

**Расчёт перепада давления в тропических циклонах  
с использованием данных дистанционного  
спутникового зондирования**

**Ерёменко А.С.**

*Институт Автоматики и Процессов Управления ДВО РАН*

*690041, Владивосток ул. Радио 5*

*тел.: +7(4232)310468*

*e-mail: academy21@iacp.dvo.ru*

# Актуальность

ТЦ чаще всего проходят над поверхностью океана, где в большинстве случаев недоступны прямые метеорологические и аэрологические измерения.

В численных моделях прогноза не происходит зарождение ТЦ.

Различные модификации методики Дворака дают различные результаты.

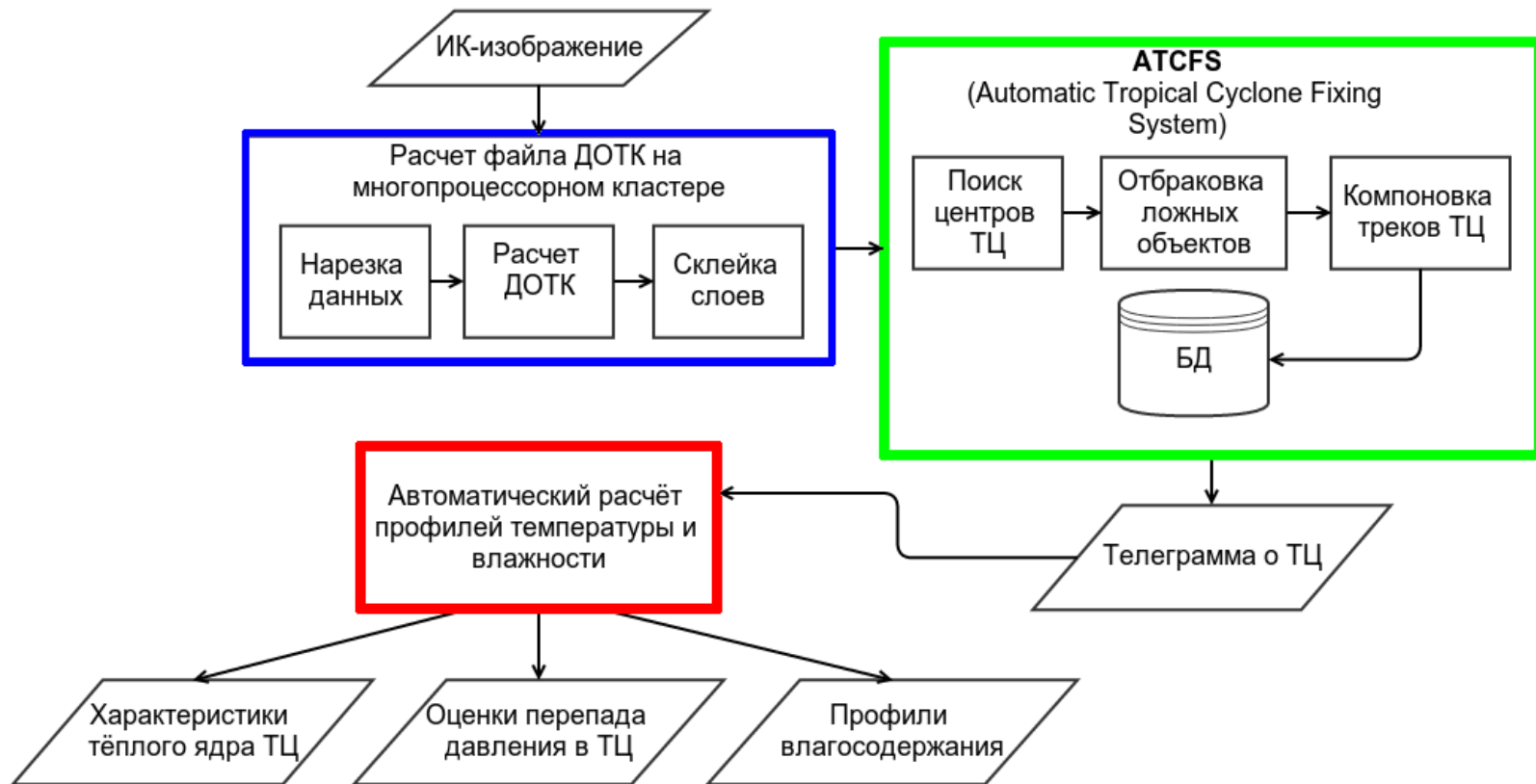
## ***Преимущества спутниковых методов мониторинга:***

- частота получаемой информации;
- практически мгновенное покрытие больших площадей;
- высокая детальность изображений;

# Используемые данные

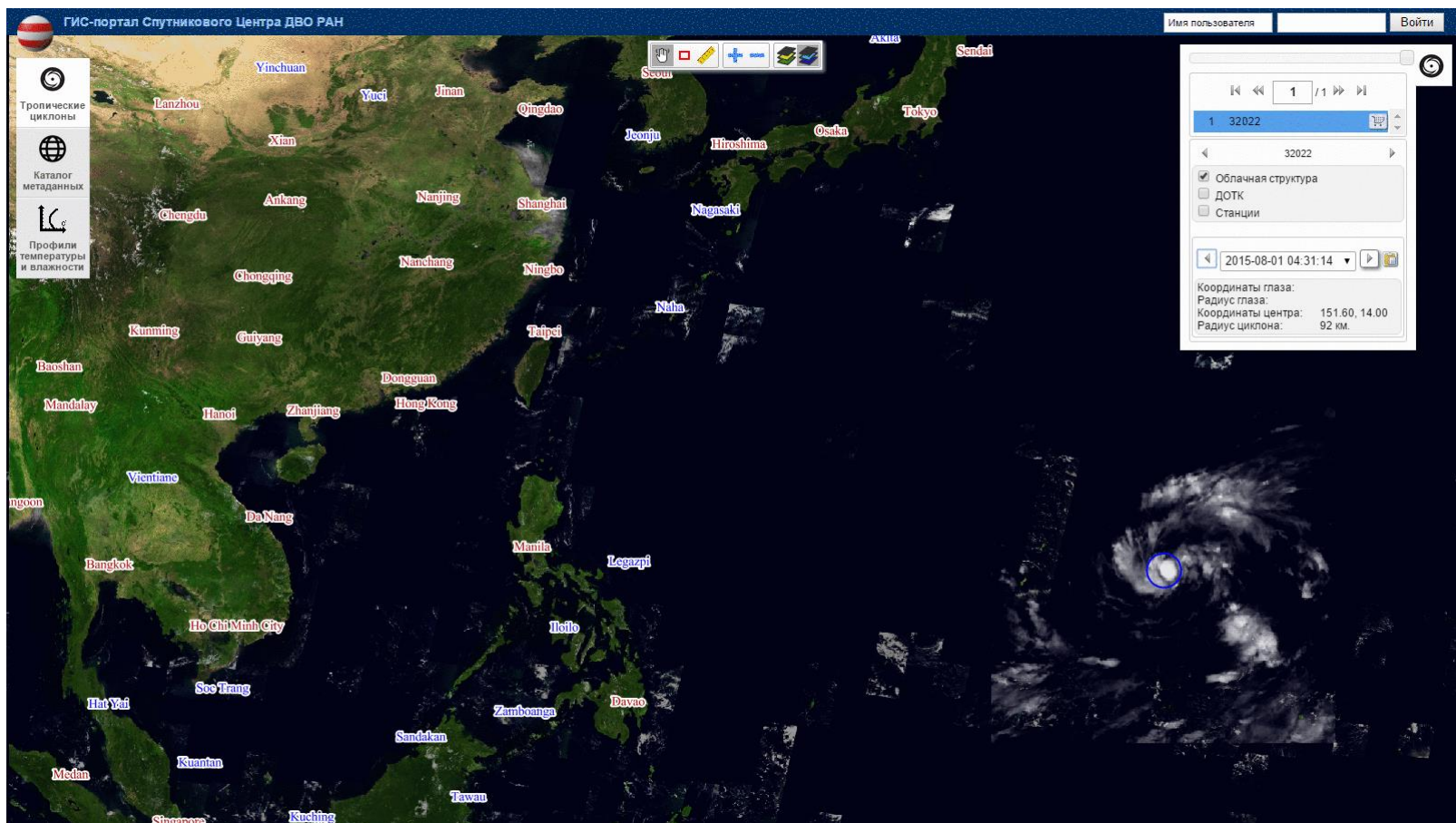
- Траектории 10-ти ТЦ за 2011-2012 годы;
- Вертикальные профили температуры и влажности атмосферы по данным радиометров AMSU (спутники NOAA-15, -18, -19);
- Данные метеозондов в СЗТО;
- Данные приземного давления с метеорологических станций в СЗТО.

# Общая схема работы системы мониторинга ТЦ



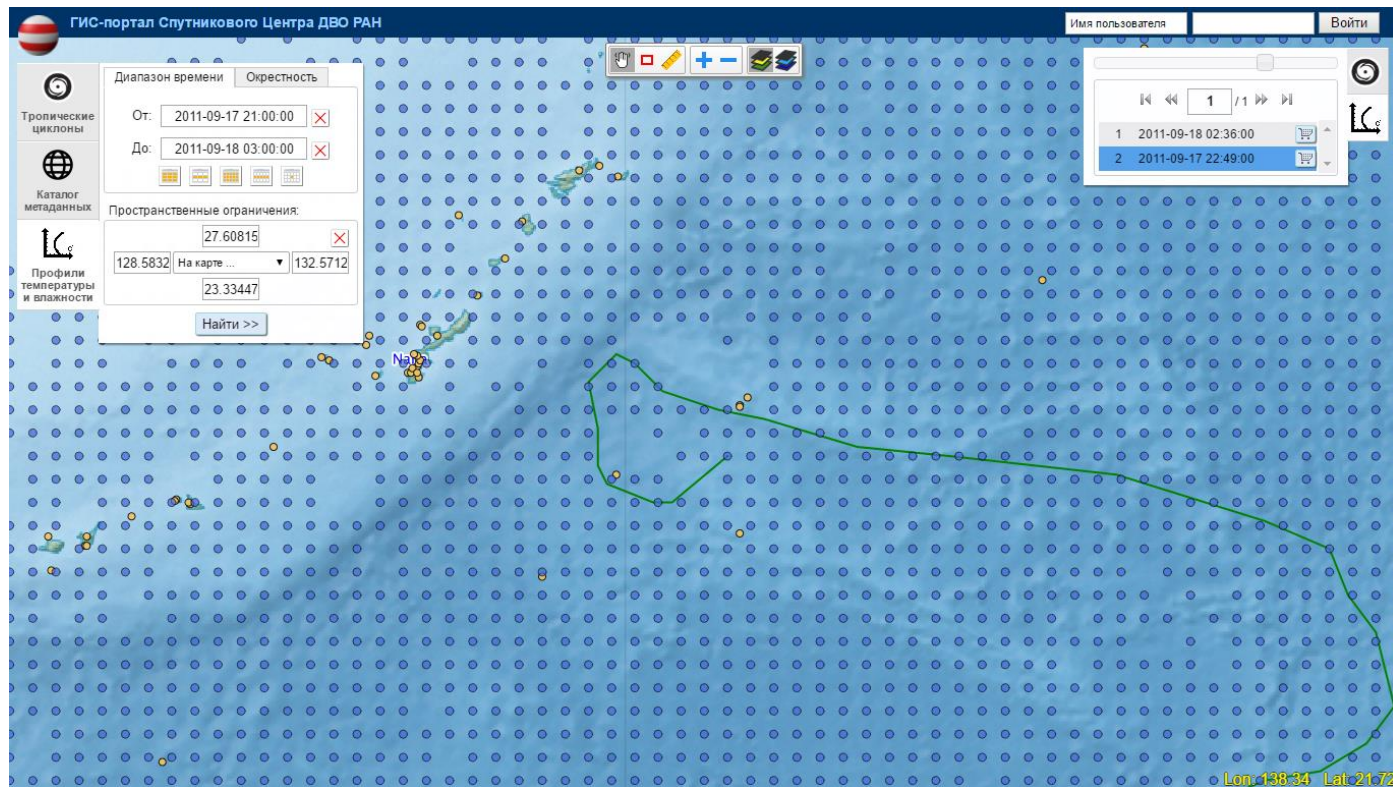
Общая схема работы автоматической системы обнаружения ТЦ с использованием многопроцессорного вычислительного кластера.

# Автоматическая система мониторинга ТЦ



Веб-интерфейс для работы с данными о траекториях на примере ТЦ «**SOUDELOR**» за период времени **2015-08-01 - 2015-08-08**. Поставка данных реализована в формате OGC GML (Geography Markup Language).

# Программные средства



Расчёт профилей производился с помощью пакетов программ Европейского космического агентства: AAPP, RTTOV и MetOffice-1Dvar.

# Оценка давления в ТЦ

Для оценки давления в ТЦ использовалась барометрическое уравнение:

$$P = P_0 * \exp( -M * g * \Delta z / (R * T_m) )$$

$P$  – давление на верхней границе слоя,

$P_0$  – давление на нижней границе слоя,

$M$  – молярная масса газа,

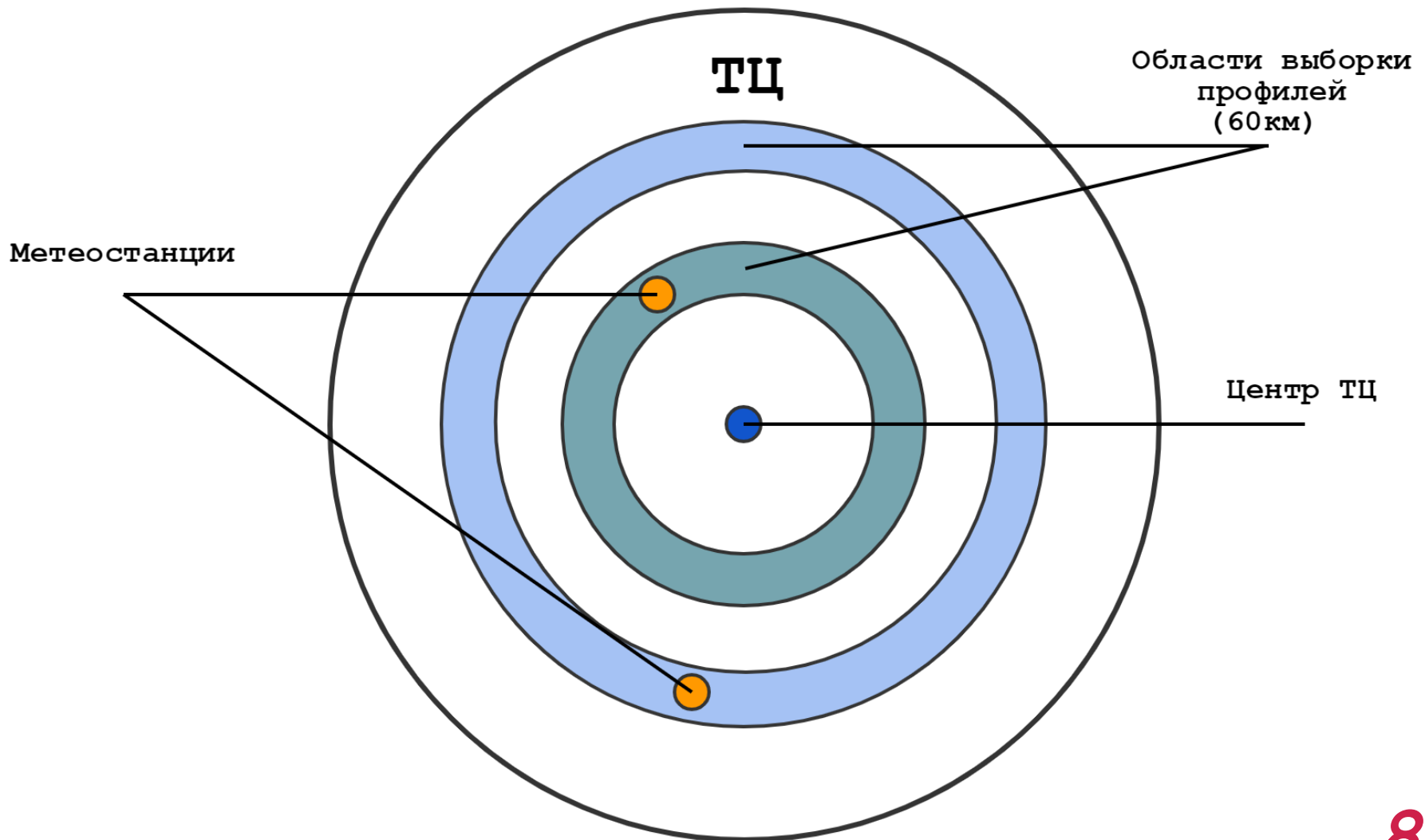
$g$  – ускорение силы тяжести,

$\Delta z$  – разность высот между изобарическими поверхностями,

$R$  – газовая постоянная,

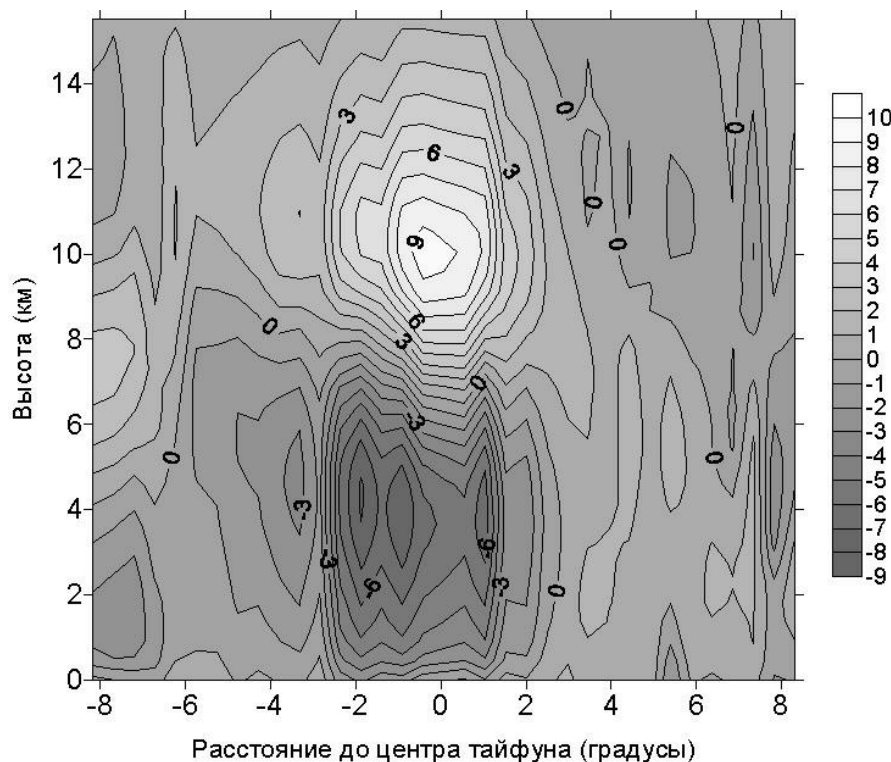
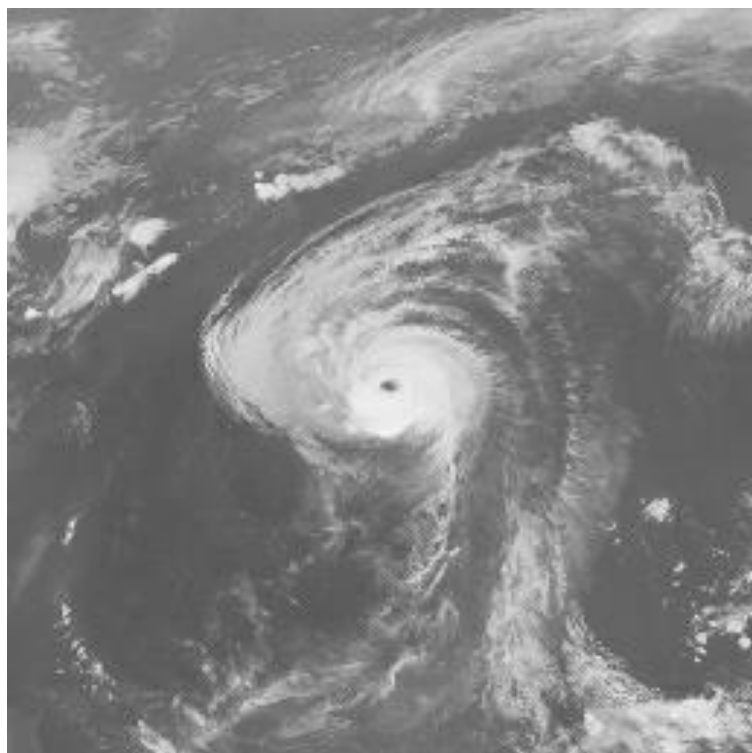
$T_m$  – средняя температура слоя.

# Выбор профилей для расчёта давления



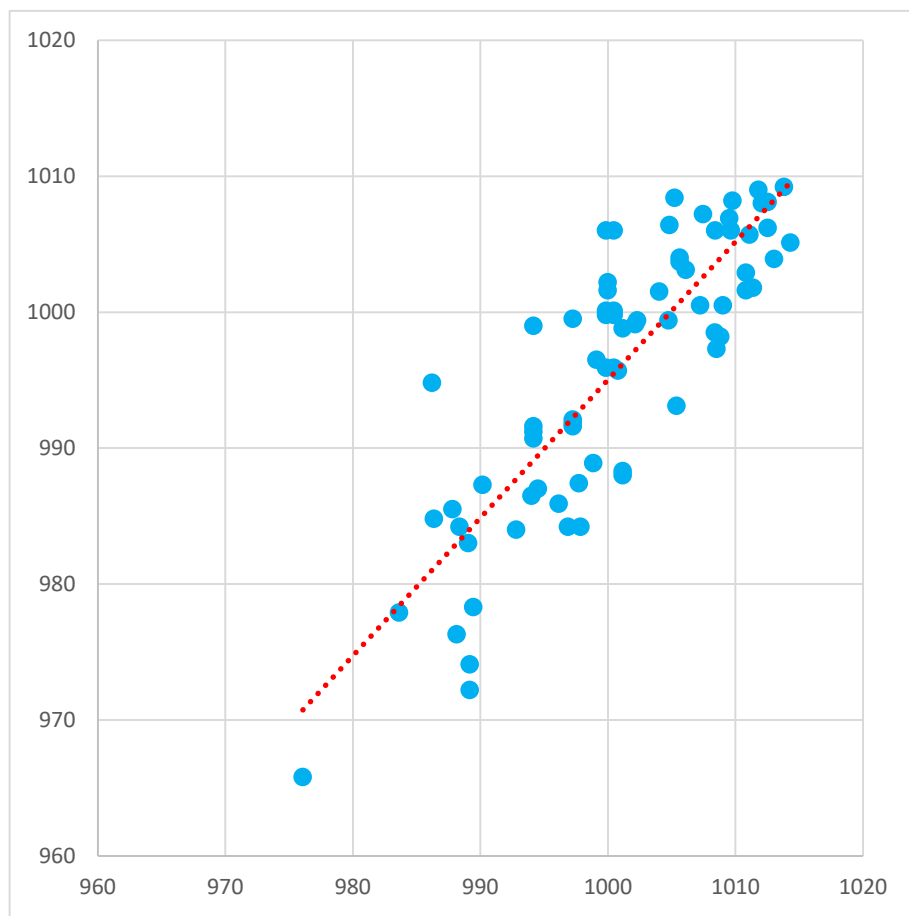


# Температурная аномалия



Изображение ТЦ «Usagi» за 1 августа 2007 года, время 20:19 (Гринвич) и поле его температурной аномалии – вертикальное сечение через центр.

# Сопоставление с данными метеостанций

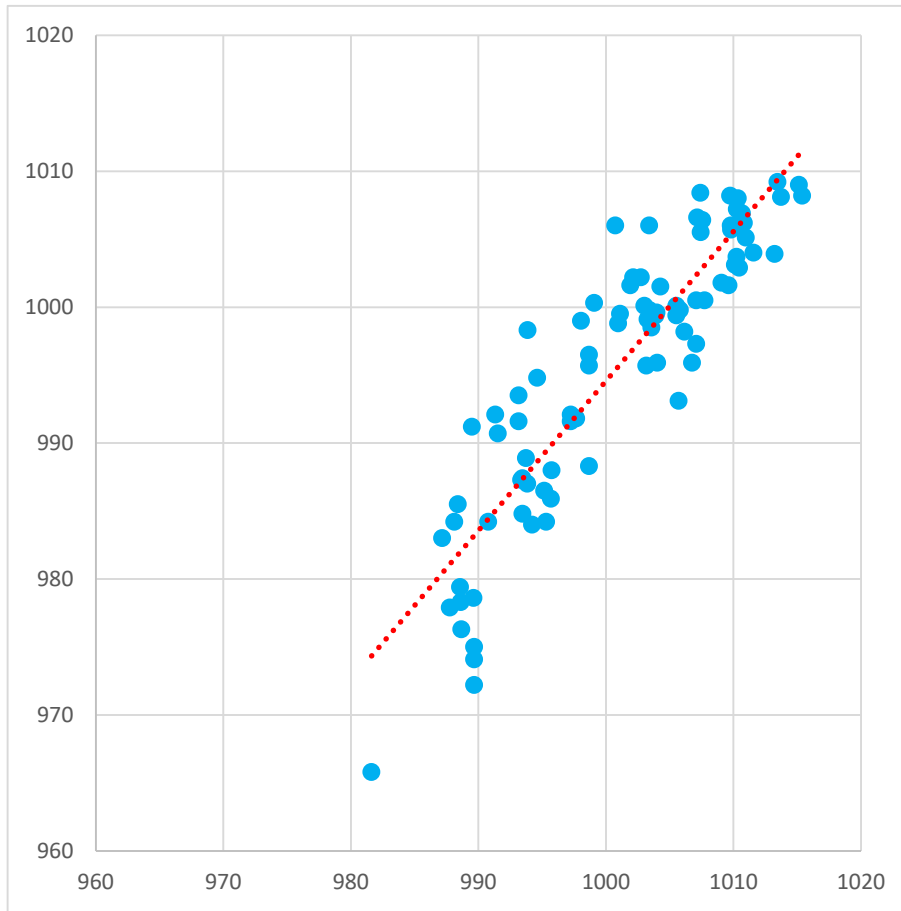


Получена близкая к линейной зависимость с наклоном  $1.014 \pm 0.073$ , свободным членом  $-19 \pm 73$  и значением  $R_2 = 0.73$

Средняя относительная ошибка с учётом знака равна  $-0.00045$ , среднеквадратичное отклонение равно  $0.0042$

Сравнение давления на уровне моря, посчитанного на основе профилей (ось X), с данными метеостанций (ось Y). Всего 74 сравнения.

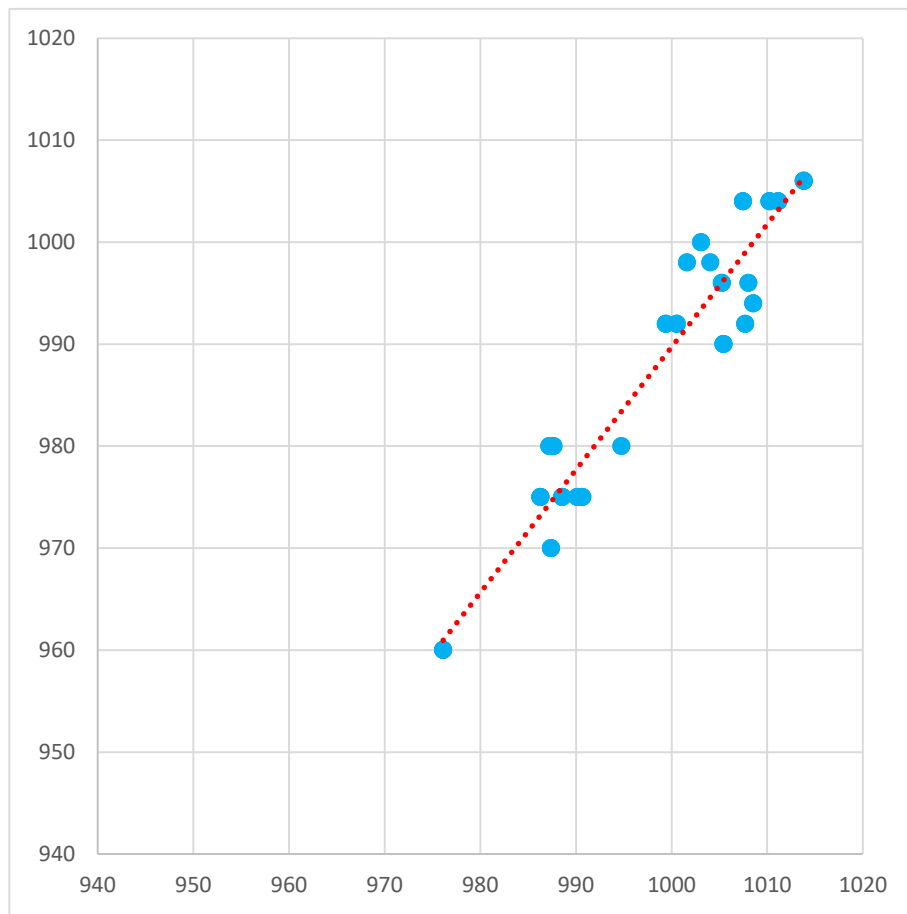
# Сопоставление в «торе» с данными метеостанций



Получена близкая к линейной зависимость с наклоном  $1.1 \pm 0.057$ , свободным членом  $-105 \pm 57$  и значением  $R_2 = 0.81$

Сравнение давления на уровне моря, посчитанного на основе профилей в «торе» (ось X), с данными метеостанций (ось Y). Всего 74 сравнения.

# Сравнение с данными JMA

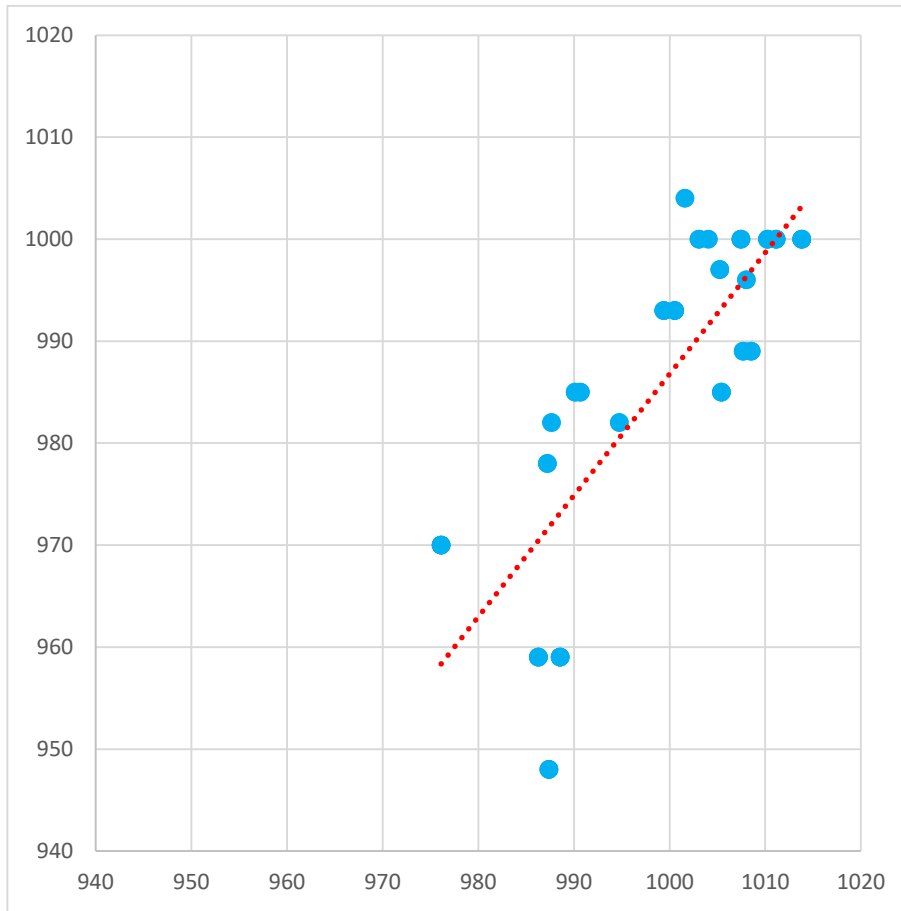


Сравнение давления в центре ТЦ на основе профилей (ось X) с данными best track JMA (ось Y). Всего 79 сравнений.

Получена близкая к линейной зависимость с наклоном  $1.2 \pm 0.04$ , свободным членом  $-124 \pm 40$  и значением  $R^2 = 0.92$

Средняя относительная ошибка с учётом знака равна 0.011, среднеквадратичное отклонение равно 0.005

# Сравнение с данными JTWC



Получена близкая к линейной зависимость с наклоном  $1.2 \pm 0.1$ , свободным членом  $-204 \pm 102$  и значением  $R^2 = 0.63$

Средняя относительная ошибка с учётом знака равна 0.014, среднеквадратичное отклонение равно 0.011

Сравнение давления в центре ТЦ на основе профилей (ось X) с данными best track JMA (ось Y). Всего 79 сравнений.

# Выводы

- Величины давления, в сравнении с in-situ данными, оцениваются с неплохой точностью;
- Можно отметить, что систематические и случайные ошибки JMA и JTWC довольно значительны и близки друг к другу. В то же время качество регрессии ( $R^2$ ) при сравнении с данными JMA существенно лучше, что указывает на большую случайную ошибку расчета давления в данных JTWC;
- Использование оценок перепада давления в области «тора» может быть хорошим вариантом для оценки давления в ТЦ на заданном расстоянии с хорошей точностью ( $1.1 \pm 0.057$  и  $R^2 = 0.81$ ).