

УДК 621.316.722.1

**ИССЛЕДОВАНИЕ СТАБИЛИЗАТОРОВ НАПРЯЖЕНИЯ, КАК  
ПОТРЕБИТЕЛЕЙ И ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ  
ЭНЕРГИИ**

**Терентьев Павел Валерьевич**

кандидат технических наук

e-mail: terentyevpv@inbox.ru

**Кораблев Александр Андреевич**

магистрант

**Чесноков Михаил Викторович**

Магистрант

ФГБОУ ВО Нижегородская ГСХА

г. Нижний Новгород, Россия

**Аннотация:** В статье рассматриваются вопросы отклонения напряжения в точках передачи электрической энергии различным типам зданий. Приведены технические характеристики различных типов стабилизаторов напряжения распространенных на рынке Российской Федерации производителей, мощностью от 400 до 6000 ВА. Приводятся результаты исследований однофазных стабилизаторов напряжения с точки зрения потребления и преобразования электрической энергии.

**Ключевые слова:** стабилизаторы напряжения, качество электрической энергии, системы электроснабжения, отклонение напряжения, преобразование электрической энергии.

В последнее время наиболее часто в электротехнических комплексах бытовых и производственных объектов сельской местности стали применяться стабилизаторы напряжения (СН) [1].

Применение СН необходимо для питания электронной аппаратуры, устройств и приборов однофазным или трехфазным напряжением синусоидальной формы в условиях несоответствия напряжения питающей сети требованиям ГОСТ 32144-2013 [2].

Авторами были исследованы отклонения напряжения в точках передачи электрической энергии различным типам зданий, с целью проверки их соответствия требованиям стандарта на качество электроэнергии (КЭ).

На рисунке 1 приведена диаграмма отклонения напряжения на вводе питания жилого дома №1 расположенного в сельской местности.

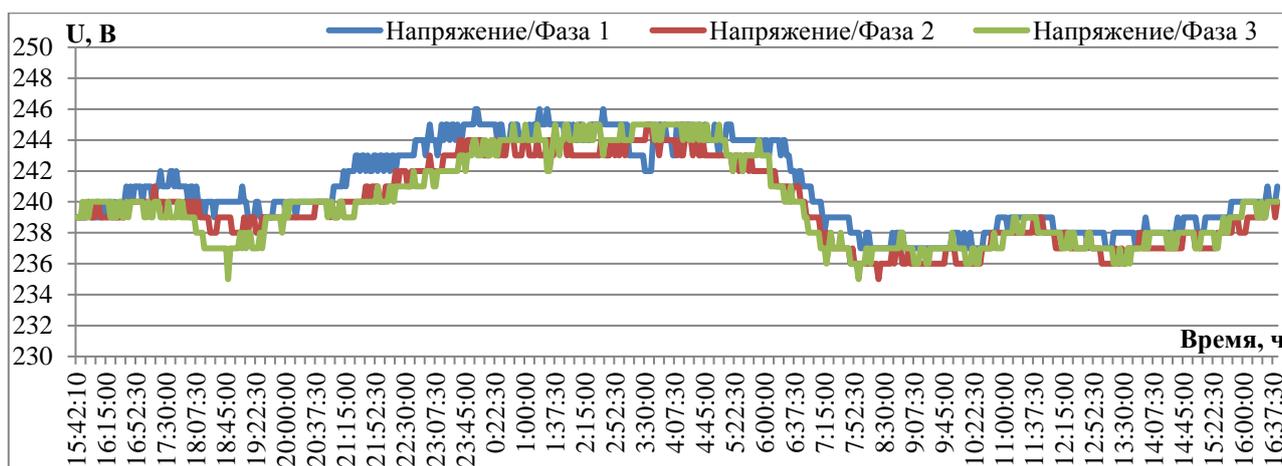


Рисунок 1 – Отклонение напряжения на вводе питания жилого дома №1

На рисунке 2 приведена диаграмма отклонения напряжения на вводе питания жилого дома №2 расположенного в сельской местности.

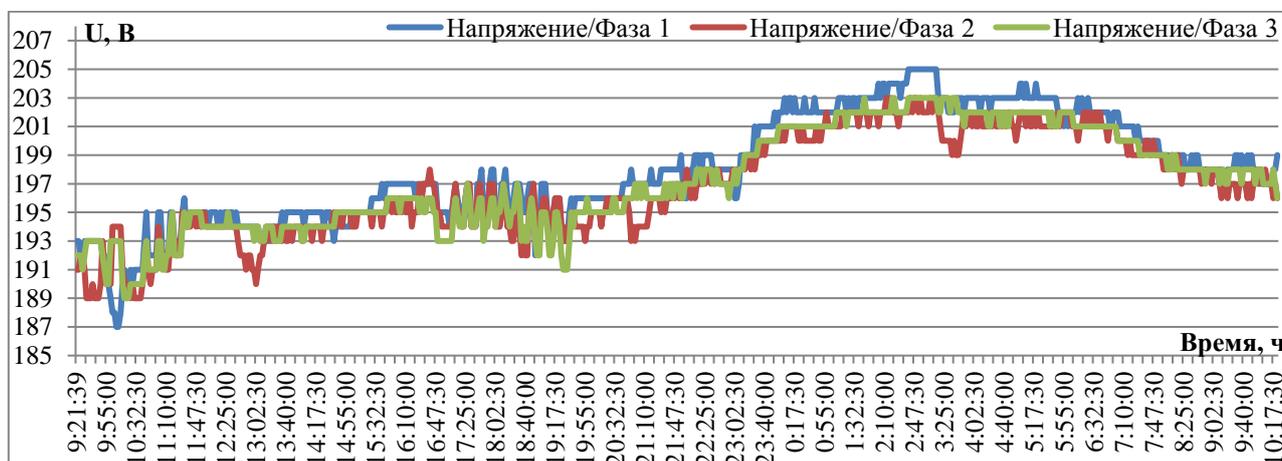


Рисунок 2 – Отклонение напряжения на вводе питания жилого дома №2

Для исключения возможности включения электроприборов (ЭП) на повышенное или пониженное напряжение рекомендуется использовать стабилизаторы напряжения.

В таблицах 1-3 приведены характеристики различных типов стабилизаторов напряжения, мощностью от 400 до 5000 ВА.

Таблица 1

Характеристики релейных стабилизаторов напряжения

№ п/п	Наименование СН	Кол-во фаз	Входное напряжение, В	Выходное напряжение, В	Погрешность, %	КПД, %	Цена, руб.*	Страна производства
<b>Мощность СН 500 ВА</b>								
1	Ресанта АСН 500/1-Ц	1	140-260	220	8	97	1590	Китай
2	Powerman AVS 500 S		140-260		8	98	1799	
<b>Мощность СН 1000 ВА</b>								
1	Ресанта АСН 1000/1-Ц	1	140-260	220	8	97	1830	Китай
2	Powerman AVS 1000 P 6049481		110-260		8	98	2752	
3	Зубр АСН-1000-1-Ц ПРОФ. 59375-1		140-260		8	97	2862	Россия-родина бренда
<b>Мощность СН 2000 ВА</b>								
1	Ресанта АСН 2000/1-Ц	1	140-260	220	8	97	2800	Китай
2	POWERMAN AVS 2000 S		140-260		8	98	3465	
<b>Мощность СН 5000 ВА</b>								
1	Ресанта АСН 5000/1-Ц	1	140-260	220	8	97	5980	Китай
2	POWERMAN AVS 5000 S		140-260		8	98	6399	

Таблица 2

Характеристики электромеханических стабилизаторов напряжения

№ п/п	Наименование СН	Кол-во фаз	Входное напряжение, В	Выходное напряжение, В	Погрешность, %	КПД, %	Цена, руб.*	Страна производства
<b>Мощность СН 500 ВА</b>								
1	Ресанта АСН 500/1-ЭМ	1	140-260	220	2	97	3130	Латвия
<b>Мощность СН 1000 ВА</b>								
1	Ресанта АСН 1000/1-ЭМ	1	140-260	220	2	97	3710	Латвия
<b>Мощность СН 2000 ВА</b>								

1	SUNTEK ЭМ 2000 ВА СК.1.3 ELM2000	1	120-285	220	3	98	7340	Китай
<b>Мощность СН 5000 ВА</b>								
1	Ресанта АСН 5000/1-ЭМ	1	140-260	220	2	97	10950	Китай
2	Rucelf SDW.П- 6000-L		3,5		98	12850		

Таблица 3

Характеристики тиристорных стабилизаторов напряжения

№ п/п	Наименование СН	Кол-во фаз	Входное напряжение, В	Выходное напряжение, В	Погрешность, %	КПД, %	Цена, руб.*	Страна производства
<b>Мощность СН 500 ВА</b>								
1	SUNTEK ТТ-500	1	120-280	220	3	98	5900	Китай
<b>Мощность СН 1000 ВА</b>								
1	SUNTEK ТТ-1000	1	120-280	220	3	98	6800	Китай
<b>Мощность СН 2000 ВА</b>								
1	Штиль R 2000	1	135-275	220	5,5	95	14520	Россия
<b>Мощность СН 3500 ВА</b>								
1	Энерготех NORMA 3500	1	115-285	220	4,5	97	14600	Россия
<b>Мощность СН 6000 ВА</b>								
1	Энерготех TOP 6000	1	175-290	220	1,5	97	30749	Россия

\* Цены на СН взяты с сайта [www.vseinstrumenti.ru](http://www.vseinstrumenti.ru) [3].

На рисунке 3 приведена зависимость изменения стоимости стабилизаторов напряжения различных производителей мощностью от 500 до 5000 ВА.

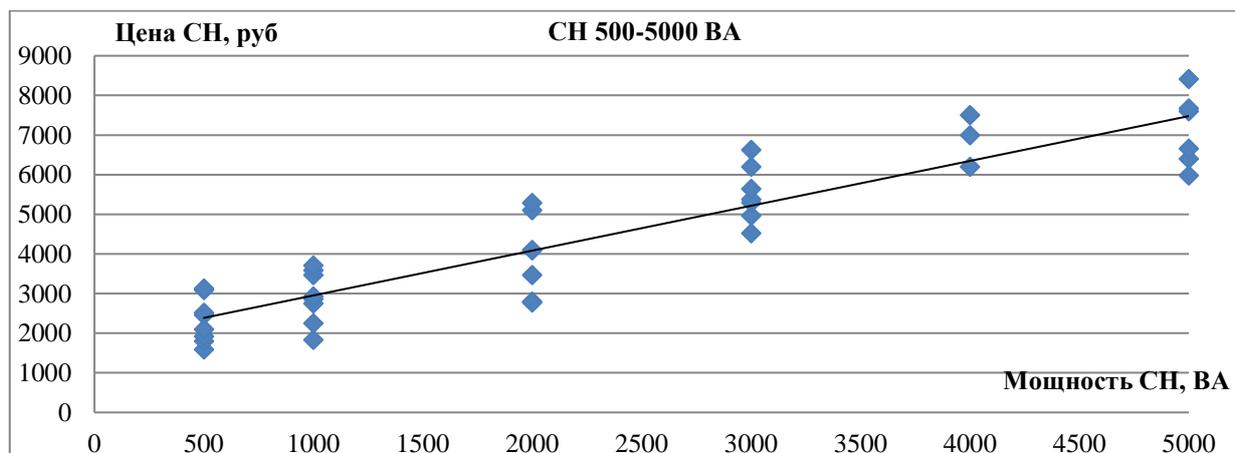


Рисунок 3 – Изменения стоимости стабилизаторов напряжения от их мощности

Из рисунка 4 видно, что изменение стоимости СН от 500 до 5000 ВА можно описать линейным законом распределения:

$$C_{\text{СН}} = 1,1313 \cdot S_{\text{max}} + 1820,7 \quad (1)$$

где  $C_{CH}$  – ориентировочная стоимость стабилизатора напряжения, руб.

$S_{max}$  – максимальная мощность стабилизатора напряжения, ВА.

На рисунке 4 приведен анализ стоимости 1 ВА мощности стабилизаторов напряжения различных производителей.

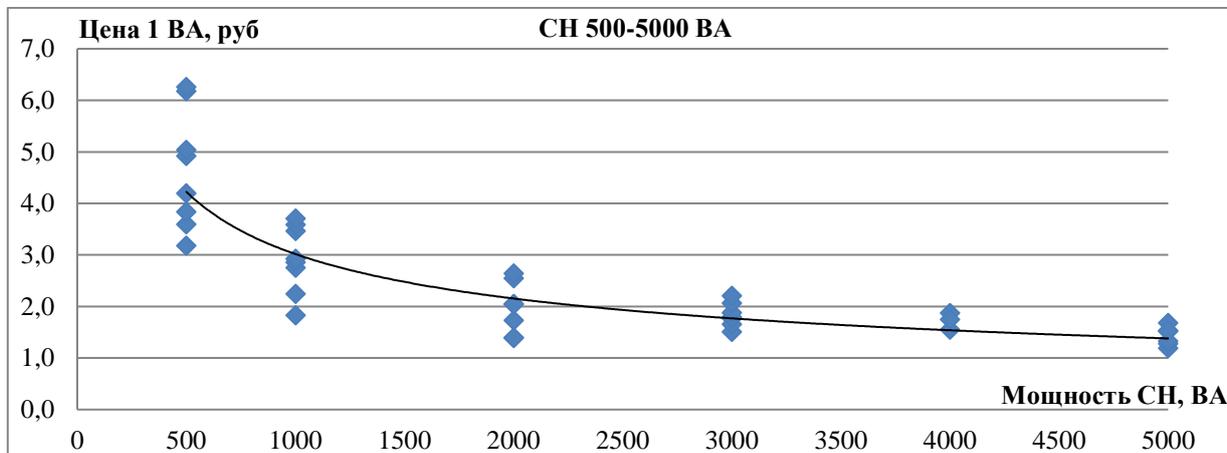


Рисунок 4 – Стоимость 1 ВА мощности стабилизаторов напряжения от 500 до 5000 ВА

Из рисунка 4 видно, что изменение стоимости 1 ВА мощности СН от 500 до 5000 ВА можно описать степенной функцией:

$$C = 86,578 \cdot S_{max}^{-0,486} \quad (2)$$

где  $C$  – стоимость 1 ВА мощности стабилизатора напряжения, руб.

$S_{max}$  – максимальная мощность стабилизатора напряжения, ВА.

Из рисунка 4 можно сделать вывод, что приобретение мощных стабилизаторов напряжения более выгодно, так как стоимость 1 ВА мощности у СН 5000 ВА меньше в 3-5 раз, чем у СН 500 ВА.

В процессе работы было произведено исследование трех различных по мощности и типу стабилизаторов напряжения (рисунок 5, таблица 4) и снятие показаний: входного и выходного напряжения, токов, мощностей при помощи анализатора качества электроэнергии CIRCUTOR AR5-L, при различных подключенных нагрузках к стабилизаторам.



а)

б)

в)

Рисунок 5 – Исследованные стабилизаторы напряжения

а) POWERMAN AVS 2000 S; б) Solpi-M TSD-500BA; в) Штиль R400

Таблица 4

## Характеристики исследуемых стабилизаторов напряжения

№ п/п	Наименование СН	Кол-во фаз	Входное напряжение, В	Выходное напряжение, В	Погрешность, %	КПД, %	Цена, руб.*	Подключенная нагрузка во время исследования
<b>Мощность СН 2000 ВА</b>								
1	POWERMAN AVS 2000 S	1	140-260	220	8	98	3465	Стиральная машина
<b>Мощность СН 500 ВА</b>								
2	Solpi-M TSD-500BA	1	150-260	220	5	98	2630	Газовый котел
<b>Мощность СН 400 ВА</b>								
3	Штиль R400	1	135-275	220	5,5	95	6040	Телевизор

На рисунке 6 представлен график замеров полученных при исследовании стабилизатора напряжения POWERMAN AVS 2000 S с подключенной к нему нагрузкой в виде стиральной машины.

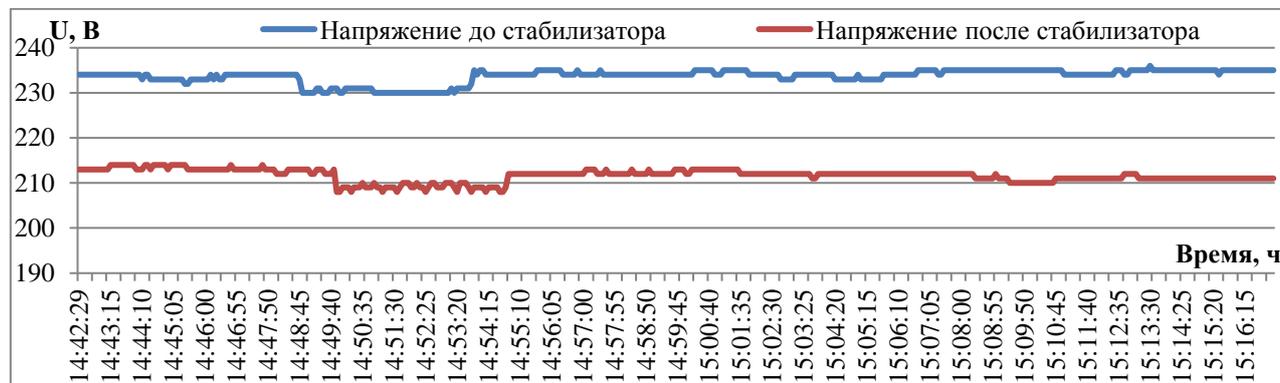


Рисунок 6 – График напряжения до и после стабилизатора напряжения POWERMAN AVS 2000 S

На рисунке 7 представлен график замеров полученных при исследовании стабилизатора напряжения Solpi-M TSD-500BA с подключенной к нему нагрузкой в виде газового котла отопления.

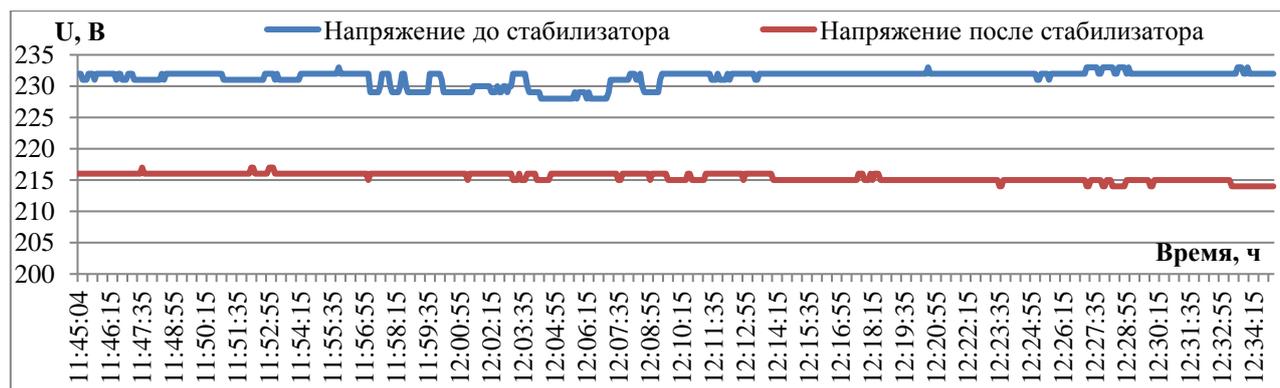


Рисунок 7 – График напряжения до и после стабилизатора напряжения

Solpri-M TSD-500BA

На рисунке 8 представлен график замеров полученных при исследовании стабилизатора напряжения Штиль R400 с подключенной к нему нагрузкой в виде телевизора.

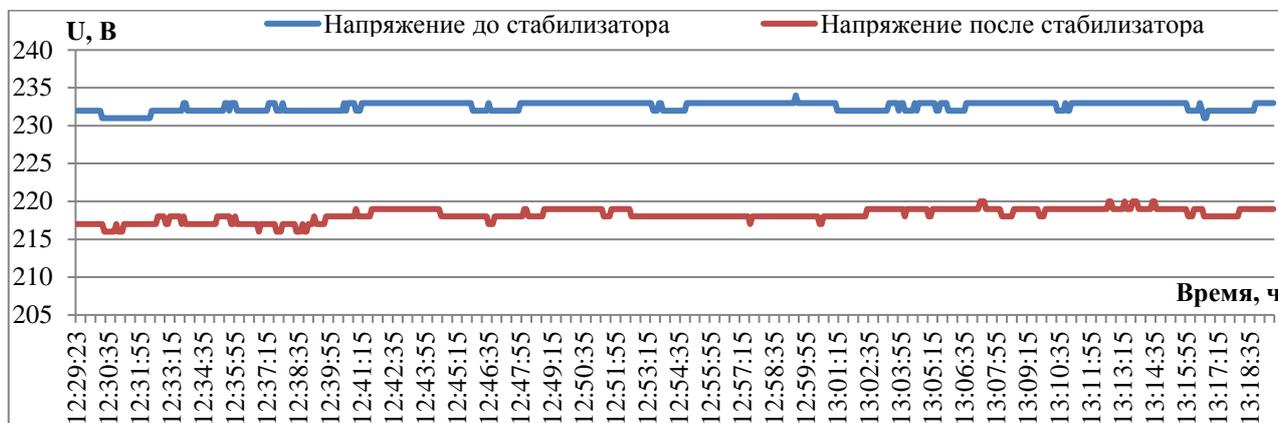


Рисунок 8 – График напряжения до и после стабилизатора напряжения

Штиль R400

Было произведено исследование стабилизатора напряжения Штиль R400 подключенной к нему нагрузки в виде светодиодного светильника мощностью 100 Вт и сняты показания: выходного напряжения, тока, потребляемой мощности в зависимости от изменения питающего напряжения на 5 В.

Таблица 5

Полученные электрические параметры в ходе исследования

№п/п	U <sub>вх</sub>	U <sub>вых</sub>	I <sub>вх</sub>	I <sub>вых</sub>	S <sub>вх</sub>	S <sub>вых</sub>	η <sub>СН</sub>
1	246	231	0,442	0,438	108,732	101,178	0,93
2	240	226	0,45	0,448	108	101,248	0,94
3	235	221	0,462	0,456	108,57	100,776	0,93
4	230	217	0,47	0,464	108,1	100,688	0,93
5	225	211	0,481	0,474	108,225	100,014	0,92
6	220	225	0,487	0,452	107,14	101,7	0,95
7	215	220	0,495	0,462	106,425	101,64	0,96
8	210	215	0,505	0,474	106,05	101,91	0,96
9	205	209	0,519	0,487	106,395	101,783	0,96
10	200	222	0,535	0,458	107	101,676	0,95
11	195	215	0,548	0,472	106,86	101,48	0,95
12	190	210	0,558	0,485	106,02	101,85	0,96
13	185	222	0,578	0,458	106,93	101,676	0,95
14	180	216	0,592	0,47	106,56	101,52	0,95
15	175	209	0,605	0,485	105,875	101,365	0,96
16	170	221	0,627	0,46	106,59	101,66	0,95
17	165	214	0,645	0,474	106,425	101,436	0,95
18	160	207	0,665	0,489	106,4	101,223	0,95
19	155	200	0,686	0,505	106,33	101	0,95

20	150	194	0,711	0,523	106,7	101,462	0,95
21	145	187	0,733	0,541	106,285	101,167	0,95
22	140	180	0,757	0,56	105,98	100,8	0,95
23	135	0	0	0	0	0	0

На рисунке 9 приведен график зависимости выходного напряжения от входного напряжения в стабилизатор. На рисунке 10 приведен график фактического КПД стабилизатора напряжения Штиль R400.

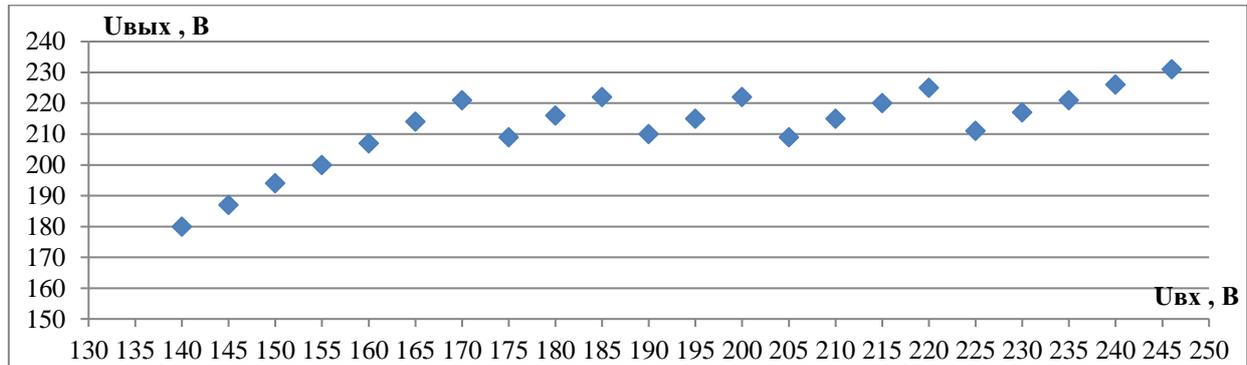


Рисунок 9 – График зависимости выходного напряжения от входного напряжения (стабилизатор напряжения Штиль R400)

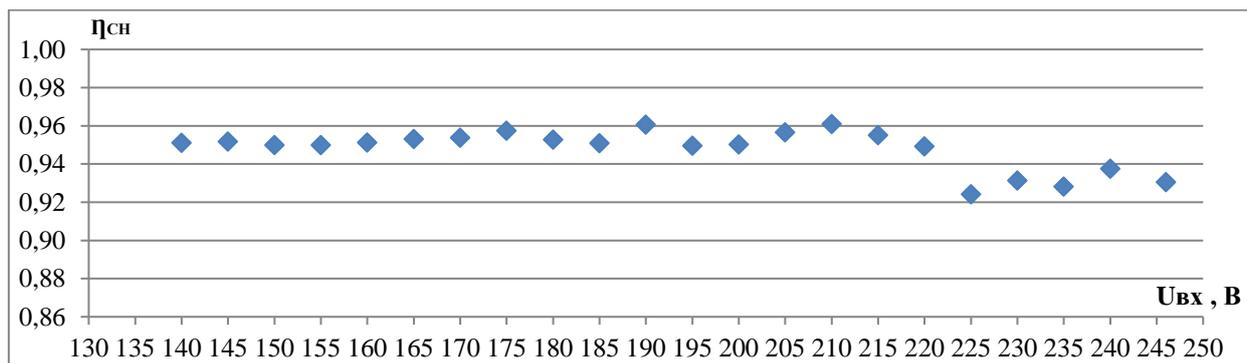


Рисунок 10 – График КПД стабилизатора напряжения Штиль R400

Из проведенных исследований отклонения напряжения в точках передачи электрической энергии различным типам зданий, сделаны следующие выводы:

1) в ряде бытовых и производственных объектов отклонения напряжения превышают допустимые нормы установленные ГОСТ 32144-2013 в  $\pm 10\%$  от  $U_{ном}$ .

2) наибольшее значение отклонения напряжения приходится на режим минимальных нагрузок, причем, это значение смещается в сторону положительного предела (+10%).

Предложено, для исключения возможности включения электроприборов (ЭП) на повышенное или пониженное напряжение, использовать стабилизаторы напряжения.

Произведенные исследования различных типов стабилизаторов напряжения наглядно показали, как влияет изменение входного напряжения на его стабилизацию.

При проведении исследований установлено:

1) степень регулирования выходного напряжения стабилизатора POWERMAN AVS 2000 S составляет от 17 до 26 В; степень регулирования выходного напряжения стабилизатора Solpi-M TSD-500BA составляет от 12 до 19 В; степень регулирования выходного напряжения стабилизатора Штиль R400 составляет от 13 до 16 В.

2) погрешность регулирования напряжения стабилизатора POWERMAN AVS 2000 S составила 5,5%; погрешность регулирования напряжения стабилизатора Solpi-M TSD-500BA составила 2,7%; погрешность регулирования напряжения стабилизатора Штиль R400 составила 1,8%, что соответствует заявленными производителями значениям.

Из полученных результатов исследования стабилизатора напряжения Штиль R400, при понижении и повышении входного напряжения с помощью лабораторного автотрансформатора на 5В, установлено, что при снижении питающего напряжения ниже 155 В, выходное напряжение не соответствует требованиям ГОСТ 32144-2013, т.к.  $U_{\text{вых}}$  опускается ниже -10% от  $U_{\text{ном}}$ . КПД стабилизатора находится в пределах от 0,92 до 0,96.

### **Список литературы**

1. Терентьев П. В. Исследование качества и повышение эффективности использования электроэнергии в электротехнических комплексах служебных и жилых зданий: дисс. канд. техн. наук. – Нижний Новгород, 2014. – 285 с.

2. ГОСТ 32144 – 2013. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения. – М.: Стандартинформ, 2014. – 16 с.

3. [https://vseinstrumenti.ru/silovaya\\_tehnika/stabilizatory\\_napryazheniya/](https://vseinstrumenti.ru/silovaya_tehnika/stabilizatory_napryazheniya/)

4. Руководство пользователя автоматического стабилизатора напряжения Штиль R400. – 9 с.

5. Руководство пользователя автоматического стабилизатора напряжения POWERMAN AVS 2000 S. – 13 с.

6. Руководство пользователя автоматического стабилизатора напряжения Solpi-M TSD-500BA. – 12 с.

## **RESEARCH OF VOLTAGE STABILIZERS AS CONSUMERS AND ELECTRIC ENERGY CONVERTERS**

**Terentyev Pavel Valerievich**

Ph. D. (Engineering)

e-mail: terentyevpv@inbox.ru

**Korablev Alexander Andreevich**

Undergraduate

**Chesnokov Mikhail Viktorovich**

Undergraduate

Nizhny Novgorod State Agricultural Academy

Nizhny Novgorod, Russia

**Abstract:** The article discusses the issues of voltage deviation at the points of transmission of electric energy to various types of buildings. The technical characteristics of various types of voltage regulators common on the market of the Russian Federation are given, with capacities from 400 to 6000 VA. The results of studies of single-phase voltage stabilizers in terms of consumption and conversion of electrical energy are presented.

**Key words:** voltage stabilizers, quality of electric energy, power supply systems, voltage deviation, electric energy conversion.