



КАЗАНСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Энергосбережение и оптимизация издержек потребителей электроэнергии с помощью технологии машинного обучения

Докладчик: **Саитов Станислав**

Направление оптимизации

Ценовая категория	Различия в ценообразовании			
	Покупка		Передача	
	Электроэнергия	Мощность	Потери в сетях	Содержание сетей
I	Электроэнергия включает в себя цену мощности и рассчитывается в целом за расчётный период по одной цене		одноставочный тариф на передачу, ставка за потери и ставка за содержание приведены к одной величине, взимаемой с каждого кВтч.	
II	Электроэнергия включает в себя цену мощности и рассчитывается отдельно для каждой из зон суток (День/Ночь или Ночь/Полупик/Пик)			
III	Цена электроэнергии рассчитывается интервально (разная в каждый час месяца)	Мощность оплачивается как отдельный товар, объем мощности определяется в зависимости от нагрузки потребителя в пиковые часы	Ставка за потери умножается на потреблённый за месяц объём электроэнергии	Ставка за содержание на передачу умножается на объём сетевой мощности
IV				
V			Аналогично I, II и III ценовым категориям	
VI			Аналогично IV ценовой категории	

Источник: ПП РФ от 04.05.2012 №442 (ред. от 07.02.2024)

Пример расчёта тарифицируемой мощности

$$P_{ОРЭМ} = \frac{\sum_{i=1}^n P_i^{никчас}}{n} = \frac{318,5 + 340,5 + 358,5 + \dots}{17} = 333,5 \text{ кВт}$$

Сутки	1	...	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	...	24
01.01.24	223,2	...	242,8	236,4	239,9	243,6	242,8	240,9	248,1	240,4	238,9	242,8	...	241,2
...
07.01.24	240,6	...	245,8	258,3	253,8	261,4	255,6	260,2	247,6	257,0	242,1	249,6	...	247,2
08.01.24	243,1	...	348,4	345,2	340,5	342,0	332,2	331,7	328,6	323,3	318,5	299,4	...	229,6
09.01.24	227,2	...	363,6	368,1	370,3	370,5	362,1	352,8	355,1	354,6	340,5	324,4	...	247,2
10.01.24	258,8	...	360,1	356,2	358,5	349,5	341,9	345,0	333,6	333,1	326,4	306,4	...	245,3
11.01.24	249,8	...	366,4	333,6	322,1	324,3	316,8	311,6	310,4	303,8	285,6	253,5	...	234,3
12.01.24	394,8	...	346,1	344,4	333,6	331,1	327,4	325,0	325,8	326,3	301,5	261,6	...	239,6
13.01.24	231,5	...	238,4	247,7	241,9	245,9	249,3	257,8	251,1	250,4	252,1	245,1	...	222,2
14.01.24	234,0	...	240,9	250,2	244,4	248,4	251,8	260,3	253,6	252,9	254,6	247,6	...	224,7
15.01.24	229,5	...	352,8	334,5	331,6	332,3	327,8	324,3	324,9	317,9	300,9	285,3	...	238,0
16.01.24	240,9	...	349,2	347,9	338,3	336,7	335,1	330,8	370,8	357,7	345,1	314,3	...	266,2
17.01.24	268,3	...	367,2	308,6	324,0	354,3	336,2	328,8	320,3	312,3	301,8	278,2	...	235,1
18.01.24	237,2	...	343,4	270,9	313,4	336,7	339,6	322,4	258,8	292,2	301,0	277,6	...	241,7
19.01.24	237,0	...	355,2	349,7	346,6	338,1	346,0	321,9	321,6	325,1	309,4	290,3	...	252,1
20.01.24	233,8	...	244,9	233,5	244,7	244,4	239,1	242,1	240,4	242,0	244,1	247,1	...	234,1
...

Актуальный тариф на мощность в Татарстане

Составляющие предельных уровней нерегулируемых цен

за расчетный период **февраль 2024**

для ГТП **PTATENER**

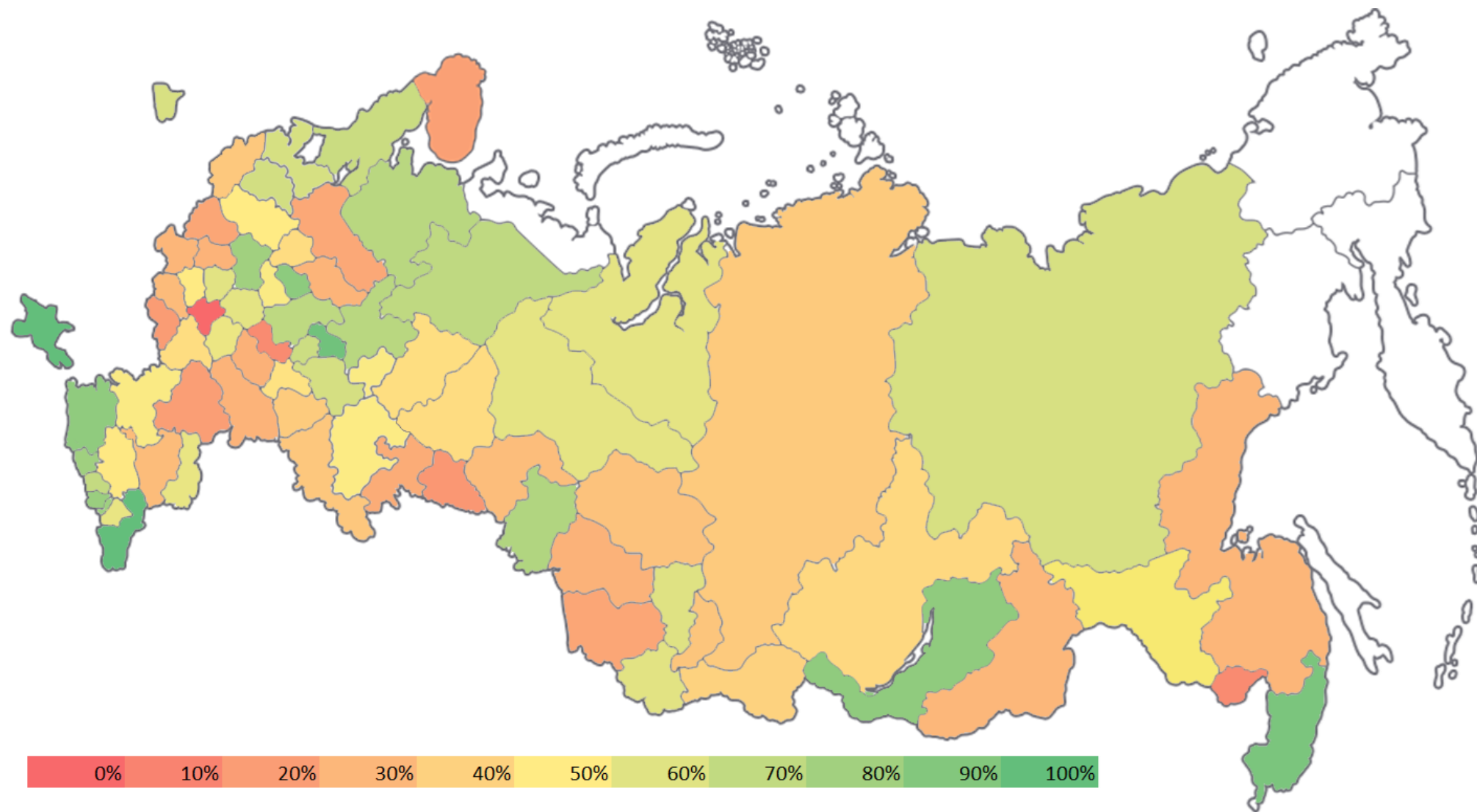
участника оптового рынка **АО "Татэнергосбыт"**

Дифференцированная по зонам суток расчетного периода средневзвешенная нерегулируемая цена на электрическую энергию на оптовом рынке, определяемая по результатам конкурентного отбора ценовых заявок на сутки вперед для соответствующих зон суток, руб/МВтч	
Дифференцированная по зонам суток расчетного периода средневзвешенная нерегулируемая цена на электрическую энергию на оптовом рынке, определяемая по результатам конкурентного отбора ценовых заявок на сутки вперед по трем зонам суток:	
Ночная зона	1282,77
Полупиковая зона	1728,98
Пиковая зона	1784,01
Дифференцированная по зонам суток расчетного периода средневзвешенная нерегулируемая цена на электрическую энергию на оптовом рынке, определяемая по результатам конкурентного отбора ценовых заявок на сутки вперед по двум зонам суток:	
Ночная зона	1282,77
Дневная зона	1749,42
<u>Средневзвешенная нерегулируемая цена на мощность на оптовом рынке, руб/МВт</u>	889754,15
Средневзвешенная нерегулируемая цена на электрическую энергию на оптовом рынке, определяемая по результатам конкурентного отбора ценовых заявок на сутки вперед и конкурентного отбора заявок для балансирования системы, руб/МВтч	1606,3
Средневзвешенная нерегулируемая цена на электрическую энергию на оптовом рынке, определяемая по результатам конкурентных отборов на сутки вперед, руб/МВтч	1594,11

Распределение плотности вероятности случайной дискретной величины

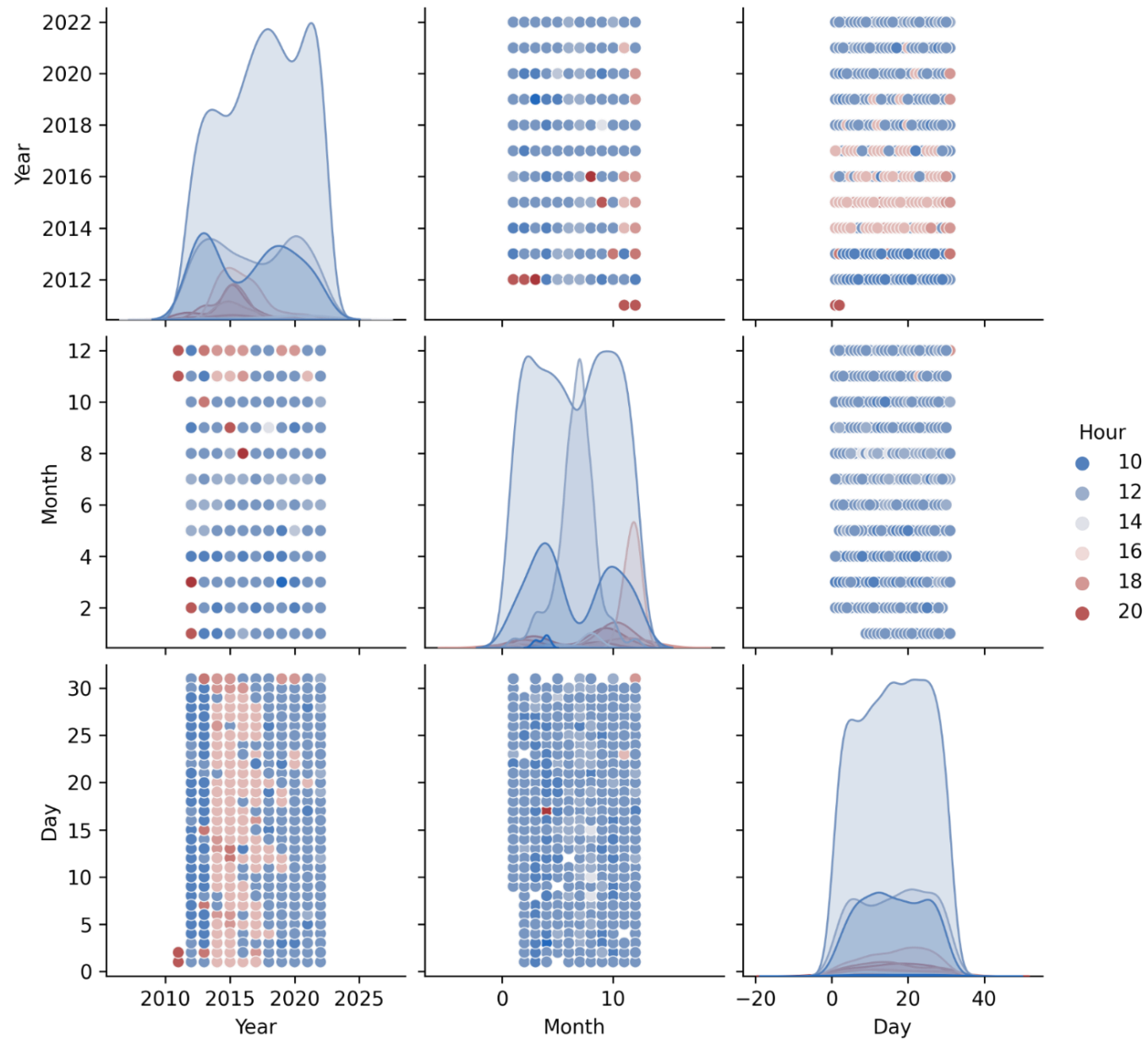
Сутки	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	вероятный час	p_i	
1 ноя	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,14	0	0	0	0	0	0	0,71	0,14	0	0	0	0	18	71,4%	
2 ноя	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,29	0	0	0	0	0	0,29	0,43	0	0	0	0	0	18	42,9%	
3 ноя	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0,4	0	0	0	0	0	0	0,4	0	0	0	0	0	11	40,0%	
5 ноя	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0,2	0,4	0,2	0	0	0	0	18	40,0%	
6 ноя	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,14	0,71	0,14	0	0	0	0	18	71,4%	
7 ноя	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,13	0,13	0	0	0	0	0	0,38	0,13	0,25	0	0	0	0	17	37,5%	
8 ноя	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,43	0,14	0	0	0	0	0	0,29	0,14	0	0	0	0	0	10	42,9%	
9 ноя	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,14	0	0	0	0	0	0,71	0,14	0	0	0	0	0	17	71,4%	
10 ноя	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,67	0,33	0	0	0	0	0	17	66,7%	
11 ноя	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,29	0	0	0	0	0	0	0,71	0	0	0	0	0	0	17	71,4%	
12 ноя	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,29	0	0	0	0	0	0	0,57	0,14	0	0	0	0	0	17	57,1%	
13 ноя	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,25	0	0	0	0	0	0	0,63	0,13	0	0	0	0	0	17	62,5%	
14 ноя	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,13	0,13	0	0	0	0	0	0,25	0,5	0	0	0	0	0	18	50,0%	
15 ноя	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,14	0	0	0	0	0	0,43	0,43	0	0	0	0	0	17	42,9%	
16 ноя	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,14	0	0	0	0	0	0	0,57	0,29	0	0	0	0	0	17	57,1%	
17 ноя	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,17	0	0	0	0	0	0	0,5	0,33	0	0	0	0	0	17	50,0%	
18 ноя	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,14	0	0	0	0	0	0,14	0,43	0,29	0	0	0	0	0	17	42,9%	
19 ноя	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,14	0	0	0	0	0	0	0	0,57	0,29	0	0	0	0	0	17	57,1%	
20 ноя	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,13	0,13	0	0	0	0	0	0,63	0,13	0	0	0	0	0	17	62,5%	
...
27 ноя	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,13	0	0	0	0	0	0,13	0,5	0,25	0	0	0	0	0	17	50,0%	
28 ноя	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,13	0	0	0	0	0	0	0,63	0,25	0	0	0	0	0	17	62,5%	
29 ноя	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,29	0	0	0	0	0	0	0,57	0,14	0	0	0	0	0	17	57,1%	
30 ноя	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,14	0,57	0,29	0	0	0	0	0	17	57,1%	

Точность наивных моделей для ценовых и неценовых зон ОРЭМ (2022 г)

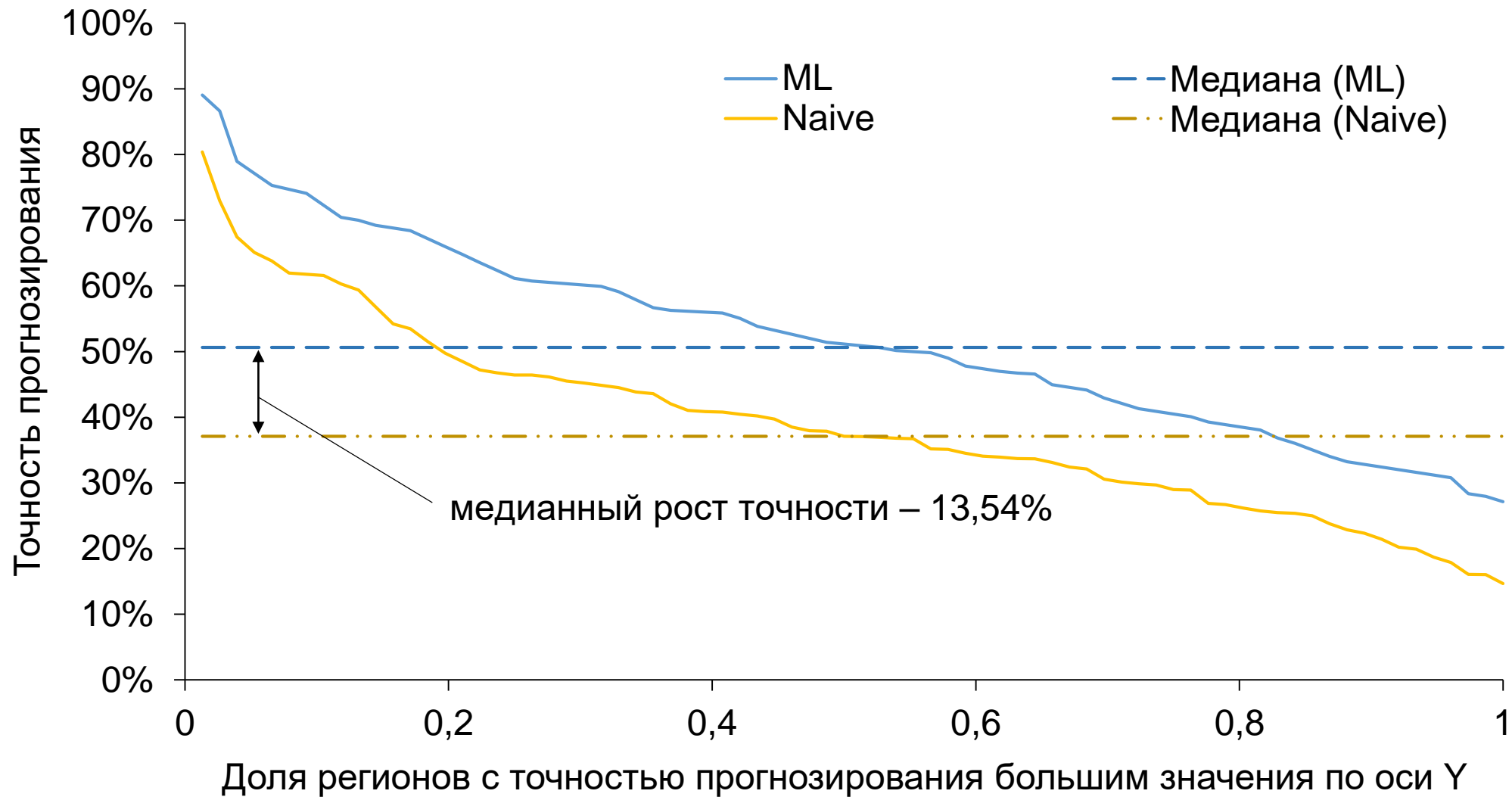


Источник: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=50081878>

Решение задачи мультиклассовой классификации



Сравнение метрик качества наивных и ML-моделей



Недельный профиль энергопотребления Калининградская область, март 2024

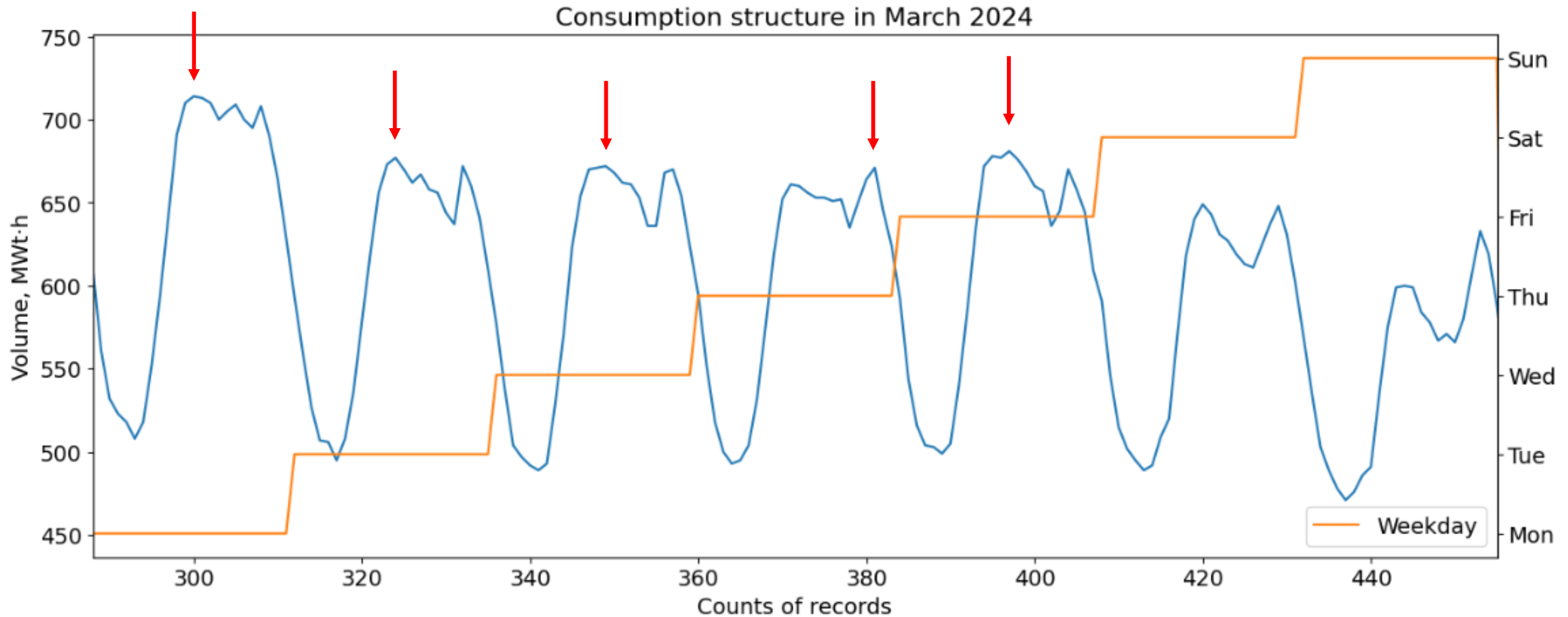
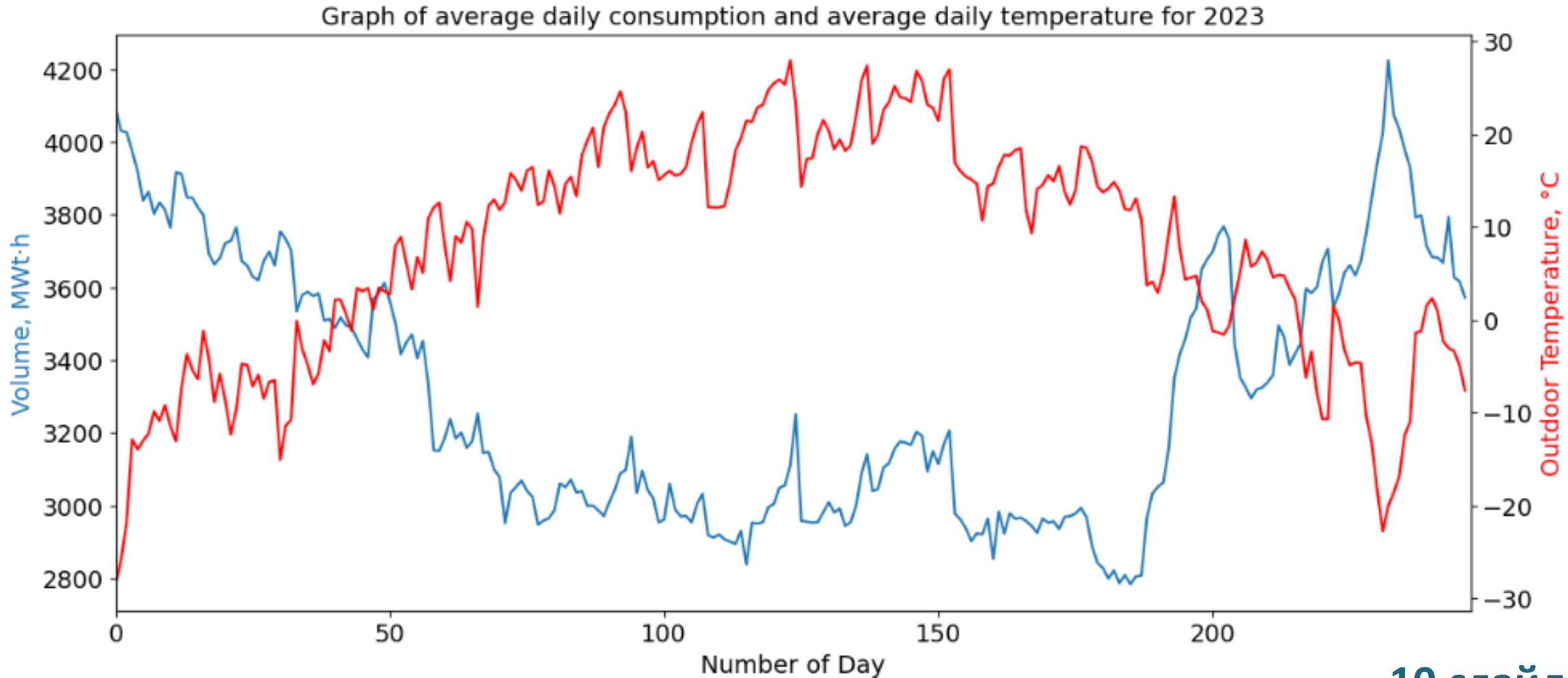
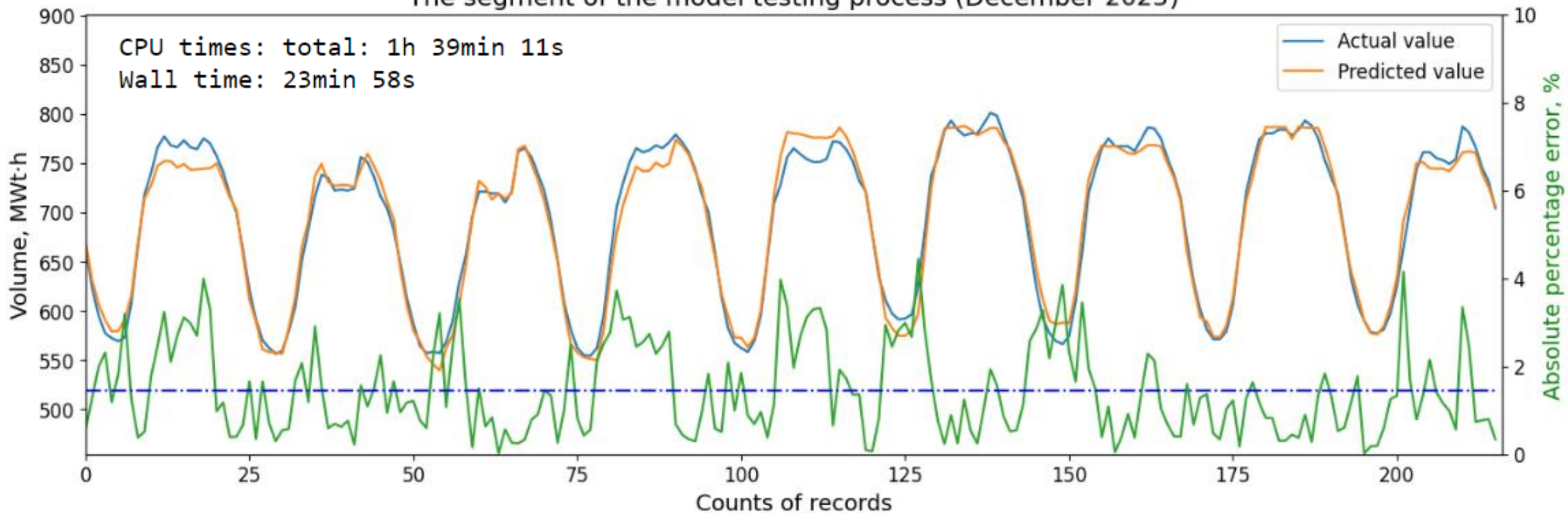


График зависимости потребления ЭЭ от температуры наружного воздуха Татарстан, 2023



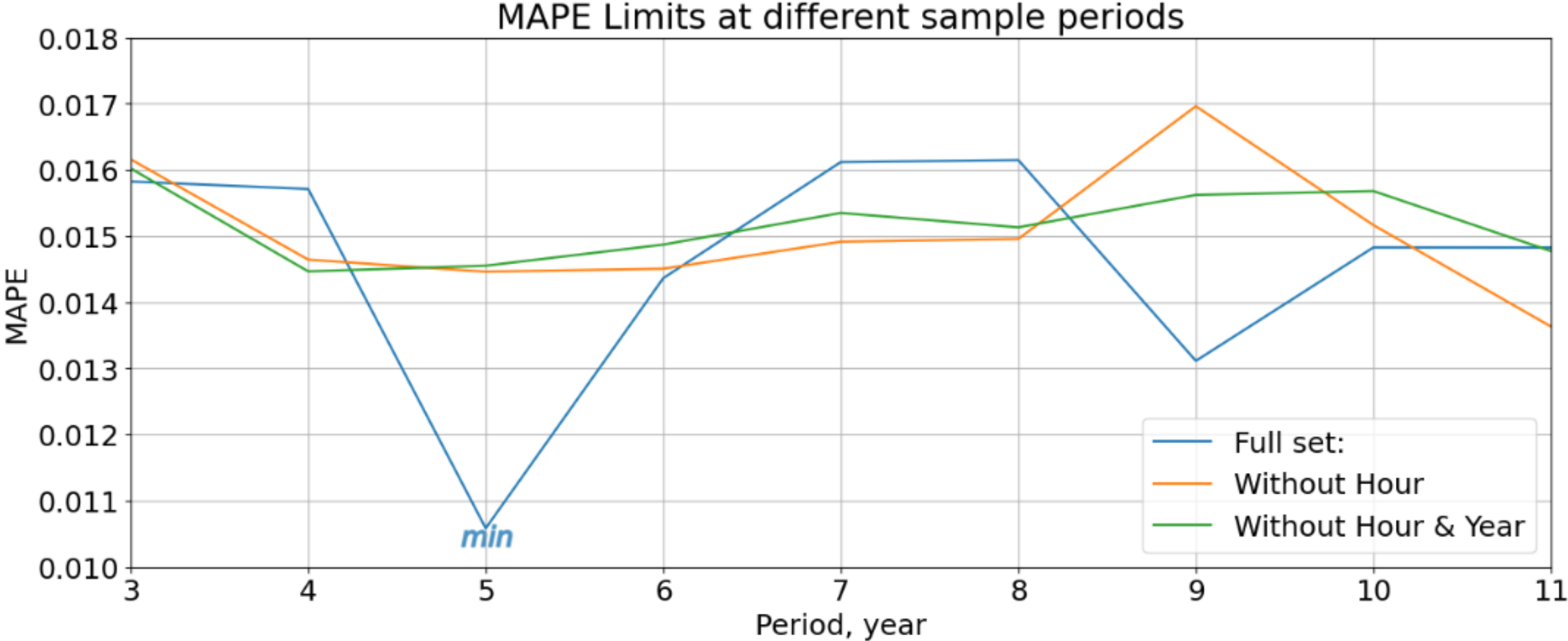
Прогнозный (XGBoost) и фактический профили энергопотребления Калининградской области, декабрь 2023

The segment of the model testing process (December 2023)

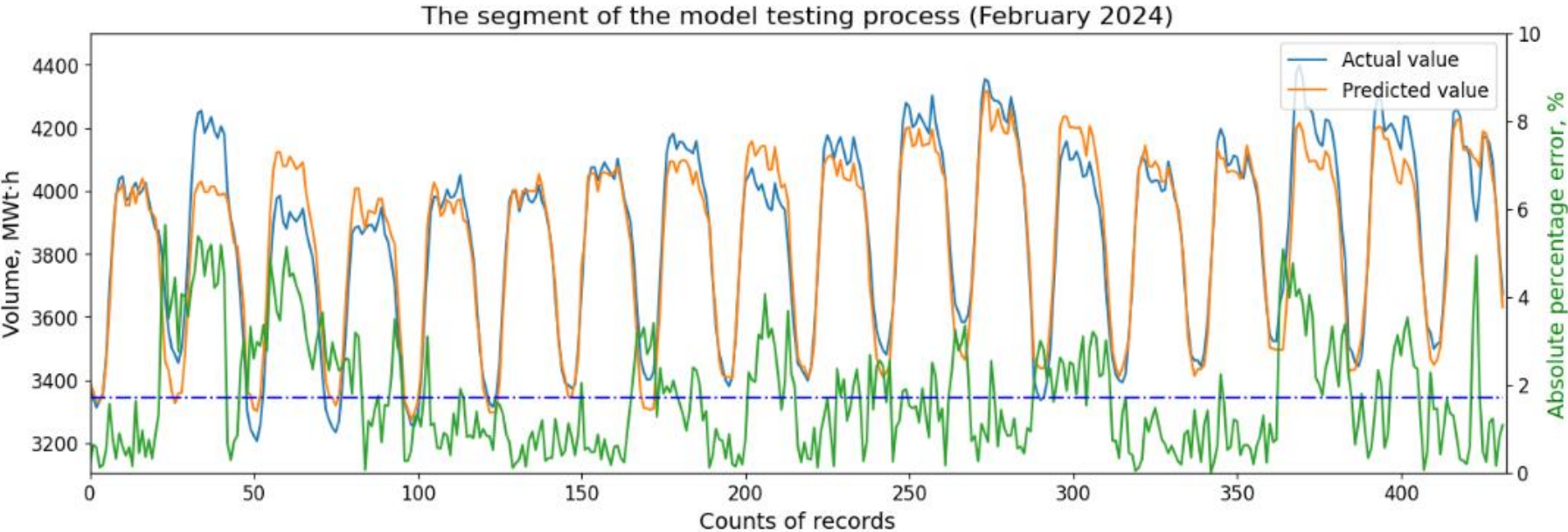
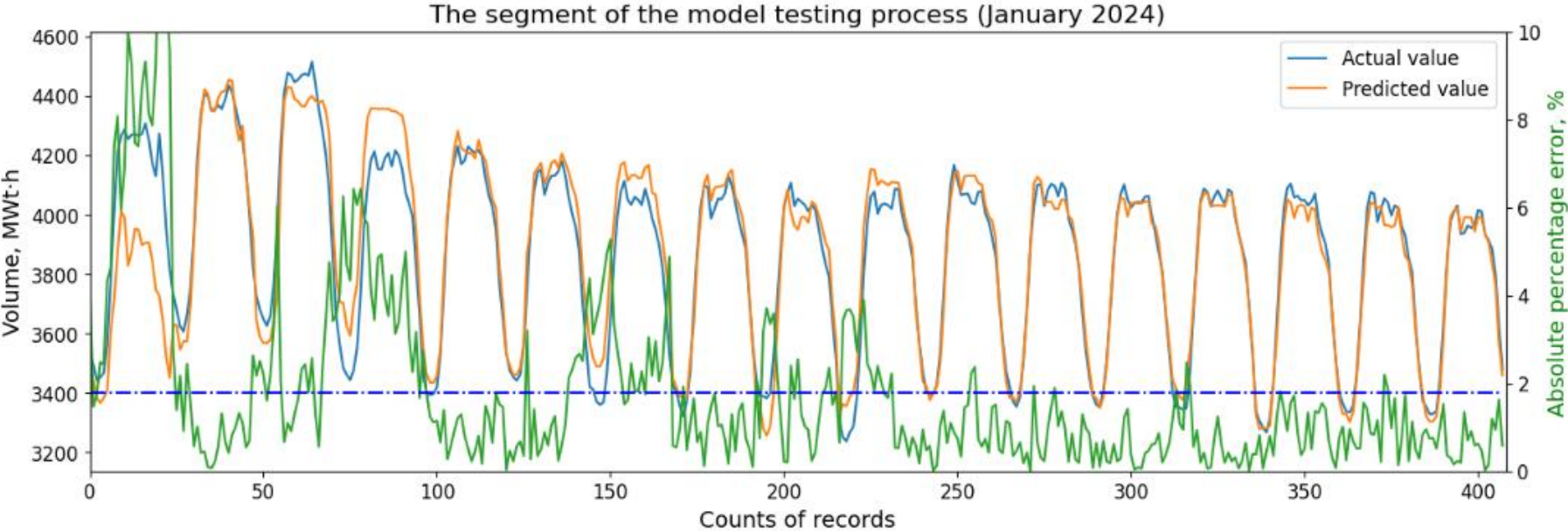


Month	January	February	March	April	May	June	July	August	September	October	Average
MAE [MW]	7.90	8.48	8.89	9.09	8.38	5.79	5.42	5.66	5.73	8.10	7.34
MAPE	1.316%	1.356%	1.475%	1.731%	1.819%	1.281%	1.220%	1.241%	1.248%	1.509%	1.420%

Оптимальная глубина обучающей выборки, лет

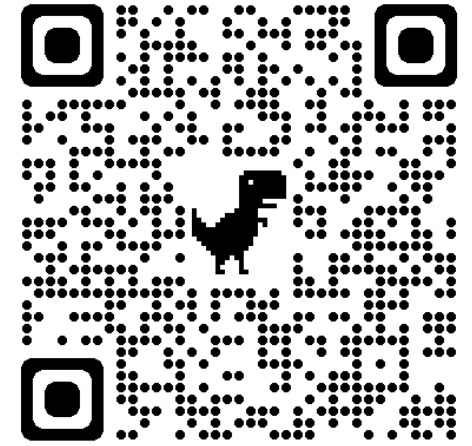


Валидация XGBoost-модели Татарстана на данных 2024 года





КАЗАНСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ



my GitHub profile

Энергосбережение и оптимизация издержек потребителей электроэнергии с помощью технологии машинного обучения

Докладчик: **Саитов Станислав**

тел.: **+79179326793**

Email: **саарел@mail.ru**