

MTC True Tech

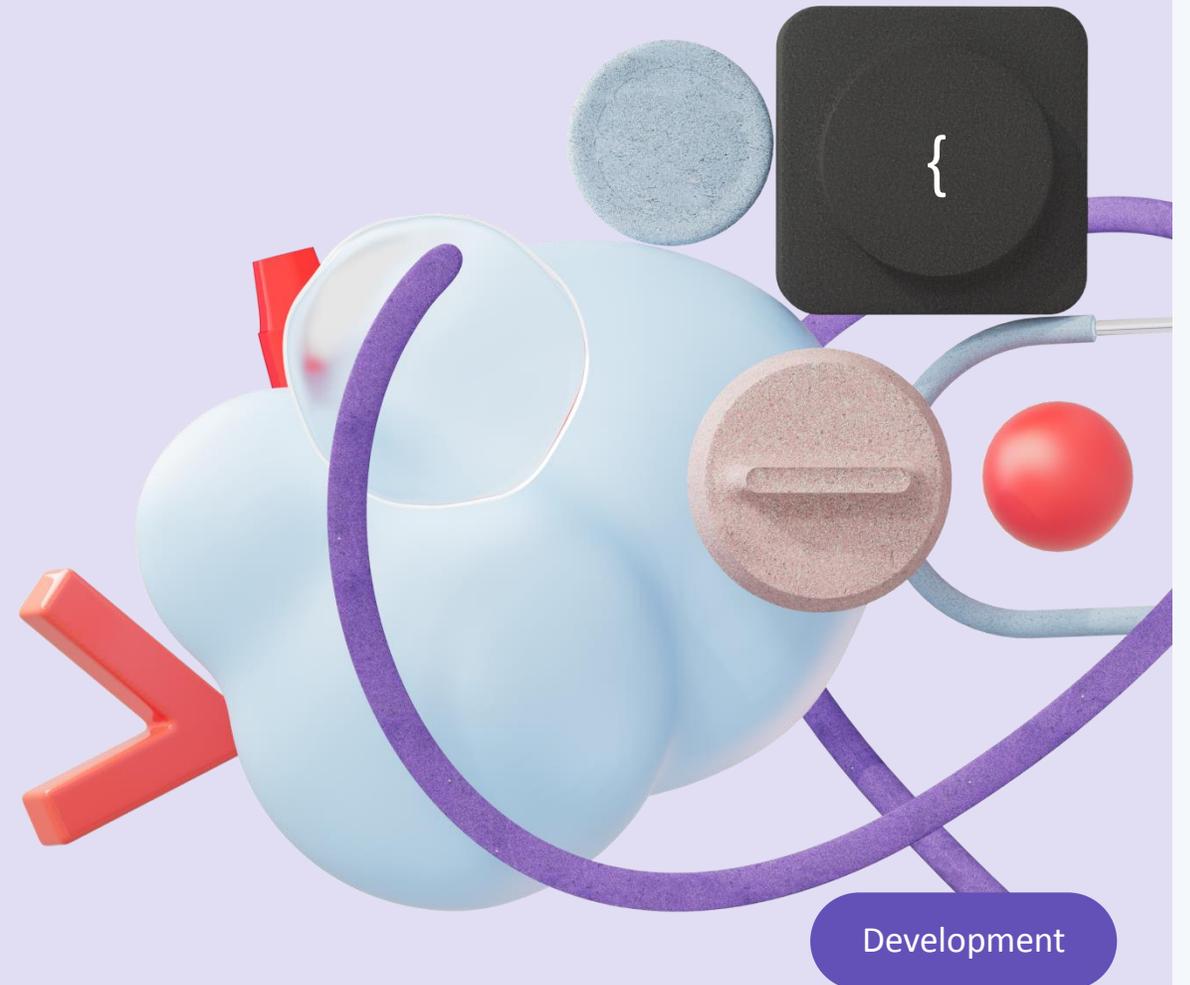
Day

+

ФИЛЬТРАЦИЯ ДАННЫХ В АСТРОНОМИИ И ГЕОФИЗИКЕ

Леонид Зотов

Профессор
МИЭМ
НИУ ВШЭ,
с.н.с ГАИШ

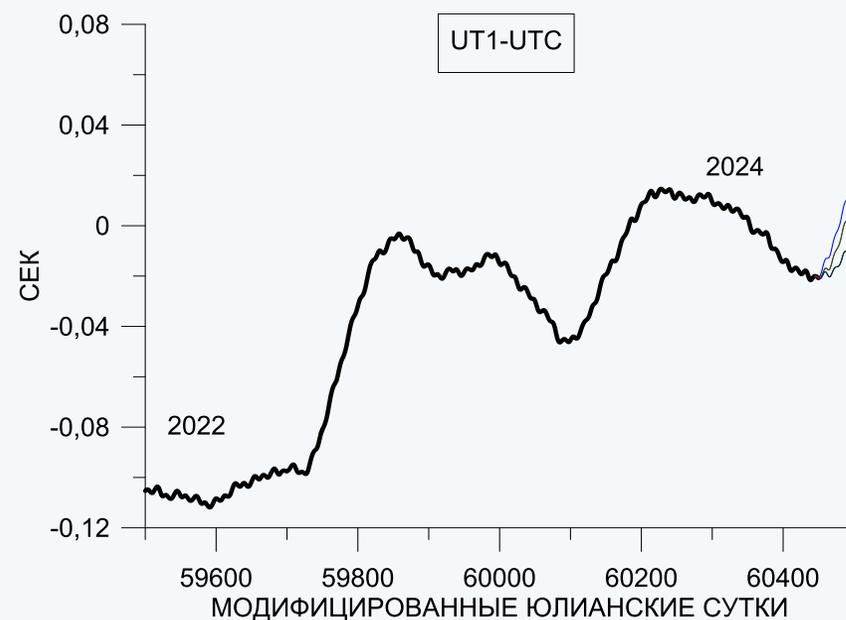


ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ СЕКУНДА - LEAP SECOND

ВВОДИТСЯ ЧТОБЫ РАССОГЛАСОВАНИЕ ШКАЛЫ
ВРЕМЕНИ ИЗМЕРЯЕМОГО ПО ВРАЩЕНИЮ ЗЕМЛИ UT И
ШКАЛЫ ВСЕМИРНОГО АТОМНОГО ВРЕМИНИ UTC
НЕ ПРЕВЫСИЛО 0.9 СЕК

ОБЫЧНО ПРИБАВЛЯЛАСЬ В КОНЦЕ ГОДА К UTC,
НО СЕГОДНЯ ВСТАЛ ВОПРОС О ЕЕ ВЫЧИТАНИИ

2006	Jan.	1	-	2009	Jan.	1	33s
2009	Jan.	1	-	2012	Jul.	1	34s
2012	Jul.	1	-	2015	Jul.	1	35s
2015	Jul.	1	-	2017	Jan.	1	36s
2017	Jan.	1	-				37s



В НАУКАХ О ЗЕМЛЕ СТОИТ НЕМАЛО ВОПРОСОВ СВЯЗАННЫХ С ВЫДЕЛЕНИЕМ ТЕНДЕНЦИЙ И ИХ ПРОГНОЗИРОВАНИЕМ



ПРОГНОЗИРОВАНИЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ



ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ



ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПОВЕДЕНИЯ МАГНИТНОГО ПОЛЯ ЗЕМЛИ



ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ДВИЖЕНИЙ ПОЛЮСА

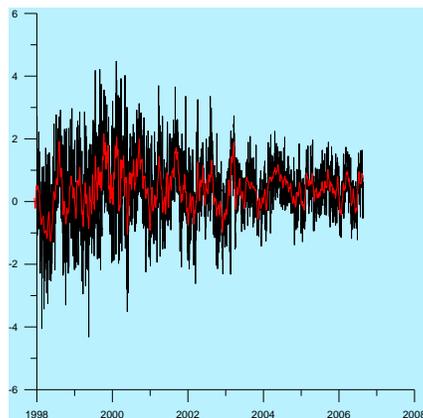
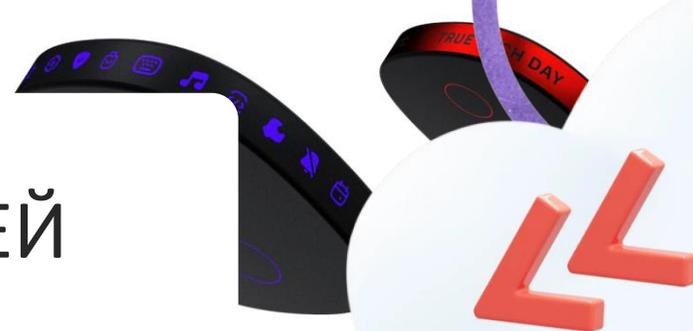


ПРОГНОЗИРОВАНИЕ СОЛНЕЧНОЙ АКТИВНОСТИ И КОСМИЧЕСКОЙ ПОГОДЫ

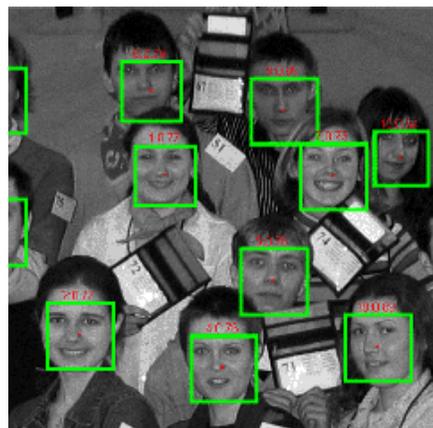


Полярные сияния над Бейнбриджем
10 мая, фото Wright Dobbs с APOD

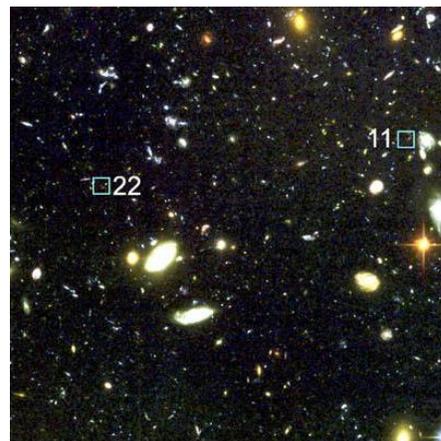
ЗАДАЧИ ВЗАИМОСВЯЗАННЫЕ С ФИЛЬТРАЦИЕЙ



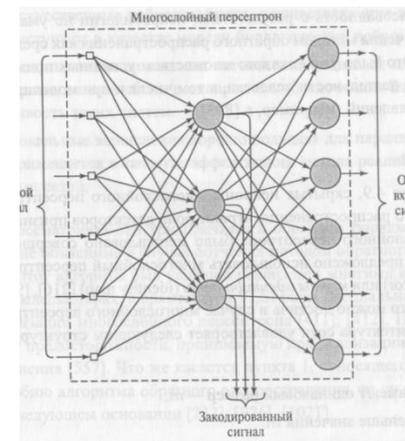
СГЛАЖИВАНИЕ



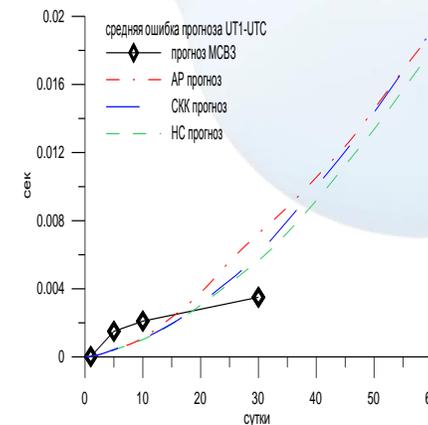
РАСПОЗНОВАНИЕ



КЛАССИФИКАЦИЯ



ИДЕНТИФИКАЦИЯ

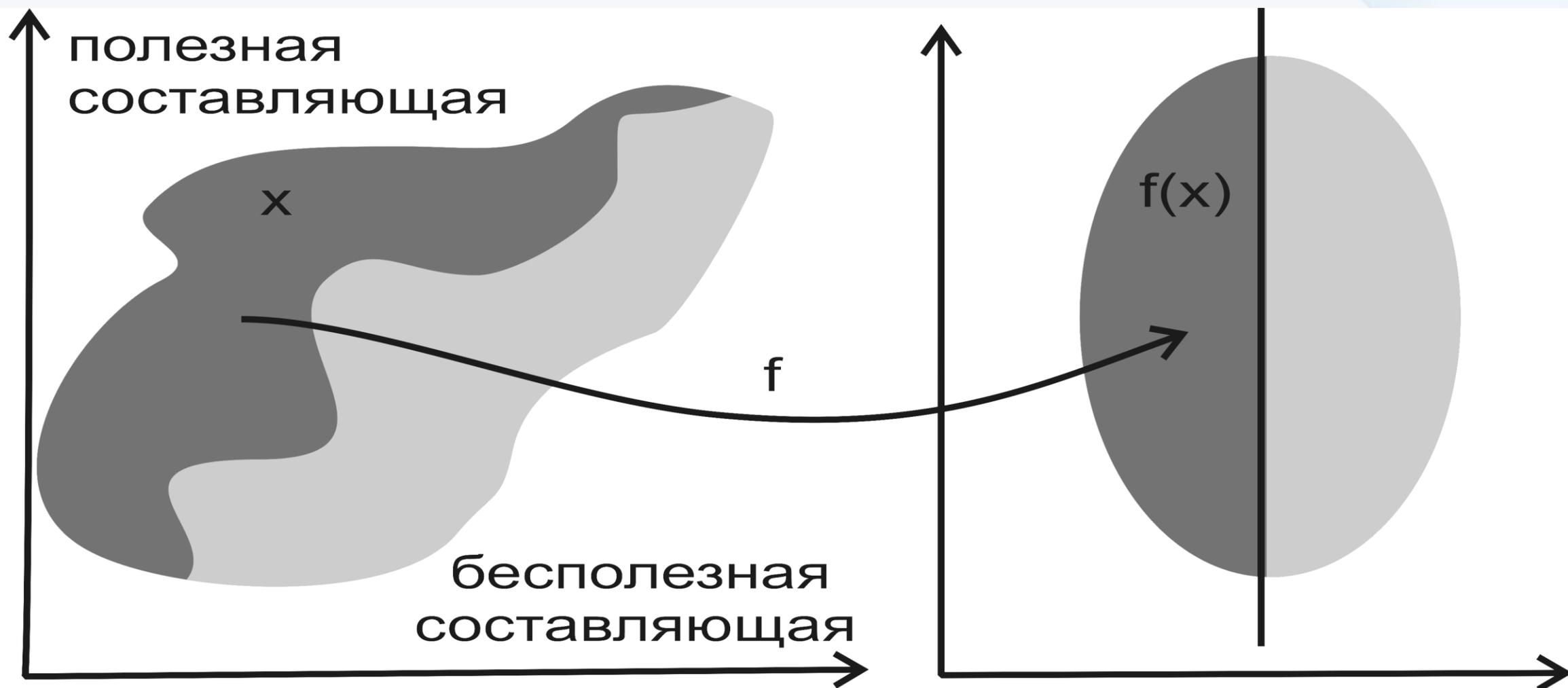


ПРОГНОЗ

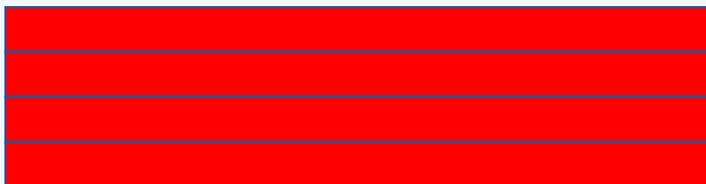
ЛЮБОЕ ОЦЕНИВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ
ТРЕБУЕТ УСТРАНЕНИЯ (УСРЕДНЕНИЯ) ШУМОВ



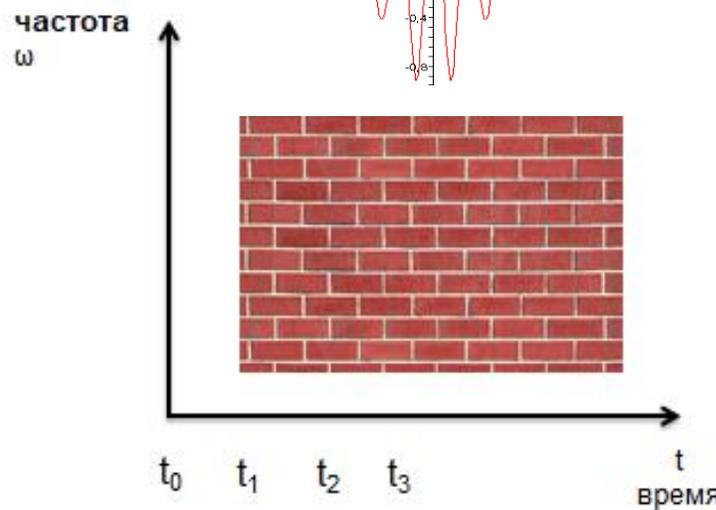
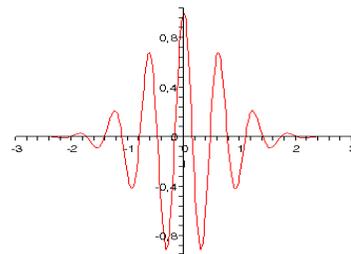
ФИЛЬТРАЦИЯ – ВЫДЕЛЕНИЕ НУЖНОГО
И УСТРАНЕНИЕ (ОБНУЛЕНИЕ) НЕНУЖНОГО



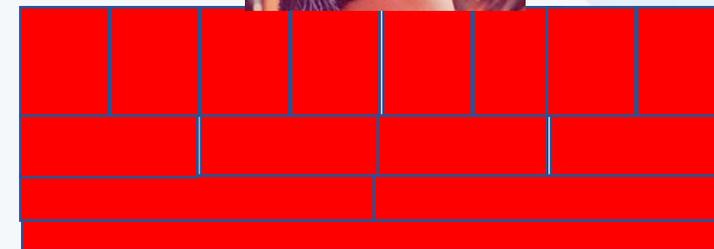
ОТДЕЛИТЬ ЧТО-ТО МОЖНО НА ОСНОВЕ ПРИЗНАКОВ - КООРДИНАТ РАЗЛОЖЕНИЯ ОБЪЕКТА ПО БАЗИСУ



Базис Фурье –
синусы и косинусы

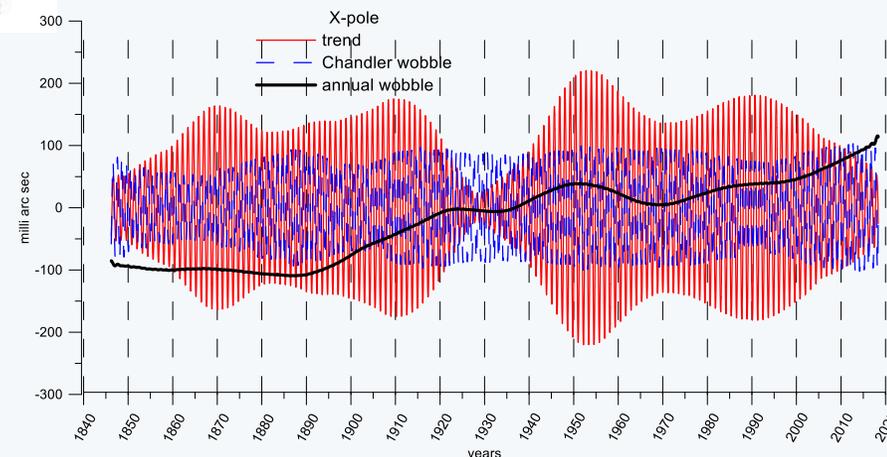


Базис функций Габора

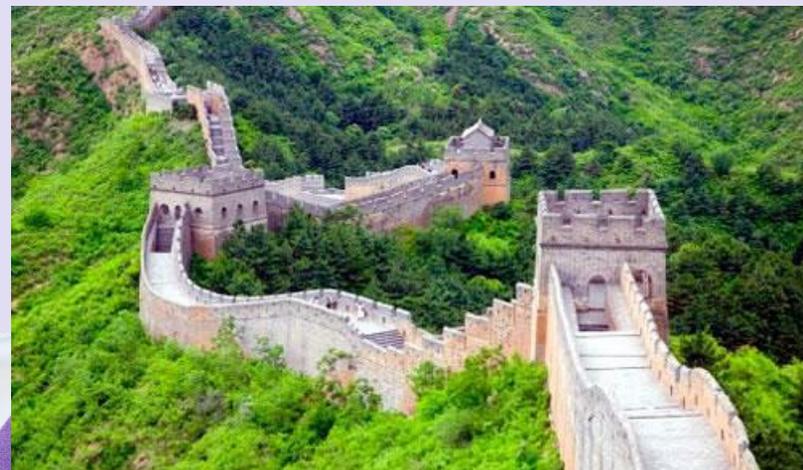


Базис вейвлет-функций

Базис эмпирический
ортогональных функций
ЭОФ



Не все удастся собрать из обычных кирпичей!



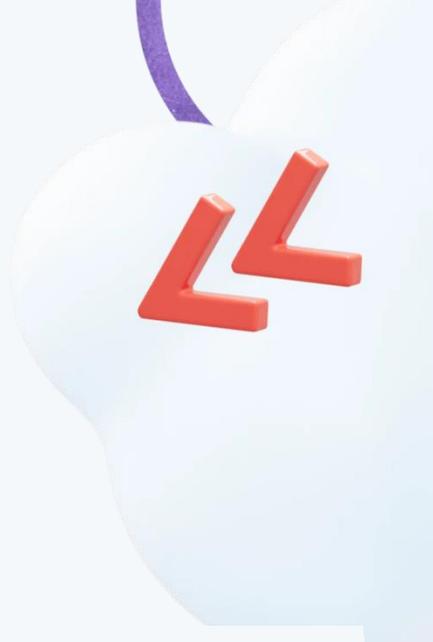
MTC True Tech

Day

+

Development

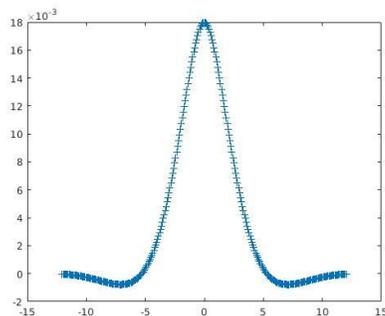
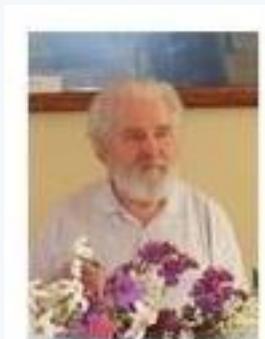
ГЛОБАЛЬНОЕ ПОТЕПЛЕНИЕ И МНОГОЛЕТНЕЕ АТЛАНТИЧЕСКОЕ КОЛЕБАНИЕ (АМО)



1

СГЛАЖИВАНИЕ
ОСУЩЕСТВЛЯЕМ
ОПЕРАЦИЕЙ СВЕРТКИ

$$\int_{-\infty}^{\infty} f(\tau)h(t - \tau)d\tau$$



2

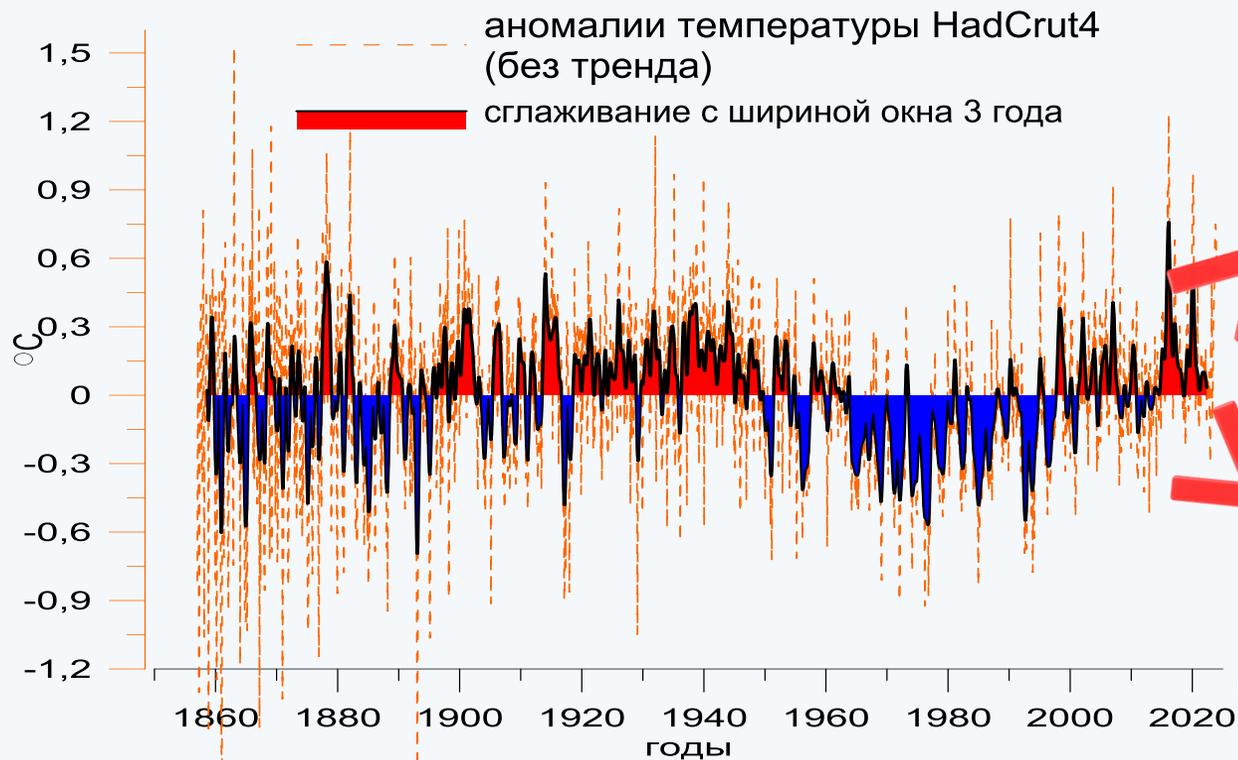
ИСПОЛЬЗУЕМ ВЕСОВОЕ
ОКНО ПАНТЕЛЕЕВА

$$h(t) = \frac{\omega_0}{2\sqrt{2}} e^{-\left(\frac{\omega_0|t|}{\sqrt{2}} - i2\pi fct\right)} \left(\cos \frac{\omega_0 t}{\sqrt{2}} + \sin \frac{\omega_0 |t|}{\sqrt{2}} \right)$$

3

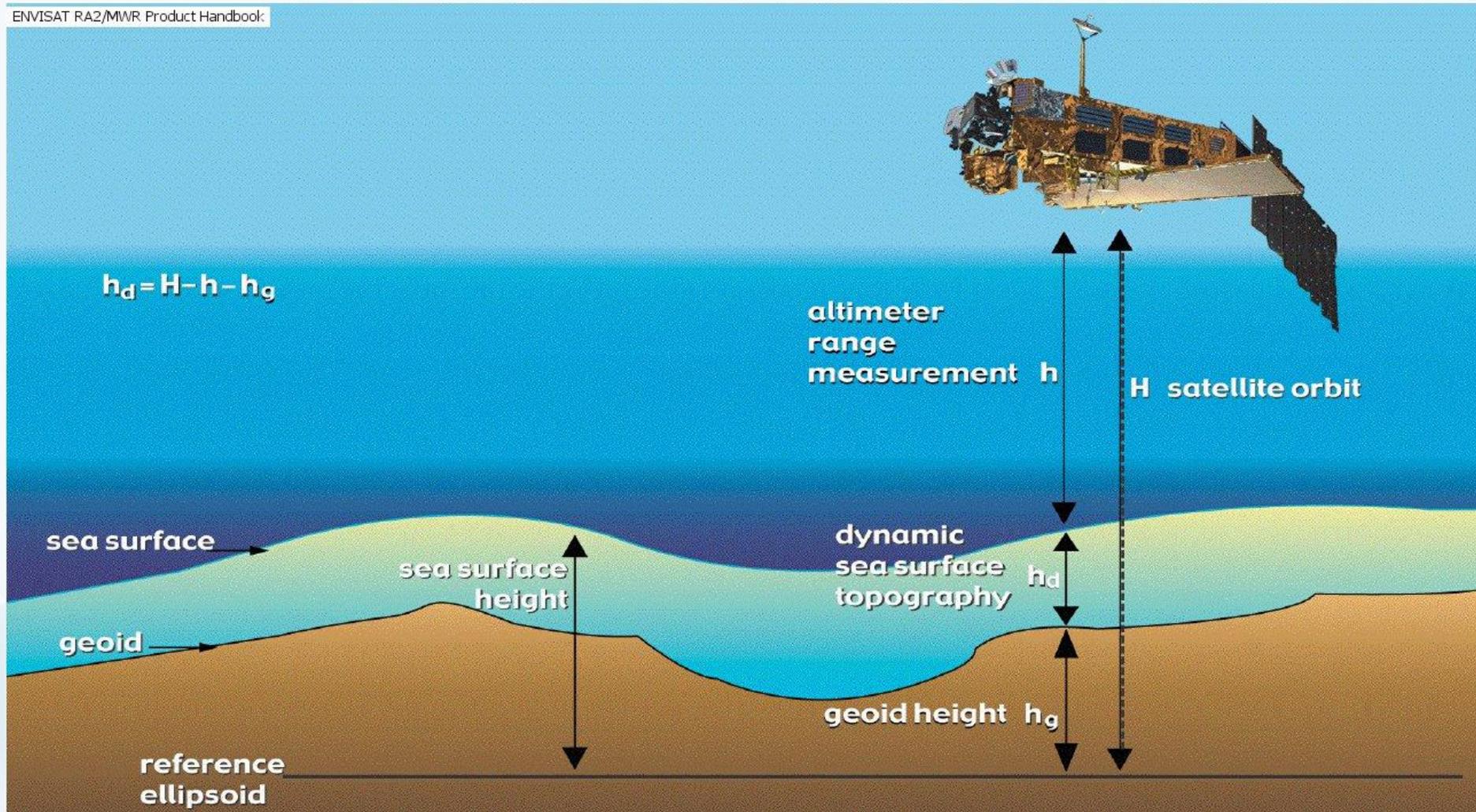
ТРЕНД МОДЕЛИРУЕМ
ПАРАБОЛОЙ И ВЫЧИТАЕМ

Глобальная температура



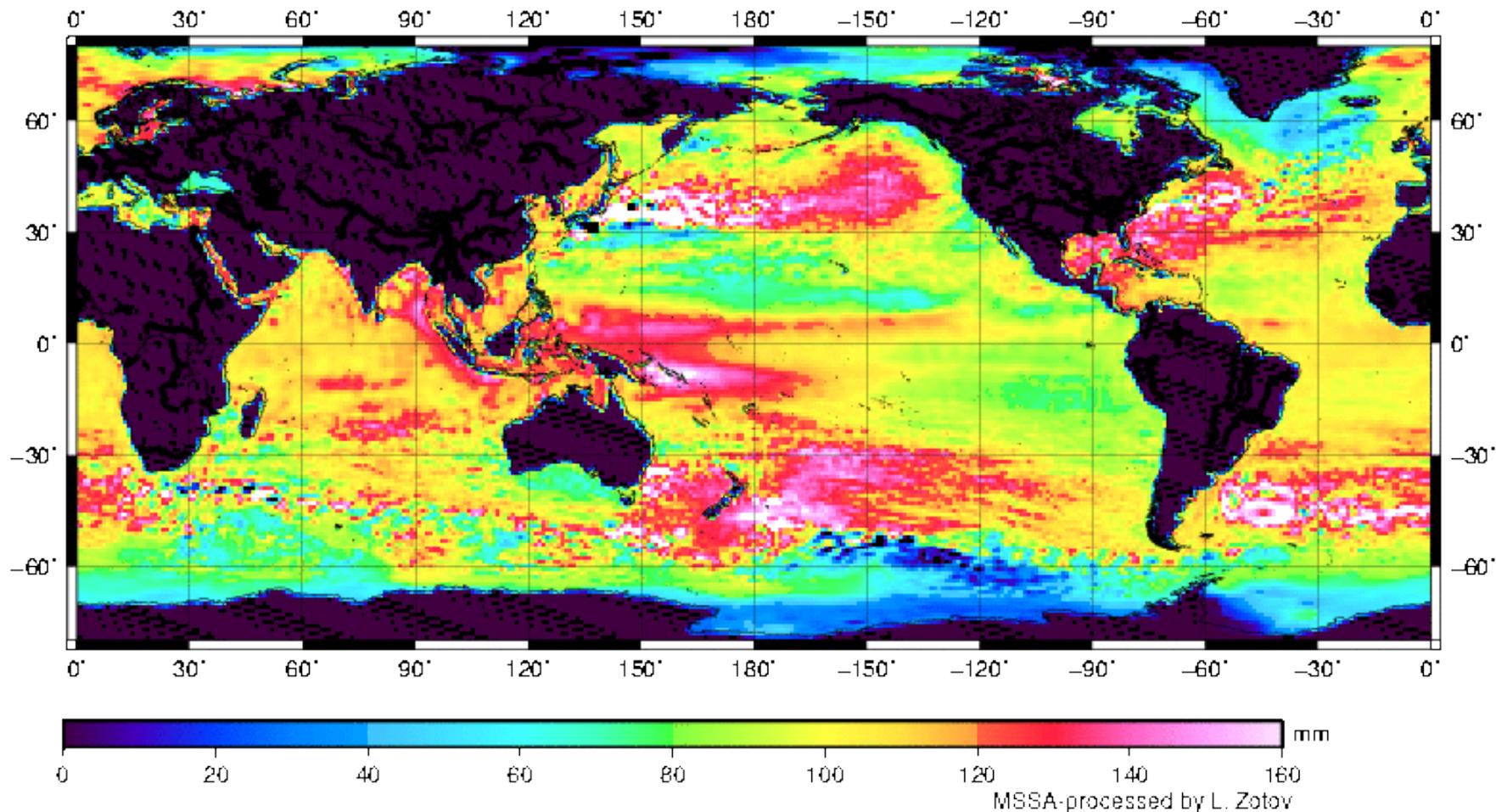
ИЗМЕРЕНИЯ ДИНАМИЧЕСКОЙ ТОПОГРАФИИ ОКЕАНА - АЛЬТИМЕТРИЯ

ENVISAT RA2/MWR Product Handbook



ДАННЫЕ СВОДНОЙ АЛЬТИМЕТРИИ ОКЕАНОВ

SL trend 1993-2024



Показывают что под влиянием глобального потепления уровень моря поднимается в среднем на 3-4 мм в год

MTC True Tech

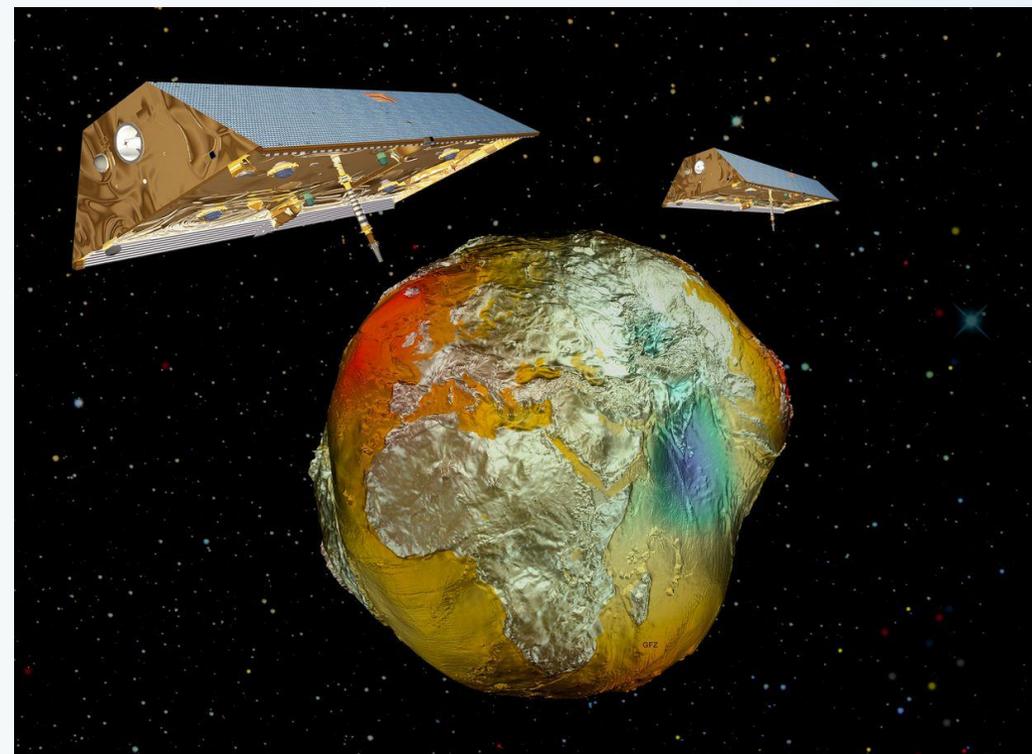
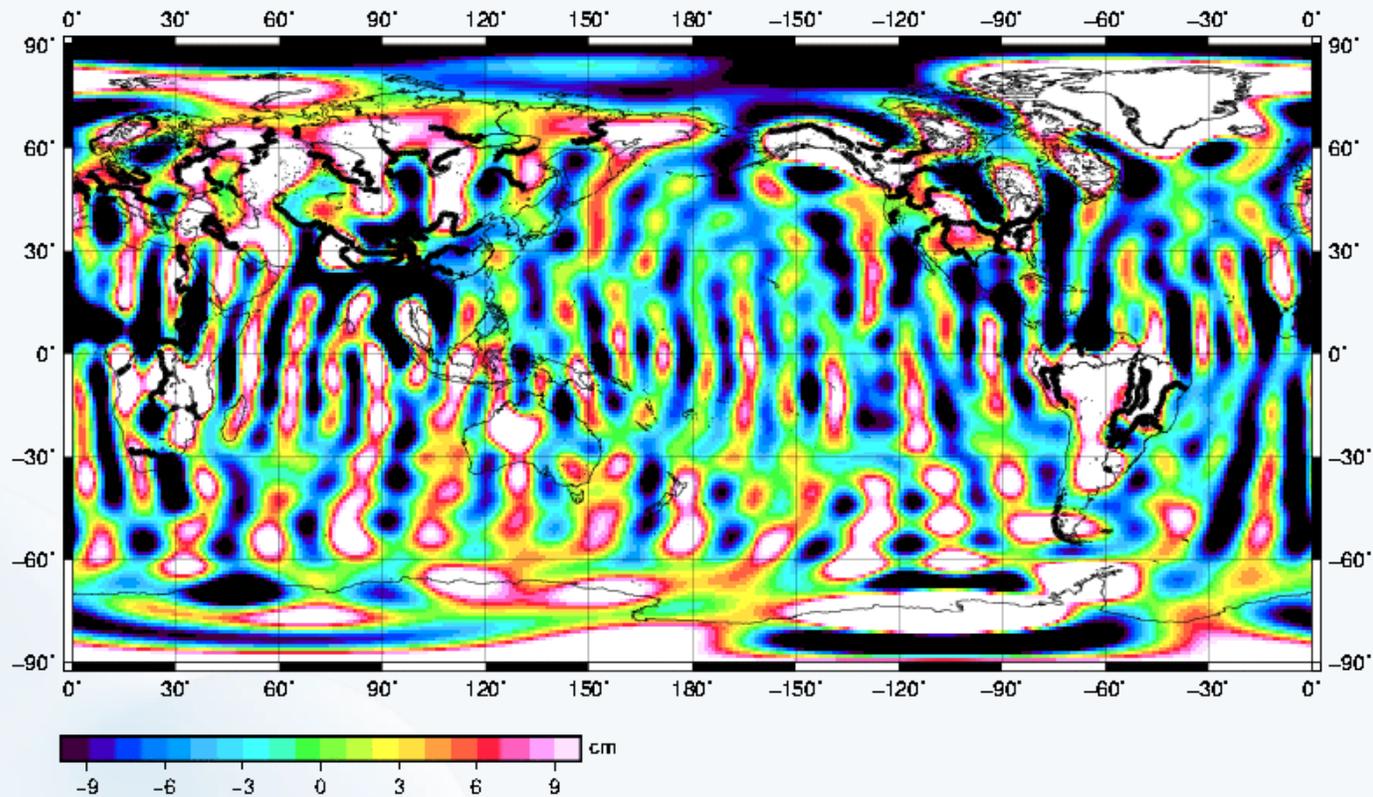
Day



СПУТНИКИ GRACE и GRACE-FO ПРЕДОСТАВЛЯЮТ ДАННЫЕ ПО ГРАВИТАЦИОННОМУ ПОЛЮ ЗЕМЛИ



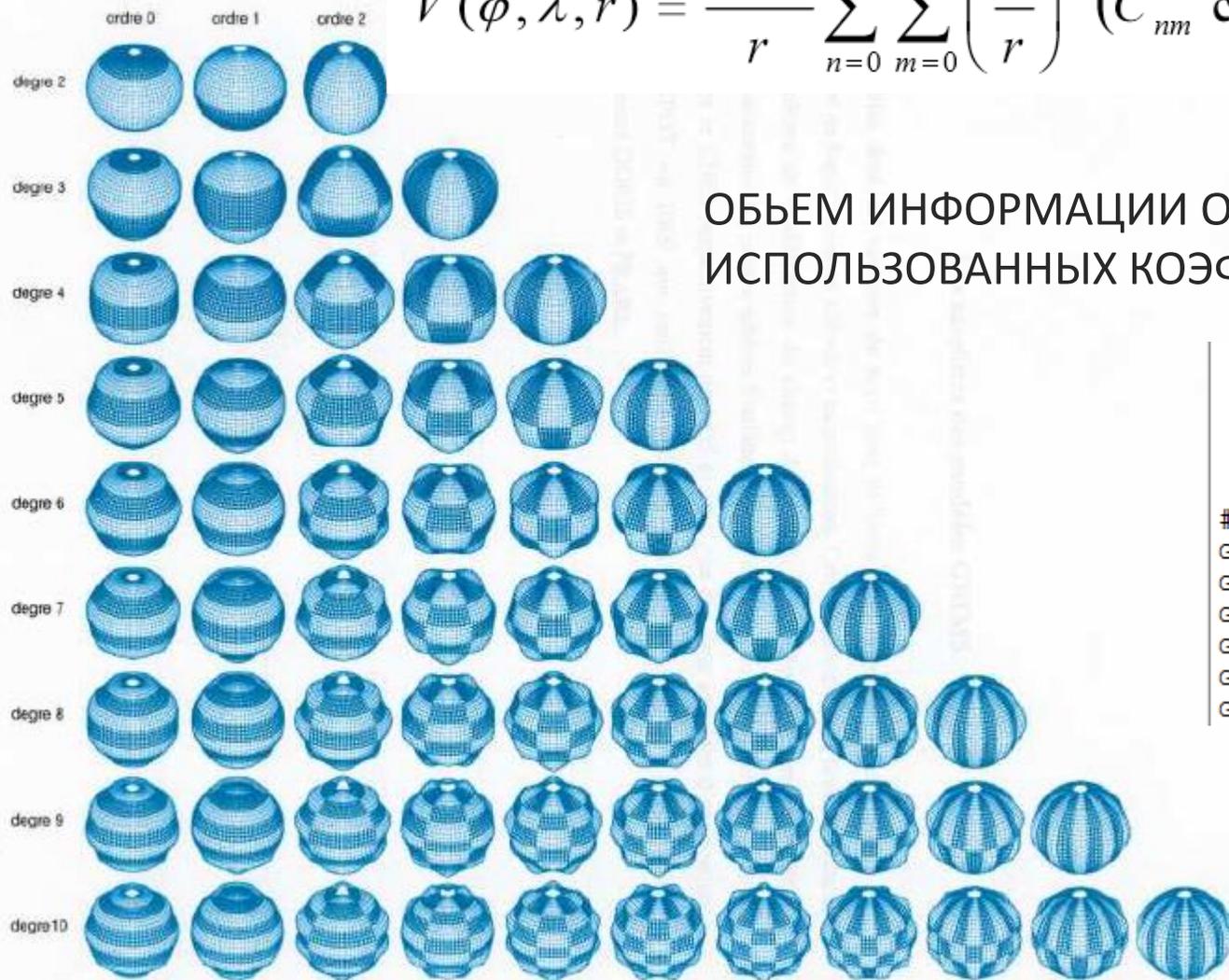
init 04/2002



ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ЗАШУМЛЕНЫ

БАЗИСОМ ВЫСТУПАЕТ НАБОР СФЕРИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ

$$V(\varphi, \lambda, r) = \frac{GM}{r} \sum_{n=0}^{\infty} \sum_{m=0}^n \left(\frac{a}{r}\right)^n (C_{nm} \cos m\lambda + S_{nm} \sin m\lambda) P_n^m(\sin \varphi)$$



ОБЪЕМ ИНФОРМАЦИИ ОПРЕДЕЛЯЕТСЯ КОЛИЧЕСТВОМ ИСПОЛЬЗОВАННЫХ КОЭФФИЦИЕНТОВ

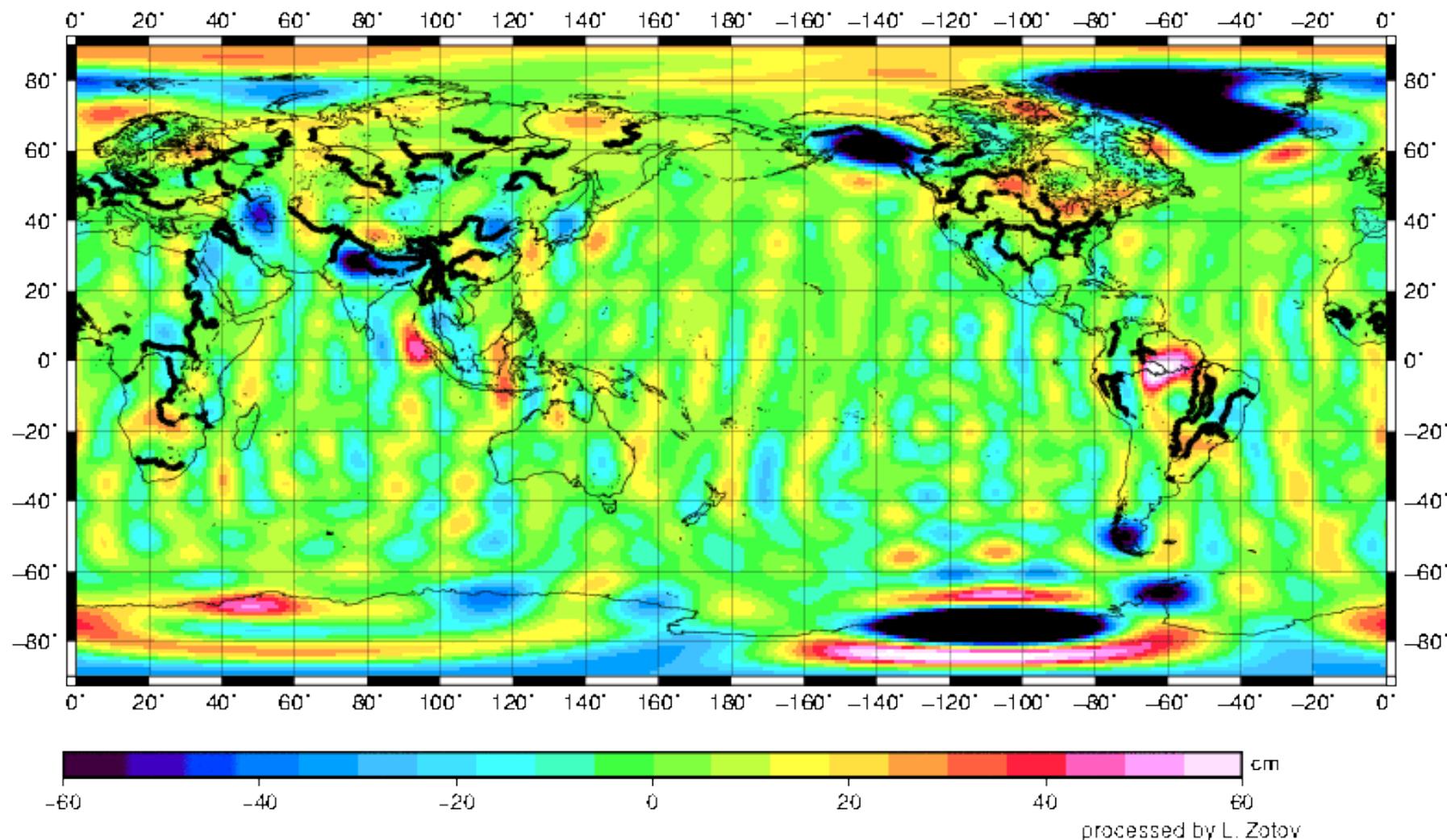
```

solution_comment:
  long_name           : Comment when present
  coverage_content_type : referenceInformation
  data_type           : string
  comment             : 11th column
# End of YAML header
GRCOF2      2      0 -4.84169722894e-04  0.00000000000e+00
GRCOF2      2      1 -5.31728650171e-10  1.57604711901e-09
GRCOF2      2      2  2.43953202405e-06 -1.40022588858e-06
GRCOF2      3      0  9.57089479963e-07  0.00000000000e+00
GRCOF2      3      1  2.03042487689e-06  2.48264378269e-07
GRCOF2      3      2  9.04724725557e-07 -6.19132857473e-07
    
```

ИЗМЕНЕНИЯ МАСС ПО ДАННЫМ СПУТНИКОВ

GRACE

2017-2003 RL 06



Перераспределения масс обусловлены таянием ледников и гидрологическими процессами под действием изменений климата.

MTC True Tech

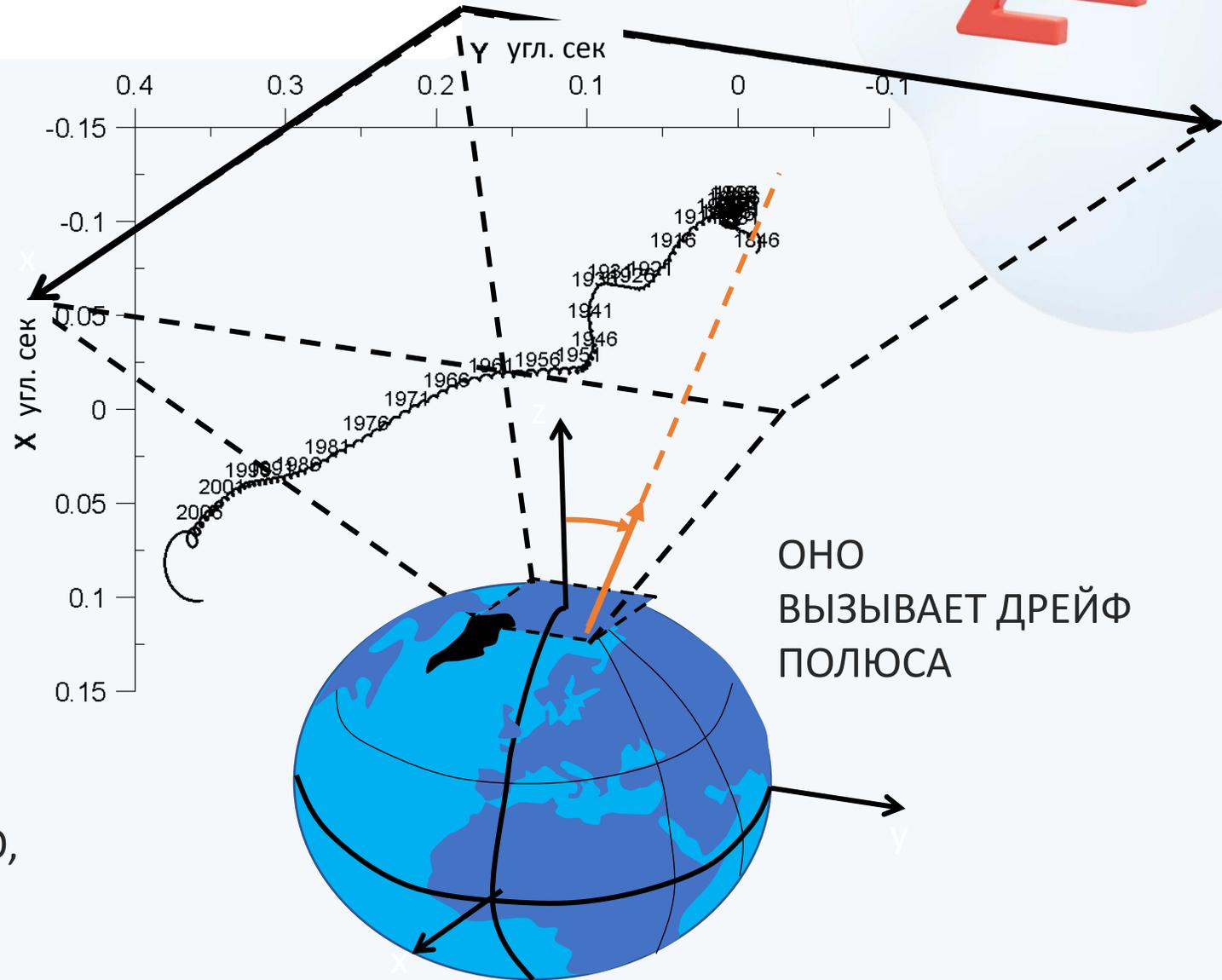
Day



КАК ТАЯНИЕ ЛЕДНИКОВ ВЛИЯЕТ НА ВРАЩЕНИЕ ЗЕМЛИ?



ОНО ДОПОЛНИТЕЛЬНО ТОРМОЗИТ ЗЕМЛЮ, ОТДАЛЯЯ ВЫЧИТАНИЕ СЕКУНДЫ



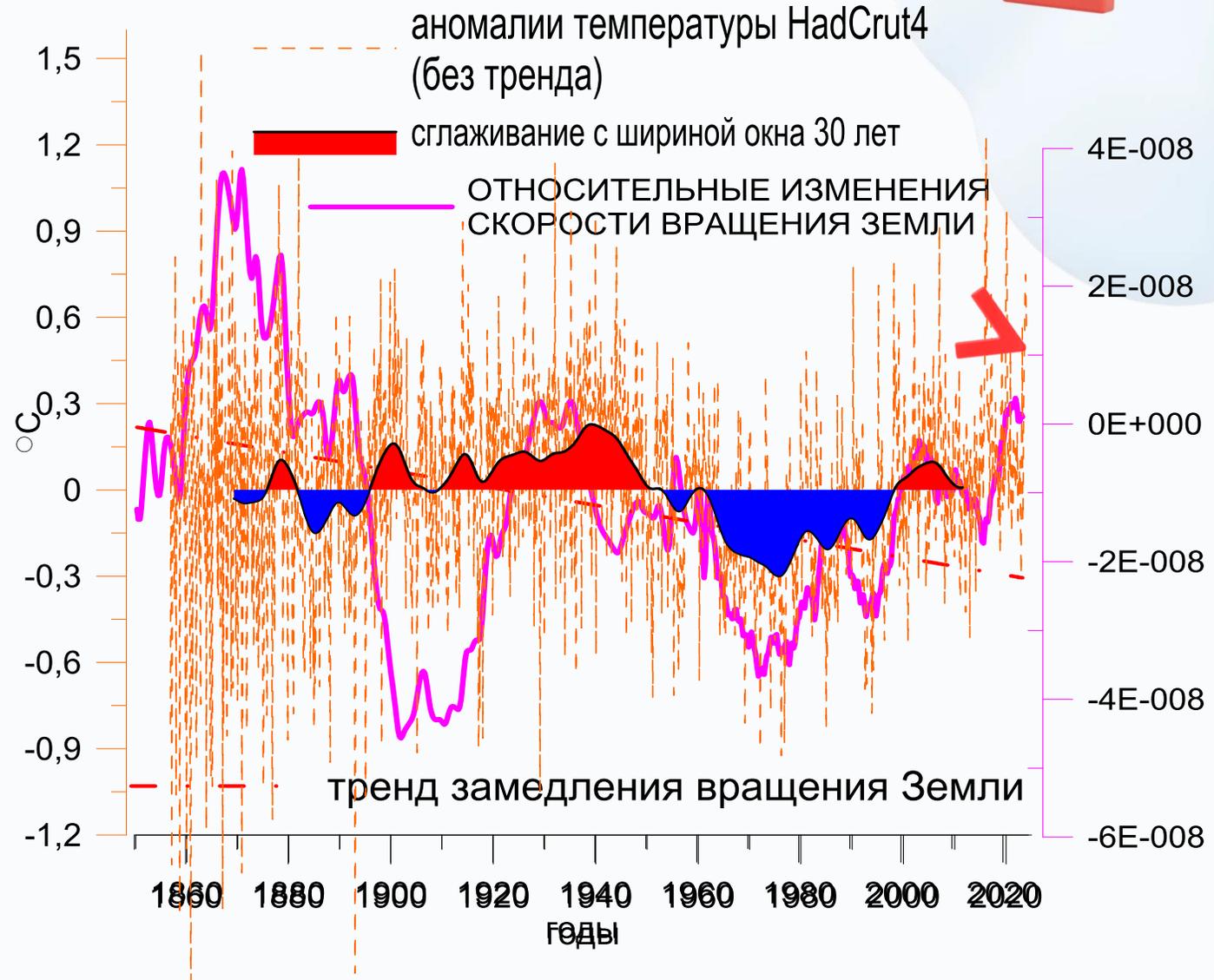
ВРАЩЕНИЕ ЗЕМЛИ И КЛИМАТ

ЕСЛИ СКОРОСТЬ ВРАЩЕНИЯ ЗЕМЛИ И ТЕМПЕРАТУРА НА ПЛАНЕТЕ ВЗАИМОСВЯЗАНЫ

То тенденции в одном можно использовать для прогнозирования другого.

Температуры над Атлантикой завернули вниз, → скорость вращения Земли вероятно тоже пойдет вниз (на замедление).

Поэтому стандарт введения Добавочной Секунды пересматривать преждевременно.



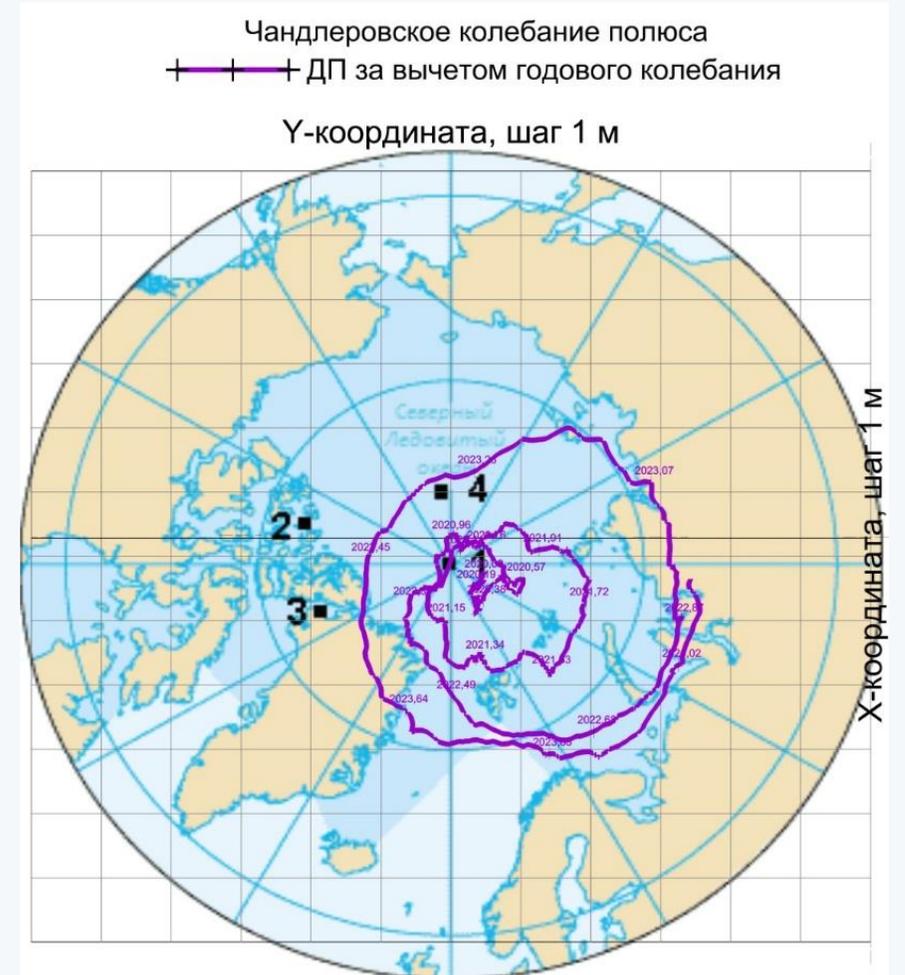
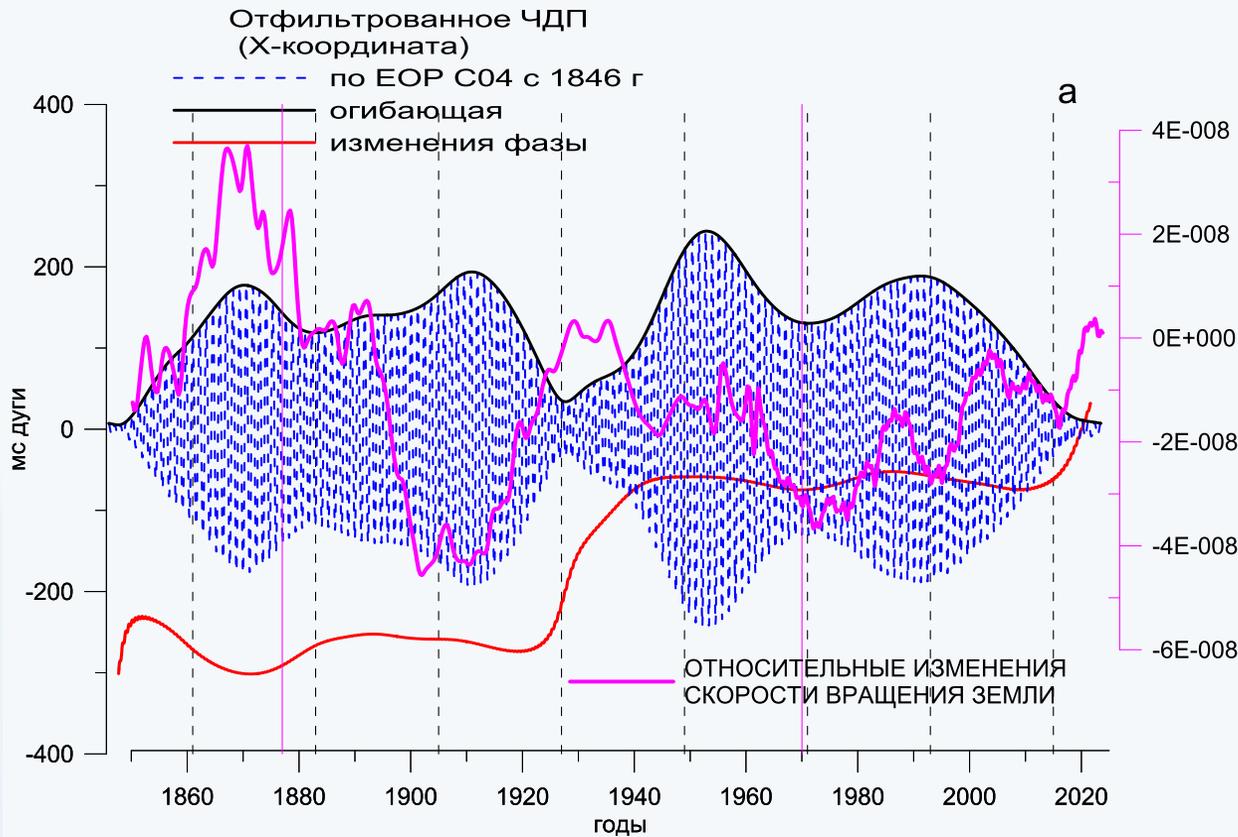
КРОМЕ ТОГО

В 2017-2020 гг ЗАТУХЛО
ЧАНДЛЕРОВСКОЕ
КОЛЕБАНИЕ ПОЛЮСА

В 2021 ОНО СНОВА ПОШЛО,
ПЕРЕВЕРНУВШИСЬ

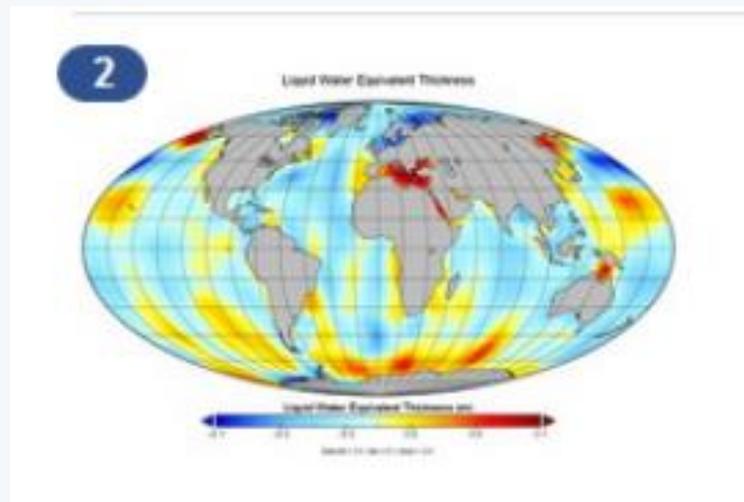
MTC True Tech

Day

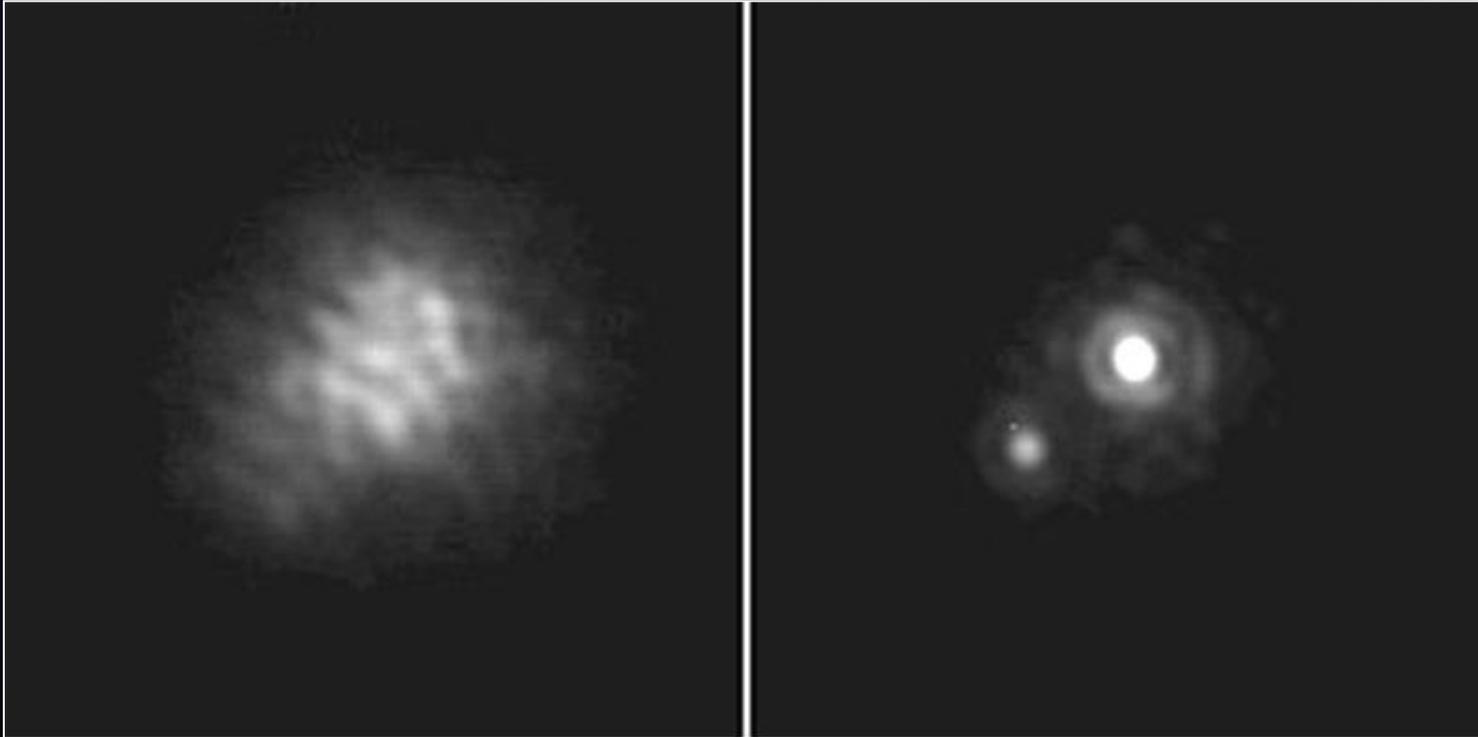


А ЧТО ТАКОЕ ИНФОРМАЦИЯ?

- ЧТО-ТО, ПОМОГАЮЩЕЕ СНЯТЬ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТЬ?
- ЗАЧЕМ ПЕРЕДАВАТЬ Гб, ЕСЛИ МОЖНО ОГРАНИЧИТЬСЯ Мб?
- ЗАЧЕМ СЛУШАТЬ КОНЦЕРТ, ЕСЛИ МОЖНО ПРОЧИТАТЬ НОТЫ? СМОТРЕТЬ КИНО, ЕСЛИ МОЖНО ПРОЧИТАТЬ СЦЕНАРИЙ?
- А ВСЯКОМУ ЛИ ПОЛЬЗОВАТЕЛЮ НУЖНА ДЕТАЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ?
- ЧЕЛОВЕКУ ДОСТУПНЕЕ ИНФОРМАЦИЯ, ВЫЗЫВАЮЩАЯ БОЛЬШЕ АССОЦИАЦИЙ!?



ПРИМЕРЫ АСТРОНОМИЧЕСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

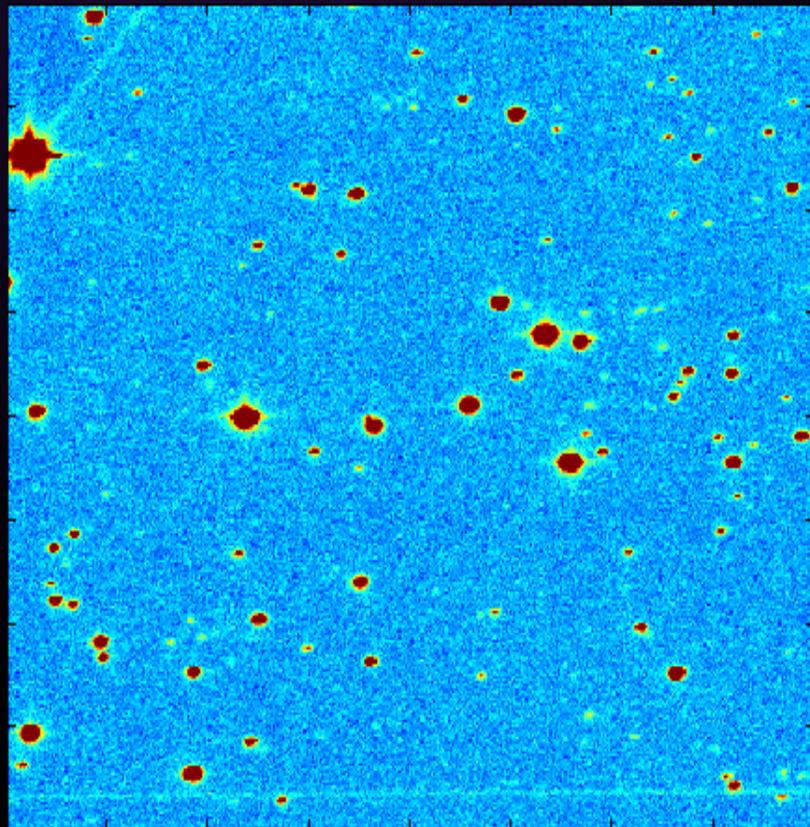


Изображение двойной звезды, полученное телескопом "Субару" (Япония) без применения и с применением системы адаптивной оптики. Детектор волнового фронта и "мягкое" зеркало содержат по 36 элементов, управляемых с частотой до 2 кГц. Диаметр области изопланатизма 1'.

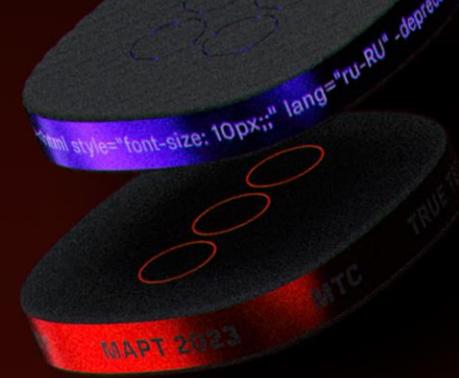
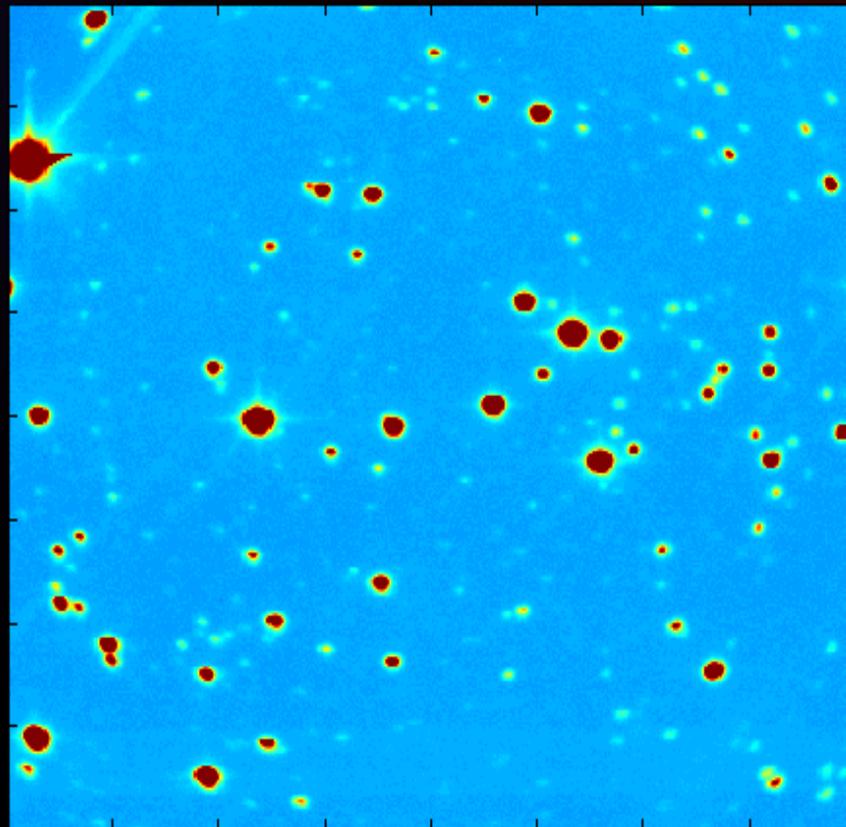


ВЫСОКОЕ РАЗРЕШЕНИЕ ОПРАВДАНО, ЕСЛИ ОНО ИНФОРМАТИВНО

Снимок робота-телескопа МАСТЕР
до ЭОФ-фильтрации



Снимок после
ЭОФ-фильтрации

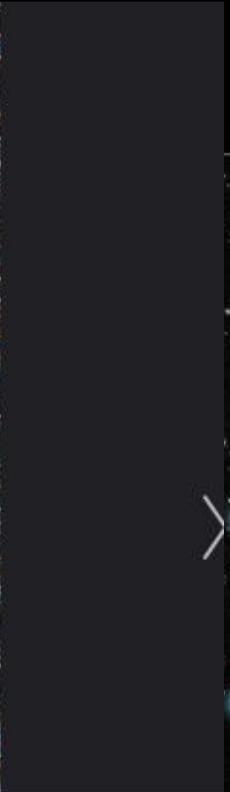


Гамма-всплески –
самые энергетичные события
во Вселенной 10^{52} эрг



Info ↔

Full 2k



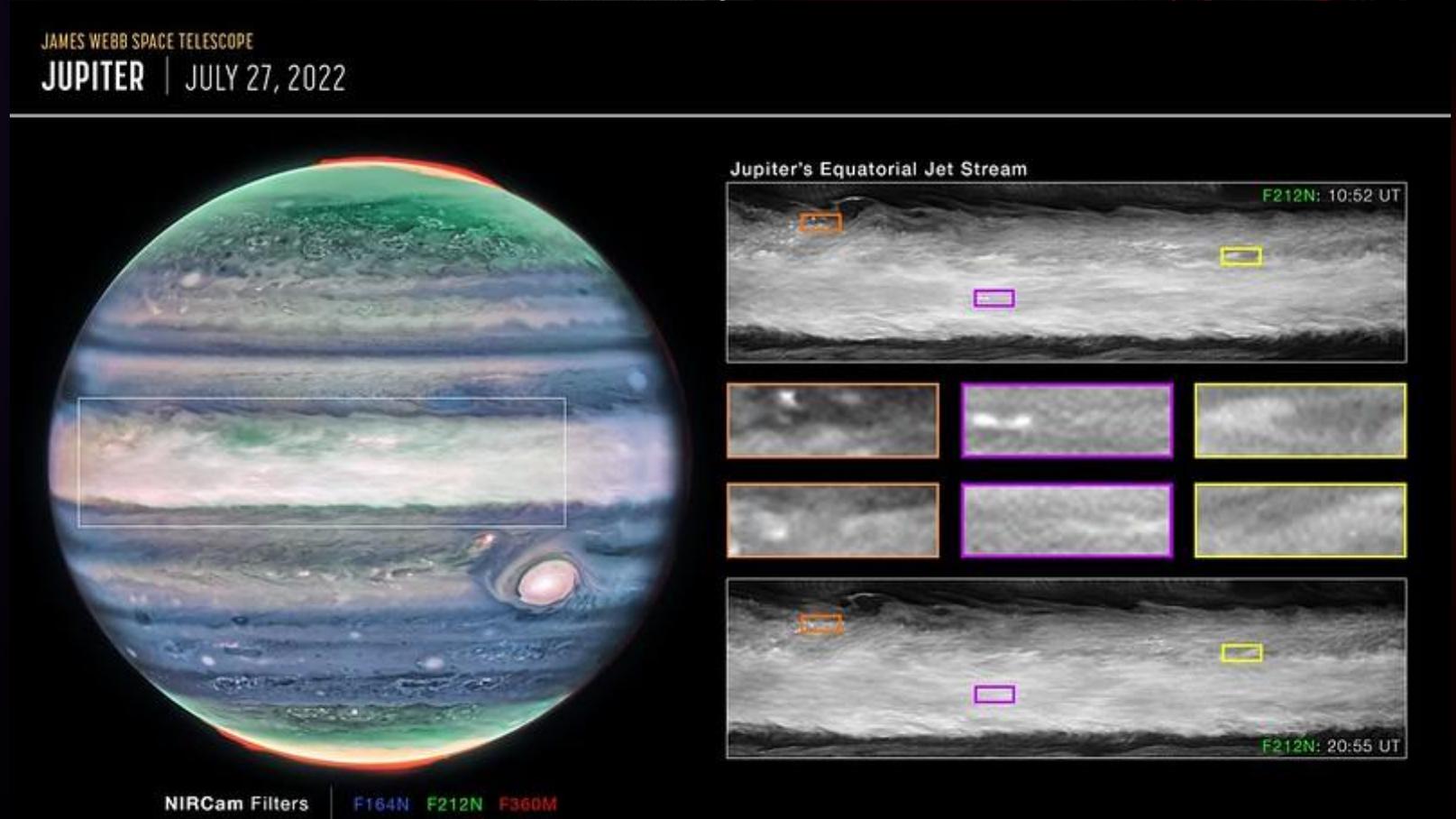
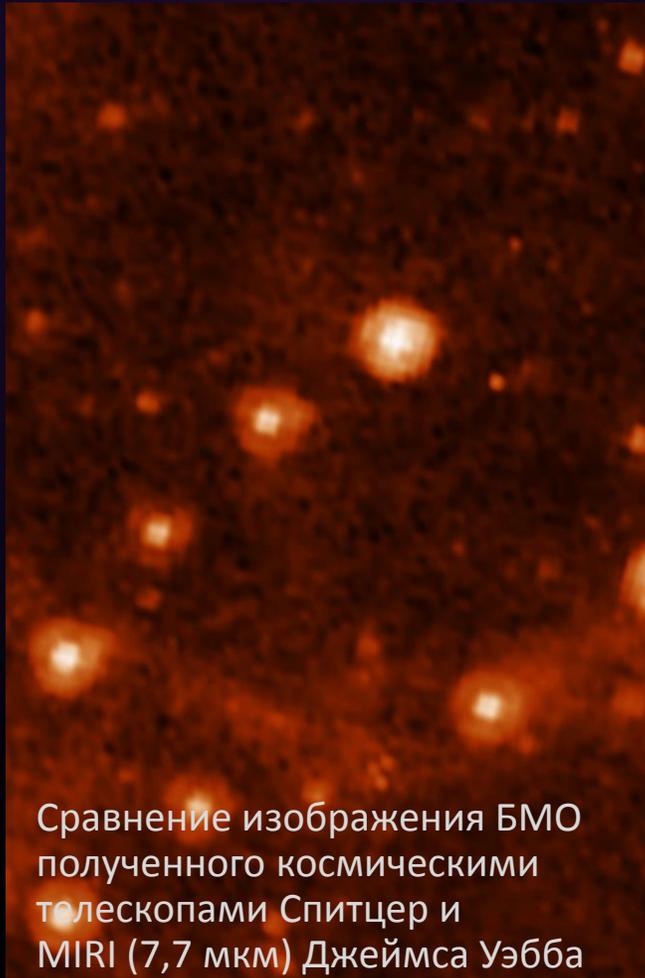
- Square (150 × 150)
- Small (400 × 256)
- Medium (800 × 512)
- Large (2048 × 1310)
- X-Large (3597 × 2300)
- Original (3597 × 2300)
- [View all sizes](#)



TOP



Снимки космического телескопа Джеймса Уэбба JWST



Юпитер

телескоп передает 458 гигабит данных в день

СПУТНИК GAIA УЖЕ ИЗМЕРИЛ КООРДИНАТЫ 1.8 МИЛЛИАРДА ЗВЕЗД ГАЛАКТИКИ



gaia archive 

HOME SEARCH VISUALISATION HELP

Basic Advanced (ADQL) Query Results

Position File

Name Equatorial

Target in Circle Box

Name Radius arc sec

VdB152 resolved by Sesame Strasbourg (Simbad-NED-VizieR)

Search in:

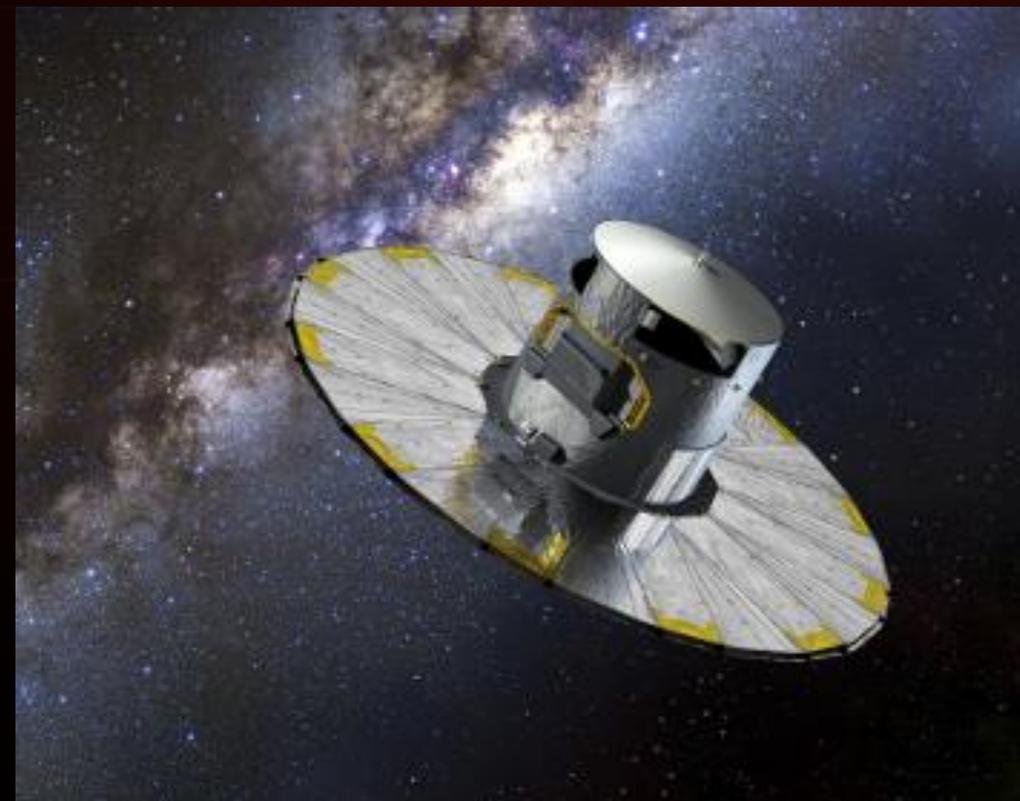
Extra conditions

+ Add condition Filter:

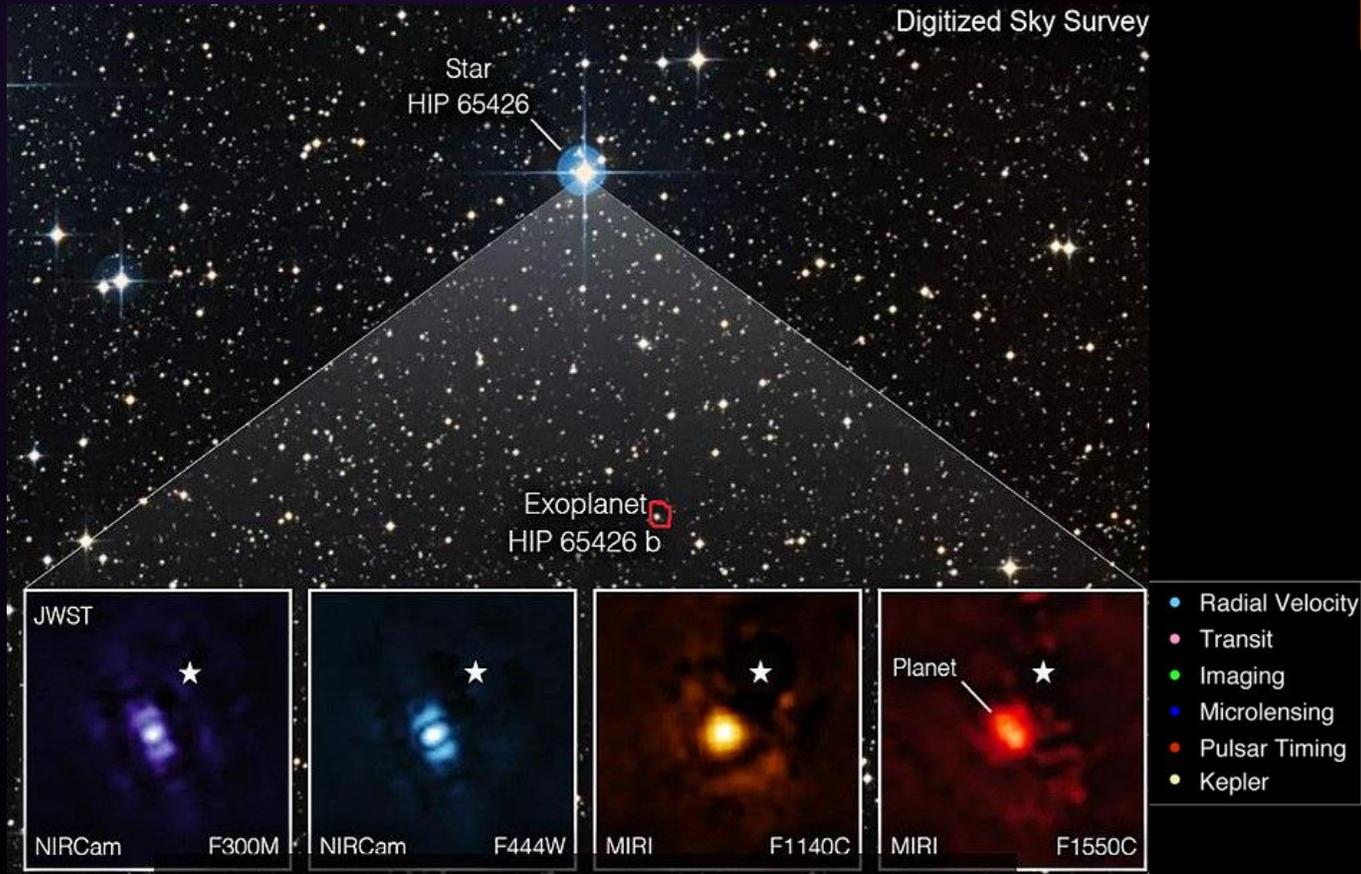
Remove

Display columns

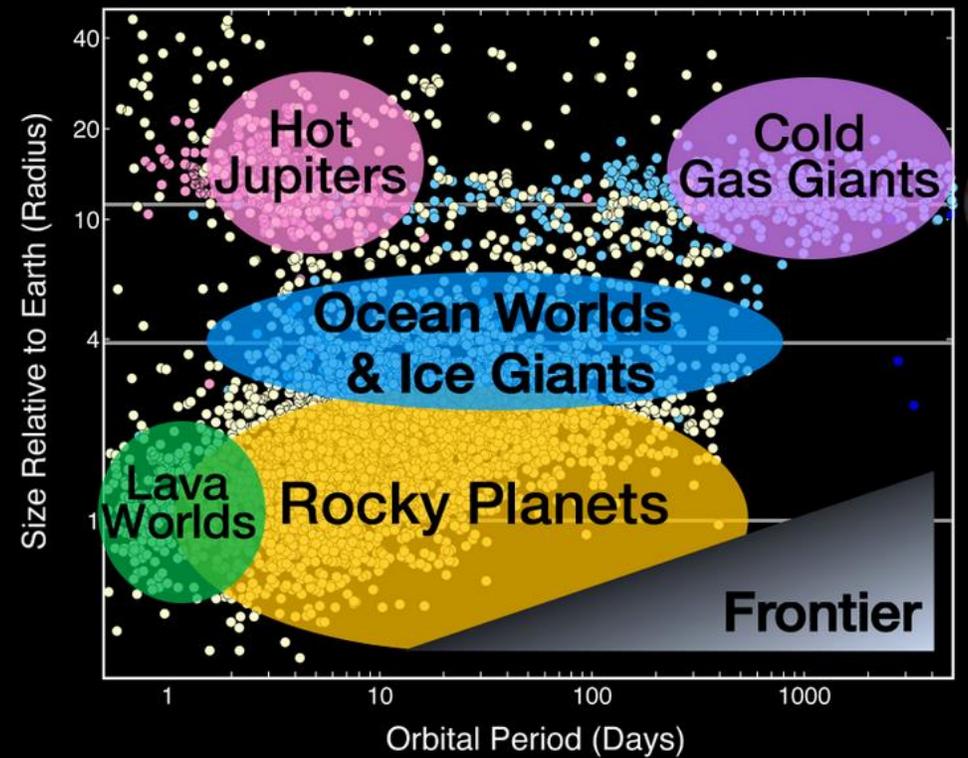
<input checked="" type="checkbox"/> solution_id	<input checked="" type="checkbox"/> designation	<input checked="" type="checkbox"/> source_id	<input checked="" type="checkbox"/> random_index	<input checked="" type="checkbox"/> ref_epoch
<input checked="" type="checkbox"/> ra	<input checked="" type="checkbox"/> ra_error	<input checked="" type="checkbox"/> dec	<input checked="" type="checkbox"/> dec_error	<input checked="" type="checkbox"/> parallax
<input checked="" type="checkbox"/> parallax_error	<input checked="" type="checkbox"/> parallax_over_error	<input checked="" type="checkbox"/> pm	<input checked="" type="checkbox"/> pmra	<input checked="" type="checkbox"/> pmra_error
<input checked="" type="checkbox"/> pmdec	<input checked="" type="checkbox"/> pmdec_error	<input checked="" type="checkbox"/> ra_dec_corr	<input checked="" type="checkbox"/> ra_parallax_corr	<input checked="" type="checkbox"/> ra_pmra_corr
<input checked="" type="checkbox"/> ra_pmdec_corr	<input checked="" type="checkbox"/> dec_parallax_corr	<input checked="" type="checkbox"/> dec_pmra_corr	<input checked="" type="checkbox"/> dec_pmdec_corr	<input checked="" type="checkbox"/> parallax_pmra_corr
<input checked="" type="checkbox"/> parallax_pmdec_corr	<input checked="" type="checkbox"/> pmra_pmdec_corr	<input checked="" type="checkbox"/> astrometric_n_obs_al	<input checked="" type="checkbox"/> astrometric_n_obs_ac	<input checked="" type="checkbox"/> astrometric_n_good_obs_al
<input checked="" type="checkbox"/> astrometric_n_bad_obs_al	<input checked="" type="checkbox"/> astrometric_gof_al	<input checked="" type="checkbox"/> astrometric_chi2_al	<input checked="" type="checkbox"/> astrometric_excess_noise	<input checked="" type="checkbox"/> astrometric_excess_noise_sig
<input checked="" type="checkbox"/> astrometric_params_solved	<input checked="" type="checkbox"/> astrometric_primary_flag	<input checked="" type="checkbox"/> nu_eff_used_in_astrometry	<input checked="" type="checkbox"/> pseudocolour	<input checked="" type="checkbox"/> pseudocolour_error
<input checked="" type="checkbox"/> ra_pseudocolour_corr	<input checked="" type="checkbox"/> dec_pseudocolour_corr	<input checked="" type="checkbox"/> parallax_pseudocolour_corr	<input checked="" type="checkbox"/> pmra_pseudocolour_corr	<input checked="" type="checkbox"/> pmdec_pseudocolour_corr
<input checked="" type="checkbox"/> astrometric_matched_transits	<input checked="" type="checkbox"/> visibility_periods_used	<input checked="" type="checkbox"/> astrometric_sigma5d_max	<input checked="" type="checkbox"/> matched_transits	<input checked="" type="checkbox"/> new_matched_transits



На 1 мая 2024 г подтверждено 5,662 экзопланет



Exoplanet Populations

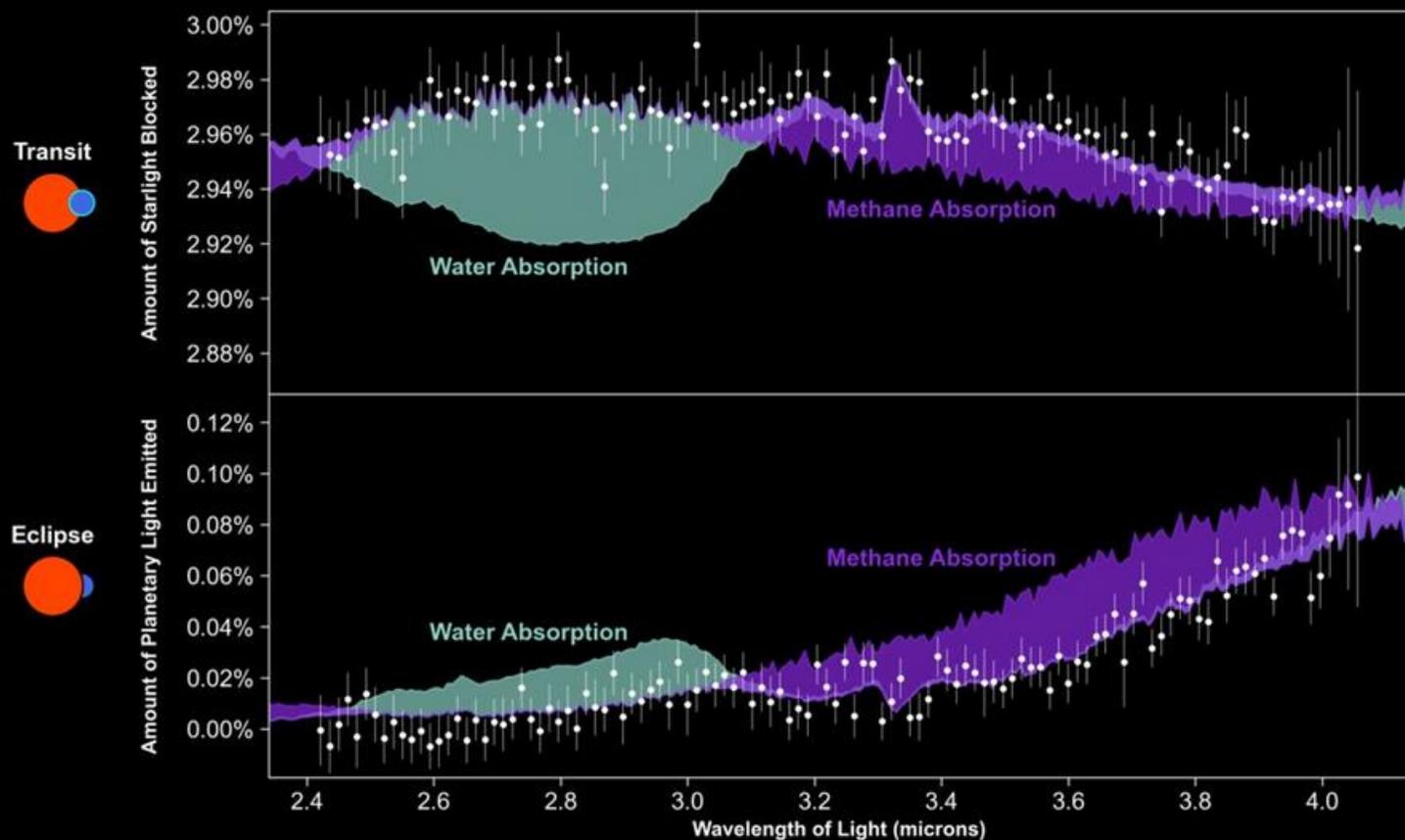


ОБНАРУЖЕНИЕ ПРИЗНАКОВ ЖИЗНИ НЕ ЗА ГОРАМИ

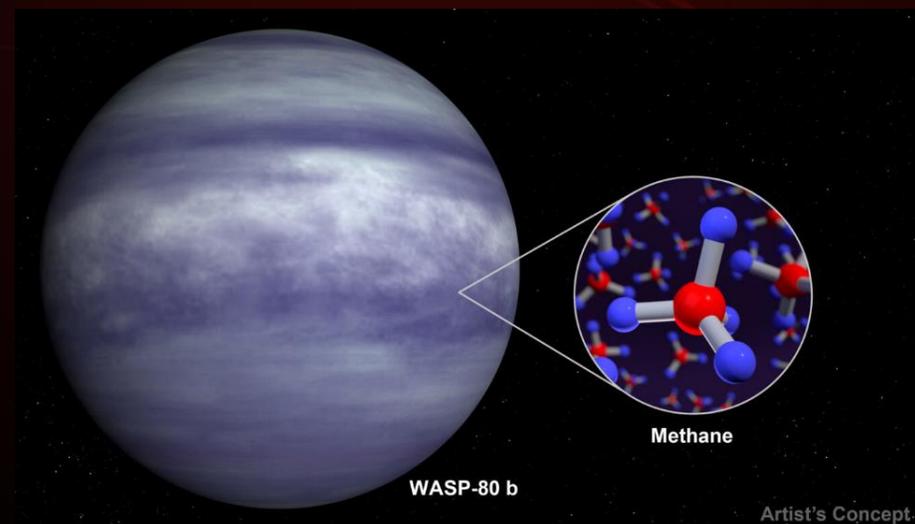


Warm Gas Giant Exoplanet WASP-80 b
Atmospheric Composition

NIRCam | Grism Spectroscopy (F322W2)



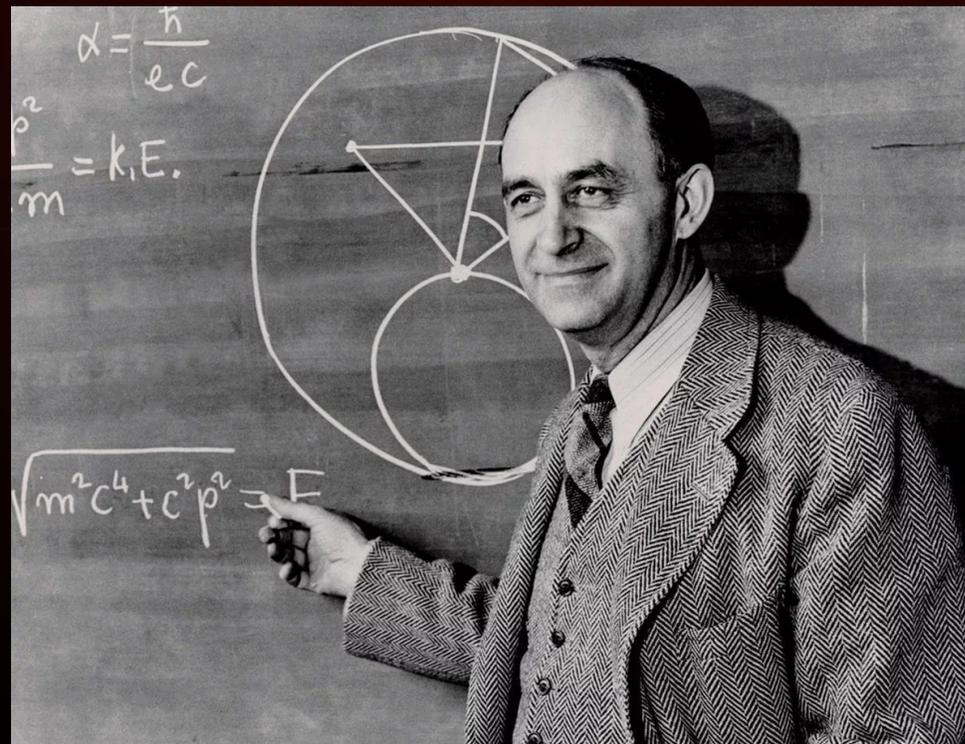
JWST уже позволяет анализировать состав атмосфер экзопланет



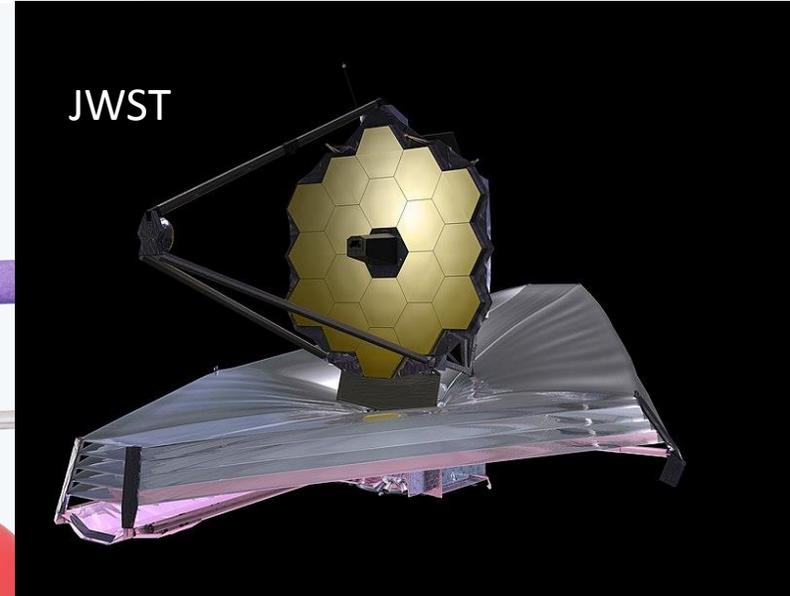
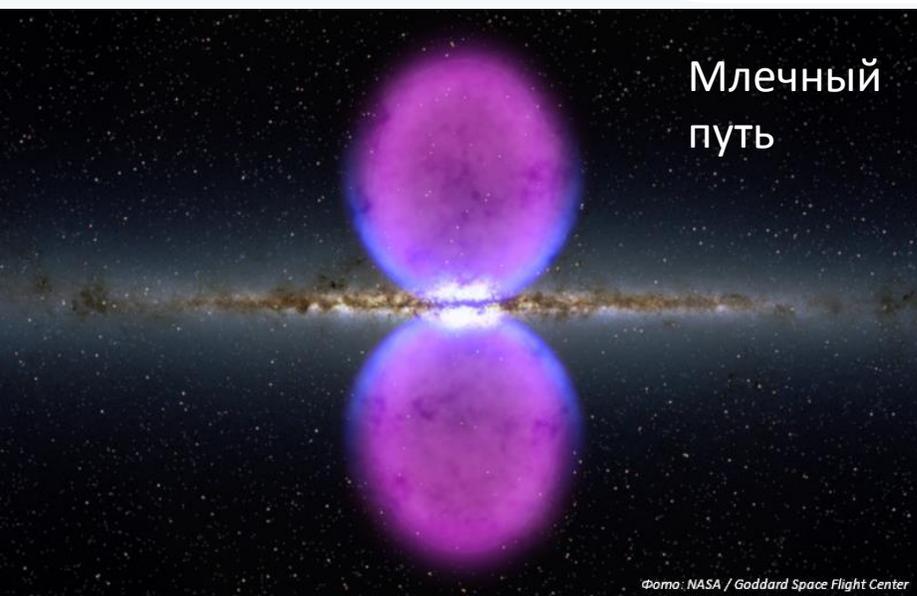
ВОПРОС ЭНРИКО ФЕРМИ ТАК ГДЕ ЖЕ ОНИ? – ПОКА БЕЗ ОТВЕТА



Боб Эгтон
“Примитивные
инопланетяне”



А МЫ ВСЕ НИКАК НЕ РЕШИМ ПО КАКОМУ ПРОТОКОЛУ И
С КАКИМ РАЗРЕШЕНИЕМ ПЕРЕДАВАТЬ
ДАННЫЕ ПО ГАЛАКТИКЕ!



СПАСИБО
ЗА ВНИМАНИЕ!

Леонид Зотов

Профессор
МИЭМ
НИУ ВШЭ,
с.н.с ГАИШ