

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ
ИССЛЕДОВАНИЯ
ГАРМОНИЧЕСКОГО
СОСТАВА ТОКОВ И
НАПРЯЖЕНИЙ В
МУНИЦИПАЛЬНЫХ
ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ**

Влияние высших гармоник на питающие сети

1. Негативные последствия, вызванные высшими гармоническими токами:

- ✓ Перегрев нулевых проводов;
- ✓ Перегрев трансформаторов;
- ✓ Перегрузка конденсаторов коррективы коэффициента мощности;
- ✓ Поверхностный эффект;
- ✓ Случайные переключения автоматических выключателей;

2. Негативные последствия, вызванные высшими гармоническими

напряжениями:

- ✓ Искажения напряжения;
- ✓ Изменение характеристик двигателей переменного тока
- ✓ Шумы при переходе через ноль

Описание прибора «Энергомонитор - 3.3Т1» и принципов его работы

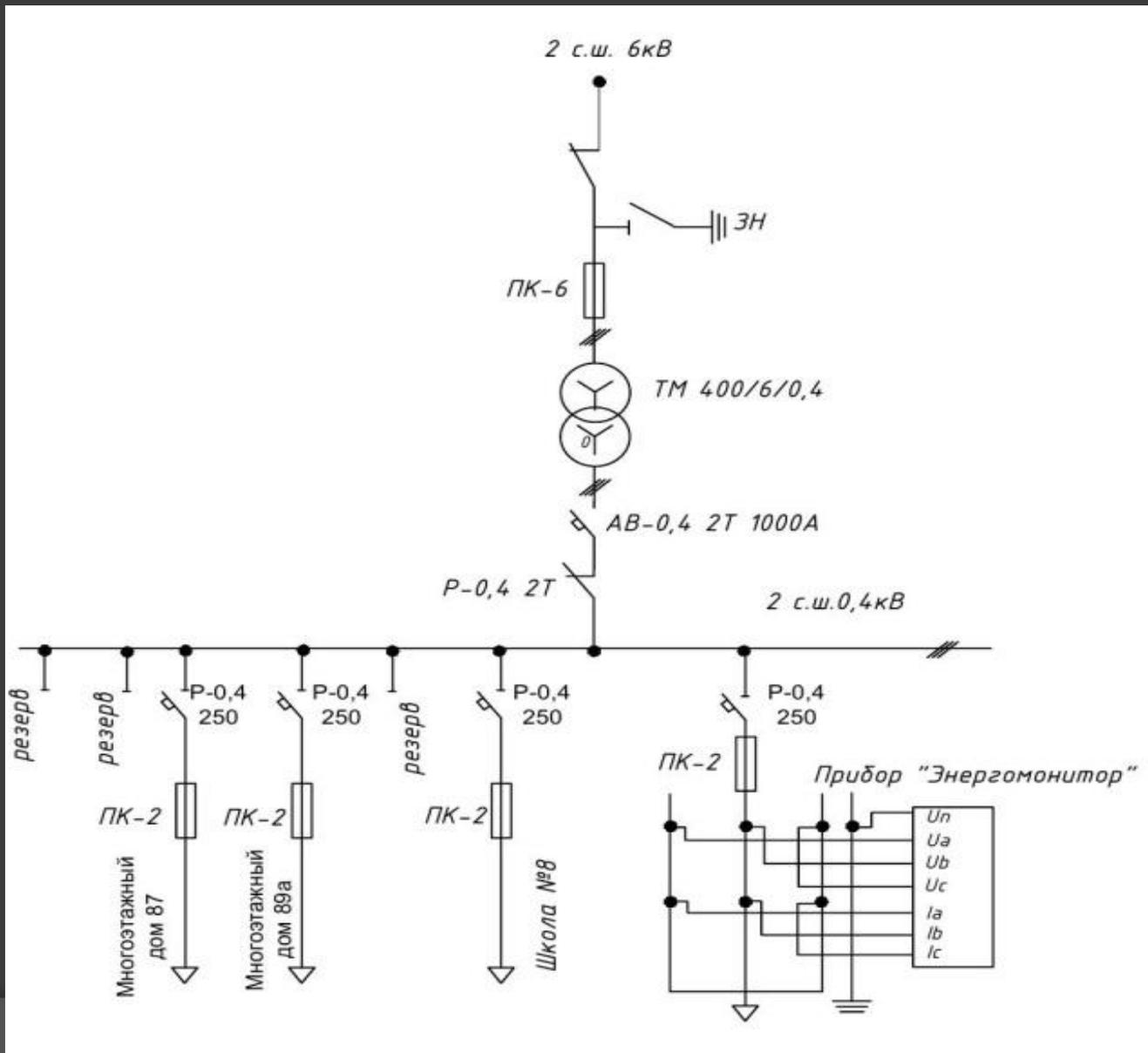
Прибор ЭМ – 33.Т1 предназначен для:

- ✓ измерения и регистрации основных параметров электрической энергии, а также измерения и регистрации ПКЭ;
- ✓ поверки однофазных и трехфазных счетчиков активной и реактивной электрической энергии на месте эксплуатации;
- ✓ поверка измерительных трансформаторов напряжения (ТН) и тока (ТН) на местах их эксплуатации;

Прибор ЭМ – 33.Т1 обеспечивает регистрацию:

- ✓ значений ПКЭ и параметров электрической сети со временем усреднения 3 с, 1 или 30 мин;
- ✓ провалов и перенапряжений;
- ✓ значение кратковременной дозы фликера при интервалах времени 10; 5 или 1 мин;
- ✓ Результатов поверки счетчиков электроэнергии;

Схемы подключения прибора «Энергомонитор - 3.3Т1» к электрической сети микрорайона



Цель проведения эксперимента

1. Определение действующего значения напряжения
2. Определение действующего значения тока
3. Определить фазовый угол между напряжением и током первой гармоники одной фазы
4. Активная электрическая мощность
5. Реактивная электрическая мощность
6. Коэффициент искажения синусоидальности кривой напряжения
7. Коэффициент n -ой гармонической составляющей напряжения, n от 2 до 40
8. Коэффициент искажения синусоидальности кривой тока
9. Коэффициент n -ой гармонической составляющей тока, n от 2 до 40
10. Активная и реактивная электрическая мощность n -ой гармоники, n от 1 до 40

Коэффициенты несинусоидальности тока и напряжения и значения фазных напряжений

№ п/п	$K_{UA}, \%$	$K_{UB}, \%$	$K_{UC}, \%$	$K_{IA}, \%$	$K_{IB}, \%$	$K_{IC}, \%$	$U_A, В$	$U_B, В$	$U_C, В$
1	2,61	2,44	2,18	20,83	20,45	20,85	225,16	224,88	223,4
2	2,54	2,42	2,13	23,07	21,38	18,94	225,73	224,48	223,41
3	2,55	2,4	2,12	23,64	22,56	18,5	225,21	224,43	224,54
4	2,6	2,41	2,11	22,33	23,08	11,86	224,79	225,65	223,4
5	2,61	2,41	2,13	21,61	22,96	13,06	224,36	225,55	223,52
6	2,67	2,46	2,15	21,27	23,72	13,9	225,06	225,81	223,38
7	2,71	2,47	2,2	21,25	29,33	16,52	225,2	226,04	223,46
8	2,64	2,42	2,15	19,75	25,63	15,8	225,81	226,49	222,95
9	2,64	2,42	2,22	20,96	24,26	22,61	226,04	225,72	223,89
10	2,65	2,43	2,27	20,87	23,33	23,53	226,17	226,69	223,15

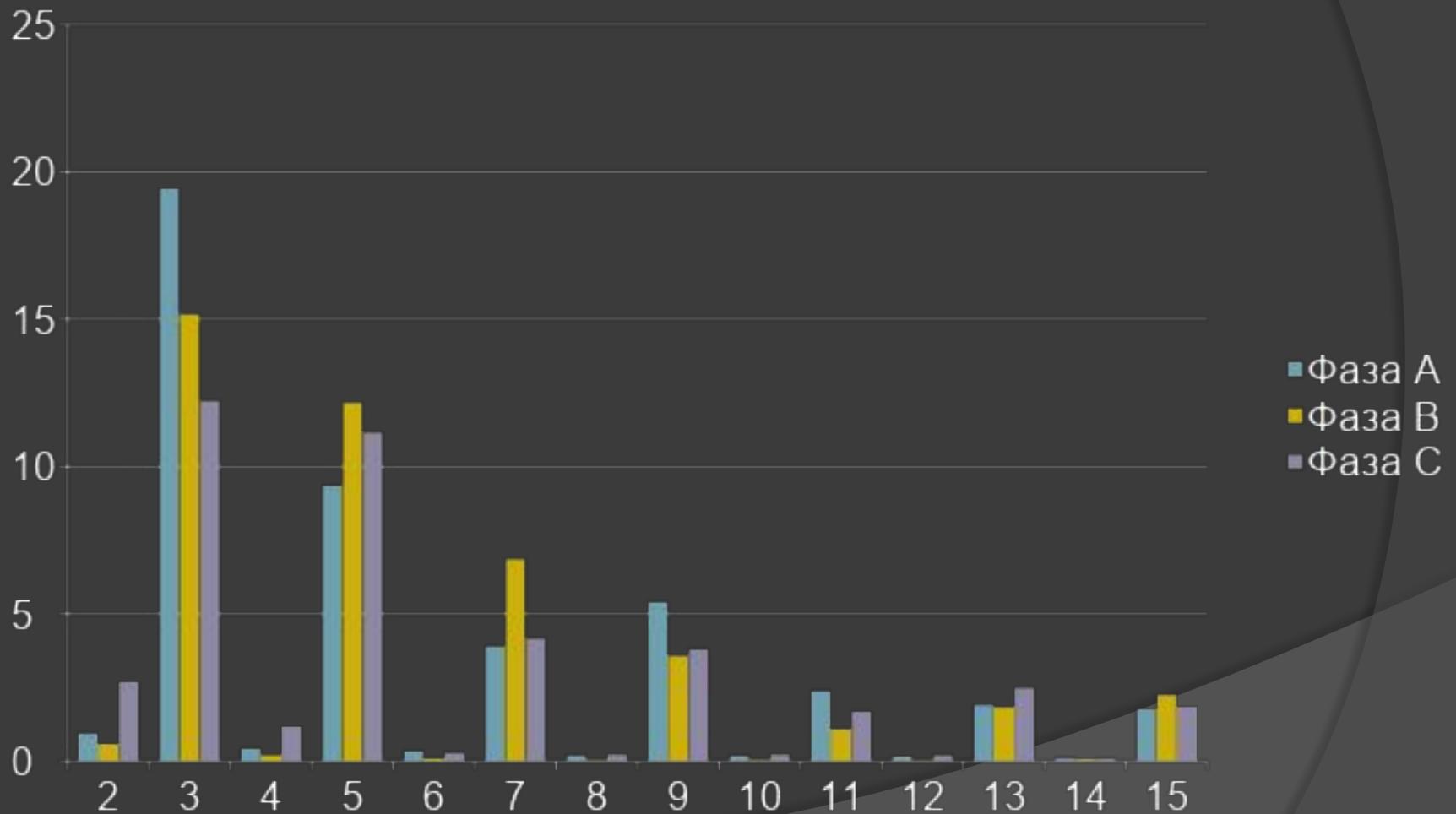
Линейные напряжения, активная и реактивная мощность

№ п/п	$U_{AB}, В$	$U_{BC}, В$	$U_{CA}, В$	$P_A, Вт$	$P_B, Вт$	$P_C, Вт$	$Q_A, вар$	$Q_B, вар$	$Q_C, вар$
1	387,64	387,93	390,56	2483,3	2170,3	3007,11	553,34	957,73	1133,85
2	387,62	388,05	390,75	2316,21	2136,57	3041,58	570,94	911,87	1247,86
3	387,97	388,44	391,01	2247,49	2158,71	3155,37	586,69	917,08	1247,41
4	387,89	388,04	390,87	2250,48	2178,19	4766,37	571,69	944,97	1275,31
5	387,55	387,94	390,6	2184,18	2143,34	4411,6	526,73	929,52	1150,45
6	388,1	388,21	391,16	2167,47	2082,73	4347,73	543,14	925,35	1149,36
7	388,49	388,42	391,35	2245,52	1833,69	4297,42	527,4	715,11	954,51
8	388,73	388,64	391,81	2383,96	2119,31	4428,37	513,98	620,72	1118,92
9	388,95	389,14	391,83	2331,61	2186,62	3075,37	522,45	642,81	1075,2
10	389,29	389,19	392,02	2320,65	2245,4	3078,94	521,82	690,01	1061,61

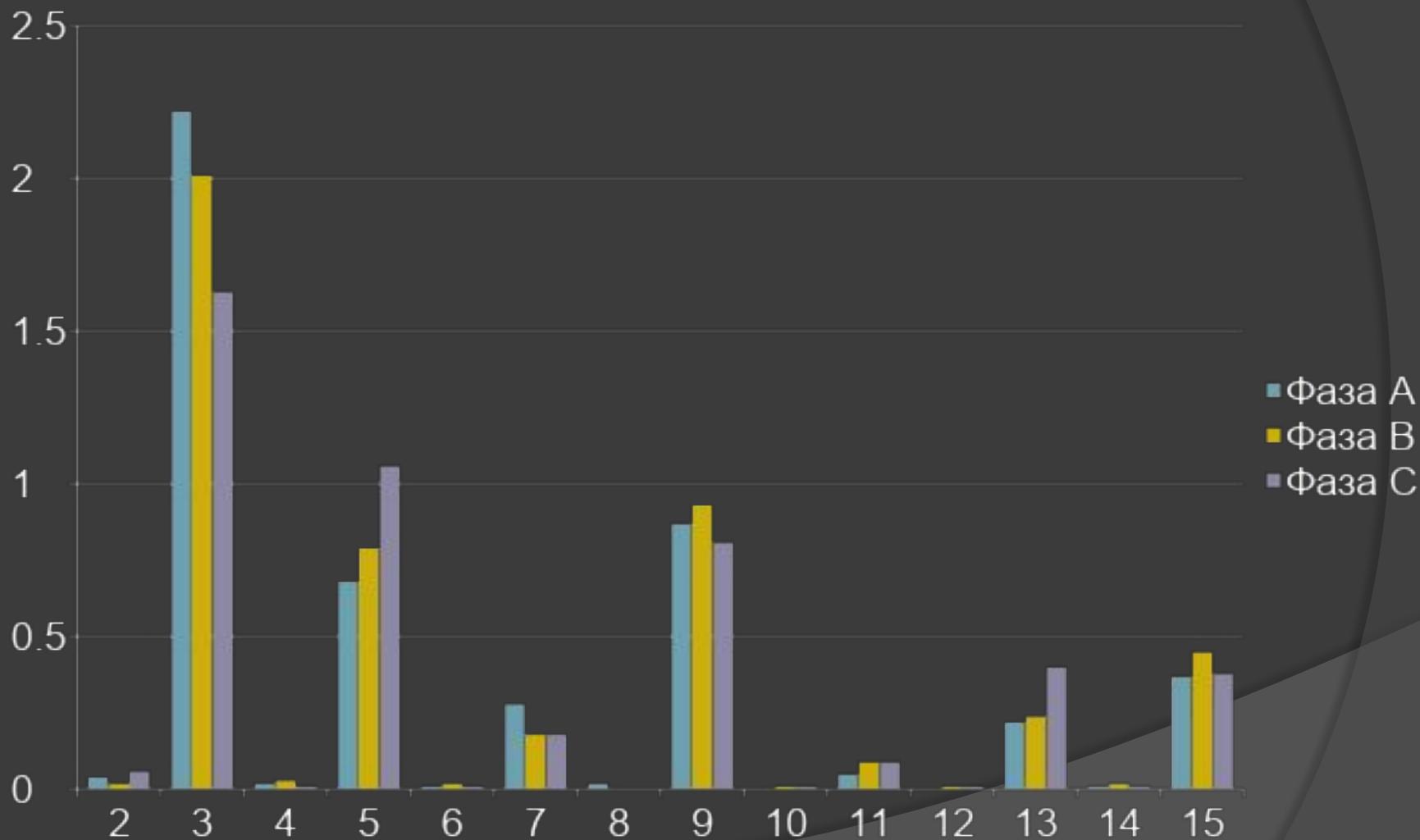
Амплитуда первой гармоники и коэффициенты n-ых гармонических составляющих тока в фазе А, $n = 2 \div 20$.

№ п/п	$I_{A(1)'} \text{ A}$	$K_{1A(2)'} \%$	$K_{1A(3)'} \%$	$K_{1A(4)'} \%$	$K_{1A(5)'} \%$	$K_{1A(6)'} \%$	$K_{1A(7)'} \%$	$K_{1A(8)'} \%$	$K_{1A(9)'} \%$	$K_{1A(10)'} \%$	№ п/п	$K_{1A(11)'} \%$	$K_{1A(12)'} \%$	$K_{1A(13)'} \%$	$K_{1A(14)'} \%$	$K_{1A(15)'} \%$	$K_{1A(16)'} \%$	$K_{1A(17)'} \%$	$K_{1A(18)'} \%$	$K_{1A(19)'} \%$	$K_{1A(20)'} \%$
1	11,07	11,07	0,66	17,26	0,35	8,59	0,26	4,06	0,18	5	11	2,46	0,12	1,75	0,12	1,7	0,05	0,81	0,04	1,05	0,05
2	10,29	10,29	0,89	19,45	0,46	9,38	0,37	3,93	0,23	5,43	12	2,41	0,19	1,94	0,14	1,79	0,07	0,82	0,07	1,19	0,06
3	10,03	10,03	0,79	20,04	0,33	9,11	0,27	3,78	0,19	6,05	13	2,59	0,13	2,32	0,16	1,9	0,07	0,9	0,06	1,1	0,04
4	10,08	10,08	0,93	19,2	0,5	8,33	0,37	3,13	0,29	5,23	14	2,29	0,14	2,15	0,14	1,88	0,11	0,97	0,1	1,13	0,06
5	9,84	9,84	0,92	18,66	0,48	7,67	0,36	2,91	0,29	5,14	15	2,3	0,13	2,3	0,13	1,84	0,08	0,91	0,08	1,14	0,06
6	9,71	9,71	0,85	18,57	0,44	7,16	0,33	2,82	0,26	4,81	16	2,28	0,17	2,27	0,16	1,86	0,1	1,06	0,09	1,18	0,08
7	10,04	10,04	0,65	18,65	0,34	7,33	0,31	2,57	0,24	4,65	17	1,95	0,11	2,26	0,14	1,63	0,05	0,94	0,04	1,09	0,05
8	10,59	10,59	0,72	17,03	0,34	7,83	0,27	2,35	0,19	3,73	18	1,89	0,08	1,94	0,09	1,47	0,03	1,1	0,04	1,28	0,04
9	10,35	10,35	0,57	17,83	0,18	8,62	0,16	2,9	0,09	4,57	19	2,13	0,03	1,74	0,05	1,55	0,03	0,89	0,02	1,34	0,02
10	10,3	10,3	0,6	17,72	0,27	8,63	0,13	2,96	0,09	4,28	20	2,39	0,04	1,92	0,05	1,47	0,01	0,91	0,02	1,36	0,03

Спектральный состав токов



Спектральный состав напряжения



Выводы:

- ✓ Учитывая массовость применения электроприемников с нелинейной нагрузкой, необходимы поиск и обоснование эффективных схемных решений фильтрокомпенсирующих устройств, минимально достаточных для обеспечения требуемых показателей качества электроэнергии в их системах электроснабжения;
- ✓ Для формирования предложений и рекомендаций по применению фильтрокомпенсирующих устройств в системах электроснабжения электроприемников с нелинейными вольтамперными характеристиками необходимо оценить их влияние на переходные процессы при включении и отключении сетей с нелинейной нагрузкой и на уровень надежности исследуемых сетей;