонентов DS1921. Однако, несущее основание электронной схемы, кварцевый резонатор, батарея питания и сам корпус логгера значительно уменьшены в габаритах. Это позволило создать регистратор весом менее 2,4 г, диаметром 1,5 мм и толщиной 0,5 мм, который может выполнять непрерывные преобразования в течение 2 лет. С внешней стороны корпус новой конструкции покрыт специальным термостойким биологически инертным пластиком и имеет наклейку с индивидуальным номером. В качестве узла сопряжения с внешними средствами поддержки использован миниатюрный двухконтактный разъем. Для подключения к нему применяется специальный двухпроводной щуп-игла, выход которого подсоединяется к стандартному 1-Wire-адаптеру COM-порта персонального компьютера. Поскольку схема логгера полностью идентична схеме устройства ТЕРМОХРОН, любые программы поддержки логгеров DS1921 могут использоваться и для сопровождения устройств SubCue-Mini Datalogger. Для обеспечения полной герметичности изделия, после запуска новой сессии разъем обмена закрывается водостойким клеем. При необходимости повторного сопряжения со средствами обслуживания, например, для извлечения из памяти логгера накопленной им информации, клей удаляется с разъема растворителем. Устройства SubCue-Mini Datalogger с учетом их полной биологической совместимости ориентированы, прежде всего, на прикладные зоологические и биологические исследования. Кроме того, они уже активно применяются для решения практических проблем фармакологии (в том числе при исследованиях в областях токсикологии, фармакологии, общей физиологии и т.д.). Ориентировочная розничная цена подобного сверхминиатюрного температурного регистратора составляет сегодня 200\$.



3.2  Канадская фирма **AlphaMach Inc.** (<http://www.alphamach.com/>) занимается разработкой и изготовлением электронной оснастки и приспособлений для морского судоходства, подводных работ, рыболовства и океанографии. Аппаратуру, производимую этой компанией, используют при проведении глубоководных исследований многие университеты и институты в США и в Европе. Большое внимание в разработках фирмы уделяется вопросам глубоководного температурного мониторинга. Для решения подобных проблем фирмой поставляются уникальные конструкции, реализованные на базе устройств ТЕРМОХРОН, запакрованных в каучуковые и пластиковые, армированные стальной проволокой, оболочки, значительно увеличивающие статическую механическую прочность помещенных в них компонентов, что позволяет погружать их без потери работоспособности в морскую воду на глубину до 3000 футов (910 метров). Такие конструкции получили название глубоководных температурных регистраторов **iBTAGs**. Сегодня доступны следующие модификации подобных приборов:



iBCod – вариант наиболее глубоководных конструкций, предназначенных для мониторинга донных температур (база - DS1921G-F5 или DS1921Z-F5),

iBMin – конструкция, специально приспособленная для крепления на тело глубоководных рыб и животных (база - DS1921G-F5),

IBLite – наиболее облегченный вариант конструкции с противовесом, специально приспособленный для крепления на тело мальков и глубоководных рыб малых размеров (база - DS1921G-F5).

Обслуживание регистраторов iBTAGs производится с помощью стандартного набора аппаратно-программных средств, поставляемых изготовителем устройств ТЕРМОХРОН – фирмой Dallas Semiconductor. Однако для сопряжения адаптера 1-Wire-интерфейса с логгерами, упакованными в защищенные оболочки, используются специальные контактные клещи.

На сегодня уже сотни регистраторов iBTAGs работают по всему мировому океану, фиксируя температуру течений и придонных флуктуаций, а также выполняя тщательный температурный мониторинг условий миграции промысловых рыб самых различных видов. Для этих целей компанией AlphaMach разработан целый ряд уникальных миниатюрных приспособлений iBKrill, iVBass и iBCod, предназначенных для размещения непосредственно на теле особей различных видов и различной формы и массы тела. Причем для того чтобы рыба могла свободно передвигаться каждый такой логгер уравнивается отдельным противовесом, закрепленным на противоположной стороне её тела.



3.3



CORNELL LAB of ORNITHOLOGY

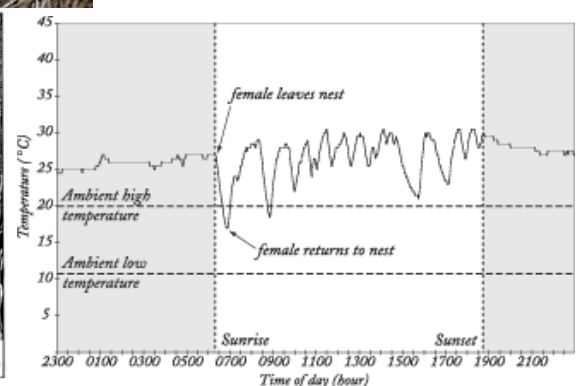
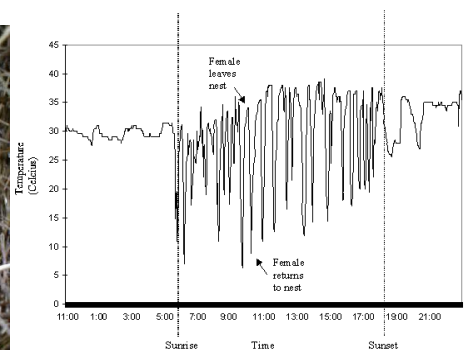
Орнитологическая ассоциация восточного побережья США

производит с помощью устройств ТЕРМОХРОН эффективный мониторинг времени и температурных особенностей инкубации в гнездовых птиц в течение всего сезона размножения. (http://www.birds.cornell.edu/Publications/Birdscope/winter2005/beyond_the_call.html). Неприхотливость в обслуживании и простота в эксплуатации регистраторов DS1921# позволяет применить массовый подход к орнитологическим наблюдениям гнездовых. Именно такой подход сегодня является уже традиционным у орнитологов США, благодаря длительной практике применения регистраторов ТЕРМОХРОН, которые используются ими, начиная с 2001 года. Сейчас “таблетки”-логгеры позиционируются исследователями птиц, как наиболее эффективные в настоящее время средства мониторинга гнездовых мелких пернатых, чему посвящены многочисленные публикации ученых:

- **Rhythm and Bluebirds** (http://www.birds.cornell.edu/publications/birdscope/summer2002/rhythm_bluebirds.html) – эффективный мониторинг температуры яйцекладки птиц в гнездах.
- **Pilot Study: A Preliminary Look at Incubation Rhythms and Temperature Variation in Eastern Bluebirds** (<http://watch.birds.cornell.edu/nest/TBN News and Results TEMPLATE.htm>) – мониторинг температуры гнезда и окружающей температуры в период всего сезона размножения.
- **Canary. The Cornell Bioacoustics Workstation. Version 1.4 User's Manual** (<http://www.birds.cornell.edu/brp/CanaryUsersManual.pdf>) – подробное изложение правил использования логгеров DS1921 для наблюдений за канарейками.
- **An inexpensive method for remotely monitoring nest activity** (<http://www3.interscience.wiley.com/journal/118728531/abstract?CRETRY=1&SRETRY=0>) – долгосрочное наблюдение за гнездовьями кроншнепов (куликов) с использованием Thermochron iButtons.
- **Broiler Temperature Management** (<http://www.poultrytechnology.com-iButton-ibuttoncontent.htm>) – массовый многоточечный контроль температуры инкубаторов для выращивания кур мясных пород.

Right on the Button

Size: 16 mm
 Memory: 2,048 times-temperature recordings
 Battery Life: 10 years
 Sensitivity: -20 °C to +85 °C in .5 " increments
 Price: \$10
 Function: Records temperature and relative time





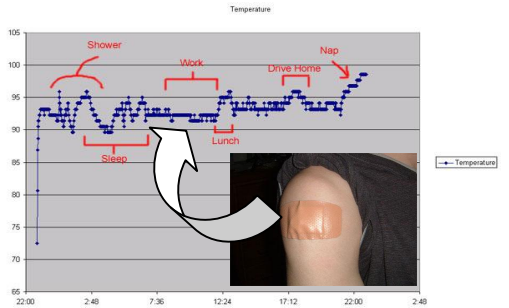
3.4

Бельгийский вариант использования устройств ТЕРМОХРОН для мониторинга температуры в экстремальных ситуациях предлагает сайт **Koning & Hartman** (<http://www.koningshartman.com/be/be-nl/kh/ie/componenten/ibutton.htm>). При этом логгеры iButton рассматриваются в ряду других типов “таблеток” iButton, которые до сих пор широко применялись этой же службой в качестве защищенных устройств хранения и накопления личных данных персонала при оснащении спецподразделений: специалистов по чрезвычайным ситуациям, спасателей, пловцов, пожарных и т.д. Однако регистраторы iButton теперь выполняют дополнительные функции по накоплению в собственной памяти температурных значений, характеризующих состояние организма спасателей, а также состояние окружающей их среды (при пожарах, в стужу, под водой и т.д.)



3.5 Любительский проект **The results are in! (and nobody cares.....)**

(<http://www.arizonaeast.com/oldandbusted/topframe.htm>) целиком посвящен исследованиям суточного биоритма человеческого тела с использованием регистратора DS1921H. Этот совершенно ненаучный эксперимент поставлен автором целиком из собственного любопытства, а также из-за доступности регистраторов и просторы эксплуатации сопровождающих их средств обслуживания. Он наглядно показал, как меняются циклы человеческого тела в разных фазах: сна, физических нагрузок, умственной деятельности, приема пищи и т.д. При этом хорошо изолированная от воздействий окружающей среды специальным пластырем “таблетка”-логгер круглосуточно контролировала температуру кожного покрова на предплечье испытателя.



НТЛ “ЭЛин” также поставляет оборудование Институту возрастной физиологии РАН и посильно помогает в его инсталляции и эксплуатации. Это оборудование используется ведущими сотрудниками института для целей мониторинга суточных температурных циклов организма детей младшего школьного возраста,

3.6



Всемирная организация по изучению бабочек Monarch Watch, которая является совместным проектом студентов, преподавателей, добровольцев и исследователей, посвященным исследованию бабочек монарх, и создана под эгидой Канзасского университета, инициировала международную программу **Monarch Watch Temperature Monitoring Program** (<http://www.monarchwatch.org/temperature>). Эта программа призвана накопить данные о динамике температурных изменений среды обитания этих бабочек с помощью устройств ТЕРМОХРОН. Такое внимание именно к долговременной регистрации температуры, объясняется тем обстоятельством, что температура кладки бабочек монарх имеет первостепенное значение для их развития и всей дальнейшей жизни. А жизнь бабочек, как это не парадоксально тесно связана с жизнью людей. "Без опылителей наш рацион состоял бы исключительно из злаков, опыляемых ветром — таких, как рис или пшеница", — говорит Тэйлор профессор Канзасского университета. Создание организации Monarch Watch — это выражение обеспокоенности международного сообщества прогрессивных биологов сокращением численности популяций опылителей и их состоянием. Причем это состояние связывается, в частности, со значительным сокращением естественной среды обитания бабочек благодаря разработкам месторождений природных ископаемых и вырубке лесов, вкупе с чрезмерным использованием пестицидов, инсектицидов и гербицидов.

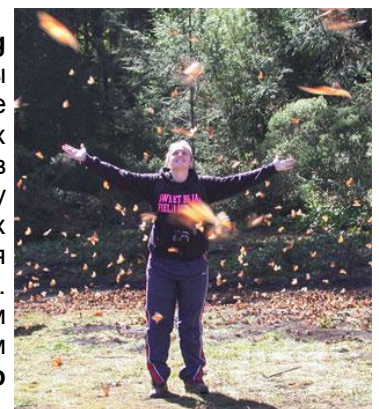


Для реализации программы **Monarch Watch Temperature Monitoring Program** (<http://www.monarchwatch.org/temperature>) разработаны



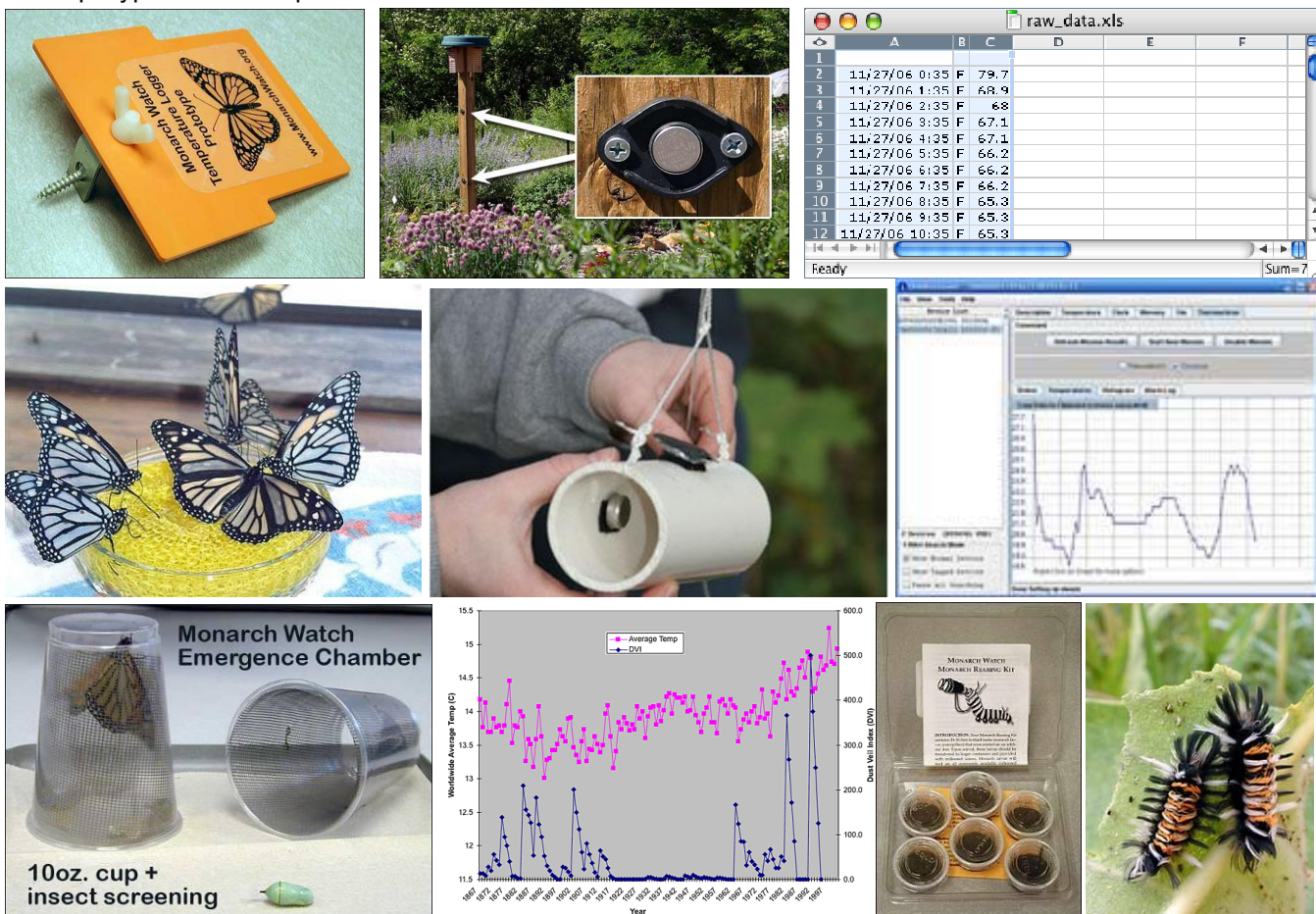
специальные приспособления, выполняющие температурный мониторинг в самых различных местах. Они построены на базе устройств ТЕРМОХРОН и бесплатно поставляются множеству проверенных добровольцев в различных регионах планеты, поскольку целью программы является охватить все имеющиеся популяции этих насекомых.

Такие приспособления-регистраторы, адаптеры для их связи с компьютером и программы поддержки поставляются всем заинтересованным профессионалам и вообще всем желающим через **Monarch Watch Shop** (<http://shop.monarchwatch.org/>).



Кроме того, на сайте организации Monarch Watch открыта специальная страница, содержащая множество информации по вопросам организации работы с устройствами ТЕРМОХРОН. В том числе инструкции по работе с регистраторами, методики их размещения, порядок и требования к обработке накопленных результатов и т.д. Там же даже имеется отдельный, причем очень активно посещаемый специалистами и

любителями энтомологами, свободный для общения раздел конференции **Monarch Watch Forums** (<http://www.monarchwatch.org/forums/viewforum.php?f=26&sid=647769e5a408ff6f9334fae9aaf07b6a>), посвященный вопросам температурного мониторинга.



Такой комплексный подход постепенно приносит свои плоды, и вот уже основные аспекты программы Monarch Watch Temperature Monitoring Program продвигаются в самых различных частях земли –

- в Мексике (<http://monarchwatch.org/update/2005/0531.html>),
 - в Канаде (<http://www.inspection.gc.ca/english/plaveg/bio/bt/btmon2e.shtml>),
 - в США (<http://tonguerivermonitoring.cr.usgs.gov/2005waterqualitysummary.htm>),
 - ещё раз в США (<https://listserv.umd.edu/cgi-bin/wa?A2=ind0609a&L=ecolog-l&F=P&P=7782>),
- а также дополнительно многочисленная подборка независимых ссылок на эту тему (http://www.thomasnet.com/webresults.html?WT.mc_t=INR&WT.mc_n=kwlinc&cov=NA&which=prod&navsec=search&what=Monarch%20iButton) и т.д.

3.7



Проблема сильного охлаждения человеческого организма тесно связана с задачей эффективного спасения людей, оказавшихся в холодной воде в результате несчастного случая или волею обстоятельств. Эти вопросы интересуют также кардиологов, использующих охлаждение пациентов при оперировании на сердце. Известно, что гипотермия с понижением температуры пациента до -30°C ... -20°C градусов позволяет на время остановить сердце и вести операцию без риска кровопотерь на "сухом" сердце в течение часа и более.



Однако детальное изучение влияния переохлаждения на организм человека наталкивается на сложность математического моделирования многих процессов, сопровождающих процесс гипотермии, и необходимость разработки таких моделей на базе реальной статистической информации. К сожалению, в области гипотермии мало фактических материалов и экспериментальных данных, необходимых для построения математической модели. Впервые такие факты были получены во время проведения уникальных экспериментов в Перми.

С 2003 года Пермское Региональное Отделение Федерации закалывания и спортивного зимнего плавания России, возглавляемое Хоруженко Виталием Григорьевичем, и Пермский государственный университет, используя устройства ТЕРМОХРОН, а также средства их поддержки от НТЛ "ЭЛИн", плотно занимаются изучением проблем, связанных с влиянием холода на человеческий организм. Достоверные факты, необходимые для детального изучения особенностей поведения человеческого организма при переохлаждении, были получены во время проведения целого ряда уникальных экспериментов в Перми. Результаты этих исследований были бы невозможны без применения технологии ТЕРМОХРОН, обеспечившей длительный детальный мониторинг температуры окружающей среды и непосредственно организмов пловцов-экспериментаторов.

При проведении исследований использовались логгеры двух модификаций: DS1921H-F5 для контроля температуры организма пловца и DS1921G-F5 для контроля температуры воды и воздуха.

Логгеры модификаций DS1921G-F5 работают в диапазоне от -40°C до $+85^{\circ}\text{C}$ и имеют чувствительность $0,5^{\circ}\text{C}$. Один из таких регистраторов крепился с помощью специальной клипсы к плавкам пловца и служил для контроля температуры воды. Второй регистратор DS1921G-F5 посредством такого же крепления фиксировался на шапочке пловца и обеспечивал контроль температуры окружающего воздуха.

Логгеры модификаций DS1921H-F5 специально были созданы для контроля температуры живых организмов. Диапазон регистрируемых ими температур расположен между $+15^{\circ}\text{C}$ и $+46^{\circ}\text{C}$. Зато минимальное изменение температуры, регистрируемое этими устройствами равно $0,125^{\circ}\text{C}$. Т.е. чувствительность этих регистраторов позволяет зафиксировать незначительные флуктуации окружающей их температуры. Однако точность таких логгеров невысока и составляет всего лишь $\pm 1^{\circ}\text{C}$. Поэтому для описываемых экспериментов использовались специально калиброванные "таблетки" **DS1921H-F5-ЛК** (<http://www.elin.ru/Thermochron/?topic=a19#lk>). Во время заплыва одна из них находилась непосредственно в желудке каждого из участвующих в эксперименте моржей, которые заранее заглатывали предварительно продезинфицированные логгеры. При этом, безусловно, учитывалось наличие **гигиенического сертификата на регистраторы iButton** (<http://www.elin.ru/Thermochron/?topic=certif#san>), что подтверждало полную инертность их корпуса к агрессивной среде желудка человека. Другой регистратор модификации DS1921H-F5 фиксировался с помощью эластичного бинта на запястье каждого пловца для осуществления мониторинга динамики изменения температуры кожного покрова.

Таким образом, каждый из участвовавших в эксперименте пловцов был укомплектован четырьмя регистраторами.

Предварительное программирование "таблеток" обеих модификаций на предстоящий эксперимент выполнялось с помощью комплекса TCR полномасштабной поддержки устройств ТЕРМОХРОН. При этом частота регистрации выбиралась в зависимости от длительности заплыва от 1 минуты до 5 минут (некоторые марафонские заплывы продолжались в течение нескольких суток). Кроме того, производилась точная синхронизация часов регистраторов с образцовыми часами компьютера, задавался отложенный старт регистрации на время примерно равное 1...3 часам до предполагаемого начала заплыва. Кольцевой режим заполнения буфера последовательных отсчетов был запрещен. Ярлык каждой таблетки содержал необходимую личностную информацию о каждом пловце и месте размещения каждой конкретной "таблетки" на его теле.

Оперативная информация о ходе эксперимента извлекалась из памяти доступных "таблеток" посредством комплекса TCP1, реализованного на базе карманного компьютера Palm. Наличие у PDA Palm графического дисплея на жидких кристаллах позволяла непосредственно в течение всего эксперимента отслеживать текущие температуры. Однако наиболее ценная "температурная история" об изменении состояния внутренних органов человека во время переохлаждения (т.н. "ядра" моржа), считывалась комплексом TCR из логгера, который сразу после окончания эксперимента, состоящего непосредственно из заплыва и восстанавливающих процедур в сауне, специальными методами выводился из организма каждого из пловцов. Благодаря конверсии записей с результатами, считанными комплексом TCP1 из доступных в ходе заплыва регистраторов, и их последующей трансляции в память персонального компьютера, вся информация объединялась и обрабатывалась посредством макросов ThCh_Pr и ThCh_MG.

Полученные результаты легли в основу целого ряда работ, посвященных вопросам переохлаждения человеческого организма. В том числе таких, как "Особенности длительного охлаждения в ледяной воде" (Е. Л. Тарунин; В. Г. Хоруженко // Вестник Пермского университета. - 2005. - Вып. 2. Математика. Механика. Информатика.) и "Моделирование охлаждения в ледяной воде" (Е.Л. Тарунин, В.Г. Хоруженко Российский журнал биомеханики, №3 за 2005 год). Именно с их помощью стало возможным объяснить значительную часть результатов, полученных вследствие нахождения пловцов (моржей) в ледяной воде. Например, было показано, что при времени охлаждения 15 минут и более в ледяной воде температура "ядра" моржа понижается до $+33^{\circ}\text{C}$... $+34^{\circ}\text{C}$ и ниже. Примечательно, что минимальное значение температуры "ядра" достигалось через 8...16 минут после выхода из ледяной воды, когда человек уже отогревался в сауне. Кроме того, была выполнена интерпретация полученного фактического материала с помощью математического моделирования нестационарного процесса теплопередачи человеческого тела.

3.8

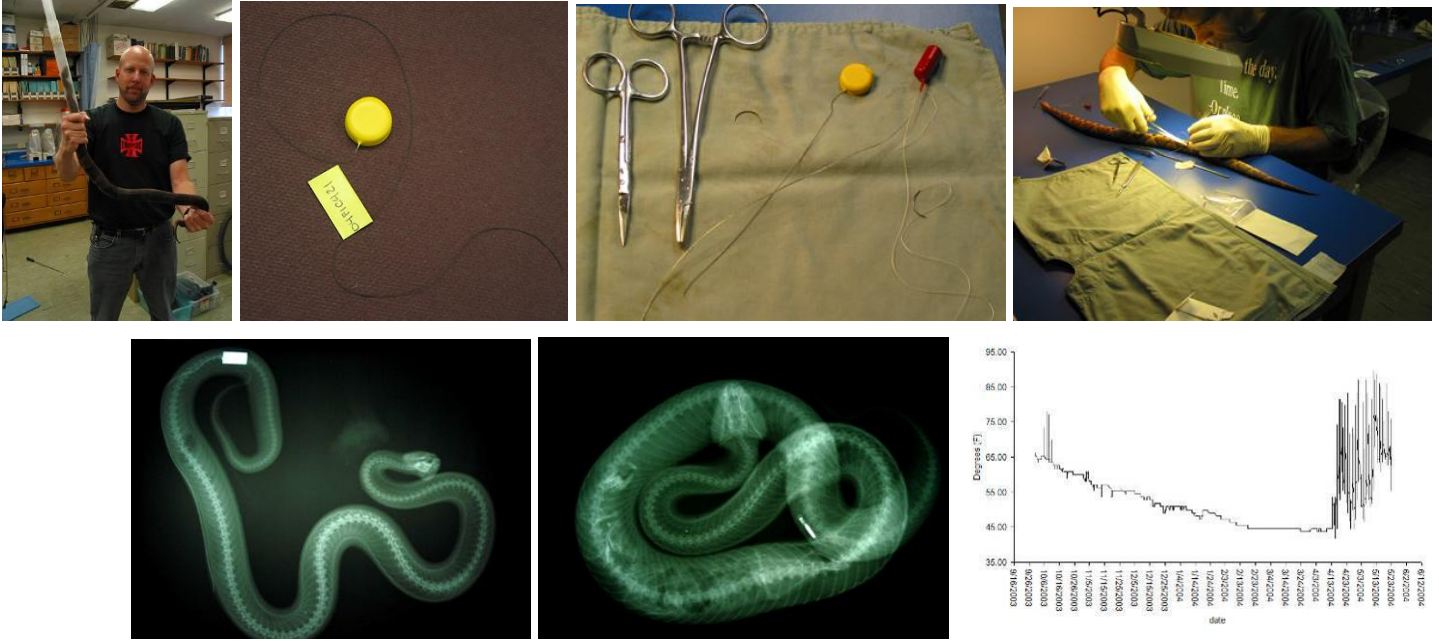


В ходе проекта изучения миграции южного лосося в Тихий океан, названного **Pacific Ocean Salmon Tracking Project** (<http://www.postcoml.org/project/technology.php>), посредством миниатюрных логгеров iButton, изготавливаемых компанией Dallas Semiconductor, был выполнен мониторинг температуры тела рыб и температуры течений нерестовой реки на пути их следования. Специально для этих целей учеными-исследователями Dr. Kevin Friedland и Dr. George Boehlert в сотрудничестве с компанией AlphaMach Inc. (см. сообщение №3.2) были созданы миниатюрные конструкции, прикрепляемые непосредственно к телу лосося. В прошлом году они были успешно опробованы на несовершеннолетних особях лосося и предоставили данные, позволяющие обоснованно судить о том, как температура влияет на маршрут миграции лосося.



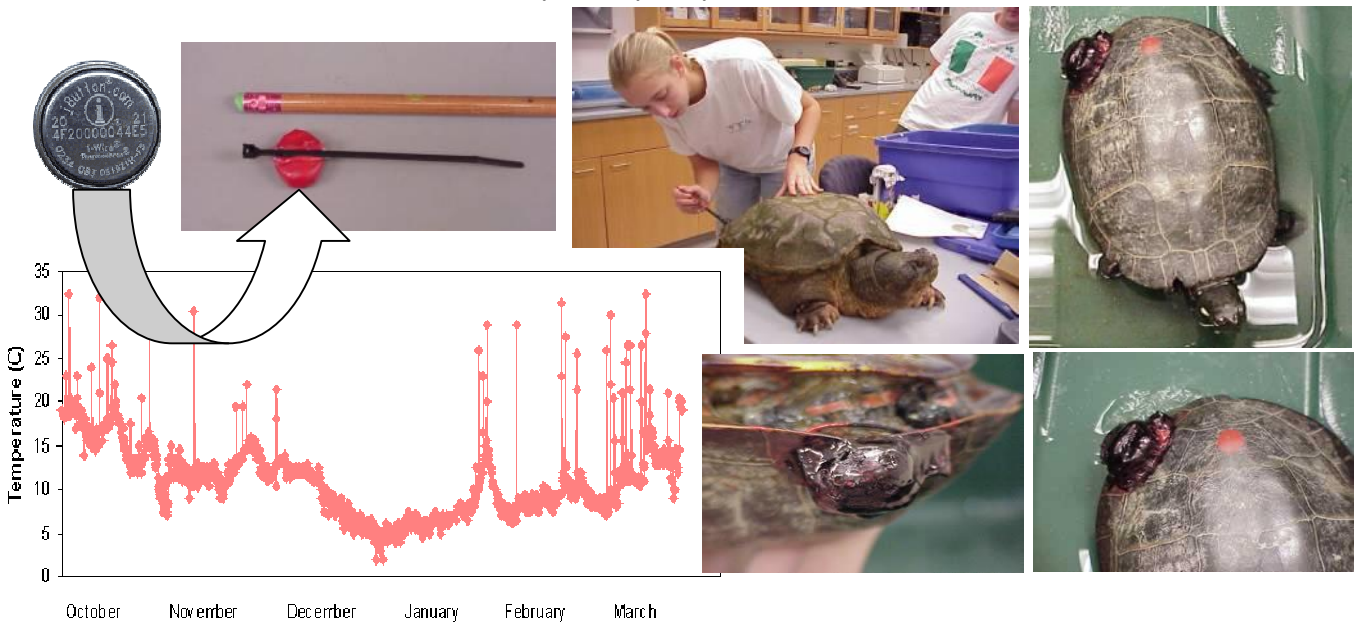
3.9

Вживление устройств ТЕРМОХРОН и миниатюрных передатчиков импульсов в тела пресмыкающихся (змей) выполнено учеными биологического факультета университета штата Коннектикут в рамках исследовательской программы **Ecology and Evolutionary Biology** (<http://www.eeb.uconn.edu/people/smith/lab%202003.htm>). Такая процедура является наглядным примером успешной реализации крепления (вставки) хирургическим путем устройств ТЕРМОХРОН в тело пресмыкающихся (гремучих пустынных змей). При этом предварительно корпус каждого вживляемого регистратора покрывался специальным биологически инертным пластиком. Провода 1-Wire-магистрالی для извлечения данных из памяти регистратора находящегося в теле животного, во время его зимней спячки, выводятся непосредственно наружу норы, где к ним периодически подключается аппаратура, выполняющая считывание результатов, зафиксированных вживленными устройствами iButton.



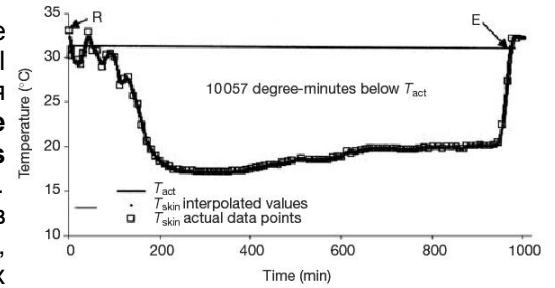
3.10

DAVIDSON **Body Temperature Variation in the Painted Turtle (*Chrysemys picta*) and Snapping Turtle (*Chelydra serpentina*)** опубликовали студенты-исследователи и их продвинутые преподаватели из Отделения биологии Университета Давидсона (<http://www.bio.davidson.edu/people/midorcas/research/StResearch/Kristine01/DataLoggermain.htm>). Он посвящен изучению колебаний температуры тела различных видов черепах Северной Каролины. Мониторинг температуры тела окрашенных черепах из водоемов предгорий Северной Каролины (США) выполняется посредством специальных защитных конструкций, основой которых являлось устройство ТЕРМОХРОН. Такие конструкции закреплялись на панцирях рептилий, которых затем на продолжительное время отпускали в привычную для них среду обитания. Выдержка из выводов доклада, размещенных в конце этой познавательной научной работы, гласит буквально следующее : «...логгеры ТЕРМОХРОН надежны и точны при мониторинге тела рептилий... проведение этой работы было бы невозможно без использования подобных регистраторов...».



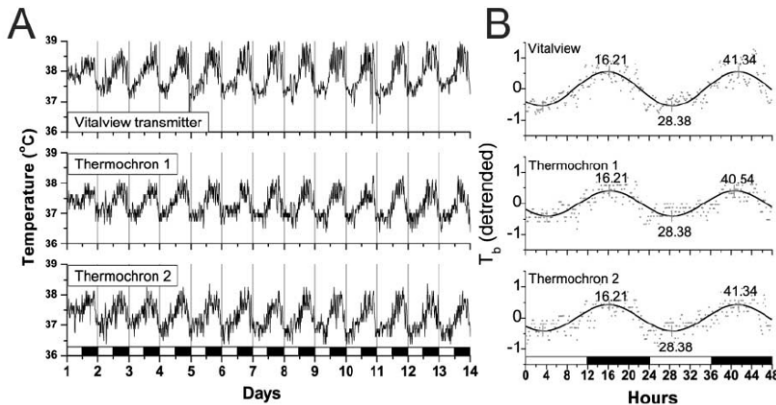
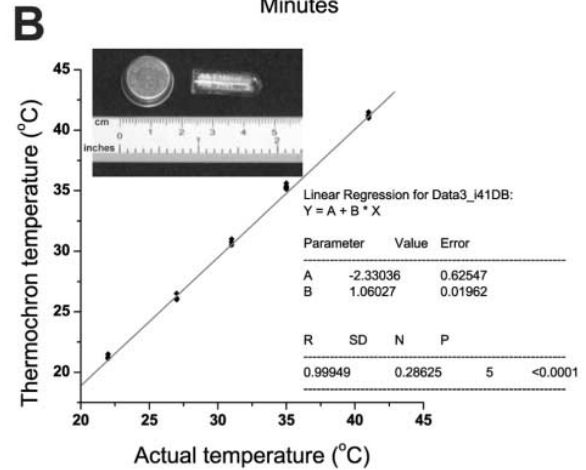
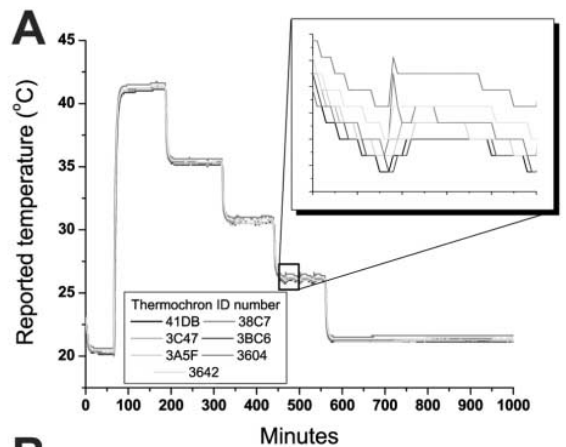
3.11

В популярном среди зоологов всего мира сборнике статей зоологического общества Лондона (The Zoological Society of London (<http://www.zsl.org/>)) опубликована статья **Thermoregulation and roost selection by reproductive female big brown bats (*Eptesicus fuscus*) roosting in rock crevices** (<http://www.bio.ualgary.ca/divisions/ecology/pdf/cori%20jzool.pdf>). Она посвящена исследованию процесса терморегуляции в фазе лактации и фазе оцепенения, связанного со спячкой, особой женской репродуктивной группы коричневых летучих мышей, обитающих в урочищах Южной Долины реки Саскачеван в канадской провинции Альберта. При этом посредством устройств ТЕРМОХРОН выполнялся тщательный мониторинг температуры гнезд, расположенных в расщелинах скал и горных выработках, что помогло ученым набрать необходимый статистический материал, по температуре тела самок летучих мышей в период лактации. Причем логгеры DS1921 использовались учеными наряду с другими типами электронных регистраторов иных производителей. По результатам исследований был сделан вывод, о том, что “таблетки” iButton гораздо более удобны из-за своих миниатюрных размеров и неприхотливости.



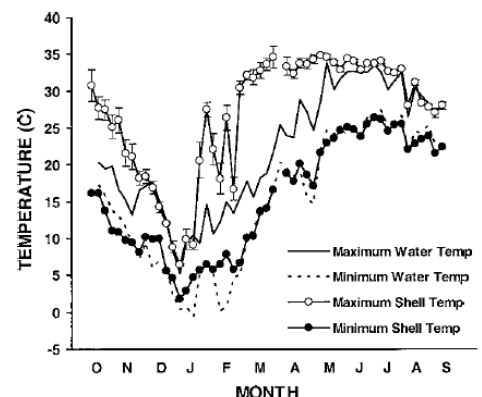
3.12

Показательная статья **Thermochron iButtons: An Inexpensive Method for Long-Term Recording of Core Body Temperature in Untethered Animals** (<http://jbr.sagepub.com/cgi/reprint/18/5/430.pdf>) интернационального коллектива ученых из Великобритании, США и Франции. Она подробно рассматривает особенности и преимущества использования устройств ТЕРМОХРОН модификации DS1921H, в сравнении с другими доступными в настоящее время методами, при долгосрочном мониторинге температуры тела самых различных лабораторных животных. При этом отмечаются многие полезные качества этих приборов, включая: высокое разрешение, хорошую воспроизводимость результатов, достаточную точность, большую емкость памяти, инертность к биологически активным компонентам, невысокую стоимость и т.д. Именно этот документ является на сегодня наиболее цитируемым материалом, на который ссылаются многочисленные исследователи-зоологи, применяющие логгеры iButton для регистрации температуры тела, наблюдаемых животных.

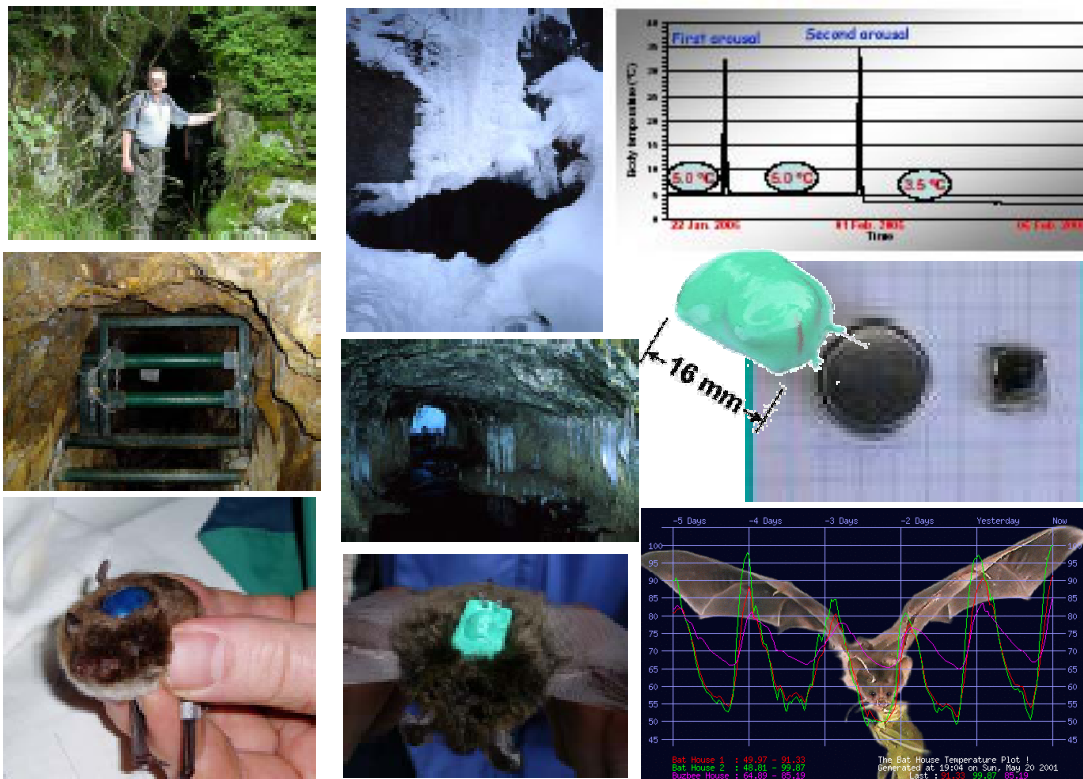


3.13

Herpetologists' League, является международной организацией ученых, связанных с изучением герпетологии, т.е. биологии земноводных и пресмыкающихся. Лига выпускает ежеквартальный научный журнал **Herpetologica** (<http://www.hljournals.org/perlserv/?request=get-archive&ct=1>), который содержит оригинальные исследования и эссе. Именно в этом сборнике была опубликована статья **Seasonal temperature variation in the painted turtle (*Chrysemys picta*)**, в которой подробно изложен опыт применения микрологгеров iButton модификации DS1921 для отслеживания сезонных температур среды существования 34 окрашенных черепах, обитающих на фермах пруда Дэвидсон (США), благодаря закреплению этих регистраторов непосредственно на панцире каждой особи (<http://www.hljournals.org/perlserv/?request=get-pdf&doi=10%3ATNSOFT/Grayson%20and%20Dorcas%20-%202004.pdf>).



Исследователи-зоологи из квебекского университета Sherbrooke выполнили тщательный мониторинг температуры тел летучих мышей во время их спячки в пещерах Южной Польши с помощью термохроноподобного регистратора iBBat, изготовленного специалистами известной канадской фирмы Alpha Mach Inc. (см. сообщение №3.2). Описание исследований и их результаты опубликованы в специальном документе **Small Datalogger for Recording Body Temperature** (http://www.alphamach.com/Documents/USherb_bat.pdf). Авторы проекта отмечают, что его успех целиком и полностью определялся качествами уникального, самого маленького и легкого из всех сегодня существующих, термохроноподобного регистратора iBBat (http://www.alphamach.com/A_iBTag_iBBat.htm), который специально ориентирован на мониторинг температуры тела летучих мышей и небольших животных. Он имеет вес всего 1 г, максимальный размер 16 мм, покрыт особым биологически инертным пластиком, а емкость миниатюрной литиевой батареи питания, которой специально комплектуется эта конструкция, рассчитана на 500'000 измерений.



Главный фактор, определяющий эффективность любого птицеводческого хозяйства, - это оптимальные условия для выращивания и содержания птицы. При этом, основным параметром, определяющим качество птицеводческой продукции на всех этапах её производства, безусловно, является температура и влажность. Контроль этих параметров при современных масштабах птицеводческих хозяйств без соответствующих средств автоматизации вряд ли представляется возможным. Между тем тотальный мониторинг температуры и влажности на всех этапах производства продукции птицеводства позволяет существенно увеличить сохранность птицы, повысить привесы, значительно экономить энергоресурсы и уменьшать расходы на обслуживание и эксплуатацию оборудования. Поэтому в современном птицеводстве очень часто необходим точный независимый непрерывный контроль температуры и влажности на протяжении периода времени от нескольких часов до нескольких месяцев, который должен осуществляться, как правило, в очень неблагоприятных условиях внешних воздействий (перепады температур, грязь, пыль, высокая влажность, агрессивность тестируемой среды и т.п.), в том числе:

- при инкубации и транспортировке цыплят;
- при обеспечении контроля микроклимата в птичниках;
- для контроля неравномерности температурного поля в инкубационных шкафах;

Для решения подобных задач как нельзя лучше подходят неприхотливые полностью защищенные температурные самописцы ТЕРМОХРОН и ГИГРОХРОН. Миниатюрные габариты и малый вес этих устройств позволяют устанавливать их в непосредственной близости от контролируемого объекта или даже внутри него. "Таблетки" DS192# можно располагать в любой удобной с точки зрения технологии контрольной точке: приклеивать к транспортной таре, прикреплять к телу птицы, закреплять на стенках инкубатора, и даже бросать в сыворотку, предназначенную для прививок.

Для специалистов птицеводства, знакомых с реальными особенностями и условиями эксплуатации контрольных приборов в условиях птицеводческих хозяйств, и в тоже время понимающих необходимость



и эффективность непрерывной ревизии температурных параметров, преимущества устройств ТЕРМОХРОН и ГИГРОХРОН перед любыми иными методами регистрации температуры и влажности очевидны и неоспоримы.

Примером успешного внедрения технологии температурного мониторинга в практику современного птицеводства может служить опыт **Научно-производственной фирмы "Инженерные технологии" (entech@mail.ru)**, была образована в июле 2002 года и, после исследования современного рынка приборов регистрации температуры, сосредоточила свои усилия на выпуске функционально законченных систем терморегистрации, базирующихся на технологии ТЕРМОХРОН. В настоящее время основным продуктом фирмы являются средства обеспечения эксплуатации устройств ТЕРМОХРОН под корпоративным обозначением **"Мобильные регистраторы температуры TP-1"**, работа которых поддерживается оригинальной версией самостоятельно разработанной программы сопровождения **"Termoreg"**. Причем в качестве регистраторов TP-1 выступают устройства ТЕРМОХРОН модификации DS1921G-F5#. Версия регистраторов TP-1, осуществляющая прецизионную поддержку устройств ТЕРМОХРОН модификации DS1921H-F5, для которых была выполнена специальная процедура калибровки функции преобразования в одной точке, получила название "БИО". После проведения успешных всесторонних испытаний регистраторов TP-1 применительно к обеспечению мониторинга температуры инкубаторов, а так же для контроля соблюдения температурного режима при перевозках цыплят и племенных яиц, между представителями инженерной службы СПК "Челябинская птицефабрика" (Челябинская обл.) и НПФ "Инженерные технологии" был заключен договор на поставку партии регистраторов TP-1 в исполнении "БИО". Ставка, сделанная в основном на исполнения "БИО" для инкубаторов, оказалась правильной, и вскоре, вслед за п/ф "Челябинская" варианты регистраторов TP-1 были поставлены на целый ряд предприятий птицеводческой отрасли Уральского региона (и не только).



В настоящее время НПФ "Инженерные технологии" расширила номенклатуру поставляемых устройств для осуществления мониторинга в птицеводческих хозяйствах благодаря внедрению современных **"Мобильных регистраторов температуры TP-2"** (DS1922#) и **"Малогобаритных регистраторов температуры и относительной влажности TPВ-2"** (DS1923).

- 3.16 Активно используются регистраторы DS1922L-F5 в работах д.б.н. Ануфриева Андрея Ивановича из **"Института биологических проблем криолитозоны СО РАН"** (г. Якутск) (<http://ibpc.ysn.ru/>). Их специфика и результаты приведены в работах **«Измерение температуры тела животных в териологических исследованиях»** и **«Экология и биоэнергетика мелких зимоспящих млекопитающих»**, выполненных Андреем Ивановичем в соавторстве с другими сотрудниками Института.

Основной этих работ является идея о том, что именно температура тела, является интегральным показателем уровня метаболизма животных. На практике при измерении температуры тела животных, особенно в условиях приближенных к естественным, возникает ряд неточностей, связанных, с одной стороны, с характеристиками измерительных приборов, с другой, с изменениями в организмах животных при принудительном измерении температуры их тела. Вживление термографов DS1922L-F5 позволяет избежать части перечисленных недостатков. Эти приборы способны регистрировать температуру с чувствительностью до 0,0625°C и точностью измерений не хуже $\pm 0,5^\circ\text{C}$ в диапазоне от минус 10°C до +65°C. Температурные пороги измерений от минус 40°C до +85°C. В режиме измерения температуры 1 раз в 60 мин, прибор регистрирует и накапливает в энергонезависимой ячейке памяти более 8 тысяч температурных измерений. Водонепроницаемость: глубина 1 метр в течение 30 дней при температуре +25°C; время между двумя последовательными измерениями 1 с 273 часов; программируемое начало регистрации температуры после истечения временной задержки или при достижении температурой программируемого значения; программируемые верхние и нижние пороги измерений; программируемый режим измерений. Встроенные часы-календарь реального времени отображают секунды, минуты, дату, месяц, день недели и год (учитывая високосные), погрешность хода часов ± 2 мин в месяц (при эксплуатации около +25°C). Регистратор представляет собой плоский цилиндр диаметром 17,4 мм, толщиной 6 мм, массой менее 3 г и является продукцией компании Dallas Semiconductor Corp. Данный тип измерительных приборов прошел проверку и сертифицирован Госстандартом России.

Главной задачей стоящей перед сотрудниками Института при получении ими потенциально привлекательных термографов DS1922L-F5 было определение их годности для длительных измерений температуры тела животных и получение данных о изменении температуры тела у двух зимоспящих видов беличьих – бурндука и длиннохвостого суслика на протяжении периода их активной жизни.

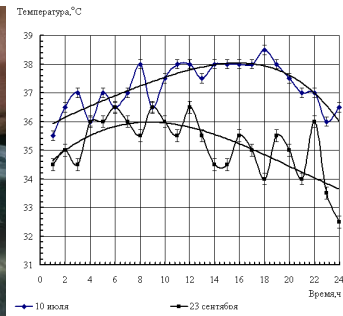
Проведено хирургическое вживление термографов. Перед вживлением прибор был подвергнут процедуре стерилизации: двукратно обработан 70% раствором этилового спирта, после просушки в течение 30 мин подвергнут ультрафиолетовому облучению – по 15 мин каждую сторону. С обеих сторон покрывался слоем клея БФ-6 и вновь подвергался стерилизации. Просушенные термографы укладывали в стерильный стеклянный бюкс.

Вживление термографов проводили под общим наркозом. Для этого за 15-20 мин до начала наркоза животным подкожно вводили кордиамин (250 мг/мл), в персональной дозе 0,05 мл на 1 кг живой массы животных.

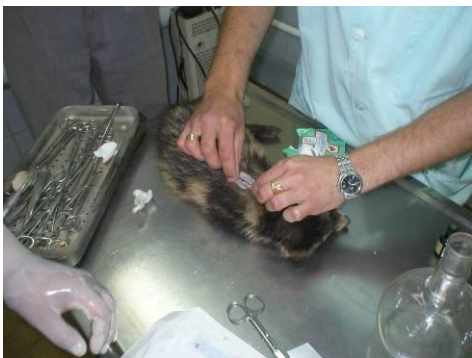
После наступления наркоза вживление термографов производили следующим образом: в межлопаточной области полностью выбривался волосяной покров, кожу двукратно обрабатывали 70% раствором этилового спирта. Скальпелем производили рассечение кожи и слоя подкожной клетчатки. Длина разреза не превышала 2,5 см. В ранку вводили термограф и плотно зашивали подкожную клетчатку. На кожу накладывали 2-3 прерывистых шва. Летальных случаев после применения наркоза не было, через 0,5-1,0 ч после начала наркоза, животные могли самостоятельно передвигаться, все основные функции восстанавливались через 3-4 ч. У всех прооперированных животных термографы успешно прижились. К концу первого месяца наблюдений у животных в месте проведения операции отрастала шерсть. Добавим, что вживления термографов по описанной методике также были выполнены зайцу-беляку, енотовидной собаке, степной и рыжей лисе, круглогодично свободно пасущейся якутской лошади. Во всех случаях операции прошли успешно.



Вживление термографа степной лисице (корсаку)

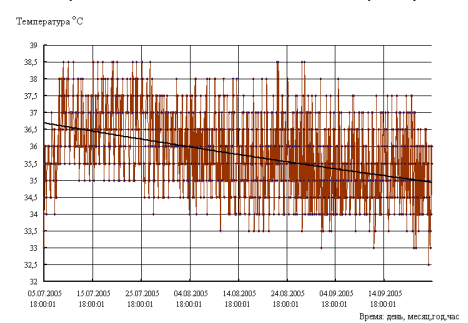


Сибирский бурундук во время операции по вживлению термографа и результаты полученные из памяти логгера после его извлечения



Вживление термочрона енотовидной собаке.

Якутская лошадь во время операции по и через 10 мин после вживления термочрона



Операция на зайце-беляке и показания, зафиксированные вживленным логгером, с июля по октябрь.

Через три месяца после операции у одного из двух прооперированных бурундуков и у одного суслика приборы были извлечены для первичного снятия данных, проверки стабильности работы термографов и оценки их физического состояния. Для этого в месторасположении датчика, под местным наркозом, делали один разрез длиной 2 см и выдавливали прибор. У суслика за трехмесячный период

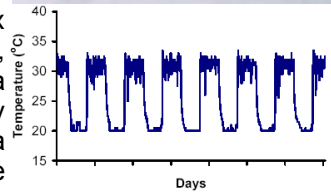
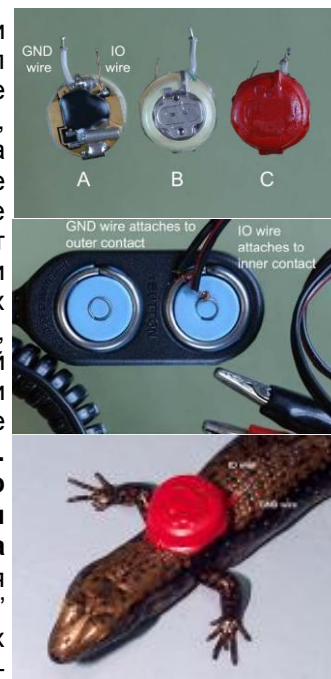
исследований датчик из межлопаточной области самостоятельно переместился в левую подмышечную впадину. На извлеченных приборах отсутствовали признаки коррозии либо каких-то иных повреждений.


В летний период температура тела зимоспящих поддерживается в довольно узких пределах, с использованием тех же механизмов теплопродукции и теплоотдачи, что и у большинства незимоспящих млекопитающих. Даже понижение температуры тела при впадении в спячку не выглядит как проявление недостаточности температурного гомеостаза и связанного с этим безудержного падения температуры. На протяжении периода наблюдений, с начала июля до конца сентября, температура тела длиннохвостых сусликов и бурундуков постепенно снижалась. За это время среднесуточная температура тела бурундуков понизилась на 1,75°C, у сусликов на 3,12°C. У длиннохвостого суслика в сентябре температура тела начала опускаться до 30°C и ниже. Причем понижения температуры происходили исключительно ночью, во время сна. Снижение температуры тела и уровня метаболизма способствуют уменьшению энергозатрат и сохранению накопленных запасов энергии.

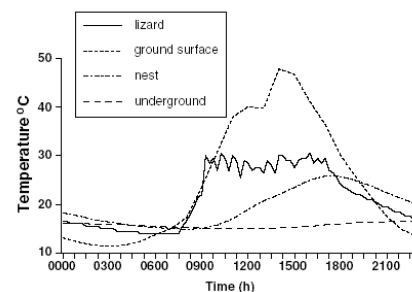
Таким образом, на протяжении периода активной жизни зимоспящих животных происходит снижение температуры тела, причем понижения температуры тела в течение суток тем выраженнее, чем ближе сезон зимней спячки.


Авторы отмечают, что полученные с помощью регистраторов DS1922L температурные данные хорошо согласуются с выполненными ранее наблюдениями за изменением ритмов наземной активности этих видов, а также что термографы DS1922L-F5 стабильно работают, находясь под кожей животных, и позволяют выполнять продолжительные измерения температуры их тела.

- 3.17** Устройство ТЕРМОХРОН имеет небольшие размеры и вес, но оно все-таки велико для применения в качестве прибора мониторинга температуры тел мелких рептилий, пресмыкающихся, грызунов, рыб и птиц. Существующие сегодня варианты более миниатюрных конструкций устройств ТЕРМОХРОН, материал внешней оболочки которых приспособлен к свойствам тела животных, уже были описаны в этом документе (см. например сообщение №3.1, сообщение №3.2, сообщение №3.8, сообщение №3.9 и т.д.). Однако все подобные конструкции, имеющие максимальную степень защиты от проникновения влаги и пыли (IP68), являются неразборными и одноразовыми (т.е. не подлежат восстановлению после исчерпания емкости встроенной в них батареи питания). Они дороги и поставляются только небольшими сериями, специальными профильными компаниями, обладающими соответствующей оснасткой, инструментами, квалифицированным персоналом и технологическим циклом, специально ориентированным на изготовление подобных устройств. Поэтому ученый зоолог из Австралии **Michael B. Thompson** оработал и скрупулезно описал собственную **технология изготовления (восстановления или реконструкции) облегченной и биологически инертной конструкции регистратора** (<http://www.bio.usyd.edu.au/staff/thommo/pdfs/2003/118RobertThompson2003.pdf>), которая реализована на базе электронной схемы, извлеченной из штатной "таблетки" DS1921, и адаптирована специально для мониторинга тел малоразмерных животных. Самостоятельное повторение такой конструкции не требует каких-либо специальных навыков, специфических инструментов и особых материалов. Её изготовление под силу практически любому лаборанту, поэтому она уже была с успехом использована при проведении множества исследований и экспериментов. Например, в ходе проводимых в 2003 году сотрудниками биологического факультета сиднейского университета исследований отношений между полами сухопутных ящериц, которые основались на изменениях температуры тела рептилий, все данные были получены подобными специально реконструированными регистраторами ТЕРМОХРОН (http://setis.library.usyd.edu.au/adf/public_html/adf-NU/uploads/approved/adf-NU20040527.152345/public/02whole.pdf).



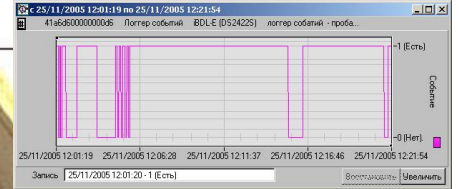
- 3.18**  Статья **Sunny side up: lethally high, not low, nest temperatures may prevent oviparous reptiles from reproducing at high elevations** (<http://www.bio.usyd.edu.au/Shinelab/shine/reprints/362sunnysideup.pdf>), опубликованная в уважаемом среди биологов лондонском журнале **Biological Journal of the Linnean Society** (<http://www.linnean.org/>), посвящена особенностям применения температурных регистраторов ТЕРМОХРОН для контроля циклов инкубации яиц змей и других пресмыкающихся. Авторы показывают, как использование недорогих миниатюрных логгеров позволило наблюдать сразу за множеством нор-гнезд с кладками нескольких особей, расположенных на разной глубине, и поэтому по-разному прогреваемых солнцем в течение светового дня.



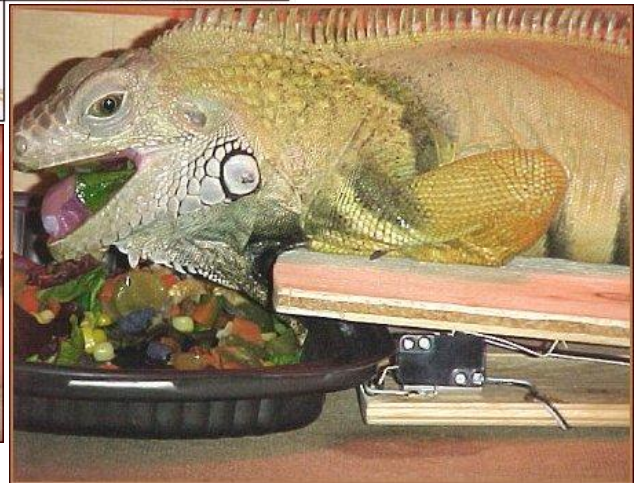
- 3.19**  НТЛ "Элин" на базе концепции самописцев iBDL (http://www.elin.ru/iBDL/?topic=ibdl_elin) разработало и предлагает эффективные логгеры событий. Такие приборы удобны при мониторинге фаз жизнедеятельности и наблюдения за поведением животных, при условии оснащения мест их обитания

специальными приспособлениями, которые обеспечивают замыкание/размыкание электрической цепи, состоящей из двух любых металлических проводников, что связано с определенным поведением изучаемой особи. В качестве таких проводников могут использоваться самые разнообразные конструкции: микропереключатели, герконы, реле, контактные группы, и даже оголенные провода. Наблюдаемые животные различными способами могут замыкать такие датчики типа “сухой контакт”, что мгновенно будет зафиксировано самописцем типа **iBDL-E** с точной привязкой к реальному времени. Так можно выполнять фиксацию, например, пребывания животного в норе, прием пищи животным, находящимся в виварии, прохождение животным по тропе, мочеиспускание и т.д. В настоящее время самописцы типа **iBDL-E** уже используются несколькими лабораториями ИПЭЭ им. А.Н. Северцова (<http://www.sevin.ru/>) и ИГБ Коми научного центра УрО РАН (<http://ib.komisc.ru/add/j2/index.php>).

ДАТЧИК ОТКРЫТИЯ ДВЕРИ



← ДАТЧИК ПРИЕМА ПИЩИ



← Контроль увлажнения среды обитания

3.20



Черемушкинский турклуб г.Москвы, используя оборудование предоставленное НТЛ “Элин”, провел интересные опыты по изучению суточных биоциклов подростков, участвующих в водном походе по Карелии летом 2005 года. Несколько устройств ТЕРМОХРОН модификации DS1921H-F5 были закреплены на руках у подростков тринадцати лет под напульсниками, оснащенными клипсой-держателем типа DS9101. Они обеспечивали фиксацию температуры тела юных туристов. На протяжении всего маршрута водного похода на байдарках и катамаранах логгеры с напульсниками не снимались подростками с тела, даже во время сна, купания, при преодолении водных преград, при нахождении в бане и т.д. Еще по одному из регистраторов модификации DS1921G-F5 находилось у каждого из туристов-испытателей в рюкзаках, фиксируя температуру окружающей среды.



Биоциклы детей в летнем походе 2005 года (Черемушкинский турклуб)

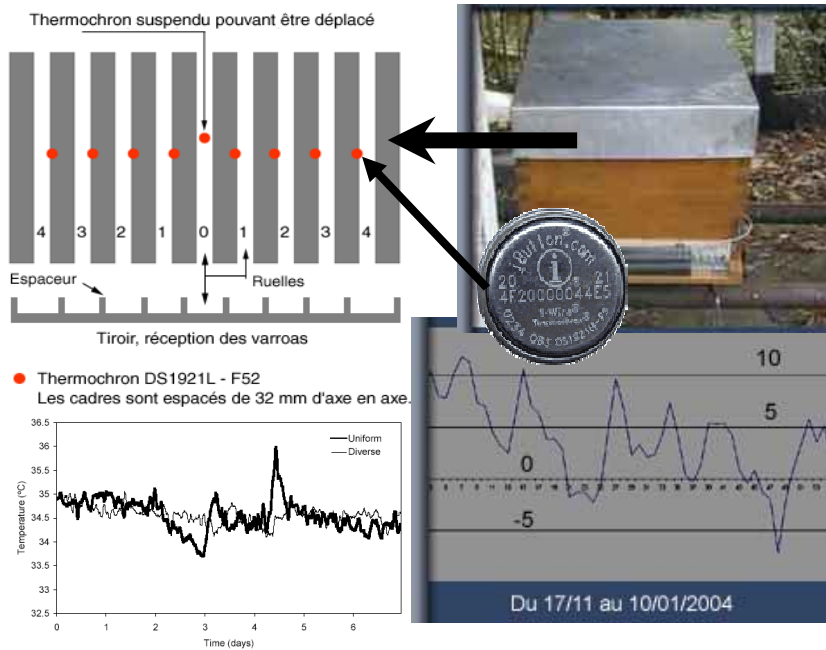
Результаты, считанные из памяти тестовых таблеток DS1921 по завершении летнего похода, отчетливо отображали с привязкой к реальному масштабу времени все особенности путешествия. Четко были зафиксированы фазы приёма пищи и сна, попадания детей в воду, как при купании так и при преодолении на катамаранах и байдарках водных препятствий, а также фазы отдыха и фазы физических нагрузок, связанных с пешими экскурсиями и обносом плавсредств вокруг непреодолимых водных препятствий. Все биоциклы, зафиксированные регистраторами, закреплёнными на теле подростков, резко контрастировали с показаниями логгеров, выполнявших мониторинг температуры окружающей среды.



3.21 Бельгийский пчеловодческий проект **Lutte alternative contre varroa**

(<http://users.belgacom.net/charleroi.apiculture/matiere/experiences/temperature.html#>) связан с исследованием клеща **varroa**. Этот клещ является очень серьезной проблемой для пчеловодов во всем мире. В настоящее время против этой инвазии в основном применяют химические препараты синтетического происхождения. К сожалению, использование этих препаратов может делать паразита менее уязвимым к химической обработке. Также, эти обработки могут оказывать вредное влияние на качество получаемой продукции пчеловодства. Проект **Lutte alternative contre varroa** направлен на объективное понимание картины, которая складывается внутри ульев.

При этом по возможности используются все существующие на сегодня технологии наблюдения, чтобы лучше понять поведение клещей **varroa**, чтобы понять, как он реагирует на различные условия и ситуации, с которыми сталкивается этот паразит: температура, влажность, деятельность пчелиной колонии и т.д. Чтобы понять, как поведение клеща связано с температурой в ульях было выбрано устройство **Thermochron** (программируемый рекордер температуры от Dallas Semiconductor).



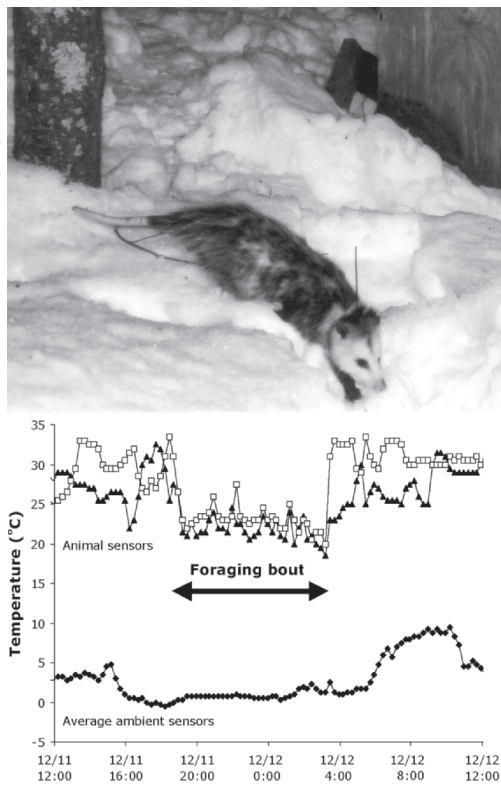
Эти приборы являются миниатюрными (16 x 6 мм), имеют высокую степень защиты от влаги и грязи, их установочные параметры могут программироваться пользователем и, самое главное, **Thermochron** могут использоваться без каких-либо проводов и источников энергии. Поэтому логгеры располагались через равные промежутки вдоль всего внутреннего пространства улья, на длительное время без всякой дополнительной заботы о них. Интервал между регистрациями температуры был максимальным - 4,25 часа, поэтому данные накапливались в течение года. Помимо температурных данных в течение года каждую неделю производился подсчет погибших особей клеща **varroa**, что позволило установить корреляцию между температурами в отдельных частях улья и фазами размножения и смертности паразита.

В заключении по результатам проведенных опытов авторами проекта сделан вывод о перспективности устройств **ТЕРМОХРОН** при решении различных проблем исследования пчел и других коллективных насекомых. Например, при изучении вентиляционной системы ульев с помощью мониторинга температуры и влажности (используя устройства **ГИГРОХРОН**), а также при реализации мониторинга температуры и влажности в улье в зимний период, что позволяет получить информацию и сделать выводы о жизнедеятельности и медоносности пчёл в летний период.

3.22




На природоохранном сайте департамента природных ресурсов США, который поддерживается в тесном сотрудничестве с учеными университета штата Массачусетс (<http://nrc.umass.edu/>) под девизом **Temperature sensors for winter activity** опубликована статья **Temperature sensor evaluation of opossum winter activity** (<http://nrc.umass.edu/wp-content/uploads/file/pdfs/kandawsb.pdf>). Она посвящена подробному описанию проекта исследования особенностей поведения опоссумов в зимних условиях. Для контроля температуры тела животных исследователи применяли устройства **ТЕРМОХРОН**. Они были закреплены специальными пластиковыми лентами, которые в свою очередь были прикреплены к ошейникам, надетым на шею каждого животного, и регистрировали температуру их тел через 15 минут так, чтобы захватить 22-дневный цикл, в течение которого исследователи должны были обязательно извлечь результаты, накопленные регистраторами. Для удобства поиска животных с целью извлечения данных из памяти логгеров были использованы компактные радиомаяки, также закрепленные на ошейнике каждой особи вместе с терморегистратором. Несколько отдельных логгеров DS1921 выполняли мониторинг температуры норы и урочища - места обитания опоссумов. Сопоставление данных, зафиксированных устройствами **ТЕРМОХРОН**, позволили исследователям собрать богатый статистический материал, на основании которого были сделаны объективные



выводы о реальном поведении этого вида в зимних условиях. Также отмечено, что технология ТЕРМОХРОН, является эффективной, характеризуется низким уровнем затрат, а также низким уровнем усилий по обслуживанию для получения ценных данных мониторинга температуры тела любых животных. При этом, если контролировать посредством такого логгера температуру тела животных можно четко выделить фазы сна, кормежки или охоты.

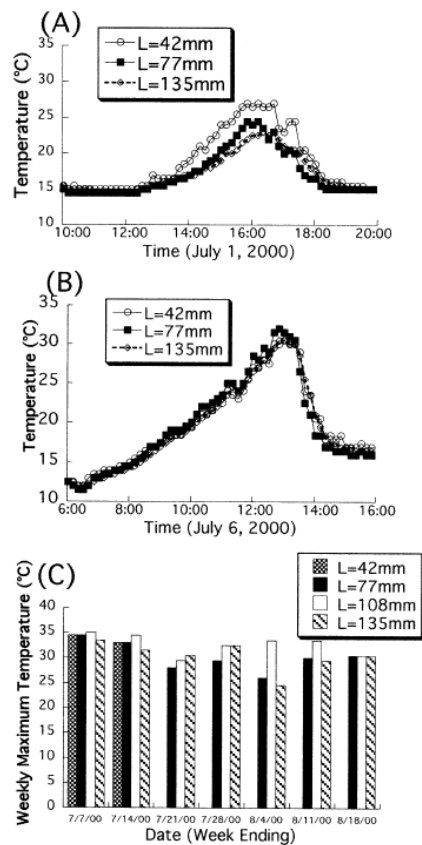
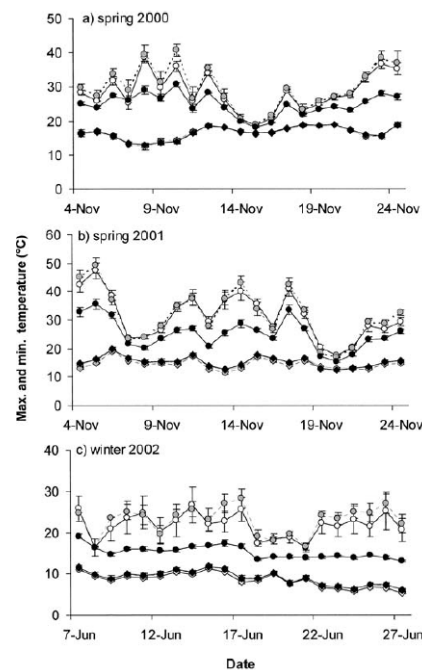
3.23 В журнале естество испытателей Birkhäuser Verlag, издающемся в Базеле, размещена статья **Nest relocation in the golden spiny ant, *Polyrhachis ammon*: environmental cues and temporal castes** (http://www.bio.usyd.edu.au/hochuli/Publications/Gibb_Sociaux_2003.pdf), посвященная исследованиям сезонных миграций колоний австралийских муравьев, в которой подробно описаны возможности, предоставляемые ученым-мирмекологам устройствами ТЕРМОХРОН при изучении жизнедеятельности этих насекомых в сезоны 2000-2002 годов.

3.24 В статье **Was basking important in the evolution of mammalian endothermy?** (<http://www.springerlink.com/index/WFR54595P7X9RPAY.pdf>) из берлинского биомедицинского журнала Naturwissenschaften изложены результаты интереснейших наблюдений за мелкими сумчатыми млекопитающими, которые удалось выполнить только благодаря использованию крошечных устройств ТЕРМОХРОН. Они показывают сходность системы терморегуляции таких животных с терморегуляцией пресмыкающихся, особенно в первые, утренние часы после прохладных ночей, когда плотоядным сумчатым животным с малой массой, трудно самостоятельно поддерживать и сохранять температуру тела и приходится использовать фазу оцепенения, получая при этом энергию от Солнца.

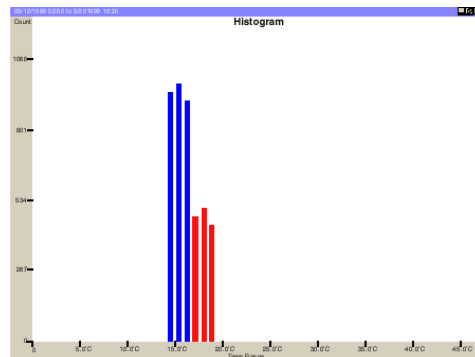
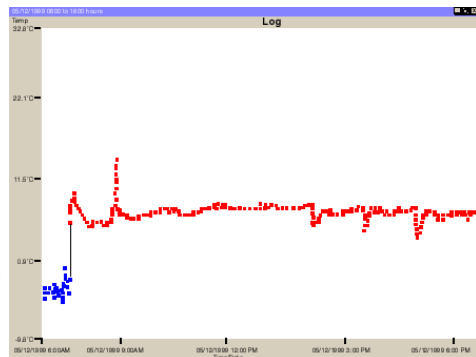
3.25  UNIVERSITY OF SOUTH CAROLINA Познавательная статья под заголовком **How do we Measure the Environment? Linking Intertidal Thermal Physiology and Ecology Through Biophysics** (<http://icb.oxfordjournals.org/cgi/content/full/42/4/837>), подготовленная Брайном Гельмутом из департамента биологических и морских наук университета Южной Каролины, содержит описание последних достижений в области количественной оценки на биохимическом и клеточном уровне развития организмов, живущих на границе суши и океана (т.н. межприливного сообщества). Последние изменения климата на планете привели к тепловому стрессу таких организмов, что требует исследования перспектив их развития. В этой связи велика роль данных о воздействии температур на организмы межприливной зоны, полученных в полевых условиях, и дающих представление об изменении температуры в пространстве и времени. Новые технологии делают возможным получение таких данных. С целью исследования колебания температур, воздействующих на некоторые виды океанических мидий, живущих в прибрежной зоне, были использованы конструкции, построенные на базе устройств ТЕРМОХРОН, которые позволили набрать необходимую статистику тепловых колебаний воздействующих на особей межприливного сообщества.

3.26 Практически все представленные здесь сообщения, так или иначе посвящены двум аспектам мониторинга параметров “живых систем”: контролю температуры организма и контролю температуры и/или относительной влажности среды его обитания. Поэтому было бы неверным не упомянуть в этом выпуске бюллетеня, специально посвященного применению регистраторов iButton для мониторинга “живых систем”, самые первые любительские опыты в этом направлении. Они выполнялись, конечно, не профессиональными исследователями и учеными для достижения каких-то конкретных научных целей, а людьми далекими от естественных наук, только лишь с целью показать, какие уникальные потенциальные возможности имеет применение устройств ТЕРМОХРОН.

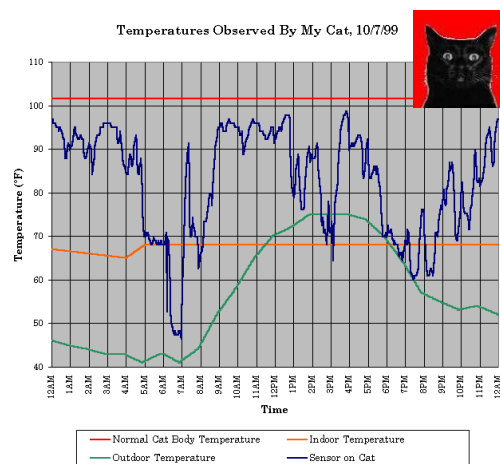
1. Для того, чтобы продемонстрировать возможности, предоставляемые новой технологией, специалистами фирмы-производителя этих уникальных устройств Dallas Semiconductor был проделан следующий эксперимент. Зимой 1999 года ТЕРМОХРОН был помещен на сутки в желудок живой пресноводной рыбы, которая затем была выпущена в замкнутый водоем. Через сутки рыба была выловлена, и специалисты фирмы получили представленные ниже диаграммы. Таким образом, было наглядно показано, что ТЕРМОХРОН является уникальнейшим прибором, который сочетает в себе



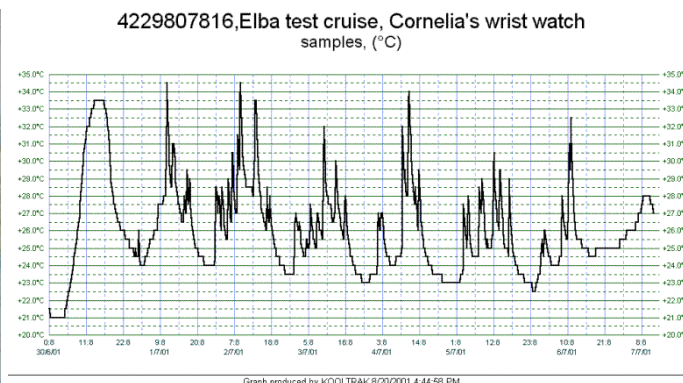
массу функций, обеспечивающих гибкий температурный мониторинг в условиях практически любых внешних воздействий.



2. Шутливый эксперимент Emilio Millán по мониторингу температуры тела домашней кошки, которая «гуляет сама по себе», под названием **A Limited-Duration Examination of the Environmental Temperatures Experienced by the American Housecat (*Felis domestica/Felis catus*) or Mr. A's Day Out** (<http://www.721inc.com/mra/>) уже на протяжении пяти лет, размещен в Интернете на личной странице автора. Это было одним из самых первых применений устройств ТЕРМОХРОН, которые были доступны в ту пору на рынке только в качестве отдельных, еще не совершенных, инженерных образцов.



3. С целью привлечения потенциальных пользователей технологии ТЕРМОХРОН, для одного из сотрудников известнейшего популяризатора логгеров iButton компании **KOOLTRAK Inc.** (см. сообщение №1.12 и сообщение №2.13) летом 2001 года было организовано недельное путешествие на яхте по Средиземноморью (район о. Корсика и о. Эльба). Сотрудник имел при себе наручные часы с закрепленным устройством ТЕРМОХРОН. Кроме того, несколько таких же приборов было установлено на такелаже и бортах яхты, в том числе на открытом воздухе (под воздействием ветра, осадков и солнца) и под водой (ниже ватерлинии). Таким образом, тестируемые приборы подвергались достаточно жестким воздействиям окружающей морской среды. Испытания прошли успешно, а полный отчет в виде диаграмм содержимого внутренней памяти каждого из испытываемых устройств, отображающих температуры, зарегистрированные во время путешествия в разных точках яхты, представлен на сайте компании в разделе новостей (<http://www.kooltrak.com/data-loggers/elba.html>).



3.27 **CME** Office of Continuing Medical Education. Статью **A comparison of propagated action potentials from tropical and temperate squid axons: different durations and conduction velocities correlate with ionic conductance levels** (<http://jeb.biologists.org/cgi/content/figonly/205/12/1819>), описывающую собственные исследования по адаптации гигантских кальмаров (*squid axons*) к температуре новой среды обитания, опубликовали сотрудники департамента по физиологии и анестезиологии школы медицины UCLA из Лос-Анджелеса. Для определения физиологических свойств, способствующих адаптации к температуре гигантских кальмаров, в специальных бассейнах океанариума производился эксперимент на четырех видах кальмаров, чьи традиционные естественные места обитания охватывают диапазон температур 20°C. При этом для мониторинга температуры тел кальмаров и контроля среды их обитания в бассейнах океанариума использовались iButton Data Logger с разрешением 0,5°C.

3.28 Доктор Марк Денни, возглавляющий лабораторию Биомеханики Университета Британской Колумбии (<http://www.stanford.edu/group/denny/index.html>), является автором идеи создания интереснейших конструкций **Brass balls**, или по другому **iButton balls** (http://www.stanford.edu/group/denny/ibutton_ball.html), реализованных на базе устройств ТЕРМОХРОН. iButton balls помогают множеству ученых зоологов и биологов изучать среду обитания животных, существование которых связано с прибрежными водами морей и океанов.

Brass balls – это полый латунный шарик, покрытый снаружи черной эпоксидной поглощающей краской с размещенным во внутренней полости регистратором модификации DS1921, которая блокируется пробкой из ПВХ (обычно пенопласт), обеспечивая благодаря уплотнению ПВХ полную надежную защиту логгера от влаги после помещения конструкции в морскую воду на срок вплоть до нескольких месяцев. Подобная конструкция благодаря



сбалансированности массы самого шарика и ПВХ-пробки (размеры которой исследователь каждый раз выбирает самостоятельно для конкретного опыта) может либо находиться на дне, либо плавать на поверхности, либо находиться в подвешенном состоянии между дном и поверхностью, что чрезвычайно удобно для исследователей фауны и флоры прибрежных вод. Благодаря радикально черному покрытию и шарообразной форме, Brass balls поглощают всю энергию солнечного излучения: и проникающую сквозь поверхность воды, и отражаемую от дна. Примером популярности данной конструкции является её представление на личной страничке доктора биомеханики из Калифорнии Луки Миллера, который использует Brass balls для собственных исследований и даже разработал в соавторстве с Лукой

Хантом несколько макросов для обработки результатов, считываемых из памяти устройств ТЕРМОХРОН (http://www.lukemiller.org/journal/2005_07_01_archive.html).



- 3.29 В разделе «Новостей Зоосада (фермы) и Ботанического сада (Kadoorie Farm & Botanic Garden (KFBG))» №31-го официального бюллетеня департамента экологии и биоразнообразия Гонконгского Университета (**Newsletter of the Department of Ecology & Biodiversity, The University of Hong Kong** (<http://www.hku.hk/ecology/porcupine/por31/31-misc-4-kfbgupdate.htm>)) сообщается о новом проекте контроля численности, зон и сред обитания всех видов черепах, находящихся внутри границ KFBG. На сегодняшний день в заповеднике зарегистрировано 39 особей редких видов черепах, которые были пойманы, описаны, оснащены средствами слежения и мониторинга, а затем выпущены. Вес этих черепах колеблется от 8,5 г до 1 кг. Все они были оснащены средствами радиотелеметрии и радиомаяками. Кроме того, панцирь каждой черепахи также снабжен особым логгером температуры "ibutton", характеризующим и фиксирующим выбор каждым животным индивидуальной среды обитания внутри KFBG. Все средства слежения во избежание коррозии и неблагоприятного влияния на панцири черепах были герметизированы специальным биологически инертным пластиком. Проект был осуществлен совместно с Savannah River Ecology Laboratory из США (<http://www.srel.edu/>) в рамках международной программы Savannah River Ecology Laboratory Herpetology (SREL Herpetology (<http://www.uga.edu/~srelherp/>)).



- 3.30 На личной Интернет-страничке физиолога Скотта Тернера, который является страстным исследователем термитов рода *Macrotermes* (семейство высшие термиты), под заголовком **Do termites regulate nest temperature? (An experiment)** (<http://www.esf.edu/EFB/turner/termite/The%20temperature%20problem%202.html>), опубликованы интереснейшие материалы, которые на базе экспериментальных данных длительных всесторонних исследований температурно-водного баланса нескольких муравейников (термитников) Намибии обосновано развенчивают давние убеждения энтомологов о поддержании этими коллективными насекомыми искусственного микроклимата внутри своих жилищ. При этом ученым на протяжении нескольких лет выполнялось множество замеров температуры и влажности как непосредственно внутри термитников, так и на прилегающих к им территориях, на поверхности почвы и непосредственно в почве. Причем для мониторинга температуры использовались устройства ТЕРМОХРОН, которые зарекомендовали себя при эксплуатации с самой лучшей стороны. Они закладывались в почву на разные глубины в различных зонах, прилегающих непосредственно к гнезду термитов, и регистрировали температуру окружающей среды на протяжении 12 месяцев с разрешением 0,5°C. Скотт Тернер рассчитывает, что применение для контроля температуры и влажности среды обитания термитов недавно появившихся устройств ГИГРОХРОН значительно расширит его возможности по сбору статистического материала.

