РАЗРАБОТКА АНСАМБЛЕВЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ ПРОГНОЗОВ В ПРОГРАММНОЙ СРЕДЕ С ОТКРЫТЫМ КОДОМ

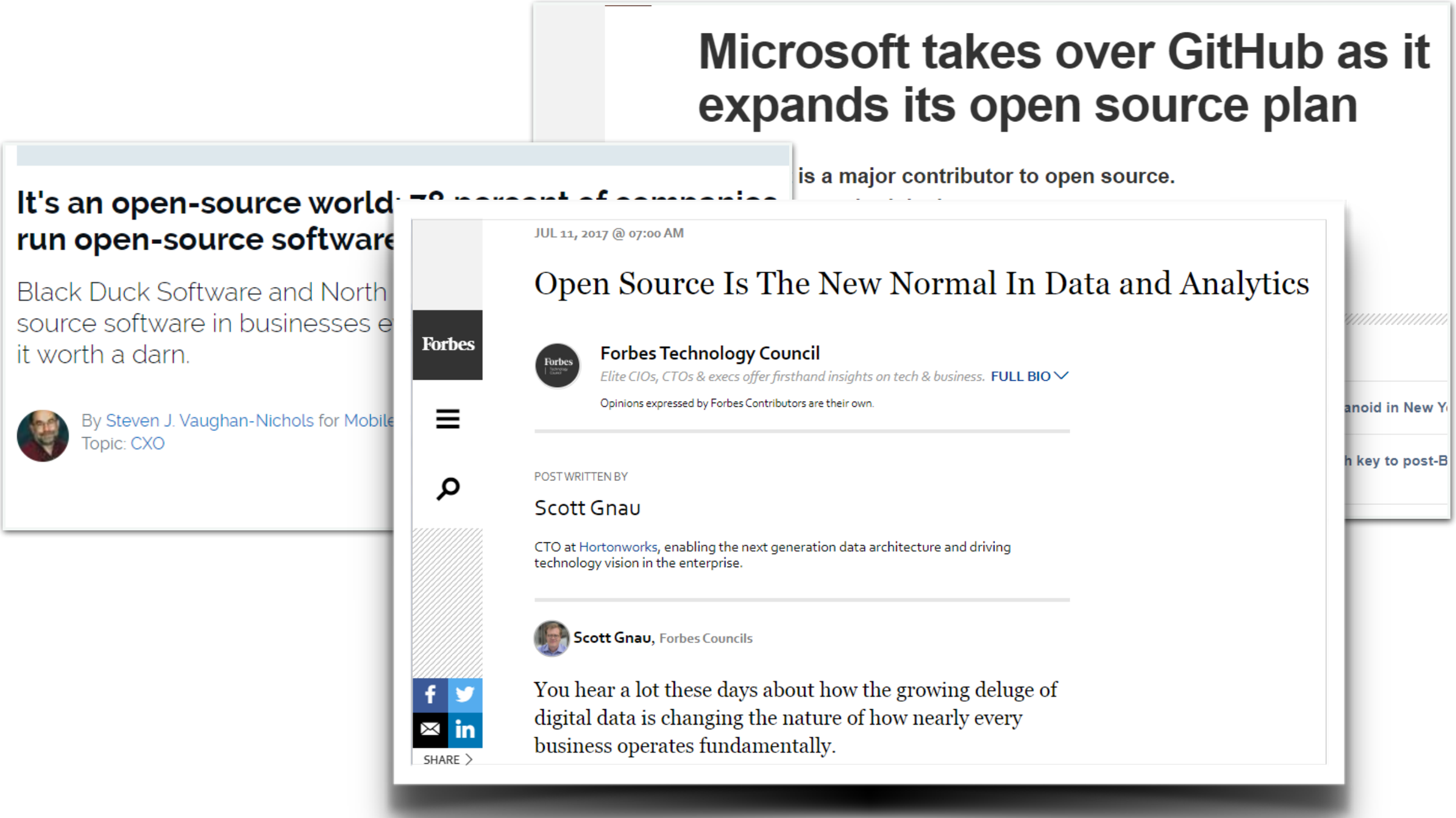
Федотова Екатерина Валерьевна
Клименко Владимир Викторович

Лаборатория глобальных проблем энергетики НИУ "МЭИ", Москва

Институт физики атмосферы РАН, Москва

FREE & OPEN SOURCE SOFTWARE

Программное обеспечение с открытым кодом стало ведущим трендом последнего десятилетия



FREE & OPEN SOURCE SOFTWARE

Для исследователей использование открытого программного обеспечения имеет целый ряд преимуществ:

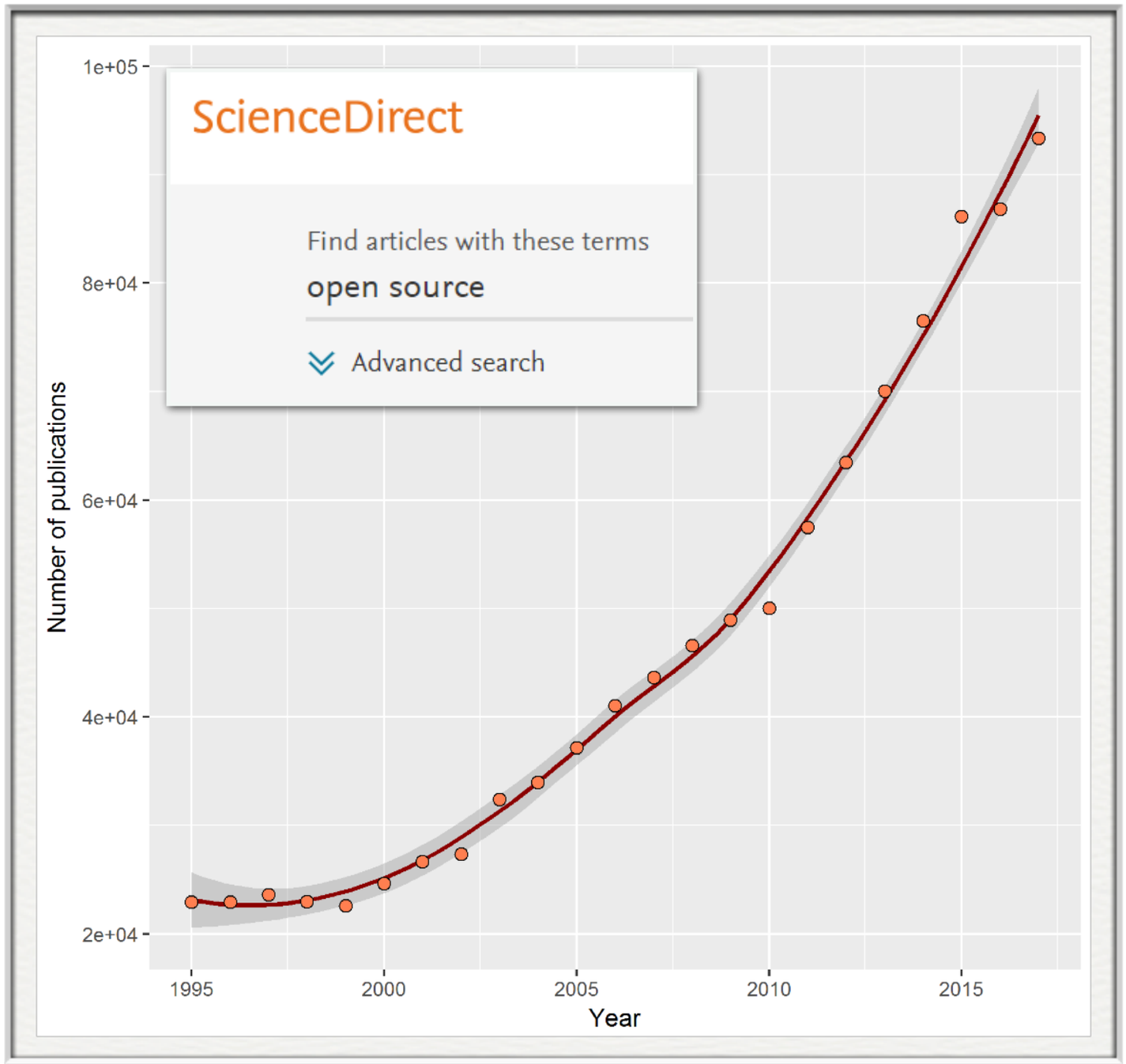
- обеспечение воспроизводимости исследований
- повышение видимости работы
- доступ к самым современным технологиям при минимальных финансовых затратах

NB Free sources are not like free beer (c)

Принципиальное отличие парадигмы открытого кода — вовлечение пользователя в процесс разработки

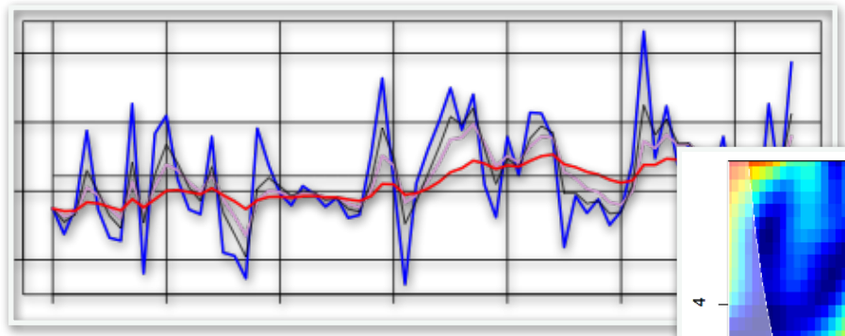
FREE & OPEN SOURCE SOFTWARE

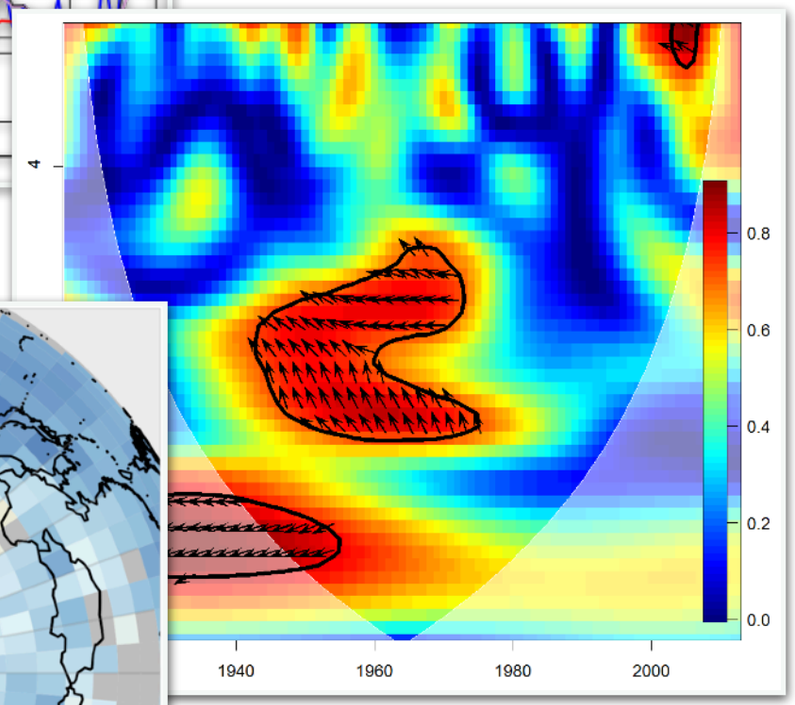
Программное обеспечение с открытым кодом стало ведущим трендом последнего десятилетия

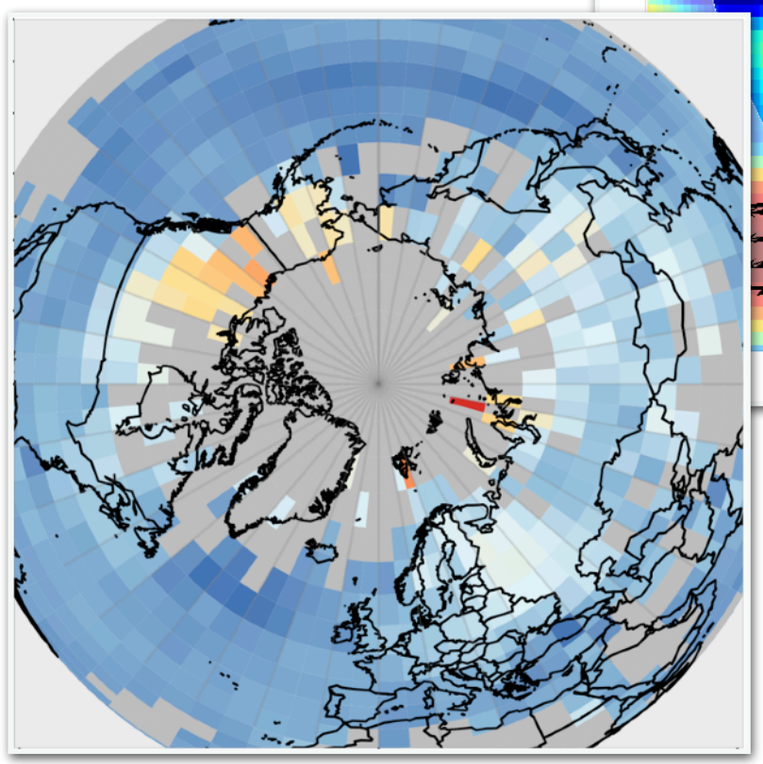


FREE & OPEN SOURCE SOFTWARE

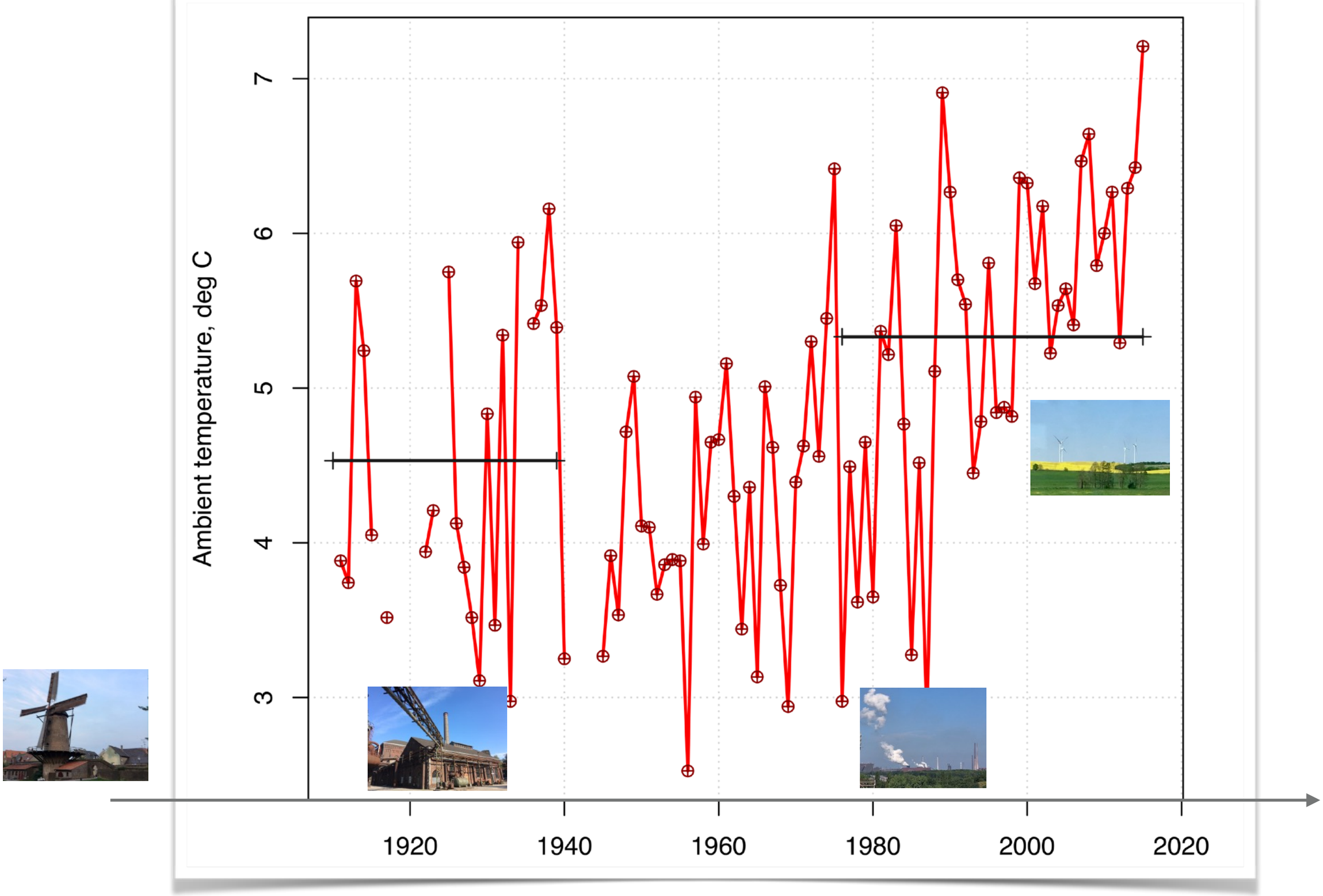
R — лучший на сегодня язык для статистических расчетов



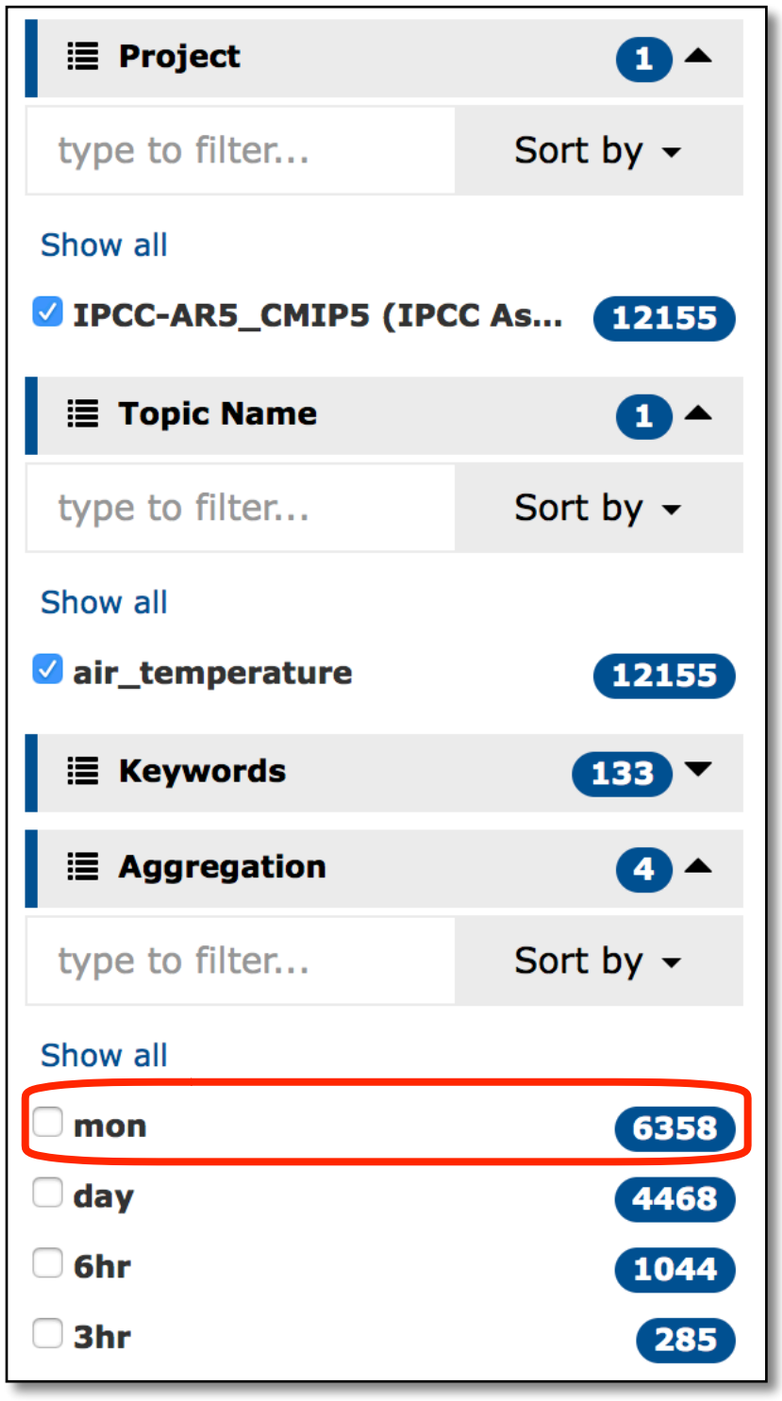




Задача: оценка долговременных тенденций климата



БАЗА ДАННЫХ



Проект CMIP5: результаты моделирования

- формат netCDF
- масштаб — глобальный
- временное разрешение?

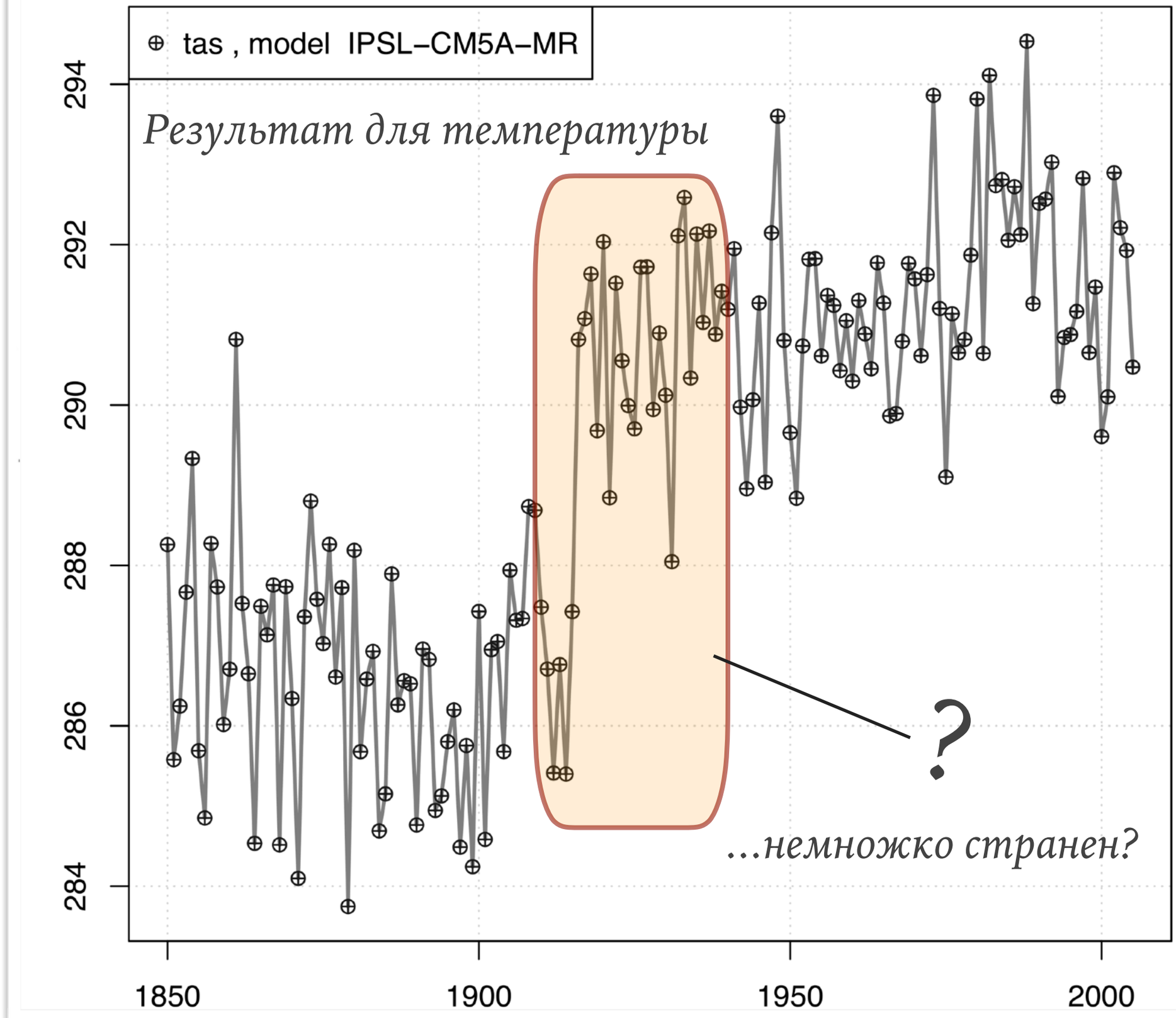
Интерес представляют временные масштабы порядка десятилетий

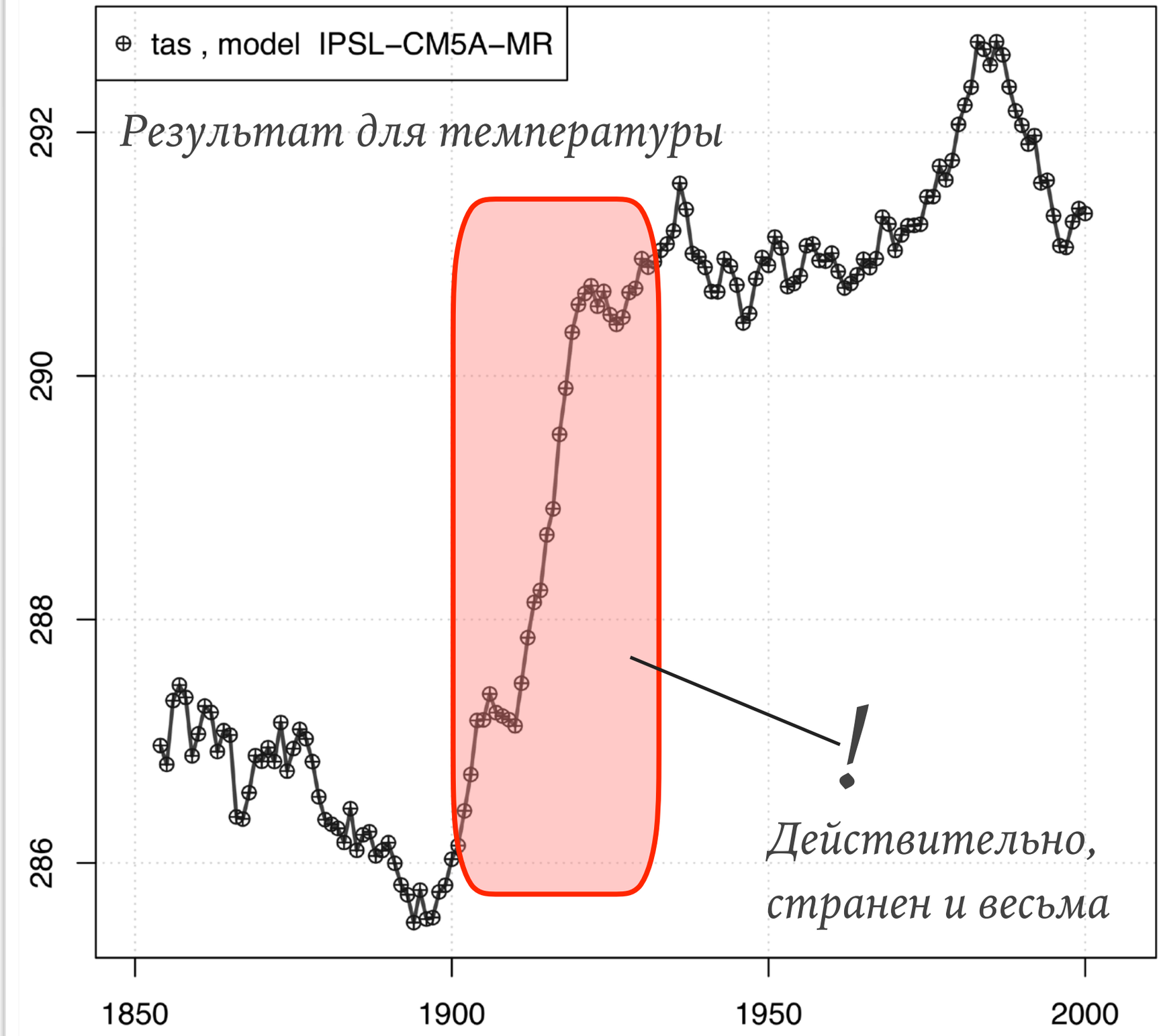
ЛОГИКА R

Classic R, ::raster, ::RCMIP5

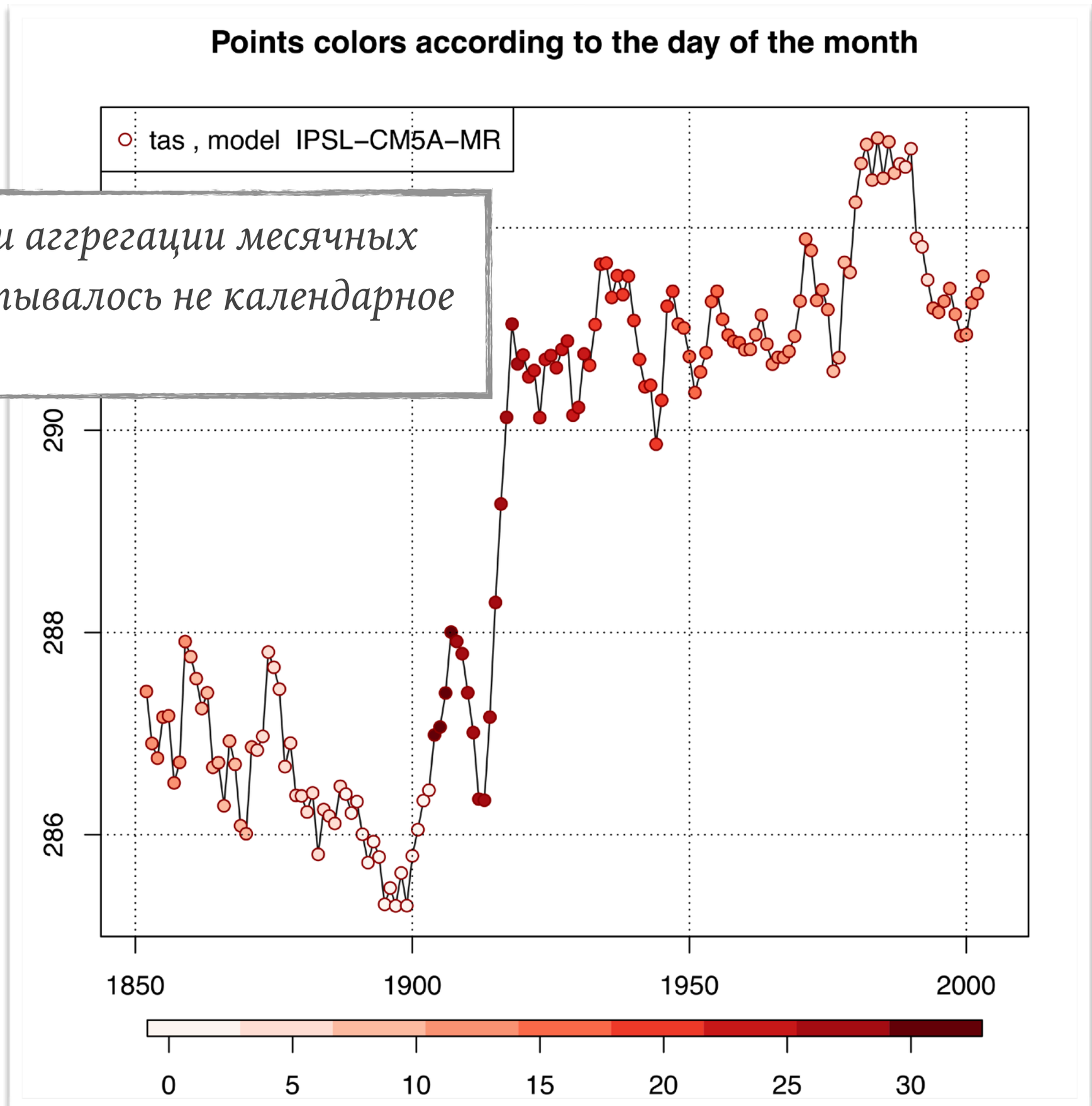
1) *определить интересующие индексы (например, все записи для весны)*
2) *по значениям индексов выбрать элементы массива*
3) *применить все необходимые функции к выбранному под-массиву*

```r
# 1) set a processed month
month_nL <- 3L

# 2) subset the data
months_nc <- as.numeric(format(time_nc_date, "%m"))
nc_dates_slctd <- time_nc_date[which(months_nc %in% month_nL)]
T_3D_array_slctd <- T_3D_array_to_process[ , , which(months_nc %in% month_nL)]

# 3) make calculations
T_time_series_slctd <- sapply(function(i) mean(T_3D_array_slctd[, , i]),
    X = seq(along.with = T_3D_array_slctd[1, 1, ]))
```


tas , model IPSL−CM5A−MR
Результат для температуры
294
292
290
288
286
284
1850
1900
1950
2000
?
...немножко странен?


tas , model IPSL−CM5A−MR
Результат для температуры
292
290
288
286
1850
1900
1950
2000
!
Действительно,
странен и весьма

Проблема: при аггрегации месячных значений учитывалось не календарное время



РЕШЕНИЕ

Применить интерполяцию

вместо

```
04" "1901-03-04" "1902-03-04" "1903-03-04" "1904-03-03" "1905-03-03" "1906-03-03" "1907-03-03" "1908-03-02" "1909-03-02"
02" "1911-03-02" "1912-03-01" "1913-03-01" "1914-03-01" "1915-03-01" "1916-03-31" "1917-03-31" "1918-03-31" "1919-03-31"
30" "1921-03-30" "1922-03-30" "1923-03-30" "1924-03-29" "1925-03-29" "1926-03-29" "1927-03-29" "1928-03-28" "1929-03-28"
```

использовать

```
     [,50]        [,51]        [,52]        [,53]        [,54]        [,55]        [,56]
[1,] "1899-02-03" "1900-02-03" "1901-02-03" "1902-02-03" "1903-02-03" "1904-02-03" "1905-02-02"
[2,] "1899-03-04" "1900-03-04" "1901-03-04" "1902-03-04" "1903-03-04" "1904-03-03" "1905-03-03"
[3,] "1899-04-04" "1900-04-04" "1901-04-04" "1902-04-04" "1903-04-04" "1904-04-03" "1905-04-03"
     [,57]        [,58]        [,59]        [,60]        [,61]        [,62]        [,63]
[1,] "1906-02-02" "1907-02-02" "1908-02-02" "1909-02-01" "1910-02-01" "1911-02-01" "1912-02-01"
[2,] "1906-03-03" "1907-03-03" "1908-03-02" "1909-03-02" "1910-03-02" "1911-03-02" "1912-03-01"
[3,] "1906-04-03" "1907-04-03" "1908-04-02" "1909-04-02" "1910-04-02" "1911-04-02" "1912-04-01"
     [,64]        [,65]        [,66]        [,67]        [,68]        [,69]        [,70]
[1,] "1913-01-31" "1914-01-31" "1915-01-31" "1916-02-29" "1917-02-28" "1918-02-28" "1919-02-28"
[2,] "1913-03-01" "1914-03-01" "1915-03-01" "1916-03-31" "1917-03-31" "1918-03-31" "1919-03-31"
[3,] "1913-04-01" "1914-04-01" "1915-04-01" "1916-04-30" "1917-04-30" "1918-04-30" "1919-04-30"
     [,71]        [,72]        [,73]        [,74]        [,75]        [,76]        [,77]
[1,] "1920-02-28" "1921-02-27" "1922-02-27" "1923-02-27" "1924-02-27" "1925-02-26" "1926-02-26"
[2,] "1920-03-30" "1921-03-30" "1922-03-30" "1923-03-30" "1924-03-29" "1925-03-29" "1926-03-29"
[3,] "1920-04-29" "1921-04-29" "1922-04-29" "1923-04-29" "1924-04-28" "1925-04-28" "1926-04-28"
     [,78]        [,79]        [,80]        [,81]        [,82]        [,83]        [,84]
[1,] "1927-02-26" "1928-02-26" "1929-02-25" "1930-02-25" "1931-02-25" "1932-02-25" "1933-02-24"
```

РЕШЕНИЕ

```r
# 1) construct an interpolating function
# @ind_to_interp is a three-column matrix of indices to interpolate from
# @regular_date is a list data sequences to interpolate to
# @param_3D is a 3D array to process
Month_Approx <- function(i, indices_to_int, regular_date, param_3D) {
    tau_intp_from <- time_nc_date[indices_to_int[i, ]]
    dates_seq_into <- regular_date[[i]]
    T_3D_array_intp_from <- param_3D[ , , indices_to_int[i, ]]
    T_area_avr_intp_from <- lapply(function(j) mean(param_3D[ , , indices_to_int[i, j]]),
        X = seq(along.with = indices_to_int[i, ]))
    appr_res <- approx(x = tau_intp_from, y = T_area_avr_intp_from, xout = regular_date[[i]])
    T_res <- mean(appr_res$y)
    return(T_res)
}

# 2) set a data sequence
first_month_day <- ymd(paste(as.numeric(format(nc_dates_slctd, "%Y")), month_nL, 1, sep = "-"))
last_month_day <- ymd(paste(as.numeric(format(nc_dates_slctd, "%Y")),
    (month_nL + 1), 1, sep = "-")) - 1
dates_seq_intp_to <- lapply(function(k) seq.Date(from = first_month_day[k],
    to = last_month_day[k], by = 1), X = 1:length(nc_dates_slctd))


# 3) interpolate the monthly-aggregated value for all selected years
T_monthly_intpd <- sapply(function(i) Month_Approx(i, indices_to_int = ind_to_interp,
    regular_date = dates_seq_intp_to, param_3D = T_3D_array_to_process),
    X = 1:length(nc_dates_slctd))
```

GitHub - ekatef/CMIP5-A

GitHub, Inc

Сервисы словарь My

Branch: master New p

ekatef Minor changes

0_ProcessCMIP5_Confi

1_ListModels.R

2_SelectSeasons.R

3_Plot_Calcul_Field.R

LICENSE

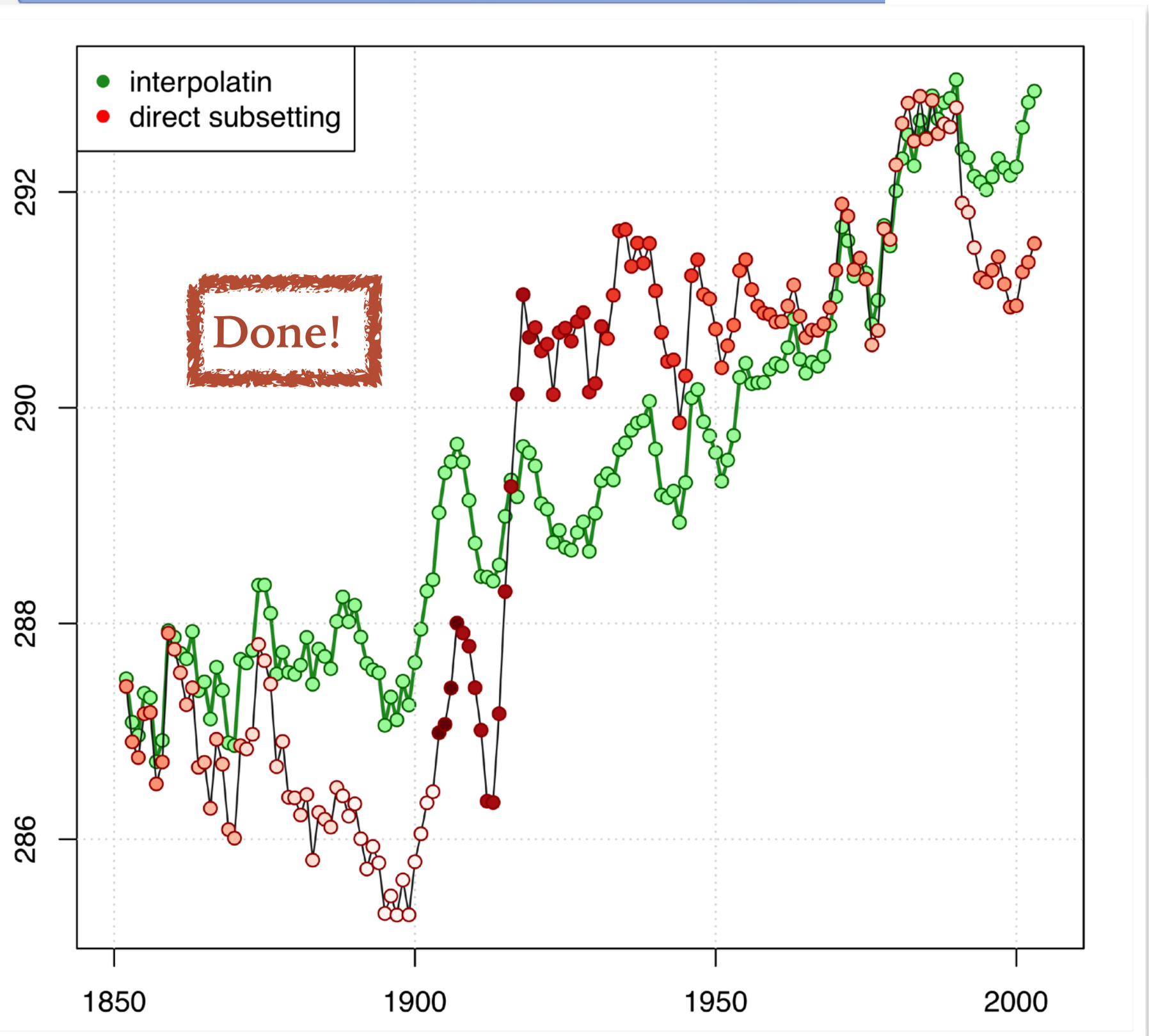
ProcessCMIP5_Script_v

README.md

README.md

Set of R-function
annual means to

Options:



ВОЗМОЖНОСТИ

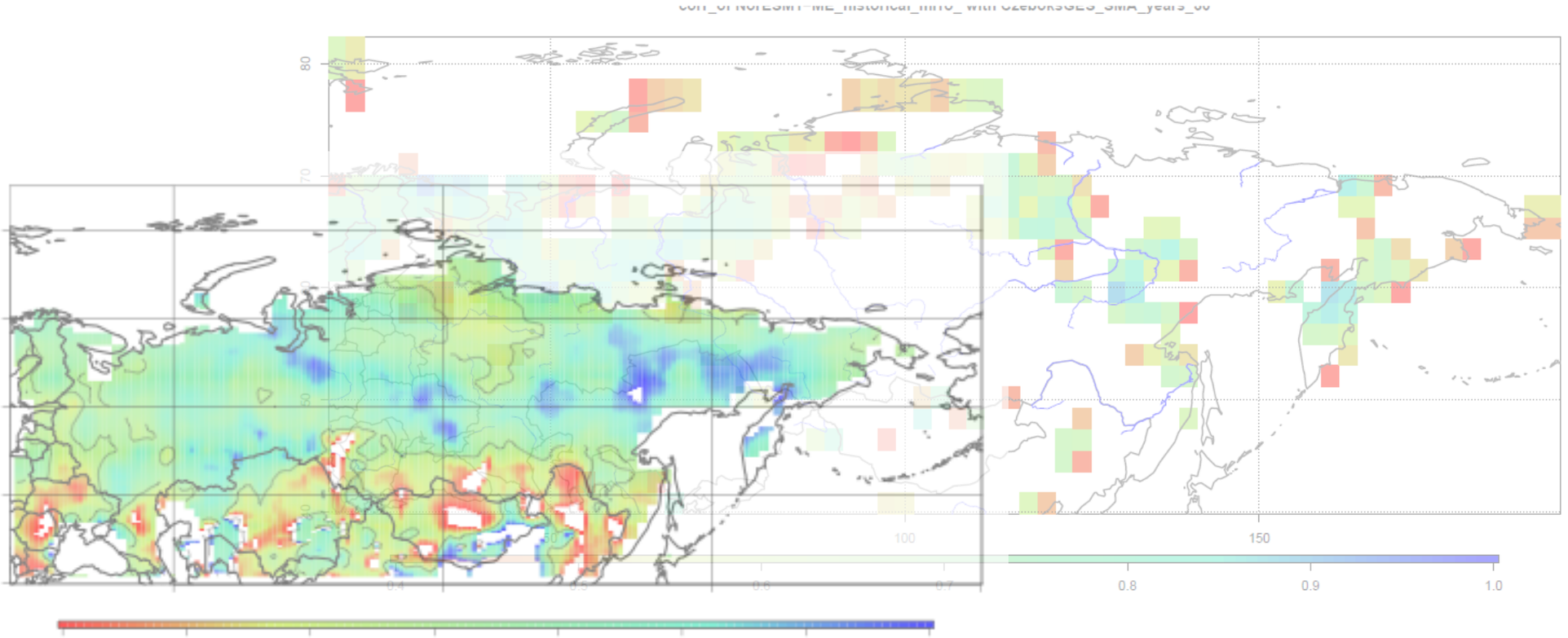
1) детальное изучение временной структуры ряда

2) автоматизация валидационных процедур

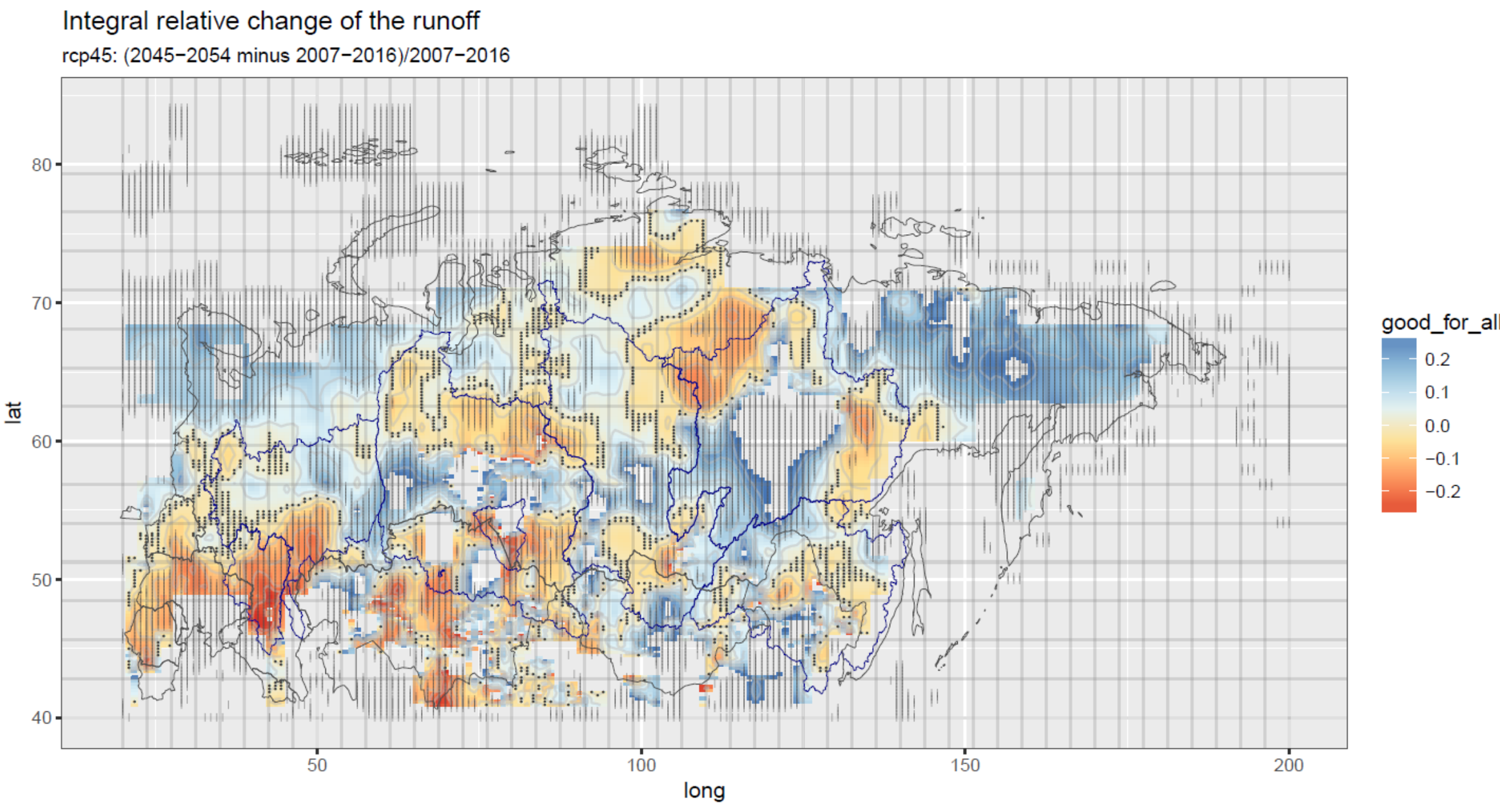
3) статистическое масштабирование (downscaling)

*4) доступ к современным методам анализа данных (**Rssa**::, **biwavelet**:: etc)*

5) визуализация уровня ГИС



ПРИМЕР РЕЗУЛЬТАТА



Спасибо за внимание!

@Ekatef *nilgepl@mpei.ru* *ek.v.fedotova@gmail.com*