



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

12-я Международная научно-практическая конференция студентов и аспирантов
«Статистические методы анализа экономики и общества»

ВЛИЯНИЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ИНТЕНСИВНОСТЬ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ В РЕГИОНАХ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Орлов Илья Александрович

Стародубцева Марина Федоровна

Стажеры-исследователи научно-учебной лаборатории
экономики изменения климата НИУ ВШЭ

Москва, 13 мая 2021



ЭКОНОМИКА И ЛЕСНЫЕ ПОЖАРЫ

12-я Международная научно-практическая конференция студентов и аспирантов
«Статистические методы анализа экономики и общества»

Деятельность человека **неоднозначно** влияет на интенсивность лесных пожаров:

- С одной стороны, чем больше деятельность человека в регионе, тем больше рисков он создает (напр., неправильное разведение костров). Это характерно для Италии*.
- С другой стороны, чем больше деятельность человека в регионе, тем более развитую инфраструктуру для борьбы с лесными пожарами он создает. Это характерно для Финляндии**.



*Пожар 10 мая 2021 г. в Свердловской области****

* Michetti M., Pinar M. Forest fires across Italian regions and implications for climate change: a panel data analysis. – 2019. – P. 211, 218, 234.

** Lehtonen I., Venäläinen A., Kämäräinen M., Peltola H., and Gregow H. Risk of large-scale fires in boreal forests of Finland under changing climate. – 2016. – P. 245

*** Автор фото: Алексей Зарецкий



ИНДЕКС НЕСТЕРОВА (1949)*

$$I_f = \sum_{1}^n (T - t) \cdot T$$

I_f – это индекс Нестерова

n – это количество дней после последнего дождя (дня с осадками более 3 мм)

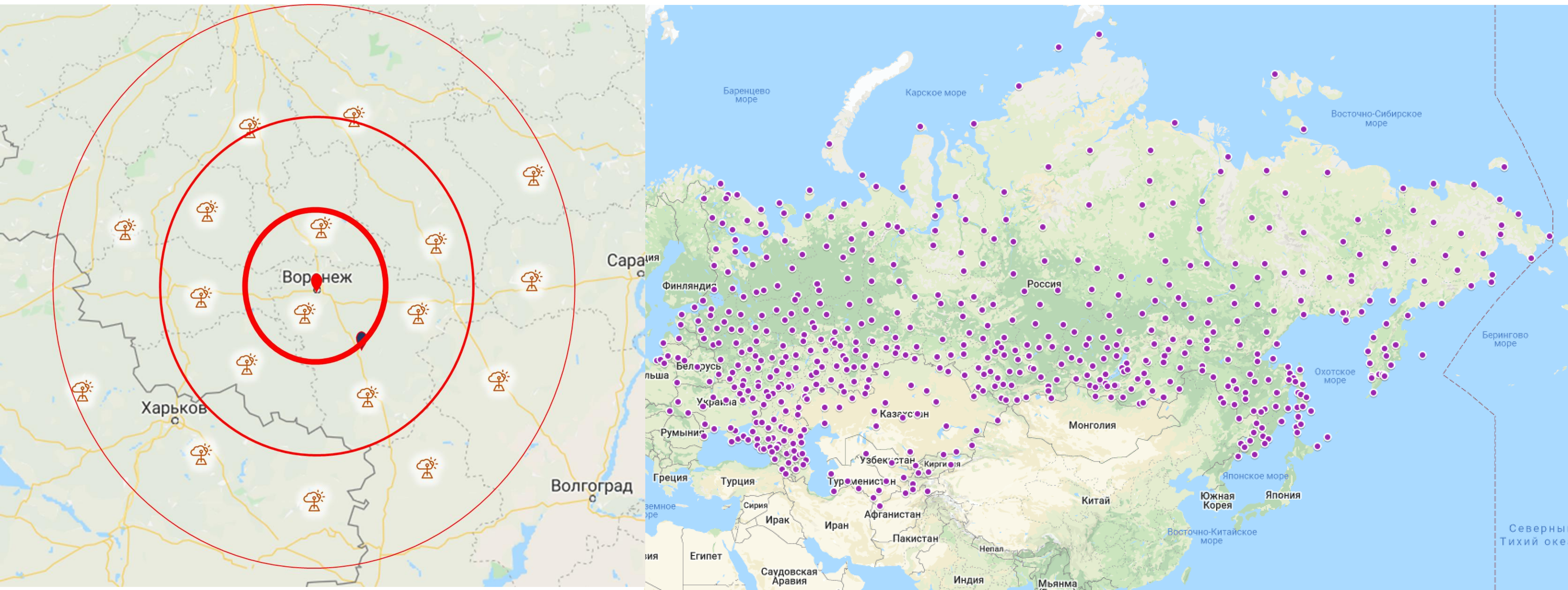
T – это температура воздуха

t – это температура точки росы

$$t = T - \left(\frac{100 - RH}{5} \right)$$

RH – это влажность воздуха.

ПЕРЕВОД ДАННЫХ ИЗ ДАННЫХ ПО СТАНЦИЯМ В ДАННЫЕ ПО РЕГИОНАМ РФ





ПЕРЕВОД ДАННЫХ ИЗ ДАННЫХ ПО СТАНЦИЯМ В ДАННЫЕ ПО РЕГИОНАМ РФ*

№ станции	1	2	3
t	10	12	16
dist	4	9	16

$$\frac{\sum_1^n \frac{t_i}{\sqrt{dist_i}}}{\sum_1^n \frac{1}{\sqrt{dist_i}}} = \frac{\frac{10}{\sqrt{4}} + \frac{12}{\sqrt{9}} + \frac{16}{\sqrt{16}}}{\frac{1}{\sqrt{4}} + \frac{1}{\sqrt{9}} + \frac{1}{\sqrt{16}}} = \frac{\frac{10}{2} + \frac{12}{3} + \frac{16}{4}}{\frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \frac{1}{4}} = \frac{5 + 4 + 4}{\frac{6}{12} + \frac{4}{12} + \frac{3}{12}} = \frac{13}{\frac{13}{12}} = 12$$

*Методология аналогична методологии в Mendelsohn R., Nordhaus W. D., Shaw D. The impact of global warming on agriculture: a Ricardian analysis. – 1994. – P. 757.



ДАННЫЕ

12-я Международная научно-практическая конференция студентов и аспирантов
«Статистические методы анализа экономики и общества»

	Размерность	Описание
Зависимая переменная Share_forest_burned	%	Отношение площади, покрытой лесом, пройденной лесными пожарами, к площади земель, покрытых лесной растительностью по всем категориям
Независимые социально-экономические переменные		
Population_density	чел / га	Данные по всем годам по населению, разделенные на общую земельную площадь на 1 января 2019 г.
GRP_per_cap	руб	Валовой региональный продукт на душу населения (значение показателя за год)
Roads_density	км/1000 км ²	Плотность автомобильных дорог общего пользования с твердым покрытием
Urban_population	%	Удельный вес городского населения в общей численности населения
Mortality_rate	‰	Общие коэффициенты смертности
Независимые климатические переменные		
mean_temp_summer	градусы Цельсия	Среднее значение температуры в регионе летом (среднее из t_june-t_aug)
mean_rain_summer	мм	Среднее значение суммы осадков в регионе летом (среднее из rain_june-rain_aug)
mean_humid_summer	%	Среднее значение относительной влажности в регионе летом (среднее из humid_june-humid_aug)
temp_x_rain_summer		Произведение средней температуры и суммы осадков в регионе летом (произведение mean_temp_summer и mean_rain_summer)
Fact1_temp		Средняя температура в пожароопасный период
Fact2_HSept		Дожди и влажность в конце пожароопасного периода (август-сентябрь)
Fact3_HMay		Дожди и влажность в начале пожароопасного периода (май-июнь)
Fact4_Hjuly		Дожди и влажность в середине пожароопасного периода (июль)
KP_sum_may_june		Количество дней в мае и июне, в которые индекс Нестерова превышал 1000
KP_sum_july_aug		Количество дней в июле и августе, в которые индекс Нестерова превышал 1000
KP_sept		Количество дней в сентябре, в которые индекс Нестерова превышал 1000



МОДЕЛЬ С «ЧИСТЫМИ» КЛИМАТИЧЕСКИМИ ПЕРЕМЕННЫМИ

```
Fixed-effects (within) regression      Number of obs   =      873
Group variable: Region_code          Number of groups =      81

R-sq:  within = 0.1615                Obs per group:  min =      8
        between = 0.0105                avg   =     10.8
        overall = 0.0005                max   =     11

                                     F(11,80)        =      2.91
corr(u_i, Xb) = -0.9617                Prob > F       =     0.0028

                                     (Std. Err. adjusted for 81 clusters in Region_code)
```

	Coef.	Robust Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
Share_forest_bur~d						
Population_density	2.238582	.9993273	2.24	0.028	.2498575	4.227307
GRP_per_cap	-1.51e-07	8.62e-08	-1.75	0.084	-3.22e-07	2.08e-08
Roads_density	-.0011007	.0004373	-2.52	0.014	-.0019708	-.0002305
Urban_population	-.0554928	.0198263	-2.80	0.006	-.0949483	-.0160372
Mortality_rate	.3452479	.1137272	3.04	0.003	.1189237	.5715722
Life_expectancy	.1656677	.0576168	2.88	0.005	.0510065	.2803288
Educ_workers	-.0126501	.0084166	-1.50	0.137	-.0293997	.0040996
temp_x_rain_summer	-.0015913	.0007073	-2.25	0.027	-.0029989	-.0001836
mean_temp_summer	.1369206	.060709	2.26	0.027	.0161058	.2577354
mean_rain_summer	.0256923	.0133518	1.92	0.058	-.0008786	.0522632
mean_humid_summer	-.0508715	.0141971	-3.58	0.001	-.0791247	-.0226184
_cons	-11.06256	4.821317	-2.29	0.024	-20.65729	-1.467837
sigma_u	1.6534792					
sigma_e	.7052061					
rho	.84609469	(fraction of variance due to u_i)				

- Все переменные, кроме Educ_workers, GRP_per_cap, mean_rain_summer значимы на 5% уровне значимости
- Повышение средней температуры летом в среднем увеличивает долю сгоревшего леса на 0,14 п.п.
- Повышение среднего уровня влажности температуры в среднем уменьшает долю сгоревшего леса на 0,06 п.п.



МОДЕЛЬ С ГК ИЗ КЛИМАТИЧЕСКИХ ПЕРЕМЕННЫХ

```
Fixed-effects (within) regression      Number of obs   =      873
Group variable: Region_code          Number of groups =      81

R-sq:  within = 0.1484                Obs per group:  min =      8
        between = 0.0069                avg =     10.8
        overall = 0.0005                max =      11

corr(u_i, Xb) = -0.9669                F(11,80)       =      4.57
                                         Prob > F        =      0.0000
```

(Std. Err. adjusted for 81 clusters in Region_code)

Share_forest_bur~d	Coef.	Robust Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
Population_density	2.082317	1.178283	1.77	0.081	-.2625399	4.427174
GRP_per_cap	-1.79e-07	8.39e-08	-2.13	0.036	-3.46e-07	-1.20e-08
Roads_density	-.0013143	.000466	-2.82	0.006	-.0022416	-.000387
Urban_population	-.0559966	.0202487	-2.77	0.007	-.0962927	-.0157005
Mortality_rate	.39473	.1261534	3.13	0.002	.1436767	.6457832
Life_expectancy	.1976849	.0633891	3.12	0.003	.0715366	.3238332
Educ_workers	-.010813	.0088421	-1.22	0.225	-.0284093	.0067833
Fact1_temp	.4614133	.1606992	2.87	0.005	.1416116	.7812149
Fact2_HSept	-.1437266	.0376103	-3.82	0.000	-.2185734	-.0688798
Fact3_HMay	-.1639464	.0454498	-3.61	0.001	-.2543945	-.0734984
Fact4_Hjuly	-.2160795	.0417881	-5.17	0.000	-.2992404	-.1329187
_cons	-15.03358	5.16275	-2.91	0.005	-25.30778	-4.759381
sigma_u	1.755379					
sigma_e	.71068318					
rho	.85917161	(fraction of variance due to u_i)				

- Все переменные, кроме Population_density и Educ_workers значимы на 5% уровне значимости
- Знаки коэффициентов при главных компонентах логичны



МОДЕЛЬ С ИНДЕКСОМ НЕСТЕРОВА

```
Fixed-effects (within) regression      Number of obs   =      876
Group variable: Region_code          Number of groups =      81

R-sq:  within = 0.1275                Obs per group:  min =      8
      between = 0.0077                  avg   =     10.8
      overall = 0.0001                  max   =     11

                                         F(10, 80)      =      2.86
                                         Prob > F        =     0.0042

corr(u_i, Xb) = -0.9715
```

(Std. Err. adjusted for 81 clusters in Region_code)

Share_forest_bur~d	Coef.	Robust Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
Population_density	2.513938	1.493873	1.68	0.096	-.4589632	5.486839
GRP_per_cap	-1.74e-07	9.78e-08	-1.78	0.080	-3.68e-07	2.10e-08
Roads_density	-.0013927	.0004604	-3.03	0.003	-.0023089	-.0004765
Urban_population	-.0610197	.0209864	-2.91	0.005	-.1027839	-.0192554
Mortality_rate	.4448733	.1382495	3.22	0.002	.169748	.7199986
Life_expectancy	.2214544	.0691557	3.20	0.002	.0838302	.3590786
Educ_workers	-.0140872	.0091336	-1.54	0.127	-.0322636	.0040892
KP_sum_may_june	.0118211	.0036938	3.20	0.002	.0044702	.019172
KP_sun_july_aug	.0266479	.0059753	4.46	0.000	.0147566	.0385392
KP_sept	.0021924	.0028403	0.77	0.442	-.0034599	.0078448
_cons	-18.05806	5.811792	-3.11	0.003	-29.62389	-6.492222
sigma_u	1.8234077					
sigma_e	.71754382					
rho	.86590849	(fraction of variance due to u_i)				

- Все переменные, кроме Population_density, GRP_per_cap, Educ_workers и KP_sept значимы на 5% уровне значимости
- При увеличении кол-ва дней с индексом Нестерова на 1 в мае-июне, доля сгоревших лесов в среднем увеличивается на 0,01 п.п.
- При увеличении кол-ва дней с индексом Нестерова на 1 в июле-августе, доля сгоревших лесов в среднем увеличивается на 0,03 п.п.

Спасибо за внимание!



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

iaorlov@hse.ru

mstarodubtseva@hse.ru

<https://we.hse.ru/climate/>