

П.И. Константинов

Об авторе



Павел Константинов (р.1981) окончил географический факультет в 2002 году, с 2003 года ведет практику по метеорологии для студентов 1 курса географического факультета. Кандидат географических наук (2011), член международной ассоциации исследователей в области городского климата (IAUC).

На текущий момент (июнь 2014 года) занимает должность старшего преподавателя кафедры

метеорологии и климатологии, зав. метеорологическим отделом МетеоОбсерватории МГУ.

Начальник 4го курса географического факультета.

Более чем десятилетний опыт в проведении Сатинской практики и сподвиг автора на написание пособия по инновационной метеорологической практике. Этот способ ее проведения, по замыслу автора, является по сути более гибким подходом к получению метеорологического образования, с одной стороны полнее раскрывая способности студента-первокурсника и давая ему возможность проявить свои творческие способности, а с другой давая более полное представление о современных успехах метеорологической науки.

ИННОВАЦИОННАЯ ПРАКТИКА ПО МЕТЕОРОЛОГИИ и КЛИМАТОЛОГИИ

2014

П.И. КОНСТАНТИНОВ

ИННОВАЦИОННАЯ ПРАКТИКА ПО МЕТЕОРОЛОГИИ И КЛИМАТОЛОГИИ



МОСКВА 2014

Данное пособие может быть использовано для проведения полевой практики по метеорологии и климатологии в достаточно подготовленных по предмету учебных группах по решению преподавателя

Все отзывы и замечания по улучшению данного пособия можно отправлять автору по адресу kostadini@mail.ru

При упоминании и перепечатке просьба ссылаться на первоисточник
© П.И. Константинов

Автор выражает глубокую признательность своей семье, а также всем тем, кто помогал при подготовке данного пособия словом и делом, и **персонально:**

Сурковой Галине
Платонову Владимиру
Железновой Ирине
Барабановой Ольге
Варенцову Михаилу
Кукановой Евгении
Малининой Елизавете
Лобову Михаилу

Данное пособие позиционируется автором **продолжением работ** (ни коим образом не противопоставляя им) своих предшественников, блестящих педагогов кафедры метеорологии и климатологии географического факультета МГУ имени М.В.Ломоносова **Алексеевой С.Ф., Вельтищева Н.Ф., Несмеловой Е.И., Сорокиной В.Н., Семенова Е.К., Сурковой Г.В.**, и многих других, создавших традиционную схему проведения метеорологической практики, на которой был воспитан ряд блестящих специалистов метеорологов и географов мирового уровня. Сам автор, к примеру, принял решение стать метеорологом именно после прохождения Сатинской полевой практики по метеорологии.

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|--|----|
| 1. О структуре инновационной практики по метеорологии | 5 |
| 2. Проведение стандартных измерений | 6 |
| 3. Облака и их виды | 10 |
| 4. Прогноз погоды | 22 |
| 5. Прогноз погоды, доступный в Интернете | 26 |
| 6. Прогноз туманов | 31 |
| 7. Комфортность погоды | 35 |
| 8. Работа с моделью Rayman | 39 |
| 9. Используемые в инновационной практике приборы | 43 |
| - АМС Davis Vantage Pro 2 | |
| - Компактные метеодатчики iButton | |
| 10. Выбор персональных заданий для исследования | 56 |
| - Задание №1 | |
| - Задание №2 | |
| - Задание №3 | |
| - Задание №4 | |
| - Задание №5 | |
| - Задание №6 | |
| - Задание №7 | |
| - Задание №8 | |
| - Задание №9 | |
| - Задание №10 | |
| 11. Краткая информация об актуальных научных проблемах в области метеорологии и климатологии | 67 |
| Литература | 71 |

О СТРУКТУРЕ ПОЛЕВОЙ ИННОВАЦИОННОЙ ПРАКТИКИ ПО МЕТЕОРОЛОГИИ КЛИМАТОЛОГИИ

В рамках данного типа практики к проходящим ее студентам предъявляются следующие требования:

1. Освоение методики стандартных метеорологических измерений и регулярное их проведение в течение всего периода практики (5 дней)
2. Производство микроклиматических наблюдений на Сатинском полигоне (1 день)
3. Получение индивидуального задания, выполнение которого осуществляется во время практики, чаще всего в период со второго по четвертый день. Итогом выполнения задания является доклад с презентацией (от 10 до 20 мин) с отчетом о выполнении задания, проблемах и ответами на вопросы.
4. Написание традиционного отчета по практике по итогам микроклиматических и стандартных наблюдений на метеоплощадке.
5. Срок выполнения практики – 5 суток. Итоговый отчет предоставляется на утро бго дня не позднее 10-00 непосредственно на зачете.

ПРОВЕДЕНИЕ СТАНДАРТНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ

Важным этапом для подготовки отчета по метеорологической практике (независимо от ее типа) является проведение и обработка данных стандартных наблюдений на метеорологической площадке. От качества их проведения (и от качества обработки) зависит качество полученных выводов, а в итоге и итоговой главы отчета. Ну и интегральной оценки за практику, разумеется. Поэтому, важно запомнить следующее:

«Чем лучше я измеряю, тем мне проще и быстрее будет писать отчет»

или, если желаете:

Чем хуже я измеряю, тем скучнее у меня будет практика, поскольку все интересное пройдет мимо меня, когда я буду исправлять свои ошибки



Этот раздел важен для всех. Не стесняйтесь заглянуть сюда, если вдруг что забыли. Организованность при проведении наблюдений воздастся Вам сторицей во второй половине практики.

Теперь непосредственно о проведении измерений (это ВАЖНО):

1. Измерения производятся каждые 1,5 часа – сроки **7:30, 9:00, 10:30, 12:00, 13:30, 15:00, 16:30, 18:00, 21:00 и 23:00**

Обращаю Ваше внимание на то, что **красным выделены** сроки, наблюдения в которые производятся во внеучебное время суток.

2. Бригада должна быть на сроке **за 10 минут** до его номинального времени. Опаздывать категорически не рекомендуется. То есть, на срок **18:00** мы выходим в **17-45**, на площадку попадаем в **17-50**. При средней продолжительности измерительного процесса в 20 минут, так и получается, что измерения, в среднем, проведены, как говорят математики, в 10-минутной окрестности 18-часового срока. Все как у «взрослых метеорологов».

3. В сроки **7:30 и 23:00** градиентные наблюдения на метеоплощадке, обычно, не производятся.

4. После проведения измерений, согласно составленному в группе **ГРАФИКУ НАБЛЮДЕНИЙ**, каждая бригада обрабатывает (на

первых порах с помощью преподавателя) полученные ими измерения (каждый обрабатывает своё).

5. Понятно, что не всегда (особенно в сроки, приходящиеся на внеучебное время) получается обработать срок сразу. Поэтому преподаватели обычно устанавливают срок, когда данные за минувший день должны быть обработаны окончательно. Обычно это 22-00 каждого дня. Но лучше сразу ☺

В первый день не просто сразу запомнить как заполнять бланки актинометрических и «основных» метеорологических наблюдений. Для этого, мы приводим здесь примеры бланков, где **красным цветом** помечено, какие графы мы заполняем **НА МЕТЕОПЛОЩАДКЕ**, а **синим** – **при КАМЕРАЛЬНОЙ ОБРАБОТКЕ**.

Итак, это совсем несложно:

Работа с актинометрическим бланком

| Число 7.07.05 | | | | Температура поверхности почвы | | Температура воздуха | | Время, склонение, высота солнца | | | | | |
|------------------------------------|---------------------|------------------------|--------------------------|-------------------------------|--------------------------|----------------------------------|------------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|------------------|-------|------------------|-------|
| Облачность 5/3 Ci, Cu | | | | | | | | | | | | | |
| Цвет неба и видимость 10 км | | | | 37,0 | | 17,0 | | τ_m | 12.35 | h_{\odot} | 54,0 | | |
| | | | | Влажность воздуха | | 11,6 | | 17,2 | | τ_{\odot} | 12.30 | $\sin h_{\odot}$ | 0,808 |
| | | | | 52 | | | | | | δ_{\odot} | | | |
| Состояние деятельной поверхности | | | | Место нуля приборов | | | | | | | | | |
| Вытоптанная трава, сухая | | | | Актинометра 5,0 | | Балансомера 0,0 | | Альбедометра 0,0 | | | | | |
| Время | Вид радиации клеммы | Состояние диска солнца | Альбедометр и балансомер | | $N_{ср.} \Delta N_{N_0}$ | $N_{испр.} U_{ср.} \Phi_u N_{ш}$ | Актинометр | | Радиация в кВт/м ² | | | | |
| | | | Скорость ветра | Отсчет гальванометра | | | Отсчет гальванометра ΔNN_0 | $N_{испр.}$ | | | | | |
| 14.46 | D ₁ | \odot | X | 4,5 | 4,5 | 4,5 | 25-32 | 26,0 | D ₁ | 0,05 | | | |
| | | | | 4,8 | 0 | | 32-35 | | | | | | |
| | | | | 4,2 | 0 | | -5,0 | | | | | | |
| | B | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | B - S | \odot | | 9,5 | 9,3 | 9,5 | 12-18 | 12,5 | B-S' | 0,11 | | | |
| | + | | | 8,5 | 0,2 | 0 | 20-22 | | S | 0,26 | | | |
| | | | | 10,0 | 0 | 1 | -5,0 | | S' | 0,21 | | | |
| | | | | | | 9,5 | | | B | 0,32 | | | |
| | Q | | X | | | | | | B _д | 0,05 | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | R _k | \odot | X | 1,8 | 1,3 | 1,6 | 22,8 | 13,9 | R _k | 0,02 | | | |
| | | | | 1,0 | 0,3 | | 15,0 | | S | 0,29 | | | |
| | | | | 1,1 | 0 | | -5,0 | | S' | 0,24 | | | |
| | D ₂ | \odot | X | 4,8 | 4,7 | 4,7 | 7,0 | | D ₂ | 0,05 | | | |
| | | | | 4,8 | 0 | | 15,0 | | Q | 0,29 | | | |
| 14.56 | | | | 4,5 | 0 | | | | A _k | 0,07 | | | |
| Атмосферные явления | | | | | | | | | | | | | |
| Примечания | | | | | | | | | | | | | |

Подпись наблюдателя **Наблюдатель Н.Н. 6 группа**

Проверил **Константинов П.И**

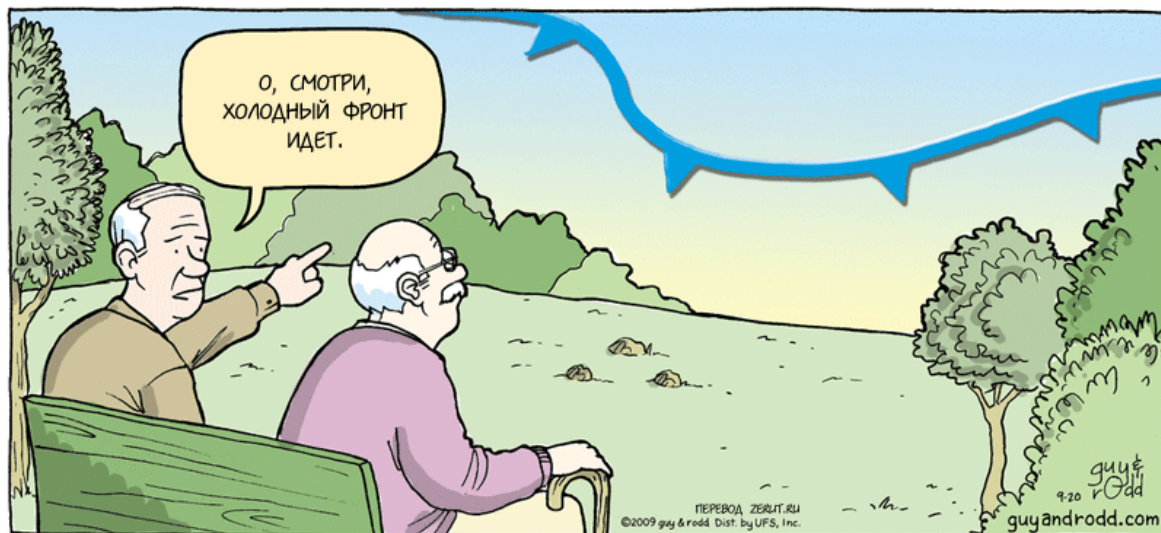
Работа с бланком Основных Метеорологических Наблюдений

ОСНОВНЫЕ НАБЛЮДЕНИЯ НА МЕТЕОПЛОЩАДКЕ

| ДАТА | | Время наблюдения | | 7:30 | 9:00 |
|---------------------------------|--------------------|---------------------------|---------------------------|------|------|
| Облачность | Общая, баллы | | | | |
| | Нижняя, баллы | | | | |
| | Формы | | | | |
| Направление ветра по флюгеру | | | | | |
| Скорость ветра по флюгеру | | | | | |
| Характеристика ветра | | | | | |
| Атмосферные явления | | | | | |
| Погода между сроками | | | | | |
| Осадки за полусутки, мм | | | | | |
| Термометры на почве | Срочный | Отсчет | | | |
| | | Максимальный | Отсчет | | |
| | Минимальный | Отсчет после встряхивания | | | |
| | | Спирт | | | |
| Термометры Савинова | | Штифт | | | |
| | | 5 см | | | |
| | | 10 см | | | |
| | | 15 см | | | |
| Термометры в будке | Психрометр станц. | Сухой | | | |
| | | Смоченный | | | |
| | Волосной гигрометр | Отсчет | | | |
| | | Максимальный | Отсчет после встряхивания | | |
| | Минимальный | Спирт | | | |
| | | Штифт | | | |
| Парциальное давление e , гПа | | | | | |
| Относительная влажность f , % | | | | | |
| Дефицит влажности d , гПа | | | | | |
| Точка росы T_d , С | | | | | |
| Барометр P , гПа | | | | | |
| Давление на уровне моря, гПа | | | | | |
| Барометрическая тенденция | | | | | |
| Фамилия студента | | | | | |

ОБЛАКА И ИХ ВИДЫ

Еще 50 лет назад одним из главных умений метеоролога считалось грамотное определение форм облачности. Правильное представление о текущем состоянии облачного покрова являлось залогом хорошего прогноза по синоптической карте, где формы облачности кодировались наравне с температурой воздуха, влажностью и атмосферным давлением. Ведь атмосферные фронты легче всего наблюдать по характеру облачности, а не как на приведенном ниже рисунке (а жаль! ☹).



Карикатура из zbrut.ru и guyandrodd.com

Первая классификация облаков была разработана английским ученым Люком Ховардом (Luke Howard) в начале 19 века. Затем, она неоднократно дополнялась и в современном виде выглядит следующим образом:

КЛАССИФИКАЦИЯ ПО ЯРУСАМ И ОСНОВНЫМ ФОРМАМ (РОДАМ)

Облака верхнего яруса (Высота основания выше 6 км)

- I. **Перистые** — Cirrus (циррус), Ci
- II. **Перисто-кучевые** — Cirrocumulus (циррокумулюс), Cc
- III. **Перисто-слоистые** — Cirrostratus (цирростратус), Cs

Облака среднего яруса (Высота основания 2—6 км)

- IV. **Высоко-кучевые** — Altcumulus (альтокумулюс), Ac
- V. **Высоко-слоистые** — Altostratus (альтостратус), As

Облака нижнего яруса (Высота основания ниже 2 км)

- VI. **Слоисто-кучевые** — Stratocumulus (стратокумулюс), Sc
- VII. **Слоистые** — Stratus (стратус), St
- VIII. **Слоисто-дождевые** — Nimbostratus (нимбостратус), Ns

Облака вертикального-развития

- IX. **Кучевые** — Cumulus (кумулюс), Cu
- X. **Кучево-дождевые** — Cumulonimbus (кумулонимбус), Cb



Вертикальное распределение облаков. Источник: <http://o-planete.ru>



Этот раздел важен для тех из вас, кто планирует проводить много времени в поле. Умение по форме облачности предсказать погоду иногда может спасти Вашу жизнь (напр.при переходе через горный перевал)

Давайте посмотрим, как эти формы облачности выглядят в реальности.

Сразу отмечу, что невозможно в рамках краткого пособия охватить все возможные виды встречающихся над полигоном облаков, поэтому далее приведены лишь наиболее часто встречающиеся (не более трех на каждый род) . Для более подробного анализа, которые иногда весьма желателен пользуйтесь Атласом Облаков

(*Атлас облаков* / Федер. служба по гидрометеорологии и монито- рингу окружающей среды (Росгидромет), Гл. геофиз. обсерватория им. А.И. Воейкова , С-П, 2011)

Скачать его можно по адресу <http://dvfu.ru/meteo/book/AtlasClouds.pdf>

В данной главе использованы фотоматериалы с сайта <http://www.meteo-geofak.narod.ru/> (с), являющиеся интеллектуальной собственностью кафедры метеорологии и климатологии географического факультета МГУ имени М.В.Ломоносова и Г.В.Сурковой лично.

1. Перистые облака (Cirrus) Ci



Перистые когтевидные — Cirrus uncinus (Ci unc)
Фото: wiki, Fir0002



Перистые волокнистые — Cirrus fibratus (Ci fib)
Фото: wiki, LivingShadow



Перистые хлопьевидные – Cirrus floccus (Ci floc.)
Фото: meteoweb.ru

2. Перисто-слоистые облака (Cirrostratus) Cs



Перисто-слоистые —
Cirrostratus (Ci unc)

Фото: <http://www.infoescola.com/wp-content/uploads/2008/04/cirrostratus.jpg>



Лунное гало в перисто-слоистых
облаках

Фото: wiki, 2005 SeanMcClean

3. Перисто-кучевые облака (Cirrocumulus) Cc



Перисто-кучевые волнистые
Cirrocumulus undulatus (Cc
und.)

Фото: <http://www.meteo-geofak.narod.ru/> (с)



Перисто- кучевые хлопьевидные
Cirrocumulus floccus (Cc floс.)

Фото: <http://www.meteo-geofak.narod.ru/> (с)



Перисто- кучевые хлопьевидные
Cirrocumulus floccus (Cc floс.)

Фото: <http://www.meteo-geofak.narod.ru/> (с)

4. Высоко-кучевые облака (Altocumulus) Ac



Высоко-кучевые
просвечивающие Altocumulus
transcludis (Ac trans.)
Фото: [http://www.meteo-
geofak.narod.ru/](http://www.meteo-geofak.narod.ru/) (с)



Высоко-кучевые
непросвечивающие плотные
Altocumulus opacus (Ac Op.)
Фото: [http://www.meteo-
geofak.narod.ru/](http://www.meteo-geofak.narod.ru/) (с)



Высоко-кучевые
хлопьевидные Altocumulus
floccus (Ac Fl.)
Фото: [http://www.meteo-
geofak.narod.ru/](http://www.meteo-geofak.narod.ru/) (с)

5. Высоко - слоистые облака (Altostratus) As



Высоко-слоистые
просвечивающие Altostratus
translucidus (As trans.)

Фото: <http://www.meteo-geofak.narod.ru/> (с)



Высоко-слоистые
туманообразные
Altostratus nebulosus (As
neb.)

Фото: Атлас облаков ГГО (с)



Высоко-слоистые волнистые
дающие осадки Altostratus
undulatus praecipitans (As pr.)

Фото: Фото: Атлас облаков
ГГО (с)

6. Слоисто-кучевые облака (Stratocumulus) Sc



Слоисто-кучевые
просвечивающие - Stratocumulus
translucidus (Sc trans.)

Фото: <http://www.meteo-geofak.narod.ru/> (с)



Слоисто-кучевые плотные
непросвечивающие –
Stratocumulus opacus (Sc op.)

Фото: <http://www.meteo-geofak.narod.ru/> (с)



Слоисто-кучевые
кучевообразные Stratocumulus
cumuliformis (Sc cuf.)

Фото: <http://www.meteo-geofak.narod.ru/> (с)

7. Слоистые облака (Stratus) St



Слоистые туманообразные
Stratus nebulosus (St neb.)

Фото: <http://www.meteo-geofak.narod.ru/> (с)



Слоистые волнистые

Stratus undulatus (St und.) Фото:

<http://www.meteo-geofak.narod.ru/> (с)



Слоистые разорванные. Stratus
fractus (St fr.)

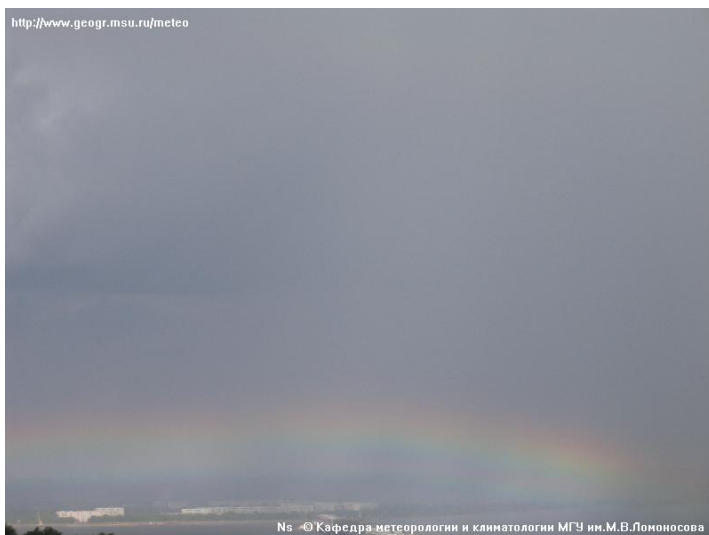
Фото: <http://www.meteo-geofak.narod.ru/> (с)

8. Слоисто-дождевые облака (NimboStratus) Ns



Слоисто-дождевые
(NimboStratus) Ns + разорванно-
дождевые Fractonimbus (Frnb)

Фото: <http://www.meteo-geofak.narod.ru/> (с)



Слоисто-дождевые
(NimboStratus) Ns

Фото: <http://www.meteo-geofak.narod.ru/> (с)

9. Кучевые облака Cu (Cumulus)



Кучевые плоские («облака хорошей погоды»).

Cumulus humilis (Cu hum.)

Фото: <http://www.meteo-geofak.narod.ru/> (с)



Кучевые средние

Cumulus mediocris (Cu med.)

Фото: <http://www.meteo-geofak.narod.ru/> (с)



Кучевые мощные

Cumulus congestus (Cu cong.)

Фото: <http://www.meteo-geofak.narod.ru/> (с)

10. Кучево-дождевые Сб (Cumulonimbus)



Кучево-дождевые с наковальной.
Cumulonimbus incus (Cb inc.)

Фото: <http://www.meteo-geofak.narod.ru/> (с)



Кучево-дождевые «волосатые с
грозным валом». Cumulonimbus
capillatus arcus (Cb cap. arc.)

Фото: <http://www.meteo-geofak.narod.ru/> (с)



Кучево-дождевые «лысые».
Cumulonimbus calvus (Cu calv.)

Фото: <http://www.meteo-geofak.narod.ru/> (с)

ПРОГНОЗ ПОГОДЫ

Современные погодные сервисы пестрят тэгами "Прогноз на 14 дней", "Прогноз на месяц в 100 000 городах России и мира". В следующей главе мы вместе разберемся, можно ли доверять этим прогнозам и где лежит грань между маркетинговыми уловками и реальными достижениями современной метеорологии.

Как будущим географам, Вам, тем не менее, необходимо понимать, какова же реальная точность современного прогноза погоды. В таблице, которую я заботливо сверстал для вас, приведены данные о средней точности официального прогноза (точность автоматических заведомо ниже) погоды у нас в стране.

Точность прогнозов погоды:

| на завтра | на послезавтра | на 3й день | на неделю |
|------------|----------------|------------|------------|
| 96% | 93% | 90% | 77% |

Приведенные цифры могут приятно удивить - но это действительно так. Официальный прогноз на завтра сбывается в 19 случаях из 20ти - и это соответствует общемировым показателям. Затем точность плавно убывает к 3му дню, а к концу недели уменьшается до 77%. То есть, грубо говоря, каждый 4й прогноз на 7й день ошибочен. В Европе ситуация лучше - именно в качестве прогнозов на 6-7 сутки превосходство зарубежных технологий наиболее очевидно.

В зависимости от избранного и предпочитаемого именно Вами погодного сервиса эти цифры могут разниться ,но, скорее всего, только в одну сторону - в сторону уменьшения процента успешности.

НА КАКОЙ ПЕРИОД ВРЕМЕНИ ВООБЩЕ МОЖНО СОСТАВИТЬ ПРОГНОЗ?



Для тех прогнозов, о которых обычно идет речь в повседневном общении с вполне житейскими целями (спланировать выходные, понять, брать ли с собой зонт, мыть ли автомобиль и пр.), следует запомнить следующее число: **14 дней или две недели.** Это абсолютно научно

обоснованная цифра. Один из ведущих мировых специалистов, член-корр РАН Сергей Гулев в одном из интервью (там это звучит наиболее «просто») объясняет это следующим образом:

« Если считать систему «океан — атмосфера» сплошной жидкой средой, то задача сводится к гидродинамическому прогнозу её поведения, которое описывается системой дифференциальных уравнений: уравнения Навье—Стокса (второй закон Ньютона для сплошной среды и законы сохранения); уравнения состояния среды и уравнения, требующие, чтобы среда была непрерывной. Они решаются численно, их решением является прогноз, который даёт так называемую предсказуемость первого рода: на период 7–10 дней, максимум две недели. На большие сроки гидродинамический прогноз первого рода невозможен.»

То есть, говоря совсем просто, атмосфера «обновляется» полностью за две недели, и проследить путь воздушной частицы можно только в течение 14 дней. Затем уже в силу вступают другие закономерности, которые, честно говоря, пока недостаточно хорошо изучены. Предполагается, что проблему долгосрочного прогноза можно будет решить путем изучения связей в системе «океан – атмосфера», чем, кстати, и занимается сейчас большое количество современных климатологов и океанологов.

КАК СОСТАВЛЯЕТСЯ ПРОГНОЗ ПОГОДЫ?

Современный прогноз погоды (для страны с высокоразвитой экономикой) есть не что иное, как исключительно высокотехнологичный продукт, требующий развития сразу нескольких сопутствующих отраслей :

- производство высокоточных приборов для наблюдения за характеристиками текущей погоды (оборудование метеорологических станций, метеорологические радиолокаторы)
- развитие космических технологий – для получения спутниковых снимков облачности, полей температуры воздуха, а также концентраций важнейших газовых примесей
- Развитие технологий усвоения данных широкого пространственного охвата – для обработки всех полученных данных (см предыдущие два пункта). То есть такой «метеорологический Интернет» для обмена погодными данными.
- обладание высокопроизводительными вычислительными ресурсами (проще говоря, суперкомпьютеры для реализации на них численных моделей атмосферы)

- Ну и наконец наличие и подготовка высококвалифицированных кадров (синоптиков, специалистов по прогнозированию опасных метеорологических явлений).

То есть, для **хорошего прогноза нужны хорошие прогностические модели и высококлассные синоптики**, которые умеют модельные данные превращать в сущности в сам прогноз.

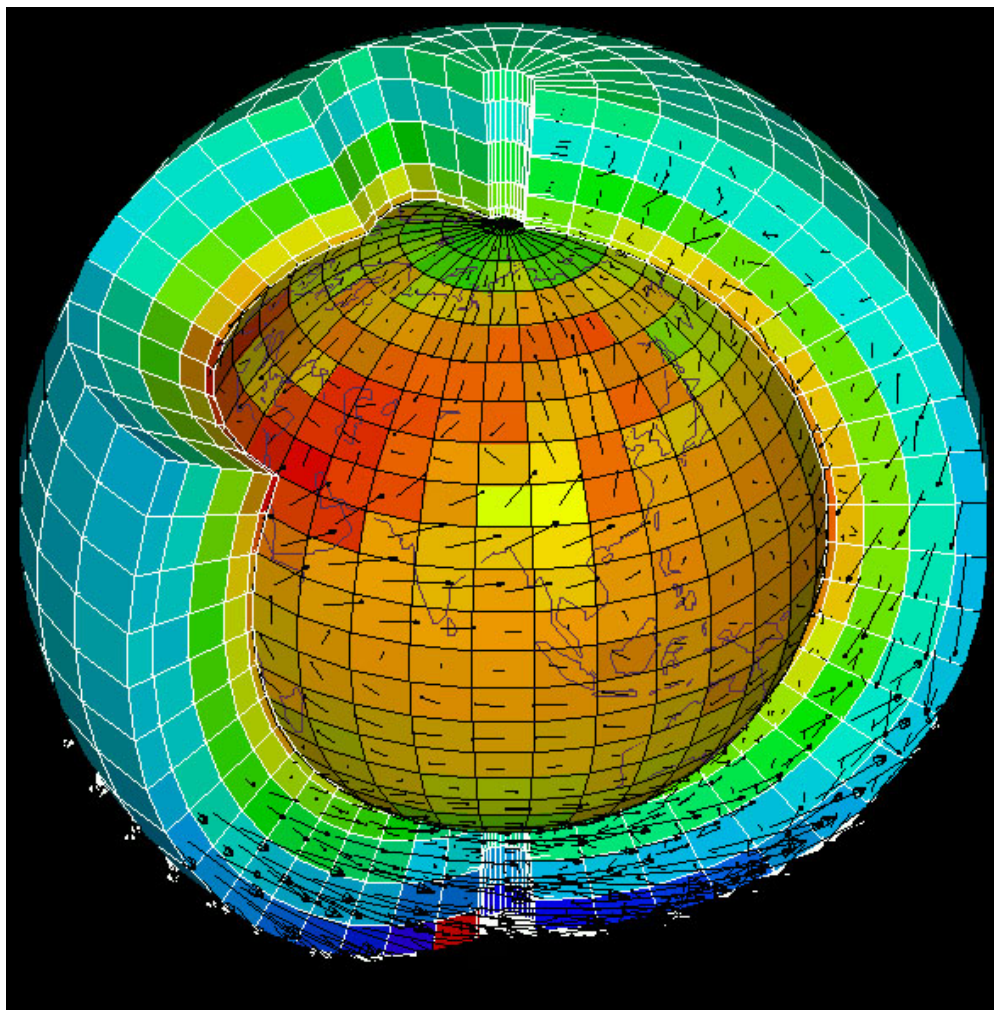


Схема работы глобальной модели атмосферы <http://www.cs.toronto.edu/>

В течение метеорологической практики в Сатино (6 дней) невозможно полноценно обучить технологии работы даже с простейшей моделью атмосферы – для этого требуются навыки программирования, знание операционной системы Linux хотя бы на уровне пользователя, а желательно еще и суперкомпьютер (чтобы прогноз считался быстрее).



Вот так выглядит самый мощный российский суперкомпьютер «Ломоносов»

Однако, хороший географ (не говоря уже о метеорологе) должен уметь составить прогноз, имея на руках даже весьма ограниченный набор данных - этому, кстати, довольно плотно учат военных метеорологов – для них, к примеру, есть особое упражнение, которое называется «прогноз по обрезанной карте» - когда данные из-за условной линии фронта недоступны.

ПРОГНОЗ ПОГОДЫ, ДОСТУПНЫЙ В ИНТЕРНЕТЕ

- Смотрел вчера (позавчера, в прошлом году, летом) прогноз погоды.
- И как?
- Ваши снова врут как сивые мерины! Замерз как цуцик на остановке!
- А где смотрел-то?
- Ну как где? В Интернете!



К написанию этого раздела меня подтолкнула сама жизнь. Часто мои друзья, коллеги и новые знакомые, когда узнают о моей специальности, иногда в шутку, иногда всерьез, иногда чтобы позлить, иногда с прочими целями делятся со мной выведенным в эпиграфе своим нехитрым наблюдением.

Наверное, каждый у нас в стране хоть раз попадал в ситуацию, когда из-за ошибки в прогнозе срывались важные жизненные планы.

При этом, лишь **очень немногие осознают, что качество прогноза**



Этот раздел важен для тех из вас, кто любит посмотреть прогноз «на выходные» в Сети

погоды (как и любого товара) четко зависит от.....

.....его производителя. В СССР с этим было гораздо проще (и, кстати, надежнее) - в СМИ печатался только официальный прогноз Гидрометцентра, который был единственным прогнозом, выпускавшимся в стране, и за качество которого (как и любого товара) изготовитель (дежурный синоптик, начальник смены, а в редких случаях и директор ГМЦ) нес положенную ответственность. Ошибки, безусловно, случались - точность лучших прогнозов и сейчас не достигает 100%, но ситуация, тем не менее, была более понятной, нежели сегодня. **Всемирная паутина предлагает десятки прогнозов для каждого города**, и найти подходящий для простого смертного задача отнюдь не тривиальная.

Поэтому, давайте разберемся - как и где найти лучший прогноз. Поможет мне в этом степень кандидата географических наук (специальность метеорология, климатология и агрометеорология) и почти уже десятилетний опыт работы в сферах, связанных как непосредственно с самим прогнозированием погоды, так и с подготовкой метеорологической информации для СМИ.

Давайте начнем с нескольких важных для понимания всего последующего текста тезисов.



1. Прогноз Погоды - сложный и наукоемкий процесс, а не гадание на кофейной гуще, погодных приметах итд.

Для многих это не самый очевидный факт. Тем не менее, для современных прогнозов используются самые мощные вычислительные системы, огромная сеть наблюдательных пунктов, десятки спутников, и прочих технических достижений современной науки. Но

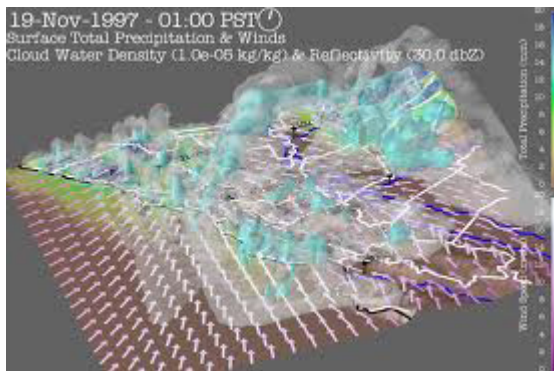
атмосферные процессы настолько сложны, что уже почти сорокалетний опыт математического моделирования не позволил (и в ближайшие лет 20. скорее всего, не позволит) повысить успешность прогноза погоды до 100% отметки. Однако процентов на 25 качество за последние 30 лет улучшилось, а это - каждый четвертый прогноз.



2. Лучший прогноз - обычно тот, за который его составитель несет ответственность.

Мне кажется, это очевидно. Поэтому, кстати, во всем мире одни из лучших синоптиков-прогнозистов работают в авиационной отрасли - на кону стоят жизни пилотов и пассажиров авиалиний - и тут наиболее жесткий контроль. В Сеть же можно выкладывать

все, что угодно, набивая посещаемость за счет поисковых оптимизаций (а количество запросов на тему "Прогноз Погоды" в Рунете является одним из самых высоких). Тем более, что отвечать потом не за что и не перед кем - прогноз предоставляется "в ознакомительных целях".



3. Более 90% погодных сайтов выдают в эфир "прогноз-полуфабрикат"

Это не хорошо, и не плохо. Это факт. Выдавать бесплатно в Интернет-эфир качественные прогнозы по всему миру для десятков тысяч городов (для этого нужны данные лучших в мире прогностических моделей, прошедшие ручной контроль и правку специалиста-синоптика) экономически нецелесообразно. Поэтому, практически на всех (за редким исключением) погодных сайтах в эфир идет сырой автоматический прогноз, бесплатно распространяемый мировыми метеорологическими центрами. Точность которого, кстати, также довольно высока, но, обычно, ниже точности официального прогноза. Однако, если правильно выбрать источник непосредственно для вашего города (официального прогноза для которого, к слову, может и не быть - страна у нас большая), то вполне можно жить.

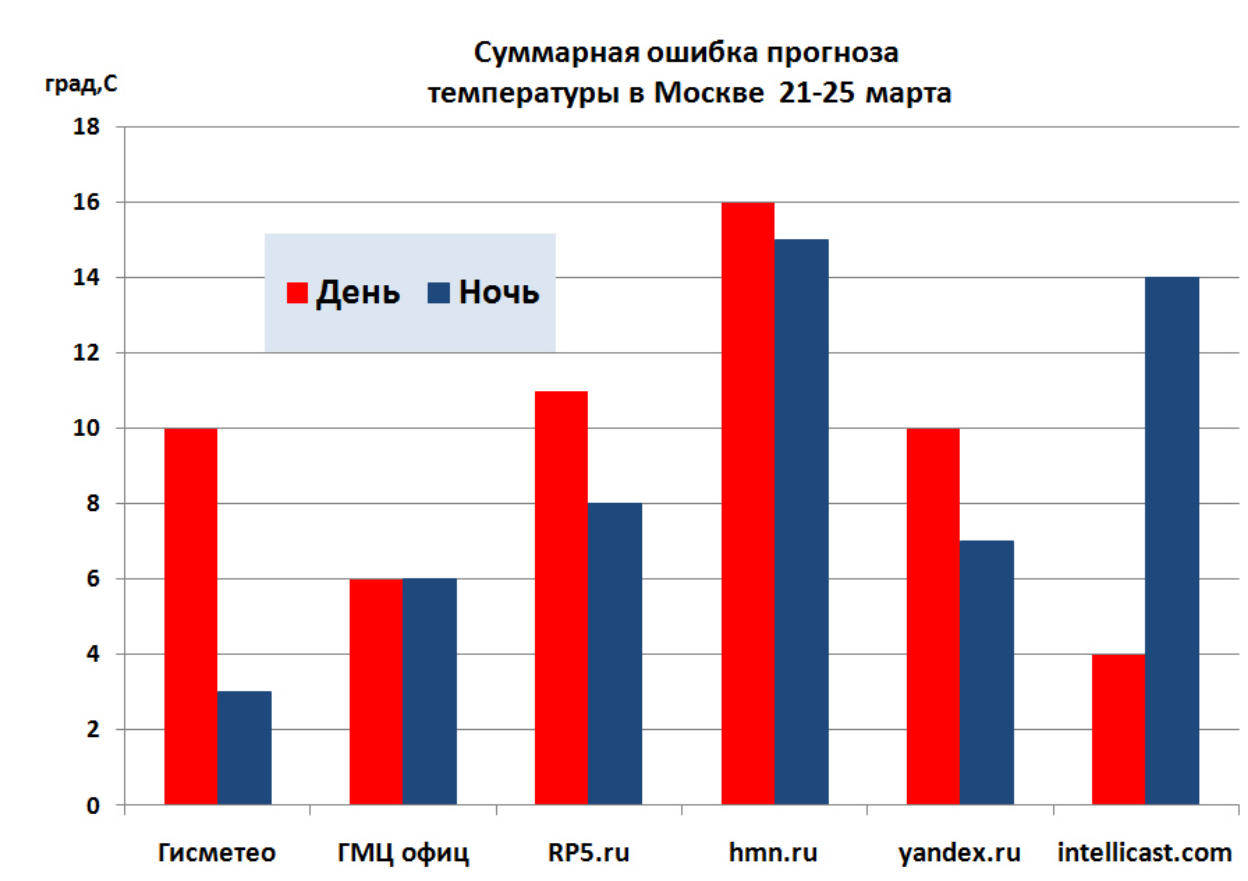
4. И что же теперь делать? Где смотреть погоду?

А чтобы это выяснить, мы решили провести честный эксперимент. В течение небольших временных периодов (в данном случае одной недели) были объективно оценены качество прогнозов температуры воздуха и осадков ведущих сервисов (пока только для Москвы и Санкт-Петербурга). Известно, что разные технологии подготовки автоматического (или ручного) прогноза имеют разные сильные и слабые места. Использовать эти данные можно по-разному. К примеру, если выясняется, что один из сервисов за отчетную неделю прогнозирует хуже всех, то, на следующей неделе, видимо, имеет смысл смотреть погоду в другом месте (весной в период снеготаяния, многие модели прогноза погоды дают сбой).

Для примера мы приводим в данном пособии результаты оценки прогноза погоды для Москвы на 72 часа – на третьи сутки (на тот день, который следует за послезавтра) для ведущих отечественных погодных сервисов и одного из лучших зарубежных [www. Intellicast.ru](http://www.Intellicast.ru)

Для оценки был выбран период с 21 по 25 марта 2013 года.

Прогноз температуры воздуха:



Здесь каждый столбик показывает, на сколько градусов (в сумме за 5 суток) ошибался каждый погодыный сервис.

Лучший показатель у ручного прогноза (синоптики ГМЦ), средняя ошибка около 1 градуса в сутки - это заслуживает самых добрых слов. Чуть хуже средний результат у ГисМетео, но вот зато **ночные температуры этот сервис Фобоса за 21-25 марта прогнозировал замечательно. По дневным температурам первенство принадлежит Интелликасту.**

Некоторые проблемы снова у hmn.ru, результат которого колеблется у пограничной черты ошибки в 3 градуса в сутки (это черта, у которой уже пролегает разница между хорошим и плохим прогнозом). Также резкое падение качества долгосрочного прогноза ночных температур отмечено у зарубежных коллег.

Прогноз осадков:

С атмосферными осадками (снегом) , как ни странно на этой зимней неделе, долгосрочный прогноз в Москве оказался довольно неплохим:

| | Реальность | Гисметео | ГМЦ офиц | RP5.ru | hmn.ru | yandex.ru | intellicast.com |
|----------|------------|--------------------------|--------------------------|------------------------|------------------------|---------------------------|---------------------------------|
| 21 марта | ++ | успешно | успешно | успешно | успешно | плохо | успешно |
| 22 марта | | успешно | перестраховка | успешно | успешно | успешно | успешно |
| 23 марта | + | успешно | плохо | плохо | плохо | успешно | плохо |
| 24 марта | ++ | успешно | успешно | успешно | успешно | успешно | успешно |
| 25 марта | ++ | успешно | успешно | успешно | успешно | успешно | успешно |

Примечание: ++ означает, что снег реально отмечался и днем и ночью,
+ - только ночью.

У каждого сервиса за 5 дней набралось максимум по одной ошибке, синоптики ГМЦ (тот самый Гидрометцентр России) еще разок перестраховались, дав слабую вероятность осадков на 22 марта, когда над нами преобладала, видимо, область повышенного давления. Стоит отметить, что рекордный снегопад 24-25 марта 2013 года СНОВА предсказали абсолютно все сервисы. За 72 часа, что и стало общей причиной успешного прогноза осадков с 21 по 25 марта.

При желании, каждый из Вас может повторить этот опыт, проведя сравнения для предпочитаемых именно Вами погодных сервисов.

ПРОГНОЗ ТУМАНОВ

В данной главе использованы материалы интерактивной дистанционной системы, посвященной повышению квалификации авиационного метеорологического персонала (АМП) ФИП Гидромет и Авиаметеком Росгидромета <http://fip.rshu.ru/2/>

Давайте вспомним:

Туман – это метеорологическое явление, при котором за счет конденсации водяного пара в нижнем слое атмосферы дальность горизонтальной видимости становится менее **одного километра**.

Для образования тумана процессы в атмосфере сначала должны привести к тому, что воздух у земли станет насыщенным. Затем должна начаться конденсация водяного пара и ухудшение видимости.

Процессов, приводящих к возникновению тумана несколько. Основными из них являются радиационное выхолаживание воздуха, и как следствие – возникновение **радиационного тумана**. Другая разновидность связана со сменой воздушных масс – когда теплый и влажный воздух начинает поступать на холодную подстилающую поверхность. Над холодной поверхностью воздух охлаждается, водяной пар начинает конденсироваться, и в результате образуется **адвективный туман**.

Эти туманы являются самыми распространенными, однако бывают еще и

- морозные туманы
- фронтальные туманы
- туманы испарения
- туманы смешения

По ухудшению видимости в нижнем слое атмосферы, туманы подразделяются:

- слабые (видимость 500-1000 м)
- умеренные (видимость 200-500 м)
- сильные (видимость 50-200 м)
- очень сильные (видимость менее 50 м)

Прогноз тумана сводится, в принципе, к прогнозу двух температур: температуры туманообразования (T_t), минимальной температуры воздуха (T_{\min}) и их сравнению. В тех случаях, когда температура туманообразования

оказывается выше минимальной температуры, синоптику необходимо указывать в прогнозе (обычно на темное время суток) туман.

Выбор прогноза именно тумана для инновационной практики в Сатино связан с тем, что он, с одной стороны, не очень сложен, а с другой в условиях неоднородного рельефа прогноз туманов по региону весьма не точен (к примеру, туман может наблюдаться в долине реки и не наблюдаться на междуречье).

Автор одного из методов прогноза, Н.В. Петренко предлагает определять температуру туманообразования по следующей формуле (Богаткин, 2010):

$$T_T = T_d - \Delta T_d$$

где: T_d – температура точки росы в срок, близкий к заходу солнца;

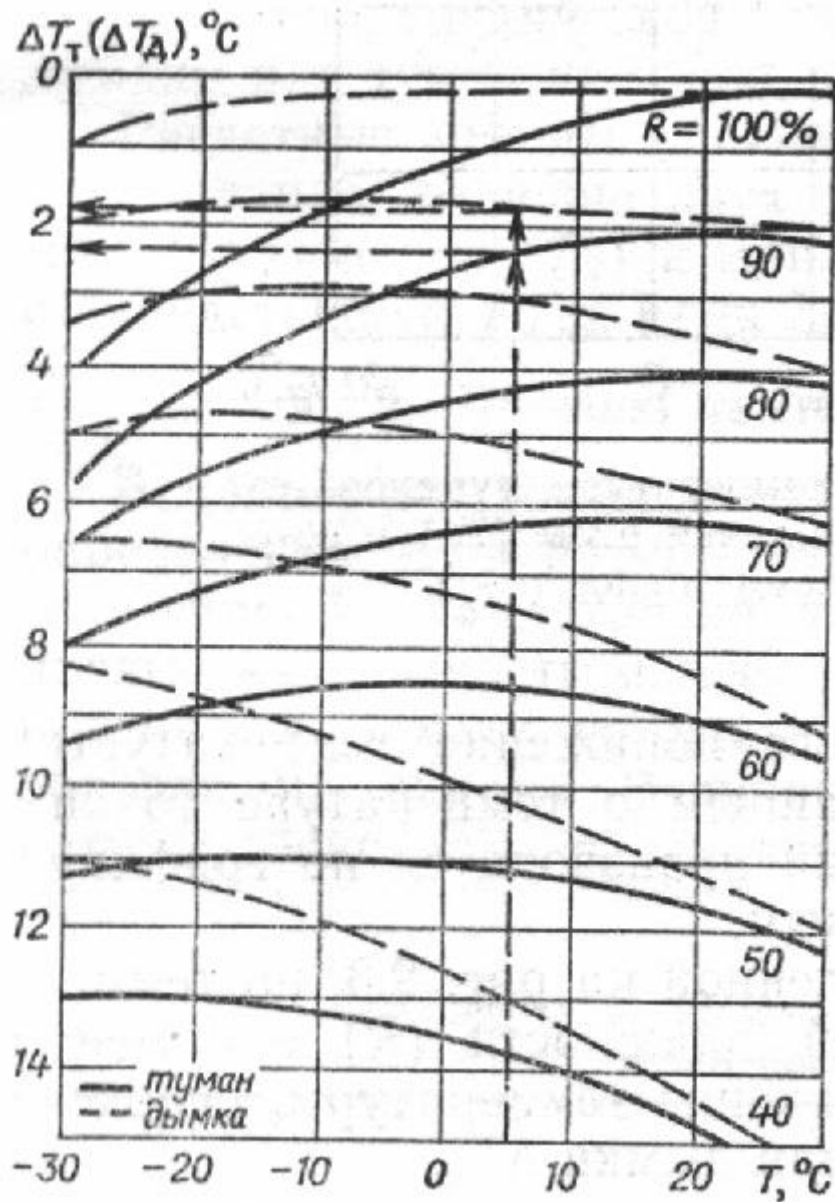
ΔT_d – возможное понижение температуры точки росы в течение ночи от начального срока до момента образования тумана.

Величина ΔT_d зависит в основном от температуры точки росы в исходный срок и определяется по следующей таблице:

| | | | | | |
|------------------------------|----------|---------|-----------|------------|-------------|
| $T_d, ^\circ\text{C}$ | 20... 11 | 10... 0 | -1... -10 | -11... -20 | -21 ... -30 |
| $\Delta T_d, ^\circ\text{C}$ | 1,4 | 1,6 | 2,0 | 2,5 | 2,3 |

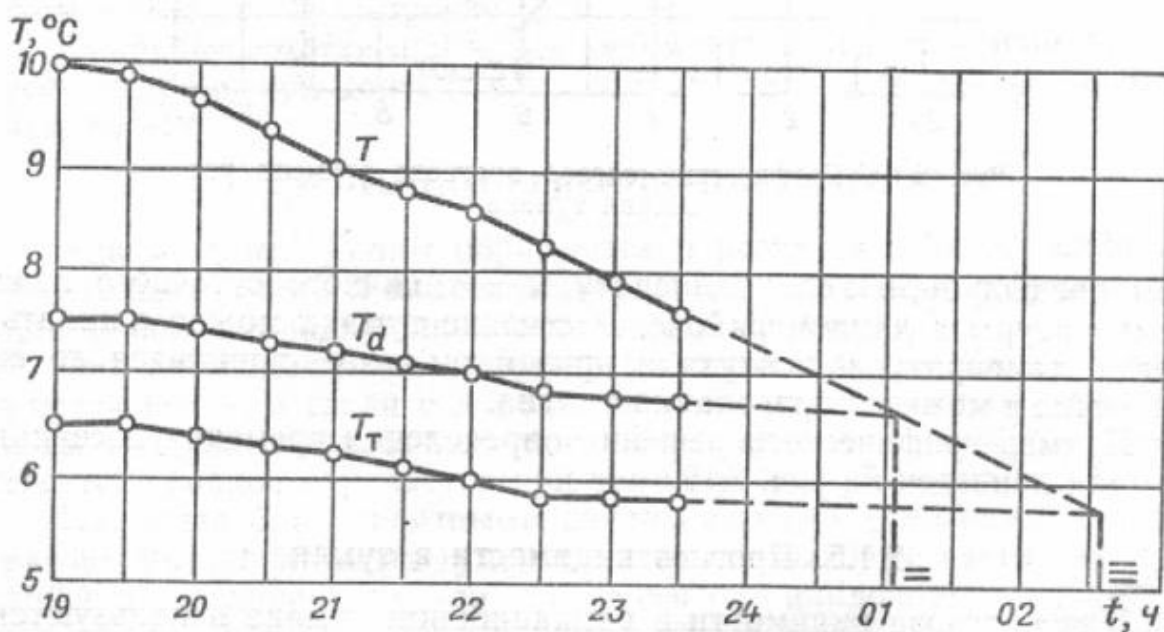
Или можно определить ночное понижение температуры, необходимое для образования тумана (ΔT_T) или дымки (ΔT_d) по другому (автор А.С. Зверев): см номограмму на следующей странице.

«Здесь по горизонтальной оси отложена температура воздуха в момент, близкий к моменту захода солнца, кривые линии соответствуют относительной влажности воздуха в тот же момент времени, а по вертикальной оси определяется необходимое понижение температуры для возникновения тумана или дымки. Причем по пунктирным кривым линиям определяется понижение температуры, необходимое для возникновения дымки, а по сплошным линиям – для возникновения тумана.»



Номограмма А.С. Зверева

Самые простые методы прогноза радиационных туманов еще называют графическими. С помощью графических методов прогноза тумана можно определить время его образования и рассеяния. Наиболее удобный для пользования график предложен Н.В. Петренко и представлен ниже. На этом рисунке по горизонтальной оси откладывается время, а по вертикальной оси – температура воздуха (Т), температура точки росы (Тd) и температура туманообразования (Тт).



Оперативный прогноз тумана по методу Петренко

Как пишут авторы: «На график последовательно наносятся необходимые значения различных температур и соединяются отрезками прямых линий. Затем каждая линия продлевается вперед по времени на несколько часов. Точка пересечения линии (T) и (T_d) соответствует времени образования дымки, а точка пересечения линии (T) с линией (T_{τ}) – времени образования тумана. Естественным и обязательным условием является то, что время образования дымки и тумана должно по графику получаться не позднее момента восхода солнца. Радиационные туманы практически всегда рассеиваются после восхода солнца».

КОМФОРТНОСТЬ ПОГОДЫ

В данной главе использованы материалы курсовой работы Е.П.Малининой 2012 года под руководством П.И.Константинова «Моделирование условий термического комфорта в городских типах ландшафта на примере Московского мегаполиса с высоким пространственным и временным разрешением».

Каждый из нас как минимум раз задавался вопросом, прослушав очередной выпуск прогноза погоды : «А что же, все-таки, мне надеть?» И это понятно – одна и та же температура воздуха будет по-разному ощущаться, в зависимости от влажности воздуха, скорости ветра, да и собственно нашего занятия на открытом воздухе. Бежать кросс всегда жарче, нежели проверить электронную почту в тени деревьев.



Учет параметров комфортности животными

Несмотря на крайне скудную освещенность данной темы в российской литературе, биометеорологическая комфортность является крайне актуальным вопросом в мировой науке в целом, в связи с возможным практическим применением результатов расчета биометеорологических индексов в прогнозе погоды и для информирования населения о возможных неблагоприятных последствиях для здоровья от переохлаждения/перегрева.

Существует много подходов к типизации биоклиматических индексов, например, А.А. Исаев (Исаев, 2003) разделяет индексы на группы в зависимости от сочетания метеорологических величин, входящих в биоклиматические индексы. Таким образом, он выделяет температурно-

влажностные, температурно-ветровые и температурно-влажностно-ветровые типы индексов. Такая типизация применима для индексов, используемых в российской практике. Данные индексы используют только информацию об окружающей среде, но никак не учитывают физиологию человека. Зарубежный же опыт исследований в области биоклиматологии включает в себя индексы, которые учитывают информацию и о погодных условиях, и о физиологических особенностях человека.



**Этот раздел важен для тех из вас, кто интересуется
Географией Туризма и смежными областями**

Говоря проще, все отечественные индексы комфортности главным образом «холодовые» - то есть говорят нам о том, при каком сочетании метеопараметров мы замерзнем насмерть. Это и понятно – главным образом, индексы комфортности использовались для планирования работ в суровых районах, к примеру, Крайнего Севера. Однако теперь, с потеплением климата, которое, кстати, весьма активно проявляется и на территории России, пришла и другая напасть – «тепловые волны». А население России, кстати, очень легко подвергается термическому стрессу – ведь генетически мы, все-таки больше северные жители, и к продолжительным периодам жаркой погоды плохо приспособлены (не вдаваясь в подробности, скажу лишь что это связано, в основном, с особенностями сердечно-сосудистой системы)

В рамках практики мы познакомимся с некоторыми широко используемыми в мировой практике индексами комфортности, которые как раз предназначены для определения самочувствия разных людей в летний период.

Итак, наиболее «удачный» для нашей практики «западный» индекс - это

Эквивалентно-физиологическая температура

или **Physiological Equivalent Temperature (PET)**

Эквивалентно-физиологическая температура для данного места (PET) (Matzarakis et al, 2007) - температура воздуха, при которой для обычных комнатных условий тепловой баланс человеческого тела остается неизменным со значениями температуры внутренних органов и температуры кожи для данной ситуации. За обычные комнатные принимается следующая совокупность условий: средняя радиационная температура принимается равной

температуре воздуха ($T_{mrt}=T_a$), скорость ветра – 0,1 м/с, парциальное давление водяного пара – 12 гПа.

Процедура подсчета РЕТ [10] состоит из следующих шагов:

- расчет термических параметров тела человека с помощью модели MEMI для рассматриваемых метеорологических параметров
- подстановка полученных значений средневзвешенной температуры кожи и внутренней температуры, решение системы уравнений, состоящей из

- уравнения теплового баланса человека

$$M + W + R + C + E_D + E_{Re} + E_{Sw} + S = 0$$

где M - скорость обмена веществ, W - теплоотдачи при физической работе, C - конвективный поток тепла, E_D - поток скрытого тепла, расходуемого на потоотделение, E_{Re} - сумма потоков тепла, направленных на нагрев и увлажнение вдыхаемого воздуха, E_{Sw} - поток тепла, идущий на испарение пота, S - аккумуляция энергии, используемой для нагревания или охлаждения организма

- уравнения, описывающего поток тепла F_{SC} , направленный через слой одежды от кожи к поверхности одежды

$$F_{SC} = (1/I_{cl}) \times (T_{sk} - T_{cl})$$

где I_{cl} - термостойкость одежды ($K \cdot m^2 / Вт$), T_{cl} - средневзвешенная температура поверхности одежды, T_{sk} - средневзвешенная температура кожи,

для температуры воздуха T_a ($v=0,1$ м/с, $VP=12$ гПа, $T_{mrt}=T_a$).

Получившееся значение температуры воздуха эквивалентно РЕТ.

Разумеется, вручную все эти уравнения мы решать не будем – для этого уже придумана программа, которая делает это автоматически. В современных



биометеорологических исследованиях, проводимых как за рубежом, так и в России используется модель **RayMan**, которую нам любезно предоставил один из авторов, живой классик биометеорологии – **проф. Андреас Матцаракис** (см. фото слева) из University of Freiburg, Institute of Meteorology and Climatology, Germany. Данная модель или программное обеспечение, как называют его создатели,

широко применяется в работах посвященных оценки комфортности для туризма и в исследованиях, проводимых в условиях города, где применение этого программного обеспечения особенно удобно, так как RayMan учитывает

расположение близлежащих к точке строений и подходит для использования на локальном и региональном уровнях.

В приведенной ниже таблице можно увидеть, как результаты двух индексов, рассчитываемых **RayMan** соотносятся с нашими ощущениями и к каким физиологическим воздействиям на организм приводят.

| Индекс PMV | Индекс PET | Теплоощущение человека | класс физиологического воздействия |
|-------------|------------|------------------------|---|
| | | крайне холодно | экстремальный холодовой стресс |
| -3,5 | 4 | | |
| | | очень холодно | сильный холодовой стресс |
| -2,5 | 8 | | |
| | | холодно | умеренный холодовой стресс |
| -1,5 | 13 | | |
| | | прохладно | слабый холодовой стресс |
| -0,5 | 18 | | |
| | | комфортно | отсутствие теплового воздействия |
| 0,5 | 23 | | |
| | | умеренно тепло | легкое тепловое воздействие |
| 1,5 | 29 | | |
| | | тепло | умеренное тепловое воздействие |
| 2,5 | 35 | | |
| | | жарко | сильное тепловое воздействие |
| 3,5 | 41 | | |
| | | очень жарко | экстремальное тепловое воздействие |

Соответствие значений индексов PET и PMV ощущениям человека. Данные градации теплоощущений и классов физиологического воздействия применимы для среднестатистического европейского мужчины (рост 175 см, вес 75 кг, возраст 35 лет) в климатических условиях средней Европы.

РАБОТА С МОДЕЛЬЮ RAYMAN

В данной главе использованы материалы курсовой работы Е.П.Малининой 2012 года под руководством П.И.Константинова «Моделирование условий термического комфорта в городских типах ландшафта на примере Московского мегаполиса с высоким пространственным и временным разрешением».

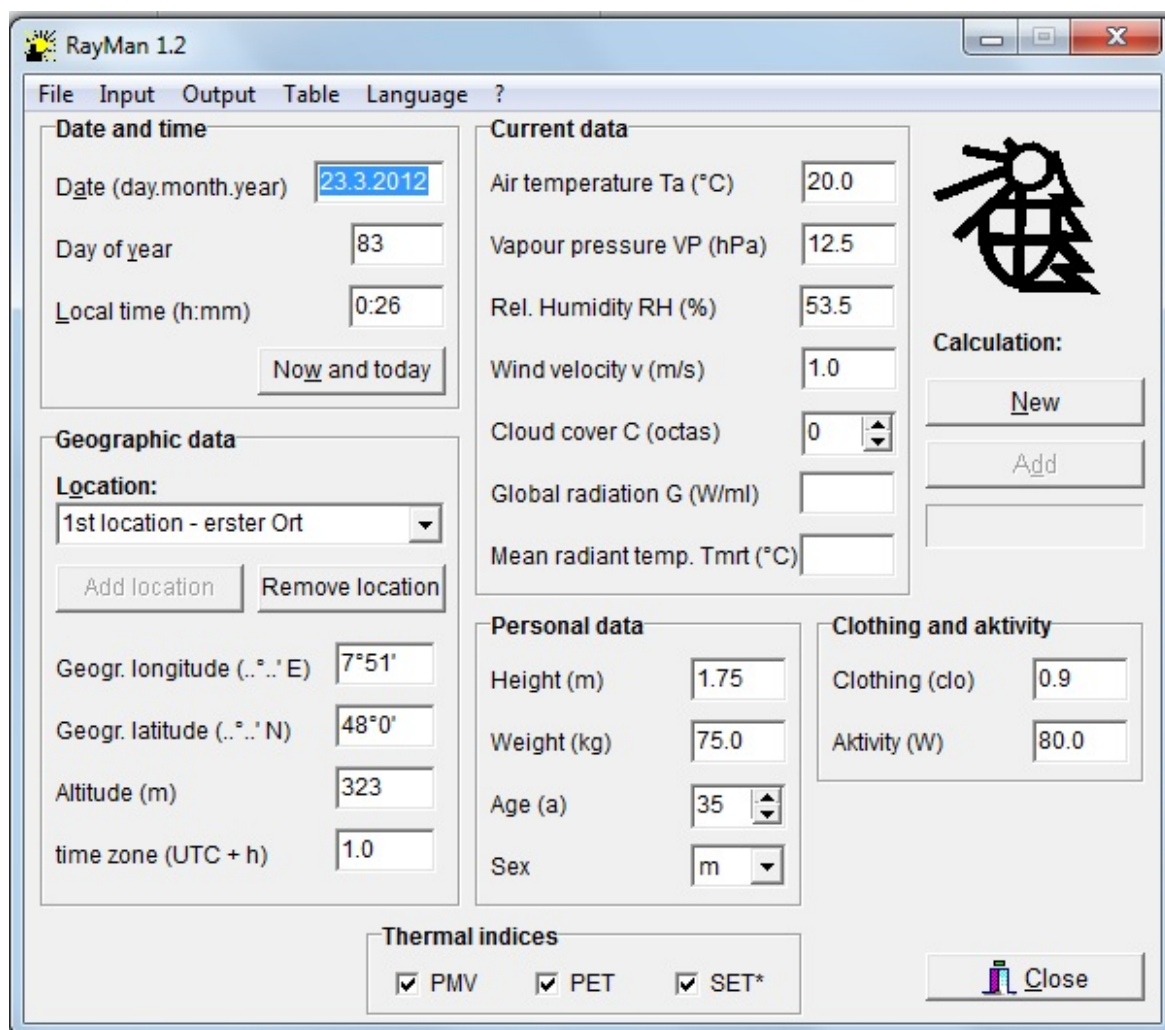
В современных биометеорологических исследованиях, проводимых как за рубежом, так и в России используется модель RayMan. Данная модель или программное обеспечение, как называют его создатели, широко применяется в работах посвященных оценки комфортности для туризма и в исследованиях, проводимых в условиях города, где применение этого программного обеспечения особенно удобно, так как RayMan учитывает расположение близлежащих к точке строений и подходит для использования на локальном и региональном уровнях. Рассматриваемая модель производит расчет температуры излучения, средних радиационных потоков и биометеорологических индексов (PET, PMV, SET^{*}) в конкретной точке в конкретный момент времени.

Вообще, модель RayMan (Matzarakis et al, 2007) позволяет рассчитать радиационные потоки, влияние облачности и различных элементов городского ландшафта на потоки коротковолновой радиации, тем самым позволяя рассчитать температуру излучения, являющейся летом основным метеорологическим фактором, влияющим на уравнение энергетического баланса человека. Получение данной информации возможно благодаря тому, что входными данными для модели, помимо даты и времени, являются широта и долгота рассматриваемой точки, её высота над уровнем моря, а также номер действующего на данной территории часового пояса.

Для расчёта термических индексов, основанных на уравнении энергетического баланса человека, требуется информация о метеорологических величинах, таких как **температура и влажность воздуха, скорость ветра и суммарная радиация**, а также **термофизиологические данные о человеке** (его рост, вес, возраст, пол, активность и теплоизоляционные свойства одежды). К тому же для расчета температуры излучения требуется информация о **балле облачности** (по восьмибалльной шкале). Вся информация может быть введена в виде единичных значений в специальном окне или же, как готовый файл с данными.

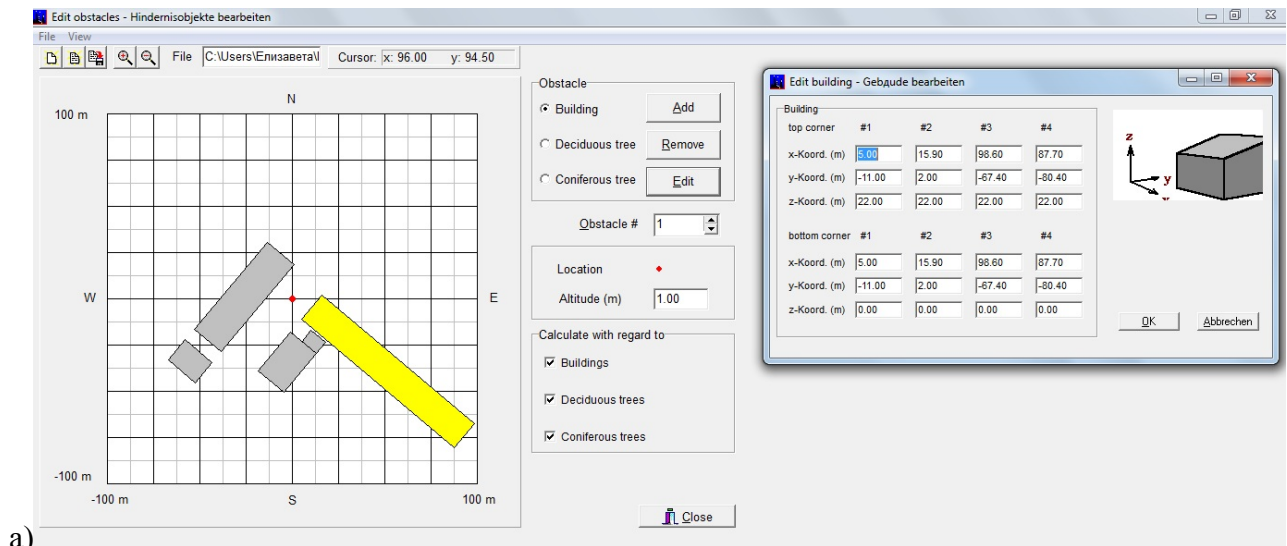
Выходными данными модели являются подсчитанные значения средней радиационной температуры. Также эти значения нужны для оценки в условиях

города биометеорологических и термических индексов, таких как Predicted Mean Vote (PMV), Physiologically Equivalent Temperature (PET) и Standard Effective Temperature (SET*).

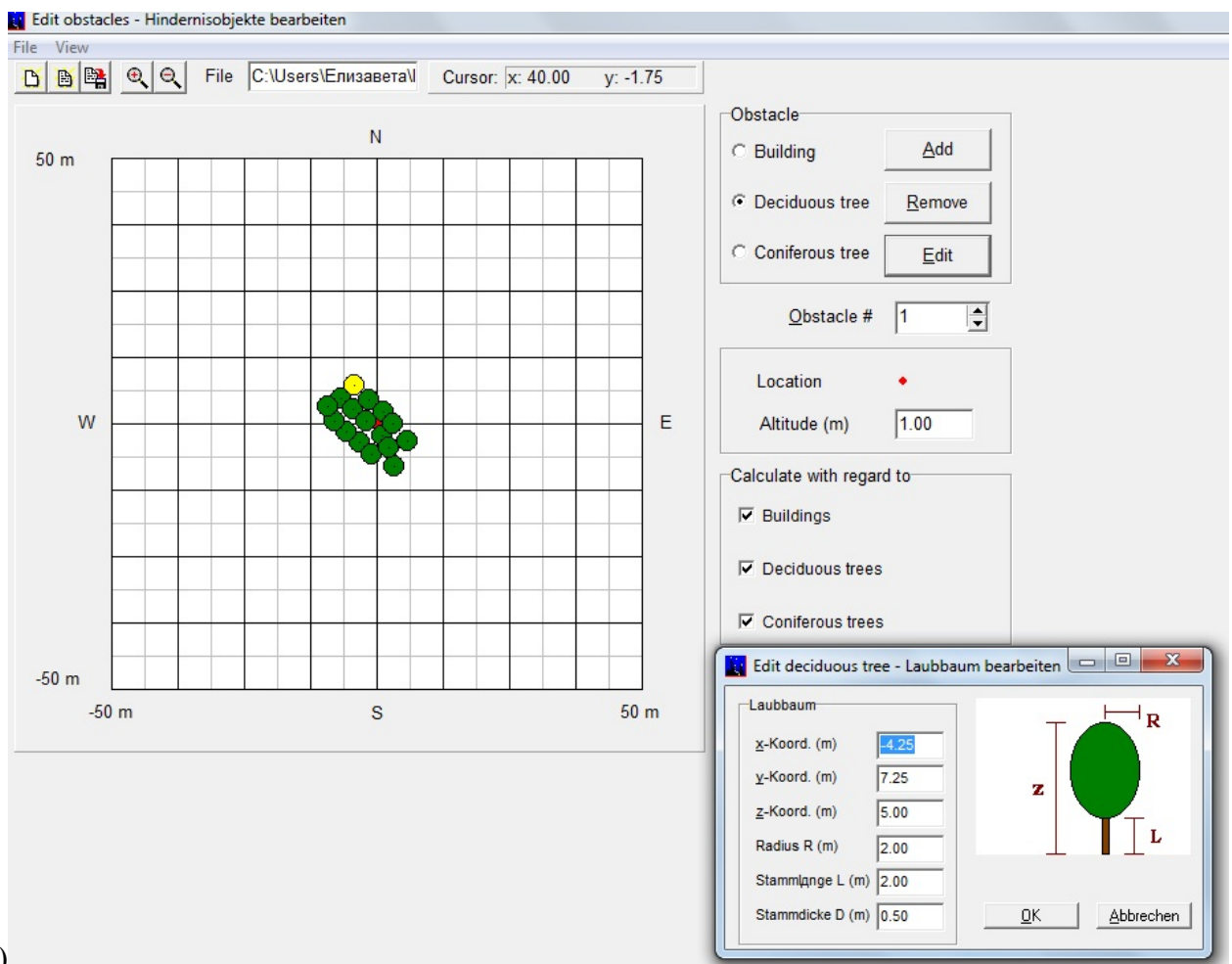


Интерфейс программного обеспечения RayMan.

Используя программное обеспечение RayMan, для большей точности расчетов и температуры излучения, биометеорологических индексов, а также определения затененности можно обозначить местоположение, конфигурацию и высотность городских строений, расположенных вблизи изучаемой точки, а также лиственных и хвойных деревьев. Данное действие можно произвести либо используя само программное обеспечение, либо загрузив уже имеющийся файл. Существует возможность начертить линию горизонта (как естественного, так и антропогенного) для оценки закрытости горизонта. Реализация снимков местности типа «Рыбий глаз» также возможна для определения закрытости горизонта.



a)



b)

Построение препятствий вокруг рассматриваемой точки в виде а) зданий б) лиственных деревьев с помощью программного обеспечения RayMan.

Дополнительные функции, такие как подсчет продолжительности солнечного сияния, независимо от наличия информации о закрытости горизонта, оценка суточной средней, максимальной или суммарной радиации и

определение затененных районов, могут быть полезны для определения микроклимата региона и для развития новых городских районов.

Модель RayMan рассчитывает средние за час, за день и за месяц значения продолжительности солнечного сияния и потоки длинноволновой и коротковолновой радиации, независимо от того, была ли внесена информация о рельефе и городских строениях. Данная модель может быть использована для различных целей. Так значения средних радиационных потоков могут быть получены даже без наличия какой-либо метеорологической или климатологической информации.

Как это все посчитать?

Интерфейс программы дружелюбен первоначальному пользователю, которому стоит лишь ввести в поля «**Current data**» исходные метеорологические данные :

- температуру воздуха (Air temperature)
- упругость водяного пара (Vapour pressure) или относительную влажность воздуха (Relative humidity)
- скорость ветра (Wind velocity)
- балл облачности (Cloud cover) – от 0 до 8ми (внимание!) баллов
- количество падающей радиации (при помощи преподавателя)

а также рост, вес, пол и возраст в полях «**Personal data**» , а также параметры «**Clothing and Aktivity**». Впрочем, для расчета индекса PET эти значения всегда равны указанным по умолчанию.

Комфортных Вам расчетов! ☺

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИБОРЫ

К приборам, используемым в основном курсе «Климатология с основами метеорологии» существует огромное количество описаний, поэтому в данной главе мы сосредоточимся на тех, которые еще пока не вошли в список для обязательного изучения, но уже используются в нашем курсе.

Основным инструментом, широко используемым в современных исследованиях являются автоматические метеорологические станции Davis



Этот раздел важен для тех из вас, кто планирует принимать активное участие в полевых географических исследованиях любой специализации

В

действительности, этот комплекс используют в полевых условиях многие кафедры факультета (а для проведения школьных олимпиад даже экономгеографы), поэтому чрезвычайно велик шанс, что приехав изучать, скажем, береговые процессы на арктическом побережье России, первое, что встретит молодого географа – это станция Davis.

Автоматическая метеостанция Davis Vantage Pro 2

Строго говоря, этот комплекс является полупрофессиональным (по ценовой категории и точности датчиков - например точность измерения температуры воздуха $0,5^{\circ}\text{C}$ против $0,1^{\circ}\text{C}$ у срочного термометра), но это значит лишь то, что его нельзя использовать как замену стандартным приборам при наблюдении на метеорологических станциях. Для микроклиматических наблюдений станции Davis Vantage Pro 2 абсолютно незаменимы – благодаря своей надежности (многие более дорогие станции не выдерживают суровых полевых условий, которые выдерживает Davis), относительно не высокой цене (на июнь 2014 года от 26 000 рублей до 90 000 рублей – в зависимости от комплектации датчиками). В арктических экспедициях 2013-2014 года комплекс выдерживал порывы ветры до 20 м/с и температуру до -37°C без потери функциональности.



Вид комплекса Davis Vantage Pro 2

Официальное описание гласит: « Многофункциональный метеорологический комплекс Davis Vantage Pro 2 предназначен как для профессионального, так и для бытового применения, и имеет функцию прогноза погоды, которая учитывает координаты места расположения комплекса, время года, текущее значение атмосферного давления и его изменение, скорость и направление ветра, температуру и влажность воздуха, количество осадков. Эти параметры измеряются датчиками, которыми укомплектован метеокomплекс».

| Функция | Датчик | Разрешающая способность | Диапазон значений | Точность (\pm) |
|---|-----------------------|-------------------------|------------------------------|--------------------|
| Атмосферное давление | | | | |
| Атмосферное давление внутри консоли 0.1 гПа | 0.1 мм рт.ст. | 880-1080 гПа | 660-810 мм рт.ст. 1.7 гПа | 1.3 мм рт.ст. |
| Относительная влажность | | | | |
| Влажность в помещении | внутри консоли | 1% | 10-90% | 5% |
| Влажность внешняя | внешний блок датчиков | 1% | 0-100% | 3% |
| Температура воздуха | | | | |
| Температура в помещении | внутри консоли | 0.1°C | 0-+60°C | 0.5°C |
| внешняя | внешний блок датчиков | 0.1°C | -40-+60°C | 0.5°C |

Характеристики Davis Vantage Pro 2

Понятно, что функция «прогноза погоды» декоративная и является собой не что иное, как просто оценку вероятности выпадения осадков по тенденции атмосферного давления (если оно растет, то «осадков не ожидается», если падает, то «осадки возможны»), но остальные функции станции весьма востребованы профессиональными метеорологами и географами. Давайте рассмотрим подробнее как работать с подобной станцией.



Эта станция состоит из двух главных компонентов – консоли и внешнего набора датчиков. В консоли (см. рисунок слева) находятся как элементы питания (станция может работать как от сети 220В, так и полностью в автономном режиме, чем она и полезна для исследования микроклимата), так и датчики температуры и влажности – это позволяет, держа консоль в помещении,

сравнивать метеорологические условия в двух точках. В некоторых вариантах комплектации консоль может заменяться версией Envoy (см рисунок справа)



Внешний набор датчиков (см. слева ниже) - основной блок АМС в минимальной комплектации содержит датчики температуры, влажности воздуха,



скорости и направления ветра, а также осадкомерное ведро (работает только с осадками в жидкой фазе – то есть мощность снегопада Davis измерить не может). Также возможно подключение дополнительных датчиков солнечной радиации, УФ-радиации (хотя датчик радиации здесь не самый лучший), а также датчиков температуры и влажности почвы и даже влажности листьев и др. Кроме того, в комплект также может входить блок аспирации (обдувание датчиков температуры с целью защиты от воздействия прямых солнечных лучей), что весьма полезно для использования в летний период. См подробнее

<http://www.davis.com/>

Консоль и блок внешних датчиков могут соединяться как проводным образом (телефонный кабель, стандартная длина 50 метров), так и с помощью

беспроводного интерфейса. По данным наших испытаний, в условиях, когда Envoу находится в помещении у окна, а станция «на морозе», дальность связи уверенно работает на расстоянии 10-20 метров.

Единственный минус данной станции (во всяком случае, на наш взгляд) заключается в том, что консоль нормально регистрирует информацию только, если температура окружающего воздуха не ниже нуля градусов по Цельсию. В противном случае, консоль начинает записывать данные неуверенно, в ряде случаев возможна потеря данных. Поэтому зимой, в полевых условиях необходимо согревать консоль, например путем помещения в термоизоляционный контейнер.

Вообще, во избежание проблем, я рекомендую копировать данные со станции каждый день.

Если подобного контейнера в Вашем распоряжении нет, можно применить простой «деревенский» метод – закутать вместе с бутылкой с кипятком в одеяло, поместить в коробку и закопать в снег. В течение суток это гарантирует результат даже при тридцатиградусном морозе.

Еще один «подводный камень», который может ожидать неопытного пользователя – это переполнение памяти станции. Всего в памяти может содержаться только 2560 срезов. Поэтому, в зависимости от частоты записи (настраивается пользователем), время переполнения модуля памяти наступит через:

| | |
|---|-----------------|
| Частота записи раз в минуту | 42 часа |
| Частота записи раз в 5 минут | 8 дней |
| Частота записи раз в 10 минут | 17 дней |
| Частота записи раз в 15 минут | 26 дней |
| Частота записи раз в 30 минут | 53 дня |
| Частота записи раз в 60 минут | 106 дней |
| Частота записи раз в 120 минут | 213 дней |

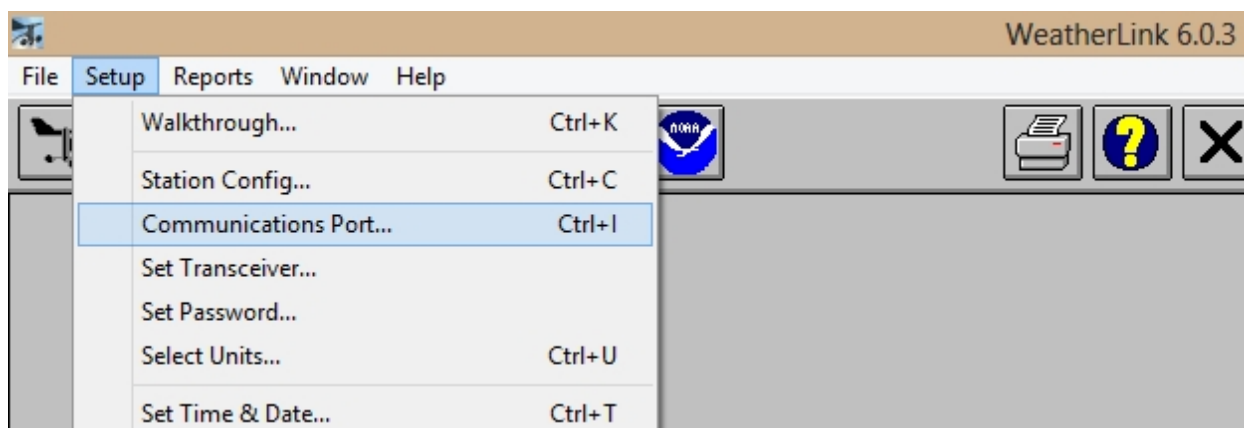
Как только память станции переполнится, новые срезы будут заменять самые старые, это также стоит иметь в виду.

Теперь несколько слов о том, как работать с консолью и с данными. Я настоятельно рекомендую настраивать консоль на запись с помощью РС. Это проще и надежнее.

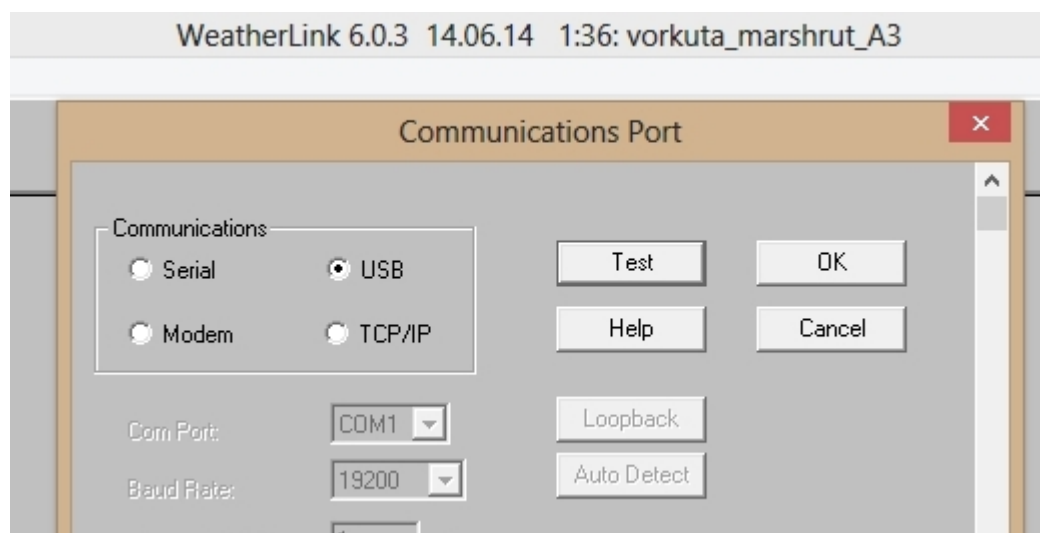
Davis Instruments предоставляет в качестве программного обеспечения для всех станций семейства Davis Vantage утилиту **WeatherLink**. На момент выпуска пособия доступна версия **WeatherLink 6.0.3**. Оригинальный дистрибутив поставляется вместе со станцией, а вот обновления можно скачать с сайта производителя свободно.

Интерфейс программы интуитивно понятен. После подключения станции к порту USB необходимо создать станцию **File – New Station**.

Затем, путем **Setup – Communication Port**

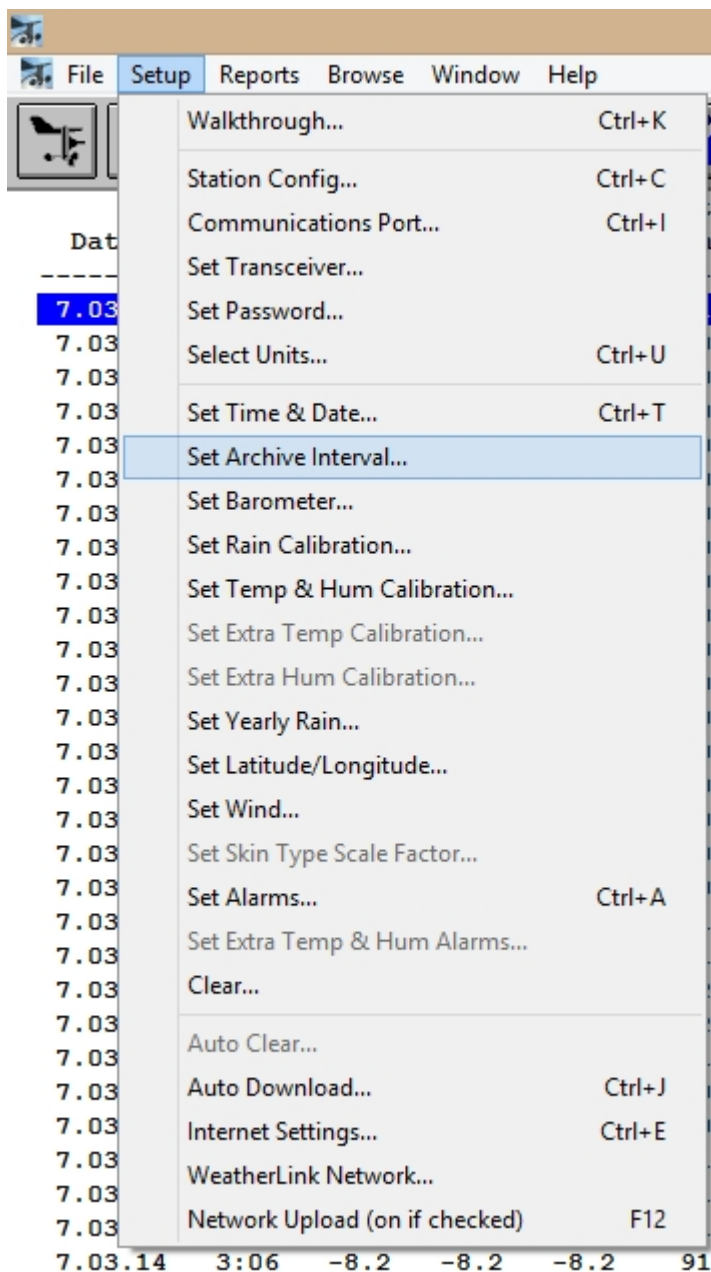


выбрать нужный порт (в данном случае это USB).



Нажать **Test**. Если станция найдена, WeatherLink сообщит об этом. Если нет – то значит, проблема в соединении, которую следует устранить.

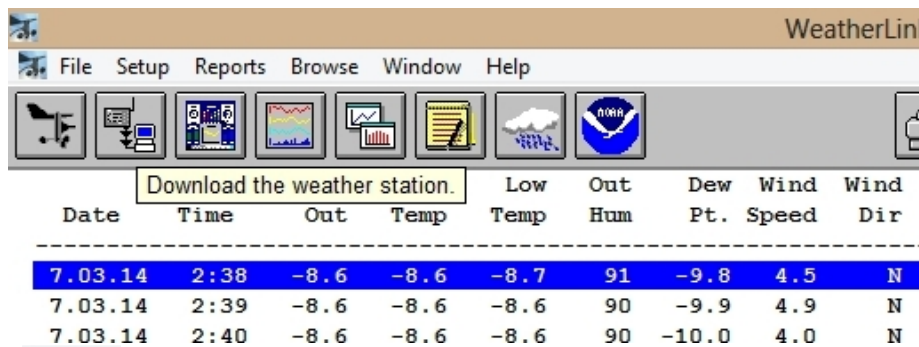
Затем необходимо установить параметры работы станции, последовательно



задав нужные значения св разделе **Setup** - все поля, начинающиеся с **Set** (см картинку слева) или сделать это последовательно, выбрав самый первый пункт **Walkthrough**. Тут все так же интуитивно понятно, единственный подвох может ожидать в **Set archive interval** – здесь если «на автомате» нажимать **Ok**, то есть опасность **стереть все данные в памяти**, когда станция это предложит при выборе интервала записи 1-5 минут.

Многие ряды метеорологических данных таким образом на глазах автора были уничтожены, что неоднократно осложняло работу экспедиций. Поэтому, будьте очень внимательны при задании параметров, особенно если в памяти

станции есть нужные Вам данные.

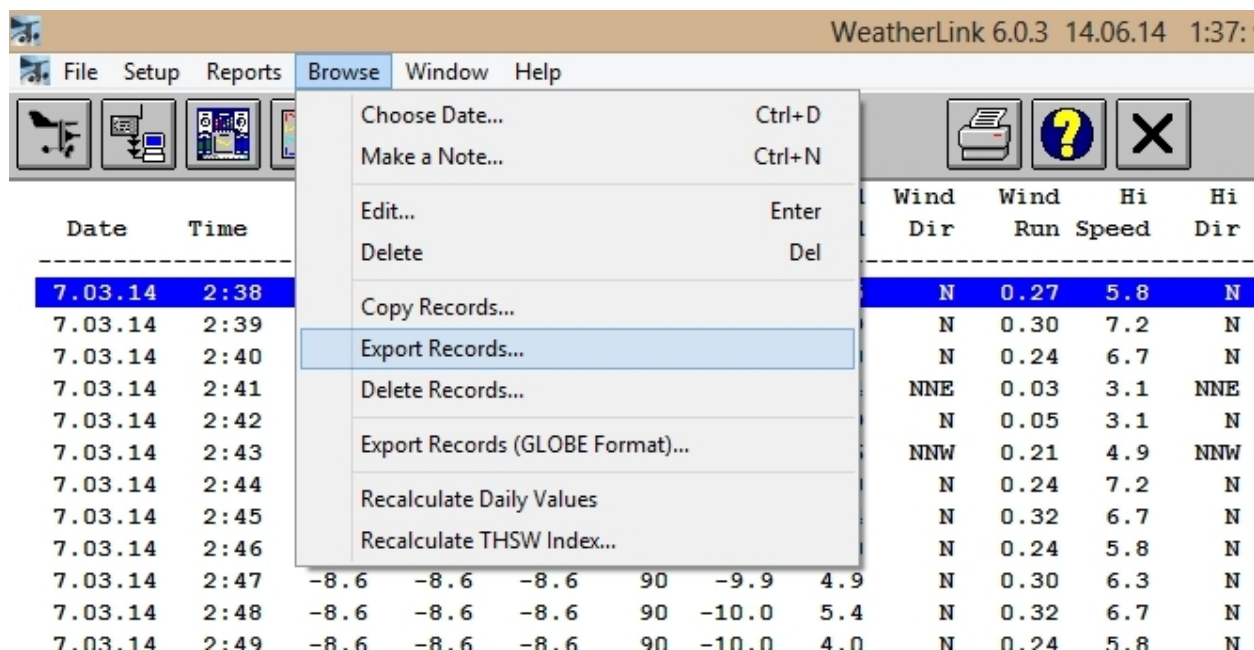


Скачать данные со станции можно, кликнув на **Download the Weather Station** (см картинку слева).



Экран WeatherLink заполнится рядами данных, если нажать на шестую пиктограмму в ряду. После этого, скачать данные для последующей

работы также весьма легко: **Browse – Export Records**



В результате можно сохранить данные в стандартном формате **.csv** и **.xls**, оба из которых легко открываются **Microsoft Excel** и другими программами для обработки данных.

В случае возникновения проблем, мануал по программе можно легко скачать с сайта производителя или нескольких дистрибьюторов этой АМС.

Компактные метеодатчики iButton

В данной главе использованы материалы исследования М.И.Варенцова 2011 года под руководством П.И.Константинова в рамках подготовки к полевым исследованиям микроклимата г.Москвы.



Однако, для проведения микроклиматических исследований на большой площади требуется немалое количество точек измерения, установить на каждую из которых АМС типа **Davis Vantage Pro 2** не всегда представляется возможным. Поэтому, в частности в такой быстроразвивающейся отрасли как городская метеорология (см подробнее 9ю главу) используются более компактные и более дешевые датчики, которые можно использовать массовым образом. Хорошим примером являются датчики



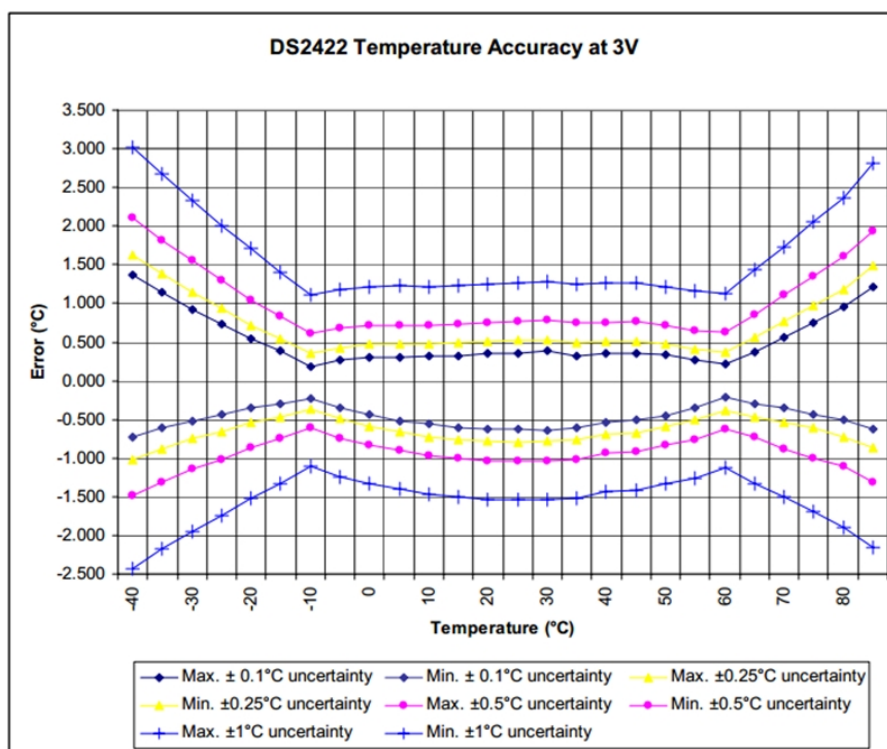
Датчики температуры iButton выпускаются компанией Maxim-ic, расположенной в Далласе, США. Они представляют собой небольшие металлические таблетки (см картинку слева), сделанные из нержавеющей стали и содержащие внутри себя датчик температуры, элемент питания и дата-

логгер.

Данные датчики имеют ряд уникальных конкурентных преимуществ, выделяющих их на фоне множества уникальных преимуществ:

- Компактность и полная автономность
- Низкая стоимость (от 15\$)
- Точность до 0.5 °С, что сравнимо с наиболее популярными моделями АМС
- Возможность работы в широком спектре отрицательных и положительных температур (зависит от конкретной модели)

Таким образом, датчики iButton могут быть использованы для решения широкого спектра измерительных задач, начиная от измерения температуры воздуха и заканчивая наблюдением за приливами и отливами. Но, несмотря на все эти преимущества, при измерении температуры воздуха с помощью датчиков iButton встает проблема, требующая неординарного технического решения. Компактность и автономность датчиков допускают возможность их установки в самых различных условиях. Однако, удобство установки прибора и его продвинутые технические характеристики далеко не всегда сами по себе гарантируют качество измерений и не освобождают от соблюдения элементарных правил, таких как затенение прибора и его изоляция от теплового влияния других объектов.



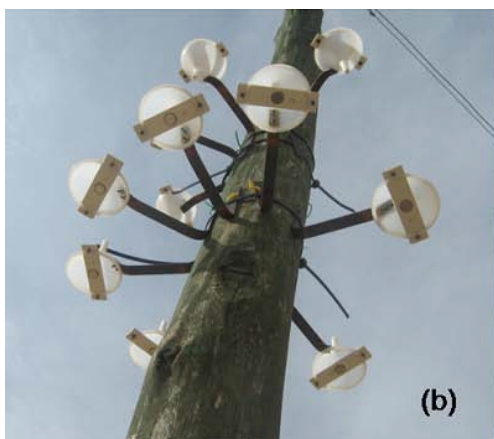
Зависимость точности датчиков iButton от температуры среды

Для того, чтобы датчики не нагревались, в Университете штата Айдахо была разработана технология простой защиты, которая, пусть и выглядит довольно просто, тем не менее, дает неплохие результаты.



Варианты самодельной радиационной защиты датчиков iButton. Источник: <http://webpages.uidaho.edu/jabatzooglou/climate/methods/methods.html>

Простой и оригинальный способ установки датчиков iButton, не требующий существенных трудовых и материальных затрат, и почти не ограничивающий широкие возможности использования датчиков, предложен



учеными из Нигерии (Ibrahim et al, 2009). В своей работе они предложили схема затенения датчиков с помощью обычных пластиковых воронок, используемых для переливания жидкостей в сосуды с узким горлышком (см картинку слева). Схема затенения очень проста: в воронке делается две прорези, и через них вставляется тонкая пластиковая планка, на которую, в свою очередь, крепится датчик.

Таким образом, датчик оказывается закрытым от прямой и рассеянной солнечной радиации воронкой, и при этом отделен слоем воздуха от самой воронки. Также авторы предлагают устанавливать еще одну воронку, закрывающую датчик снизу от отраженной солнечной радиации и излучения земной поверхности. Затем собранная конструкция подвешивается на кронштейне; авторы крепили кронштейн к телеграфному столбу, однако можно предположить, что с аналогичным успехом можно использовать другие способы крепления, при которых сохраняется значительный воздушный зазор между датчиком и объектом, к которому он крепится.



В случае успешного выполнения стандартных измерений, студенты, проходящие инновационную практику, могут в ряде случаев (при согласии начальника практики) под руководством преподавателя провести ряд микроклиматических измерений в вечернее время с помощью iButton

Как со всем этим работать?

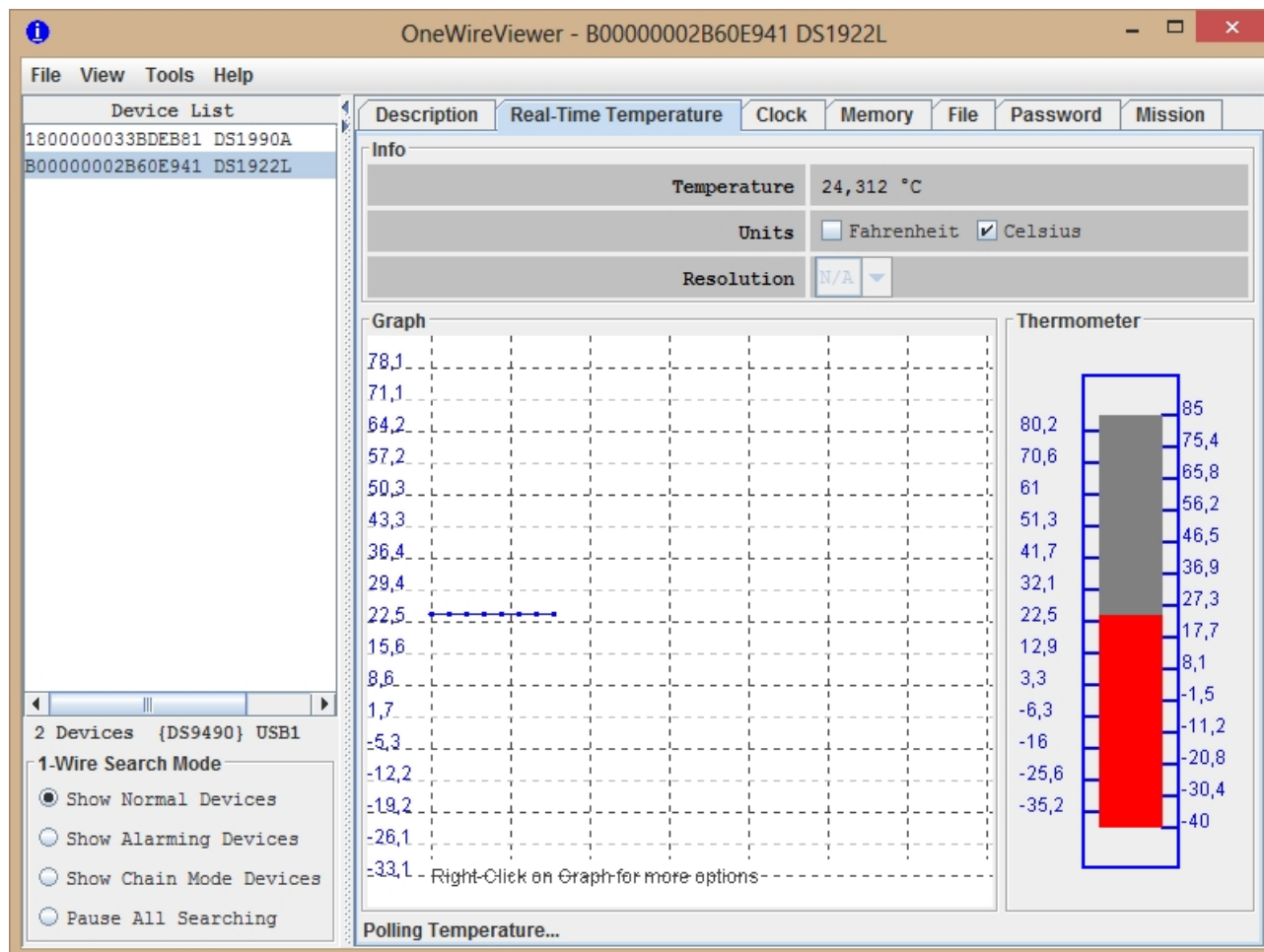
Maxim Integrated предоставляет в качестве программного обеспечения для датчиков **iButton** свободно распространяемое программное обеспечение,



которое легко можно скачать по адресу http://www.maximintegrated.com/en/products/ibutton/software/tmex/download_drivers.cfm Необходимо впрочем добавить, что для работы с ним необходимо иметь установленную на персональном компьютере Java Runtime Environment (JRE).

Пакет состоит непосредственно из программы для работы с iButton (сами датчики подключаются к док-станции, а док-станция уже подключается к USB) и утилиты для контроля USB-порта. Итого всего 2 программы.

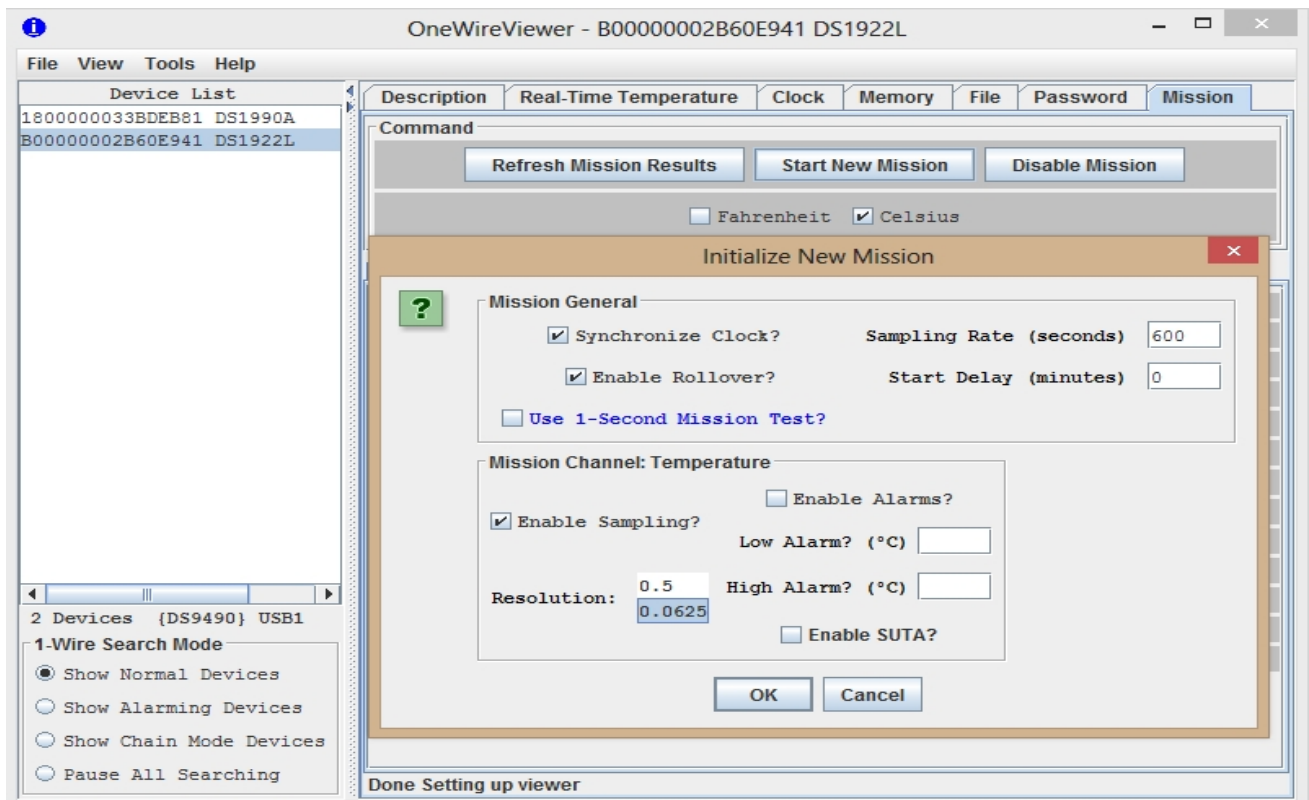
Сперва следует запустить утилиту, диагностирующую порт USB, с которым будет работать. Если все ок – она сообщит Вам об этом, и можно запускать уже основную программу **OneWireViewer**



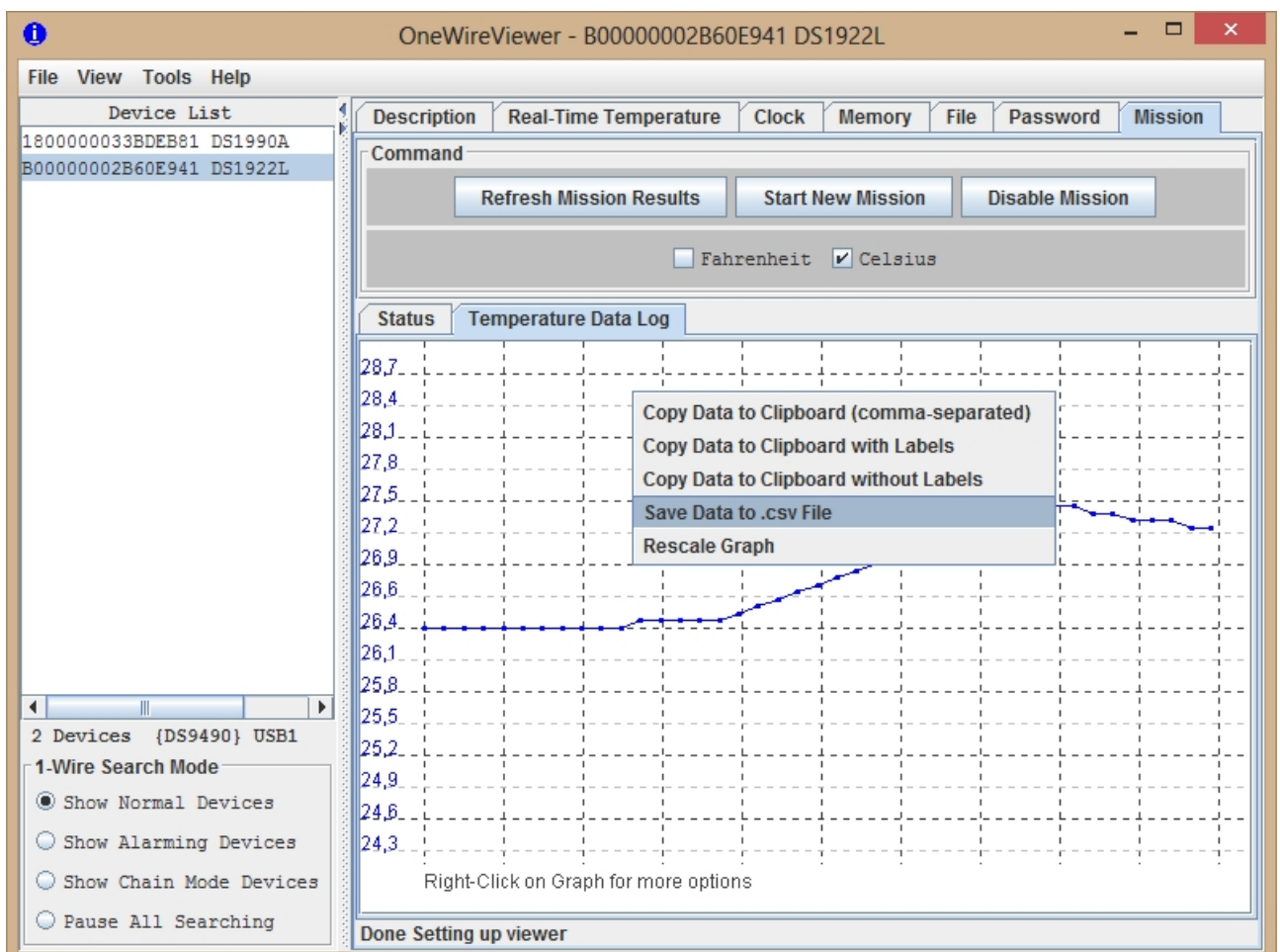
При выделении слева модели Вашего датчика (у нас это **DS1922L**) в левой панели (**Device List**) и **Real-Time Temperature** в правой, будет визуализирован реальный ход температуры (обновление каждую минуту). Это свидетельствует о том, что датчик функционирует нормально.

Чтобы настроить датчик для автономной работы, следует выбрать вкладку **Mission** в правой панели и **Start New Mission**.

Тут надо выбрать только **Resolution** (0,0625) и **Sampling Rate** в секундах (по умолчанию датчик будет писать каждый раз в 600 секунд). Буфер памяти датчика рассчитан на 1024 записи – имейте это в виду! Жмем **OK** – и датчик можно вынимать и начинать измерения.



Потом, вставив датчик после цикла измерений в док-станцию и выбрав **Temperature Data Log** на вкладке можно увидеть, что в итоге было измерено:



Затем, кликнув на **Save Data to .csv File** можно легко импортировать результаты измерений в привычный формат.

Обращаю внимание, что потом **Disable Mission** необходимо для отключения датчика.

А вот как выглядит сама док-станция для датчиков iButton:



ВАРИАНТЫ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ЗАДАНИЙ

Главной составляющей инновационной практики по метеорологии является выполнение каждым студентом персонального метеорологического задания, за отчет о котором впоследствии выставляется персональная оценка. Кроме того, вы должны сделать презентацию (20 мин) и рассказать о результатах перед учебной группой. Помимо приведенных ниже вариантов, также возможно выполнение другого личного задания, согласованного с преподавателем.



Выдача «домашних заданий» Тайлером Дерденом в фильме «Бойцовский клуб»



Предлагаемые на выбор личные задания являются возможностью для проходящего практику (то есть, одного из вас) проявить свое творческое начало, проведя самую настоящую (хоть и небольшую) исследовательскую работу. Выбирая задание, скорее всего, Вы будете **вообще первым**, кто проведет подобную работу на Сатинском полигоне, и тем самым внесет свой вклад в его изучение.

Если же научные задачи Вас не привлекают, то подумайте над тем, что выполнение личного задания даст вам новые умения, которые, скорее всего, **пригодятся впоследствии** независимо от того, каким географом Вы впоследствии станете.

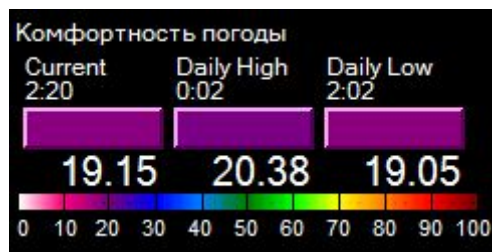
Все задания ранжированы по сложности по 5балльной шкале, необходимые для выполнения навыки и условия указаны в задании.

ЗАДАНИЕ №1

КРУГЛОСУТОЧНОЕ НАБЛЮДЕНИЕ ЗА МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЙ КОМФОРТНОСТЬЮ В САТИНСКОМ ЖИЛОМ ДОМИКЕ

Уровень сложности: ★★☆☆

Требуемые навыки: выдержка, организованность



Это упражнение очень хорошо подойдет тем, кто впоследствии собирается заниматься вопросами социальной географии.

В рамках данного задания Вам нужно, разместив автоматическую метеорологическую станцию внутри одного жилого домика (или в случае наличия оборудования в нескольких) на сутки, впоследствии с помощью программы Rainmap рассчитать суточный ход выбранного индекса комфортности в закрытом помещении. Также можно сравнить комфортность внутри домиков, находящихся на солнечной стороне и, соответственно, в тени большую часть исследуемого периода (сутки). В финальном докладе Вам необходимо показать амплитуду колебаний параметров комфортности и сделать выводы о причинах ее изменчивости.

ЗАДАНИЕ №2

ОПРОСЫ КОМФОРТНОСТИ ПОГОДЫ В СОСЕДНИХ ГРУППАХ

Уровень сложности: ★★★★★

Требуемые навыки: коммуникативность, аналитическое мышление



Это упражнение очень хорошо подойдет тем, кто впоследствии собирается заниматься вопросами социальной географии.

В рамках данного задания Вам нужно, работая в тесном контакте с Вашим коллегой, выполняющим Индивидуальное задание №1, определять в каждый из сроков, в который для опроса доступно наибольшее количество студентов на полигоне, значения комфортности и опрашивать коллег об их самочувствии. Рекомендуется составить (вместе с преподавателем) специальную шкалу и определить, какие из метеорологических параметров (ветер, температура, влажность) оказывают определяющее влияние на самочувствие студентов и преподавателей разного пола и возраста.

ЗАДАНИЕ №3

НАБЛЮДЕНИЕ ЗА КОНВЕКЦИЕЙ НАД ПОЛИГОНОМ

Уровень сложности: ★★★★★

Требуемые навыки: усидчивость, наличие фотоаппарата



Суперячейковое облако. Фото с <http://masterok.livejournal.com/>

В рамках данного задания (при сопутствующей хорошей погоде) Вам нужно регулярно фиксировать с одной точки определенный участок небосвода (лучше над Дедюевским холмом) . Периодичность выполнения – от 15 минут до 1 часа (определяется преподавателем). Впоследствии из этих фотоснимков составляется анимация, которая прикладывается к синоптическому отчету. В финальном докладе Вам необходимо объяснить наличие и прогресс форм облачности в зависимости от происходящих над полигоном синоптических процессов.

ЗАДАНИЕ №4

«ДЕЖУРНЫЙ СИНОПТИК»

Круглосуточное слежение за изменением синоптической ситуации по картам и по приборам на метеоплощадке

Уровень сложности: ★★★★★

Требуемые навыки: организованность, интерес к прогнозу погоды



Это задание, пожалуй, является, самым сложным (коэфф.сложности 4 из 5) и одновременно с этим самым интересным. На несколько дней его исполнитель становится практически «главным по погоде» в группе. Каждые 3 часа в учебное время дежурный синоптик получает свежие микрокольцевые карты о погоде, данные метеорологических радиолокаторов, следит за барической тенденцией, и (разумеется, в тесном контакте с преподавателем и дежурным преподавателем по синоптике) вывешивает на специально установленный стенд данные о текущей температуре воздуха, влажности, скорости ветра. При возможности также дежурный синоптик составляет сверхкраткосрочный прогноз – на ближайшие 3 часа и также вывешивает его на стенд (если не боится ☺)

ЗАДАНИЕ №5

ИЗУЧЕНИЕ СУТОЧНОГО ХОДА ТЕМПЕРАТУРЫ ПОВЕРХНОСТИ ПОЧВЫ В ВЫБРАННОЙ ТОЧКЕ

Уровень сложности: ★★★★★

Требуемые навыки: организованность, ответственность



Фото с сайта <http://windyacresnaturalfarm.blogspot.ru/>

В рамках данного задания (при сопутствующей хорошей погоде) Вам нужно регулярно фиксировать с одной точки температуру поверхности почвы в любопытном для наблюдения ландшафте (например антропогенно-измененный ландшафт площадки перед столовой). Периодичность выполнения – от 1 часа в учебное время до нескольких часов в ночное (определяется преподавателем). Температура фиксируется с помощью прилагаемого пирометра . В финальном докладе Вам необходимо объяснить разницу в суточном ходе между метеорологической площадкой и выбранной точкой + еще несколько тем (определяется в зависимости от погодной ситуации).

ЗАДАНИЕ №6

СЪЕМКА ТЕПЛОВОЙ КАРТЫ ПОЛИГОНА В СОЛНЕЧНЫЙ ПОЛДЕНЬ

Уровень сложности: ★★★★★

Требуемые навыки: склонность к картографии и полевой работе

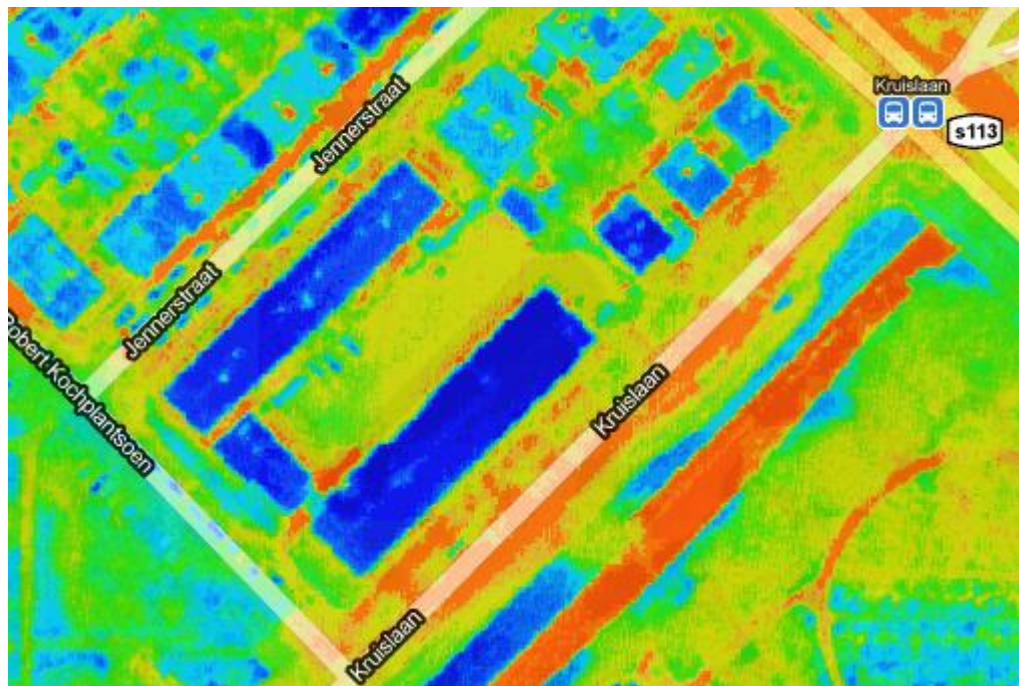


Фото с сайта <http://www.infokart.ru/>

В рамках данного задания (при сопутствующей хорошей погоде) Вам необходимо с помощью пирометра составить тепловую карту участка полигона (выбирается при консультации с преподавателем). Равномерно фиксируя температуру в каждом квадрате (территорию предполагается разбить на квадраты), впоследствии необходимо составить тепловую карту этого участка. В финальном докладе Вам необходимо объяснить причины термической неоднородности и представить карту + еще несколько тем (определяется в зависимости от погодной ситуации. К примеру это может быть карта данной территории в темное время суток – по согласованию с начальником практики).

ЗАДАНИЕ №7

ИЗУЧЕНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ НЕОДНОРОДНОСТИ В ВЫПАДЕНИИ ОСАДКОВ НА ПОЛИГОНЕ

Уровень сложности: ★★☆☆☆☆

Требуемые навыки: склонность к полевой работе



Фото с сайта <http://www.coloradoan.com/story/news/local/2014/05/25/volunteers-sought-precipitation-monitoring/9582535/>

В рамках данного задания (при сопутствующей дождливой погоде) Вам необходимо изготовить от 5 до 10ти самодельных осадкомеров из подручных материалов и с их помощью изучить распределение осадков над полигоном. Рекомендуется располагать осадкомеры в разных типах ландшафтов. Данная задача весьма интересна именно с научной точки зрения – неоднородность полей осадков вообще изучена недостаточно.

В финальном докладе Вам необходимо попробовать объяснить причины неоднородности полей осадков и представить карту.

ЗАДАНИЕ №8

РАЗВЕРНУТЫЙ ДОКЛАД О НАУЧНОЙ ПРОБЛЕМЕ (2 дня подготовки – 3 день доклад на 20 мин с презентацией)

Уровень сложности: ★★★★★

Требуемые навыки: желательно наличие мобильного интернета, умение обобщать факты и интерес к науке



Фото с сайта <http://harvardforestreu.blogspot.ru/2010/07/seminar-good-scientific-presentation.html>

В рамках данного задания Вам необходимо выбрать интересующую Вас научную проблему (в области метеорологии и климатологии, разумеется) и в течение 2х дней подготовить подробный доклад о проблеме с презентацией. К Вашим услугам помимо литературы и преподавателей метеорологической практики еще и мобильный интернет. В финальном докладе Вам необходимо интересно для Ваших одноклассников рассказать о проблеме и ответить на вопросы. Время выступления – 20 минут.

Краткий список научных проблем можно найти в следующем разделе пособия. Можно предлагать и свои темы (приветствуется).

ЗАДАНИЕ №9

ОЦЕНКА УСПЕШНОСТИ ПРОГНОЗА ПОГОДЫ ДЛЯ САТИНО ОНЛАЙН ПОГОДНЫХ СЕРВИСОВ (требуется доступ к интернету)

Уровень сложности: ★★★★★

Требуемые навыки: организованность, наличие мобильного интернета

| | Реальность | Гисметео | ГМЦ офиц | RP5.ru | hmn.ru | yandex.ru | intellicast.com |
|----------|------------|------------|----------|-----------|------------|-----------|-----------------|
| 19 марта | | перестрах. | успешно | перестрах | перестрах. | успешно | успешно |
| 20 марта | + | плохо | плохо | плохо | плохо | плохо | плохо |
| 21 марта | + | успешно | успешно | успешно | плохо | плохо | плохо |
| 22 марта | | успешно | успешно | перестрах | успешно | успешно | успешно |
| 23 марта | + | плохо | успешно | успешно | успешно | плохо | плохо |
| 24 марта | | успешно | успешно | успешно | успешно | успешно | успешно |
| 25 марта | | успешно | успешно | успешно | успешно | успешно | успешно |

Фото с сайта <http://jonny-redmann.livejournal.com/1436.html>

Это задание может быть сформулировано довольно просто: необходимо за время практики определить, какой из погодных сервисов **ЛУЧШЕ** прогнозирует погоду в Сатино. Для этого надо скрупулезно собирать данные прогноза на 1е и 2е сутки и потом сравнивать их с данными наблюдений на нашей метеорологической площадке. Поэтому здесь нужен доступ к мобильному интернету.

В финальном докладе Вам необходимо представить итоги своего исследования, определить лучший сервис для прогноза температуры и осадков, и высказать свои рекомендации.

ЗАДАНИЕ №10

БАРОМЕТРИЧЕСКОЕ НИВЕЛИРОВАНИЕ и СОСТАВЛЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРНОГО ПРОФИЛЯ ЧЕРЕЗ САТИНСКИЙ ПОЛИГОН

Уровень сложности: ★★★★★

Требуемые навыки: наличие GPS-приемника, склонность к работе в поле



Фото с сайта <http://andrey58tom.livejournal.com/101671.html>

В зависимости от наличия приборной базы Вам предстоит пройти весь полигон от Бутовского холма до оврага Язвицы, имея при себе автоматический регистрационный комплекс и GPS-приемник. По итогам маршрута составляется температурный профиль полигона через р.Протву (а также профиль относительной влажности и атмосферного давления).

В финальном докладе Вам необходимо попробовать объяснить причины неоднородности метеорологических параметров в рамках профиля, а так же указать влияние продолжительности маршрута.

НЕМНОГО О НАУКЕ

Ни для кого не секрет, что в последние 30 лет популярность метеорологии, и, в особенности, науки о климате и его изменчивости резко возросла. Это связано как с отчетливо наблюдающимся именно в настоящее время процессом изменения глобального климата, так и с прогрессом вычислительной техники. Благодаря последнему стало возможным моделирование как краткосрочных атмосферных процессов над всем земным шаром (прогноз погоды), так и состояния климата в прошлом и ближайшем будущем.

Эти достижения наряду с прогрессом спутниковых технологий резко приумножили возможности климатологов и открыли ряд направлений, расцвет которых и наблюдается в настоящий момент. Далее приводятся краткие сведения о некоторых из актуальных научных направлений, прочесть о которых Вы можете как просто для личностного развития, так и для выбора темы доклада для Индивидуального задания №8.

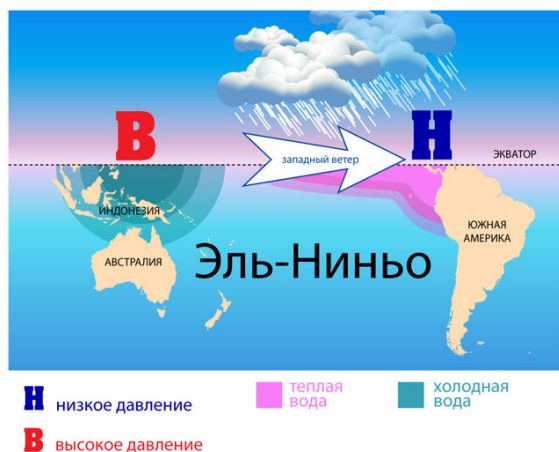
ГЛОБАЛЬНОЕ ПОТЕПЛЕНИЕ



Глобальное потепление или глобальное изменение климата – одна из самых важных проблем современности. Если в конце 1980х годов ее обсуждали только в научных кругах, то сегодня она стала гораздо ближе к простому обывателю. В течение последнего столетия климат нашей планеты меняется

чрезвычайно быстро: за последние 130 лет средняя температура на Земле выросла на $0,85\text{ }^{\circ}\text{C}$, т.е. почти на градус. *Фото Зак Hussein / РА.*

ЭЛЬ-НИНЬО



Эль-Ниньо – Южное колебание (ЭНЮК) является наиболее ярким примером короткопериодной изменчивости климата). Его социально-экономические последствия беспрецедентны – это и засухи, наводнения, сокращение рыбных уловов, потери урожая, увеличение числа тропических циклонов и прочее. Изучение механизмов этого природного

феномена является ключом к пониманию и прогнозированию экстремальных погодных явлений, а также расширяет возможности приспособления общества к климатическим флуктуациям

Картинка: <http://www.o-priode.com/news/2014-04-30-393>

АЛЛЕЯ ТОРНАДО

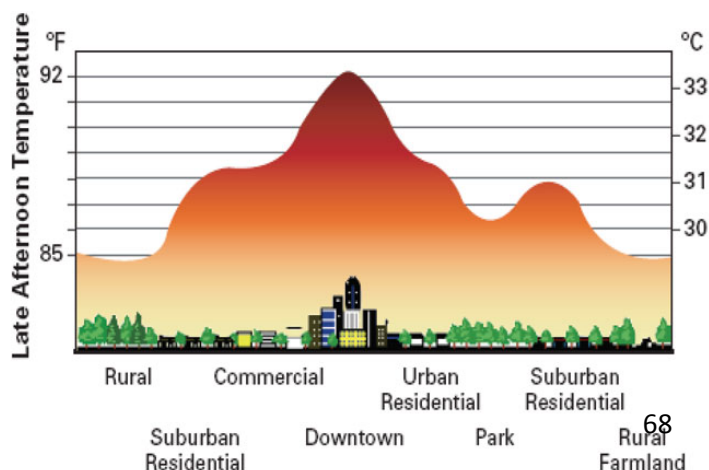


Торнадо (или смерчи) – вращающиеся воронки диаметром около 300-400 метров – чуть ли не самое опасное погодное явление в мире. В Северной Америке образуется три четверти всех торнадо на Земле, причем, почти все они образуются в своего рода коридоре, который протянулся через долины рек Миссисипи, Огайо и Миссури. Местные жители и метеорологи называют этот коридор «аллеей торнадо».

По этой аллее тропический воздух из Мексиканского залива попадает на север, а арктический воздух из Канады – на юг. Именно столкновение этих двух различных воздушных масс и приводит к образованию торнадо. Несомненным рекордсменом стал 1974 год, когда на «Аллее торнадо» за 16 часов образовалось сразу 148 торнадо, которые ударили по 11 штатам. Тогда погибло более 300 человек. Ну а самым разрушительным торнадо за всю историю стала дьявольская воронка, которая в 1925 году пронеслась через штаты Миссури, Иллинойс и Индиана. Тогда погибло 700 человек.

При использовании материала: <http://www.meteo-tv.ru/interest/fakty-o-pogode/>

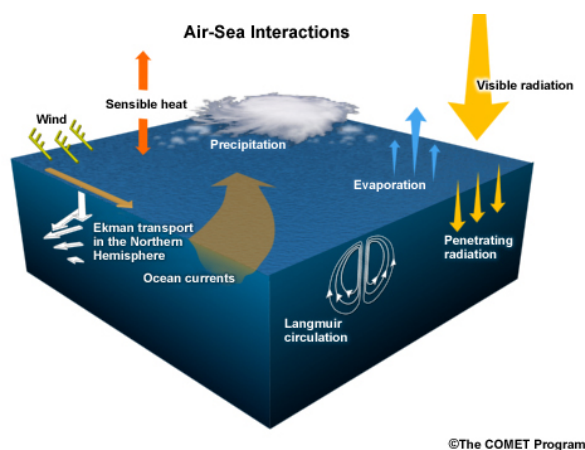
КЛИМАТ ГОРОДА



В последние годы городское население в мире непреклонно увеличивается, в 2011 году преодолев отметку в 50% от всего мирового населения. Таким образом, каждый второй человек на планете живет в городе, где хорошо развита инфраструктура,

транспорт, обширные территории заняты промышленностью. Эти факторы в совокупности приводят к сильным изменениям метеорологических полей и к кардинальным изменениям экологических характеристик. Например, разница в температуре воздуха между центром крупного плотно застроенного города и пригородов может достигать **10-15°C**, формируется так называемый городской остров тепла. Таким образом, городская среда обладает особым типом климата, что необходимо изучать как для качественного прогноза погоды внутри городской черты, так и для грамотного планирования развития урбанизированных территорий.

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ОКЕАНА И АТМОСФЕРЫ

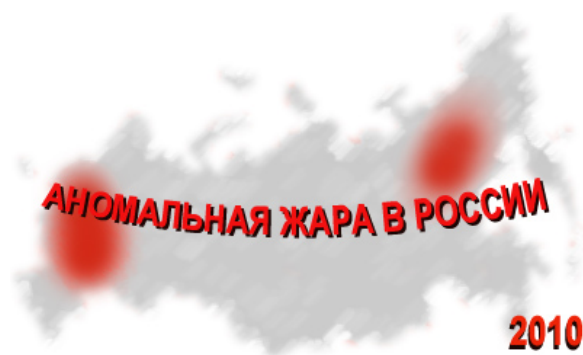


По сравнению с атмосферой, океан изучен к настоящему моменту гораздо слабее. И это сказывается на прогнозе погоды и климата - процессы обмена на границе океан-атмосфера играют важную роль в формировании климата Земли. Из-за влияния океана формируются аномалии атмосферной циркуляции, температура океана существенно влияет на развитие

циклонов в атмосфере и, в конечном счете, определяет повторяемость экстремальных погодных и климатических условий на континентах.

Фото <http://stream2.cma.gov.cn/>

БЛОКИРУЮЩИЕ АНТИЦИКЛОНЫ



Блокирующим называется высокий устойчивый антициклон, наблюдающийся в средних широтах длительное время и нарушающий (блокирующий) западный перенос в тропосфере. При этом траектории подвижных циклонов и антициклонов отклоняются от обычного западно-

восточного направления. Из-за этого могут в течение длительного времени определять погодные условия над обширными территориями, приводя, например, к жаркой и сухой погоде (так называемым “волнам жары” – хорошим примером является лето 2010 года на ЕТР), которая, в свою очередь,

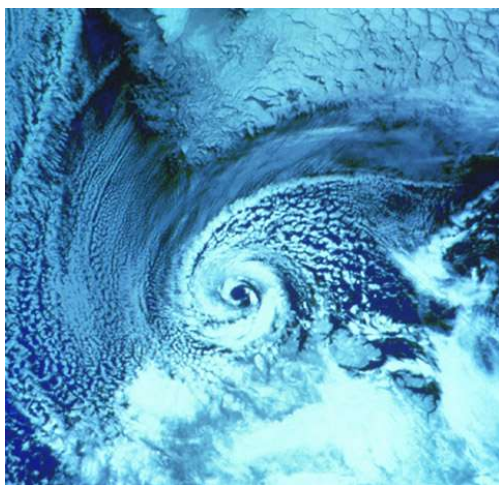
может приводить к значительным негативным последствиям как для экономической деятельности, так и здоровья населения.

ЗАЛЕЖИ МЕТАНА В АРКТИКЕ. НАСКОЛЬКО ЭТО ОПАСНО?



Метан является одним из газов, определяющих силу парникового эффекта, наряду с углекислым газом и водяным паром. В современной атмосфере чуть больше 5 млрд тонн метана. А в газовых гидратах под подводной мерзлотой его предполагается от 1500 до 2000 млрд тонн. Это значит, что при выбросе 1-2% от этого предполагаемого запаса в атмосферу может поступить во много раз больше метана по сравнению с современным его количеством. Опасность представляют и залежи метана, «спрятанные» в многолетней мерзлоте. Именно поэтому изучение эмиссии метана в Арктическом регионе является одной из важных задач современной климатологии. *Фото National Geographic*

ПОЛЯРНЫЕ МЕЗОЦИКЛОНЫ



По сравнению с тайфунами (или, как их называют на атлантических побережьях, тропическими ураганами), феномен аналогичных полярных вихрей известен не так давно. Безусловно, викинги в своих путешествиях в Гренландию и Исландию должны были сталкиваться с ними неоднократно – но документальные свидетельства этих встреч широко не известны – видимо, суровых мореплавателей простым ураганным ветром было не удивить. Бывало, что скорость ветра внутри вихря достигала 35 м/с (скорость неплохой электрички), то есть по своей разрушительной силе полярные мезоциклоны могут изредка уподобляться своим тропическим собратьям – тайфунам, об ущербе, ежегодно наносимом которыми хорошо известно.

Другой проблемой является усиление волнения на море – местами высота волн, поднятых мезоциклонами, достигала 10 метров, что для небольших судов может оказаться весьма опасным. Фото: <http://www.o-priode.com/news/2014-04-30-393>

ЛИТЕРАТУРА

1. Атлас облаков / Федер. служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет), Гл. геофиз. обсерватория им. А.И. Воейкова, С-П, 2011
2. Богаткин О.Г. Авиационные прогнозы погоды.- Изд. «БХВ-Петербург», СПб, 2010.-284с.
3. Справочник эколого-климатических характеристик г.Москвы (по наблюдениям метеорологической обсерватории МГУ) Том 1 под редакцией А.А.Исаева М., изд-во МГУ, 2003.
4. Ibrahim AA, Balogun AA, Iguisi EO, Nduka IC. 2009. Evaluation of a low-cost temperature measurement system for the investigation of the characteristics of the urban canopy heat island in Kano city, Nigeria. Preprints, 7th International Conference on Urban Climate (ICUC-7), 29 June - 3 July 2009, Yokohama, Japan. CD-ROM, B16-3
5. Matzarakis, A., Rutz, F., Mayer, H., 2007: Modelling Radiation fluxes in simple and complex environments – Application of the RayMan model. International Journal of Biometeorology 51, 323-334.
6. Matzarakis, A., Rutz, F., Mayer, H., 2010: Modelling Radiation fluxes in simple and complex environments – Basics of the RayMan model. International Journal of Biometeorology 54, 131-139.
7. www.meteo-tv.ru
8. www.fip.rshu.ru/