



Сетевая  
Компания

# *Применение ИИ для поиска безучетного потребления электроэнергии*

*Докладчик: Усманов Ренат Раисович*

# БЕЗУЧЕТНОЕ ПОТРЕБЛЕНИЕ



Впаивание шунтирующих резисторов

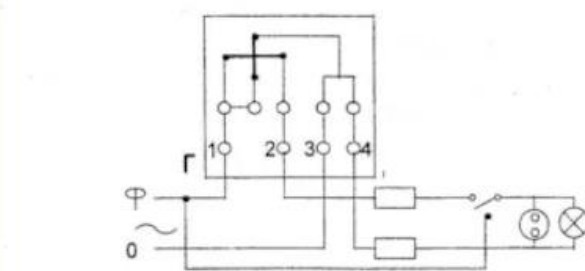
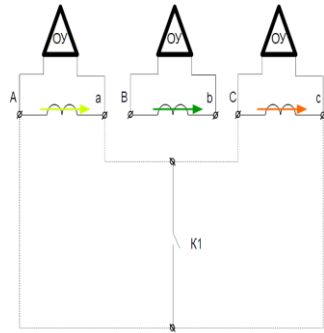


Рис. П.1.2. Переключение нагрузки напрямую, минуя счетчик.

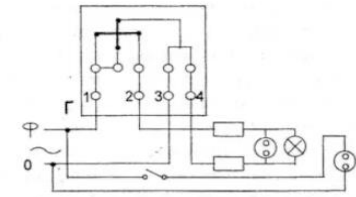


Рис. П.1.1. Обход счетчика.

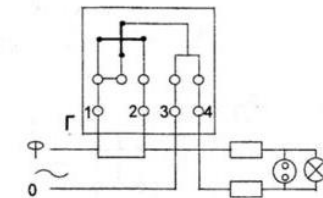
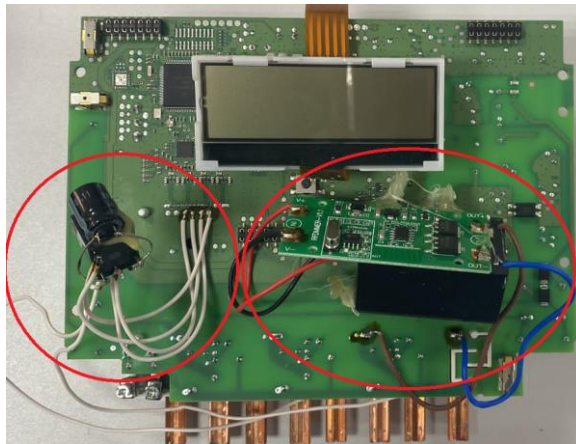
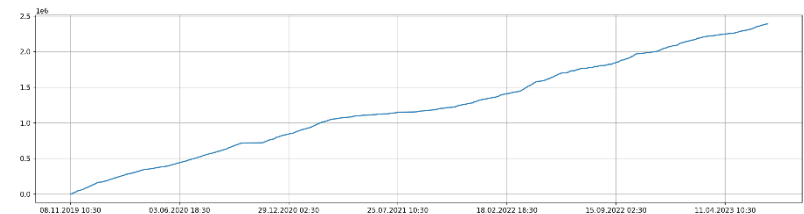
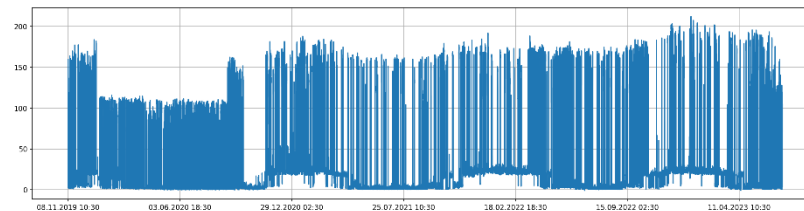
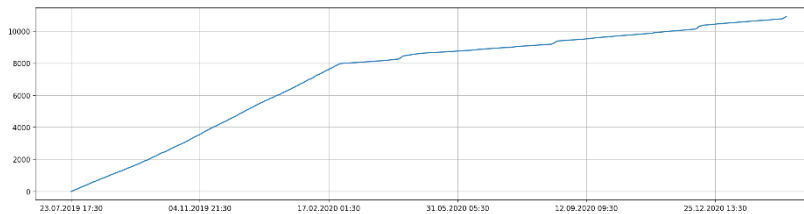
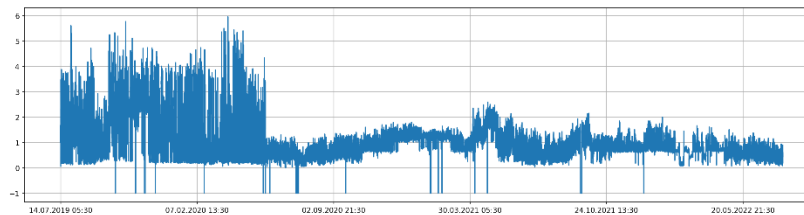


Рис. П.1.12. Шунтирование перемычкой в зажимной коробке или с тыльной стороны.



Шунтирование токовых измерительных органов радиоуправляемым реле



Графики потребления модифицированных счетчиков



Сетевая  
Компания

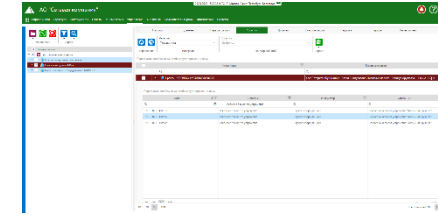
# ПОИСК АБОНЕТНОВ С БЕЗУЧЕТНЫМ ПОТРЕБЛЕНИЕМ «КАК ЕСТЬ»

Выделение участков с наибольшими потерями

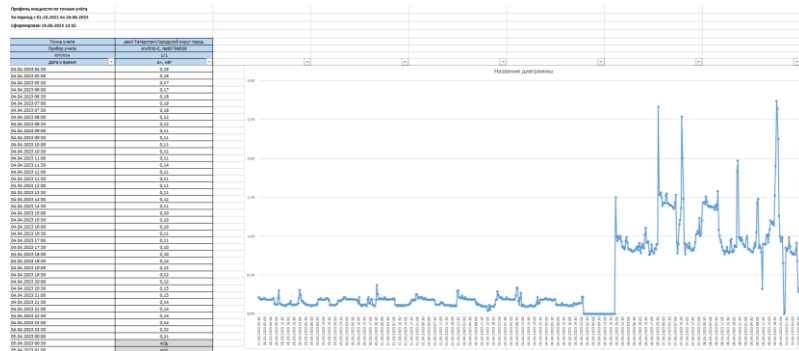
Расчет потерь по присоединениям 0,4 кВ ТП (КТП) ПС 21 - Азнававо													
Фидер	Диспетчерский код ТП	населенный пункт	Валенская принадлежность	Фидер 0,4 кВ	№ очереди	Тип учета	Согласно плану присоединения	кВт.ч/час	Факт. расход	Потери кВт.ч/час	Всего	Потери, кВт.ч/час	
Итого по ТП 21-02-02003 (ООО "СМ")													
Ф.21-02	ТП 21-02-02003	Республика Татарстан, Азнававо, р.и.	АЭС	А-3 ТП 21-02-02003 (С)	139990302	Р	853	853	0	0	853	0	0,00%
Ф.21-02	ТП 21-02-02003	Республика Татарстан, Азнававо, р.и.	АЭС	А-6 ТП 21-02-02003 (С)	300650, 850000	Р	224	224	0	0	224	0	0,00%
Ф.21-02	ТП 21-02-02003	Республика Татарстан, Азнававо, р.и.	АЭС	А-2 ТП 21-02-02003 (С)	-	-	762	565	0	0	565	217	27,73%
Ф.21-02	ТП 21-02-02003	Республика Татарстан, Азнававо, р.и.	АЭС	А-4 ТП 21-02-02003 (С)	-	-	1222	883	0	0	883	338	27,73%
Итого по ТП 21-02-02003													
Ф.21-02	ТП 21-02-02003	Республика Татарстан, Азнававо, р.и.	АЭС	А-3 ТП 21-02-02003 (С)	139990302	Р	3060	2925	0	0	2925	135	4,40%
Ф.21-02	ТП 21-02-02003	Республика Татарстан, Азнававо, р.и.	АЭС	А-6 ТП 21-02-02003 (С)	300650, 850000	Р	395	395	0	0	395	0	0,00%
Ф.21-02	ТП 21-02-02003	Республика Татарстан, Азнававо, р.и.	АЭС	А-2 ТП 21-02-02003 (С)	-	-	16728	4880	0	0	4880	11848	70,00%
Ф.21-02	ТП 21-02-02003	Республика Татарстан, Азнававо, р.и.	АЭС	А-4 ТП 21-02-02003 (С)	79990100	Р	140	140	0	0	140	0	0,00%
Итого по ТП 21-02-02003 (Итого)													
Ф.21-02	ТП 21-02-02003	Республика Татарстан, Азнававо, р.и.	АЭС	А-4 ТП 21-02-02003 (С)	13002785	Р	391	391	0	0	391	0	0,00%
Ф.21-02	ТП 21-02-02003	Республика Татарстан, Азнававо, р.и.	АЭС	А-6 ТП 21-02-02003 (С)	"МТМБС" А	-	432	276	0	0	276	156	37,00%
Ф.21-02	ТП 21-02-02003	Республика Татарстан, Азнававо, р.и.	АЭС	А-2 ТП 21-02-02003 (С)	-	-	16044	678	20970	0	21642	2390	17,00%
Ф.21-02	ТП 21-02-02003	Республика Татарстан, Азнававо, р.и.	АЭС	А-5 ТП 21-02-02003 (С)	-	-	4471	1504	1803	0	1707	764	17,00%
Ф.21-02	ТП 21-02-02003	Республика Татарстан, Азнававо, р.и.	АЭС	А-2 ТП 21-02-02003 (С)	1000000000	Р	1910	1584	0	0	1584	326	17,00%
Итого по ТП 21-02-02003													
Ф.21-02	ТП 21-02-02003	Республика Татарстан, Азнававо, р.и.	АЭС	А-7 ТП 21-02-02003 (С)	0000000000	Р	11700	4900	10770	0	11700	3080	26,70%
Ф.21-02	ТП 21-02-02003	Республика Татарстан, Азнававо, р.и.	АЭС	А-2 ТП 21-02-02003 (С)	0000000000	Р	1109	1109	0	0	1109	0	0,00%
Ф.21-02	ТП 21-02-02003	Республика Татарстан, Азнававо, р.и.	АЭС	А-3 ТП 21-02-02003 (С)	0000000000	Р	899	899	0	0	899	0	0,00%
Ф.21-02	ТП 21-02-02003	Республика Татарстан, Азнававо, р.и.	АЭС	А-6 ТП 21-02-02003 (С)	0000000000	Р	8921	8921	0	0	8921	0	0,00%

Шаг 1

Выгрузка событий из ПК «Пирамида» 2.0 о вскрытие корпуса или клеммной крышки ИПУ



или



Шаг 2

- 1) Выгрузка профилей мощности из ПК «Пирамида» 2.0;
- 2) Построение графиков;
- 3) Ручной анализ.

≈ 3 абонента/час

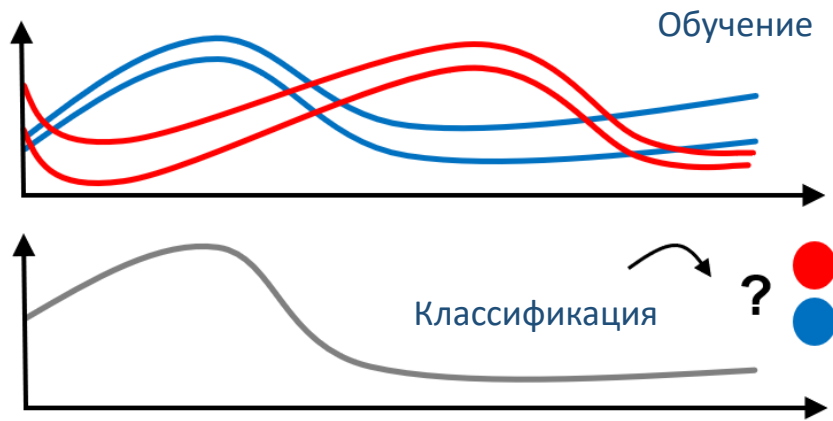


Выезд рейдовой бригады

≈ 15-20 абонентов/в сутки

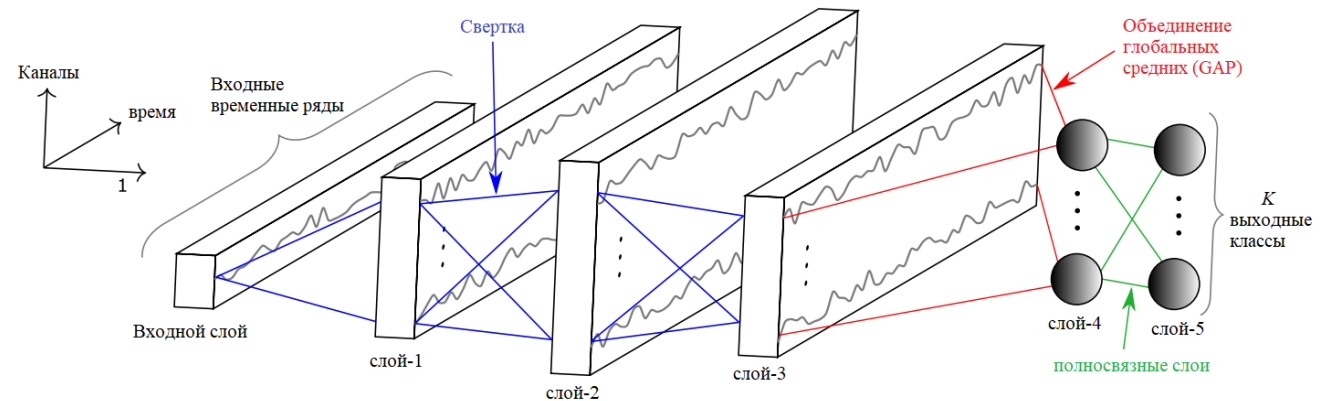
Шаг 3

# НЕЙРОСЕТЬ И ПРИНЦИП ЕЕ РАБОТЫ



Классификация временных рядов

Методы	Точность
Логистическая регрессия	69%
Опорные вектора	79%
Сверточная нейронная сеть	89%



Принцип работы сверточной нейронной сети (СНС)



Сетевая  
Компания

# ПРОЦЕСС СБОРА ИСХОДНЫХ ДАННЫХ



**>150**  
точек учета

Получение координат  
точек где фиксировалось  
безучетное потребление



ПИРАМИДА 2.0 ЛАЙТ



Выгрузка данных  
потребления



**>2000**  
точек учета

Ручной анализ  
данных

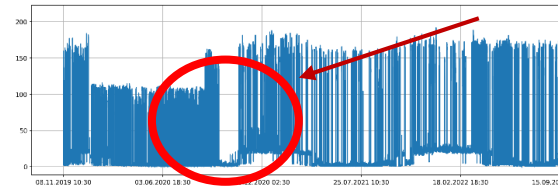


**>120**  
графиков с  
безучетным  
потреблением

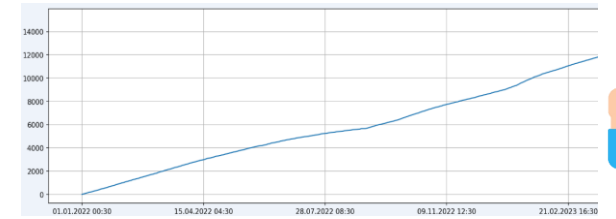
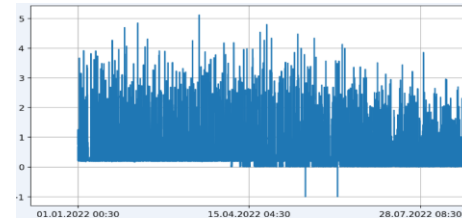
**>1000**  
графиков с  
честным  
потреблением

Формирование  
окончательной  
выборки для  
обучения

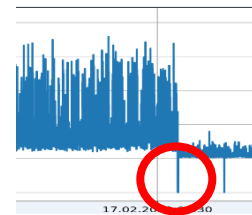
## Аномалия



Выявление характерных точек на графиках с  
безучетным потреблением



Набор групп «честных» потребителей

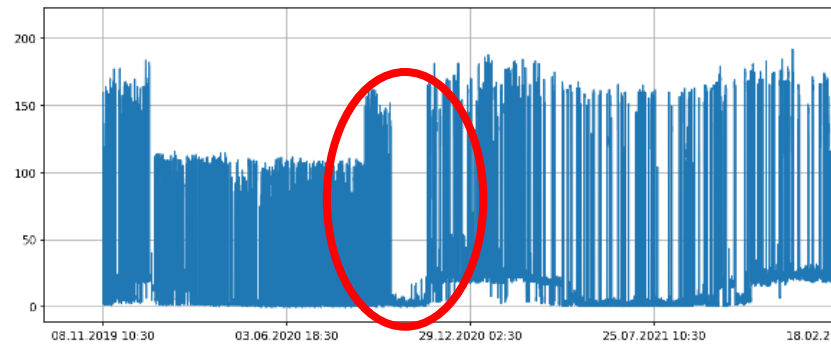


Выделение на графиках сигнальных  
точек по событиям вскрытия и  
пропадания связи

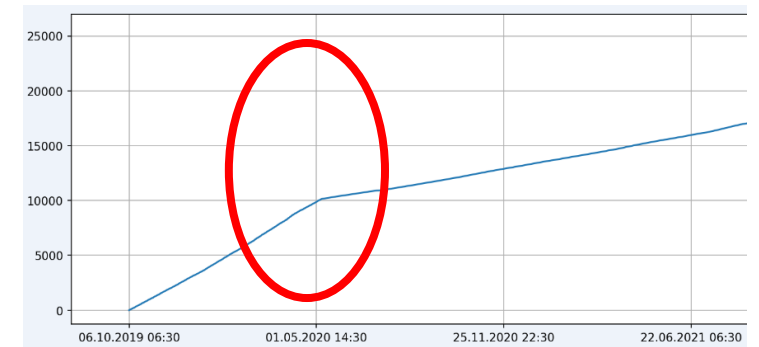
# Обучены две модели по поиску аномалий

Точность моделей  
на тестовой  
выборке > 92%

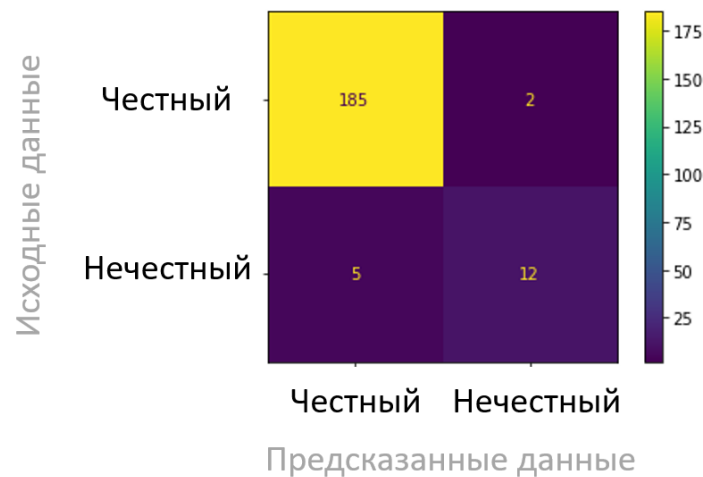
Выявление аномалий в графиках  
получасового потребления



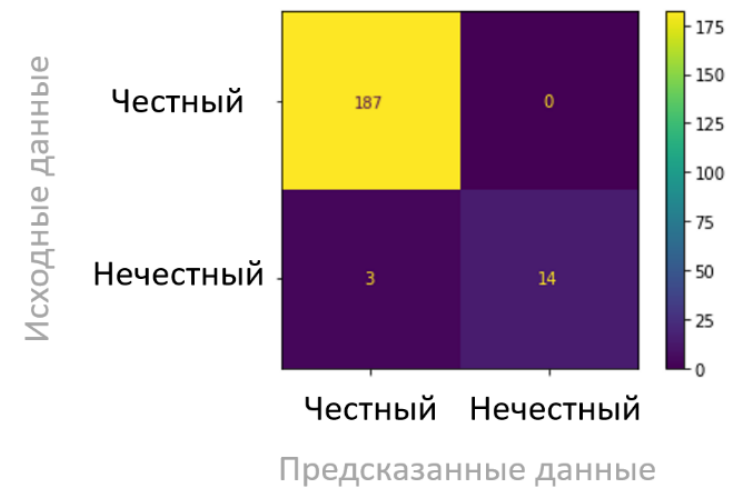
Выявление аномалий в нарастающем  
графике потребленной



Для модели 1



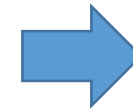
Для модели 2





# ВИД ОТОБРАЖЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ

Скорость обработки ≈ 800 абонентов/час



result\_БуЭС\_20231114 11-23-44.xlsx - Excel

Файл Главная Вставка Разметка страницы Формулы Данные Рецензирование Вид Справка Что вы хотите сделать? Общий доступ

Вырезать Вставить Копировать Формат по образцу Буфер обмена Шрифт Выравнивание Число

Общий

Условное форматирование Форматировать как таблицу

Обычный Хороший Нейтральный Ввод Плохой Вывод

Стили

Вставить Удалить Формат Ячейки

Автосумма Заполнить Очистить

Сортировка и фильтр Найти и выделить

Редактирование

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	Адрес	Прибор учета	Ктт/Ктн	Тип учета	Падение П	таблени	ние по	одозре	MRID	График получасовок	График накопленно
191	респ Татарстан, Верхнеуслонский р-н, село Куралово, ул Пионерская, д 10, село Куралово	AM550-E, №74129666	1/1	A+, кВт	38	Нет	Да	Есть	0fe1ba1d-	results_plots/result_БуЭС_	results_plots/result_acml
192	респ Татарстан, Верхнеуслонский р-н, село Куралово, ул Без адреса, ОПС, ОПС н.п.Ку	AM550-E, №74129537	1/1	A+, кВт	55	Нет	Да	Есть	1a0af350-	results_plots/result_БуЭС_	results_plots/result_acml
195	респ Татарстан, Верхнеуслонский р-н, село Куралово, ул Рабочая, д 2, село Куралово	AM550-E, №74130205	1/1	A+, кВт	68	Нет	Да	Есть	e9685d18	results_plots/result_БуЭС_	results_plots/result_acml
236	респ Татарстан, Верхнеуслонский р-н, село Куралово, ул Без адреса, АТС, АТС н.п. Ку	AM550-E, №74129538	1/1	A+, кВт	73	Да	Нет	Есть	3d4efbac-	results_plots/result_БуЭС_	results_plots/result_acml
250	респ Татарстан, Верхнеуслонский р-н, село Куралово, ул Малая Красная, д 13 кв 2, се	AM550-E, №74143793	1/1	A+, кВт	75	Нет	Да	Есть	e7f7e5cb-	results_plots/result_БуЭС_	results_plots/result_acml
254	респ Татарстан, Верхнеуслонский р-н, село Куралово, ул Рабочая, д 7 кв 1, село Кура	AM550-E, №74129565	1/1	A+, кВт	98	Да	Да	Есть	e46b1e7f-	results_plots/result_БуЭС_	results_plots/result_acml
259	респ Татарстан, Верхнеуслонский р-н, село Куралово, ул Большая Красная, д 7, село	AM550-E, №74132416	1/1	A+, кВт	98	Нет	Да	Есть	a7b50cf3-	results_plots/result_БуЭС_	results_plots/result_acml
264	респ Татарстан, Верхнеуслонский р-н, село Куралово, ул Центральная, ФАП, ФАП н.п	AM550-E, №74132672	1/1	A+, кВт	99	Нет	Да	Есть	21d17023	results_plots/result_БуЭС_	results_plots/result_acml
278	респ Татарстан, Верхнеуслонский р-н, село Куралово, ул Центральная, д 23, село Кур	AM550-T, №73628174	1/1	A+, кВт	100	Да	Да	Есть	3384f3b9-	results_plots/result_БуЭС_	results_plots/result_acml
279	респ Татарстан, Верхнеуслонский р-н, село Куралово, ул Пионерская, Спортивная пл	AM550-E, №74129543	1/1	A+, кВт	100	Да	Нет	Есть	077967d2	results_plots/result_БуЭС_	results_plots/result_acml
285	респ Татарстан, Верхнеуслонский р-н, село Куралово, ул Малая Красная, д 11 кв 3, се	AM550-E, №74132689	1/1	A+, кВт	100	Нет	Да	Есть	c1f91b0a-	results_plots/result_БуЭС_	results_plots/result_acml
286	респ Татарстан, Верхнеуслонский р-н, село Куралово, ул Малая Красная, д 14, село К	AM550-E, №74129557	1/1	A+, кВт	100	Нет	Да	Есть	9b4c205d	results_plots/result_БуЭС_	results_plots/result_acml
291	респ Татарстан, Верхнеуслонский р-н, село Куралово, ул Малая Красная, д 3*, село К	AM550-E, №74129553	1/1	A+, кВт	100	Да	Нет	Есть	8503779d	results_plots/result_БуЭС_	results_plots/result_acml
296	респ Татарстан, Верхнеуслонский р-н, село Куралово, ул Пионерская, д 1 кв 2, село К	AM550-E, №74132710	1/1	A+, кВт	100	Да	Да	Есть	a95affee-	results_plots/result_БуЭС_	results_plots/result_acml

Адрес установки ПУ

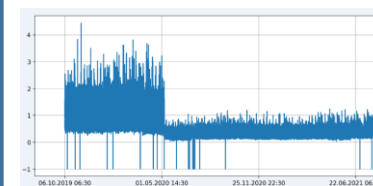
Марка, № ПУ

Расчет падения потребления

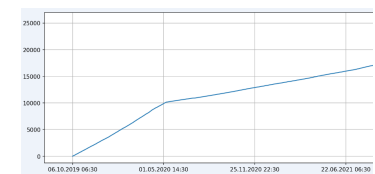
Наличие аномалий в получасовках

Наличие аномалий в графике потребленной ЭЭ

Ссылка на график получасовок

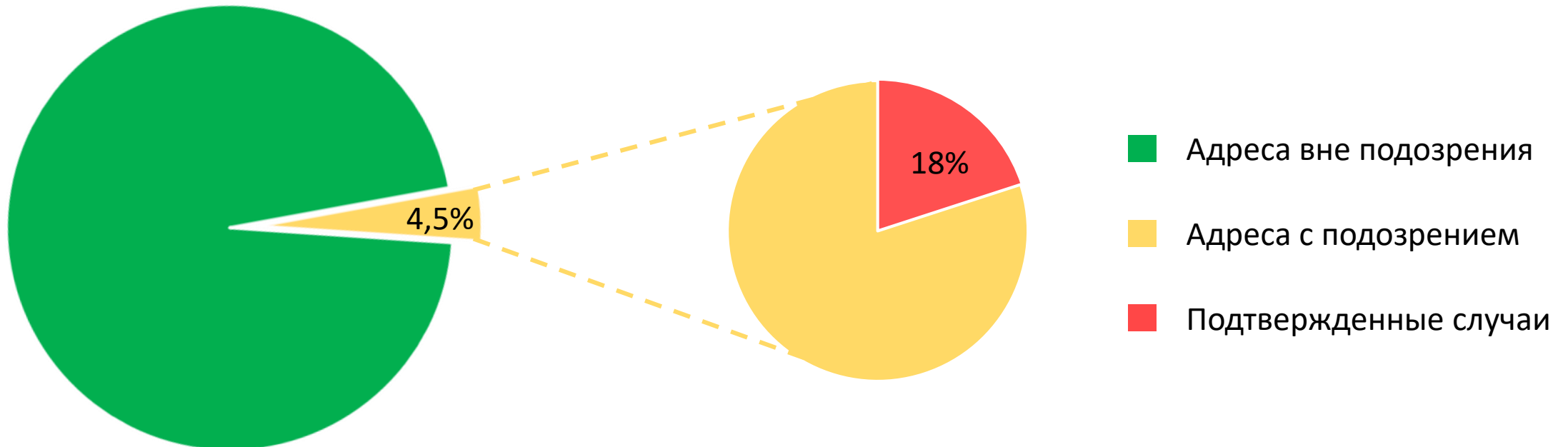


Ссылка на график потребленной ЭЭ



# СТАТИСТИКА ПОЛЕВЫХ ПРОВЕРОК

Филиал	Всего обработано потребителей	Потребителей с подозрением	Подтверждено
НчЭС	340	16	2
КЭС	743	25	6
ЧЭС	182	9	2
НкЭС	268	20	2







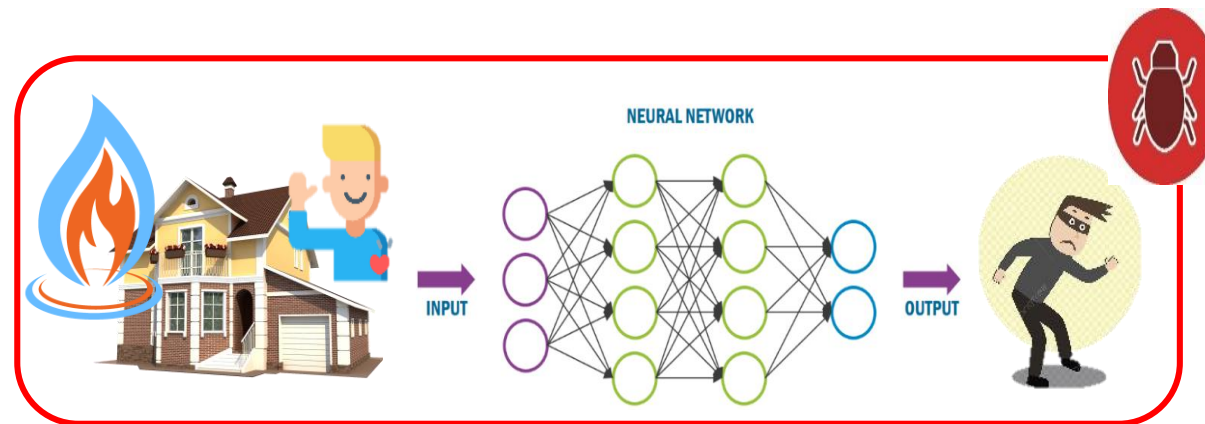
## СПОСОБЫ УВЕЛИЧЕНИЯ ТОЧНОСТИ

### Причины ложноположительных предсказаний:

Для обучения моделей и тестовой выборки использовались только графики физических лиц.

Для нейросети «подозрительными» факторами зачастую становятся:

- Недавняя газификация
- Длительный отъезд\переезд
- Утрата имущества
- Объекты городского хозяйства (водокачки, котельные)
- Юридические лица





**СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!**

## РАСЧЕТ ОЖИДАЕМОГО ЭКОНОМИЧЕСКОГО ЭФФЕКТА МЕТОДОМ АППРОКСИМАЦИИ

Общее число физических лиц с ПУ	699 290
Число домохозяйств с ИПУ	233 097
Среднее потребление электроэнергии на одно домохозяйство в Татарстане	228 кВт*ч/мес.
Число городских домохозяйств с ИПУ (кф = 1)	79 423
Число городских домохозяйств с ИПУ и электроплитами (кф = 0,7649)	2 124
Число сельских домохозяйств с ИПУ (кф = 0,7)	151 550
Процент потребителей попадаемых под подозрение ИИ	4,5 %
Процент подтверждаемых случаев в выборке подозрительных	18 %
Кратность увеличение расхода после обнаружения	4,94
Среднее потребление электроэнергии домохозяйства с безучетным потреблением	46,16 кВт*ч/мес.
Прогнозное число ПУ где может быть выявлено вмешательство	6433
<b>Увеличение полезного отпуска по компании</b>	<b>4 119 958 кВт*ч/год</b>
<b>Снижение переменных затрат (потери)</b>	<b>13 513 462 ₽/год</b>
Котловой тариф население город (кф = 1)	1,92302 ₽/кВт*ч
Котловой тариф население город с эл плитой (кф = 0,7649)	1,00635 ₽/кВт*ч
Котловой тариф население село (кф = 0,7)	0,75635 ₽/кВт*ч
<b>Увеличение выручки компании</b>	<b>4 763 272 ₽/год</b>
<b>Общий ожидаемый экономический эффект</b>	<b>18 276 733 ₽/год</b>