

чаров, А. Н. Прилуцкий, Ф. П. Полупанов и др. – № 1927690/28-13; заявл. 04.06.73; опубл. 15.03.76, Бюл. № 10. – 4 с. – Текст: непосредственный.

7. Патент 2 675 607 В07В7/083. Центробежно-воздушный сепаратор / Леканов С. В., Стрикунов Н. И., Черкашин С. А. (РФ). – № 2017146182; заявл. 26.12.2017; опубл. 20.12.2018. – Текст: непосредственный.

8. Сычугов, Н. П. Вентиляторы: учебное пособие по курсу сельскохозяйственных машин / Н. П. Сычугов. – Москва, 1970. – 61 с. – Текст: непосредственный.

#### References

1. Lekanov S.V. K voprosu klassifikatsii sposobov predvaritelnoi podgotovki zernovogo materiala tsentrobezchno-reshetnykh separatorov s vertikalnoi osiu vrashcheniia / S.V. Lekanov, N.I. Strikunov, S.A. Cherkashin // Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2014. – No. 4 (114). – S. 142-148.

2. Prilutskii, A.N., Eksperimentalnye issledovaniia protsessa raspredeleniia zernovoi smesi po perimetru koltsevogo pnevmosepariruiushchego kanala usovershenstvovannyi doziruiushchepitaiushchim ustroistvom / A.N. Prilutskii, S.P. Stepanenko i dr. // Mekhanizatsiia ta elektrifikatsiia silskogo gospodarstva: [zagalnodержavnii zbornik]. – 2016. – Vipusk No. 3 (102) / [NNTs «IMESG»]. – Glevakha, 2016. – S. 59-68.

3. Shilin V.V. Povyshenie effektivnosti ochistki zerna vibrotsentrobezhnym separatorom putem razrabotki pnevmosistemy s vertikalnym koltsevym aspiratsionnym kanalom: avtoref. dis. na soisk. uchen. step. k.t.n.: spets. 05.20.01 / Shilin Vladimir Vladimirovich; [ZNIISKh Severo-Vostoka im. N.V. Rudnitskogo]. – Kirov, 2004. – 23 s.

4. Goncharov E.S. Mekhaniko-tehnologicheskoe obosnovanie i razrabotka universalnykh vibrotsentrobezhnykh zernovykh separatorov: avtoref. dis. na soisk. uchen. step. d.t.n.: spets. 05.20.01 / Goncharov Evgenii Sergeevich; VIM. – Moskva, 1986. – 34 s.

5. Tarasov B.T., Strikunov N.I., Kostiuk V.A. Obosnovanie tekhnologicheskoi skhemy tsentrobezhnogo vozdušno-reshetnogo vorokhoochistitelia // Ochistka i sortirovanie semian selskokhoziaistvennykh kultur: Sb. nauch. tr. / RASKhN. Sib. otd-nie. SibIME. – Novosibirsk, 1991. – S. 53-57.

6. A.s. 506439 A1 SSSR, V 07 V 1/44. Vibrotsentrobezhnyi zernovoi separator / E.S. Goncharov, A.N. Prilutskii, F.P. Polupanov i dr. 1927690/28-13; zaiavl.: 04.06.73. opubl. 15.03.76, Biul. No. 10, 4 s.

7. Patent 2675607 V07V7/083. Tsentrobezhno-vozdušnyi separator / Lekanov S.V., Strikunov N.I., Cherkashin S.A. (RF). – No. 2017146182; zaiavl. 26.12.2017; opubl. 20.12.2018.

8. Sychugov N.P. Ventilatory: учебное пособие по курсу сelskokhoziaistvennykh mashin. – Moskva, 1970. – 61 s.



УДК 338.46:621.31

Г.С. Кудряшев, А.Н. Третьяков  
G.S. Kudryashev, A.N. Tretyakov

## ЭФФЕКТИВНОСТЬ СНИЖЕНИЯ УРОВНЯ НЕСИНУСОИДАЛЬНОСТИ НАПРЯЖЕНИЯ НА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ

### THE EFFECTIVENESS OF REDUCING THE LEVEL OF NONSINUSOIDAL VOLTAGE IN AGRICULTURAL ENTERPRISES OF THE IRKUTSK REGION

**Ключевые слова:** несинусоидальность, потери электрической энергии, эффективность производства, качество электрической энергии.

Увеличение потерь электрической энергии в технологическом оборудовании на предприятиях АПК связано с нагревом оборудования и преждевременным старением изоляции, что служит причиной уменьшения фактического срока службы электрооборудования или допол-

нительными расходами на повышение его мощности. Электроприемники, работающие от источника с некачественной электроэнергией, чаще выходят из строя, при этом производительность их снижается, и нарушается в целом режим работы. Показатели качества электроэнергии (ПКЭ) влияют на технические и экономические показатели режимов работы электрических сетей и электрооборудования предприятий вместе с прочими факторами. Определить последствия воздействия этих факторов

возможно только расчетным или экспериментальным путем. Невозможно представить без проведения необходимых расчетов и измерений, какое количество электрической энергии использовало бы предприятие агропромышленного комплекса для создания равноценного количества произведенной продукции при нормализации качества электроэнергии и, в частности, искажений синусоидальности напряжений на присоединениях потребителя электрической энергии. В данном случае фактическое использование потребленной мощности считают полезным. Обычными негативными последствиями некачественной электрической энергии являются выход электрооборудования из строя, выпуск некачественной продукции, который в основном относят к качеству изготовления электрооборудования, а не к параметрам электроэнергии в точке присоединения потребителя. С целью выявления причин в каждом конкретном случае нужно проводить измерения ПКЭ электрической энергии и анализ возможного негативного воздействия на режимы работы электрооборудования. По результатам исследования представлен расчет уменьшения потерь электрической энергии за счет снижения токов и напряжения гармонических составляющих для электрооборудования на сельскохозяйственном предприятии. Кроме того, установлено снижение фактических потерь электроэнергии при использовании устройства компенсации в питающей распределительной сети низкого напряжения. Исследования, проведенные в электрических сетях, показали, что при использовании компенсирующего устройства показатели качества на электрооборудовании сельскохозяйственного предприятия снижаются, а коэффициенты несинусоидальности уменьшаются до нуля.

**Keywords:** nonsinusoidality, power losses, production efficiency, electrical power quality.

The increase of electrical energy losses in technological equipment in agricultural enterprises is associated with heat-

**Кудряшев Геннадий Сергеевич**, д.т.н., профессор, Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежовского, Иркутская обл., Российская Федерация, e-mail: kudryashev@list.ru.

**Третьяков Александр Николаевич**, к.т.н., доцент, Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежовского, Иркутская обл., Российская Федерация, e-mail: tretyakov\_alex@mail.ru.

В нашей стране современная сельскохозяйственная продукция пользуется спросом у населения и уже давно стала конкурентоспособной зарубежной продукции, это придало стимул к дальнейшему развитию производства высококачественной продукции и, как следствие, совершенствованию технологических линий. Для эффективной работы действующей аппаратуры управления и системы мониторинга высокотех-

ing of the equipment and premature aging of the insulation which causes a decrease of the actual service life of electrical equipment or additional costs to increase its capacity. The power-consuming units operating from a source with low-quality electricity often fail, their performance is reduced and the overall operating mode is disrupted. The power quality indexes (PQI) affect the technical and economic indexes of the operating modes of electric networks and electrical equipment of enterprises along with other factors. It is possible to determine the effects of these factors only by calculation or experimentation. It is impossible to predict without carrying out the necessary calculations and measurements what amount of electric energy would be used by an enterprise of the agro-industrial complex for the creation of an equivalent amount of the products with the normalization of the quality of electricity and, in particular, the distortion of the sinusoidal voltage at the connections of the consumer of electric energy. In this case, the actual use of the power consumed is considered useful. The usual negative consequences of low-quality electrical energy are the failure of electrical equipment, the release of low quality products are mainly attributed to the quality of manufacture of electrical equipment and not the parameters of electricity at the point of connection of the consumer. In order to identify the causes in each specific case, it is necessary to measure the PQI of electrical energy and analyze the possible negative impacts on the operating modes of electrical equipment. According to the results of the study, the calculation of the reduction of electric energy losses due to the reduction of currents and voltage of harmonic components for electrical equipment in an agricultural enterprise is presented. In addition, the reduction of actual electricity losses when using a compensation device in a low-voltage supply distribution network is determined. The studies conducted in electrical networks have shown that when using a compensating device, the quality indexes in the electrical equipment of an agricultural enterprise are reduced, and the nonsinusoidal coefficients are reduced to zero.

**Kudryashev Gennadiy Sergeevich**, Dr. Tech. Sci., Prof., Irkutsk State Agricultural University named after A.A. Yezhevskiy, Irkutsk Region, Russian Federation, e-mail: kudryashev@list.ru.

**Tretyakov Aleksandr Nikolayevich**, Cand. Tech. Sci., Assoc. Prof., Irkutsk State Agricultural University named after A.A. Yezhevskiy, Irkutsk Region, Russian Federation, e-mail: tretyakov\_alex@mail.ru.

нологическими процессами в агропромышленном комплексе в большинстве случаев необходимо поддержание электроэнергии хорошего качества [1, 2].

Для того чтобы определить фактическую ситуацию с электроснабжением сельскохозяйственных предприятий в Иркутской области были проведены исследования показателей качества электроэнергии. Измерения ПКЭ проводи-

лись совместно с ООО «ИРМЕТ» за период с 2015 по 2018 г. в сетях электроснабжения агрокомплекса «Белореченское». Измерения проводились непосредственно на источнике питания зданий птицефабрики.

За последнее десятилетие хозяйство было полностью технически переоснащено, на поточных линиях смонтировано и внедрено в работу современное технологичное электрооборудование. Агрокомплекс «Белореченское» в рейтинге эффективных предприятий сельскохозяйственного производства продукции многие годы является одним из лучших агропромышленных предприятий России.

Агрокомплекс оснащен высокоэффективным энергооборудованием, которое требует нормальной качественной электрической энергии для эффективной работы. Результаты измерений показали, что качество электрической энергии на соединениях, где проводились испытания, не соответствует нормативным требованиям по коэффициентам гармонических составляющих напряжения.

Для исследования показателей качества электроэнергии был выбран объект ОАО «Белореченское» сельскохозяйственный комплекс Усольского района Иркутской области, подстанция КТП-78, шины 0,4 кВ, ввод 1. Измерения проводились в течение суток 15-16 сентября 2018 г.

В таблице 1 приведены результаты измерения качества электрической энергии. По итогам проведенных испытаний установлено отклонение от необходимых требований ГОСТа к качеству электроэнергии. Наличие интергармоник характерно для птицефабрики агрокомплекса «Белореченское», представляет широкий спектр с 12-й по 40-ю гармонику [3, 4].

При работе потребителей электрической энергии искажения кривой напряжения изменя-

ются скачкообразно в момент смены режимов работы электрических приводов сельскохозяйственного комплекса и при подключении дополнительных нагрузок с нелинейными характеристиками. Результаты испытания суммарного коэффициента гармонических составляющих напряжения представлены на рисунке 1.

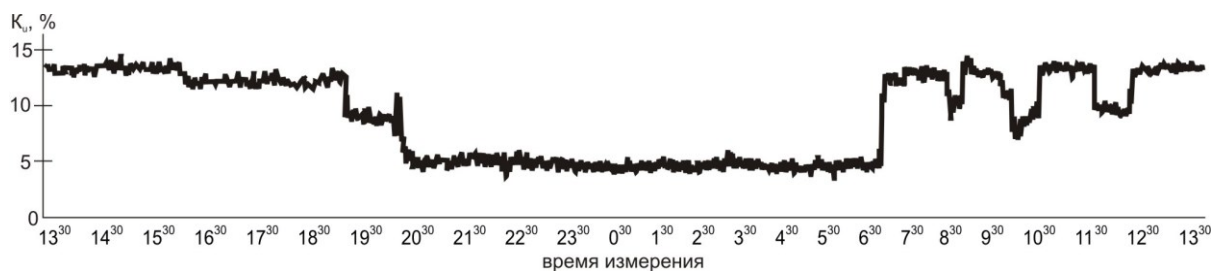
Суммарный коэффициент гармонических составляющих напряжения на протяжении всего времени изменяется на величину не более 2%. Присутствие в распределительной сети несинусоидальности определяет фактическое наличие на предприятии АПК технологических процессов, которые содержат нагрузку нелинейного характера. Большой спектр высших гармоник в сельских распределительных сетях низкого напряжения свидетельствует о генерировании части высших гармоник внешним электрооборудованием. На рисунке 1, где отражено изменение показателя качества электрической энергии в части несинусоидальности напряжения за сутки, характерно превышение значений в ночной период времени, при отключенном состоянии большинства технологических процессов, что означает внешнее происхождение основной части высших гармоник. В течение дня, при коммутационных процессах электрооборудования, происходит резкое изменение коэффициента гармонических составляющих.

Выявлено, что в распределительных сетях электроснабжения низкого напряжения присутствуют высшие гармоники напряжения и тока, при этом основное их количество происходит от внешних энергоприемников. Фактически исключить их влияние невозможно, возникает необходимость установки компенсирующего устройства в технологический процесс, который определяет наибольший вклад в появление высших гармонических составляющих.

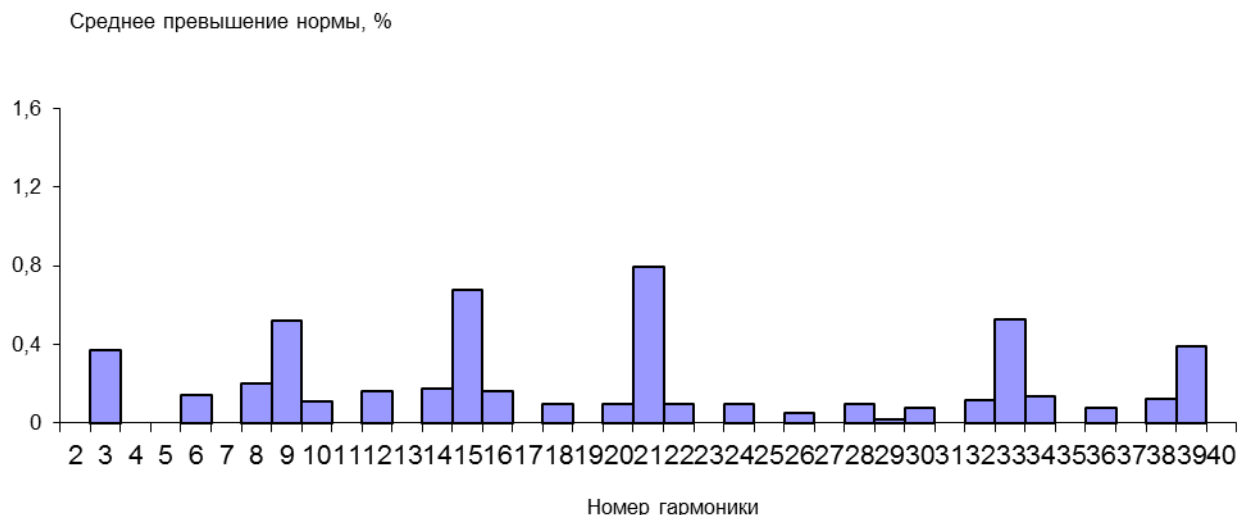
Таблица 1

*Измерение суммарного коэффициента гармонических составляющих напряжения, %*

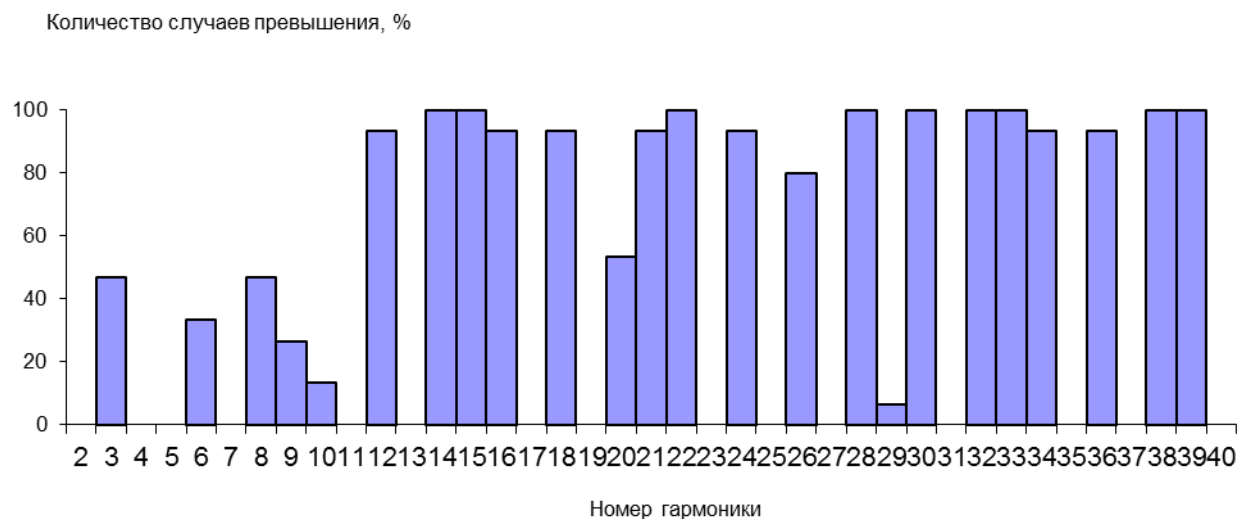
Обозначение ПКЭ	Напряжение А			Напряжение В			Напряжение С			Нормативное значение, %
	результат измерений	t <sub>1</sub>	t <sub>2</sub>	результат измерений	t <sub>1</sub>	t <sub>2</sub>	результат измерений	t <sub>1</sub>	t <sub>2</sub>	
K <sub>н</sub> (95%)	8,56	38,25		9,21	10,22		9,63	12,86		8,00
K <sub>н</sub> (100%)	13,63		8,48	13,24		8,26	13,05		8,71	12,00



**Рис. 1. Динамика изменения коэффициента гармонических составляющих напряжения за сутки**



**Рис. 2. Среднее значение отклонения нормально допустимых значений коэффициентов гармонических составляющих в сети низкого напряжения**



**Рис. 3. Суммарное количество превышения нормально допустимых значений коэффициентов гармонических составляющих напряжения в сети низкого напряжения**

Для выявления влияния несинусоидальности нужно провести расчет потерь мощности на предприятиях агропромышленного комплекса Иркутской области. Обследование сельскохозяйственного предприятия выявило превышение допустимых значений ГОСТа по показателю коэффициента гармонических составляющих

напряжения для основных высших гармоник более чем в десять раз.

Использование устройства компенсации непосредственно в качестве компенсатора высших гармоник в распределительных электрических сетях низкого напряжения агрохолдинга ОАО «Белореченское» дало возможность при-

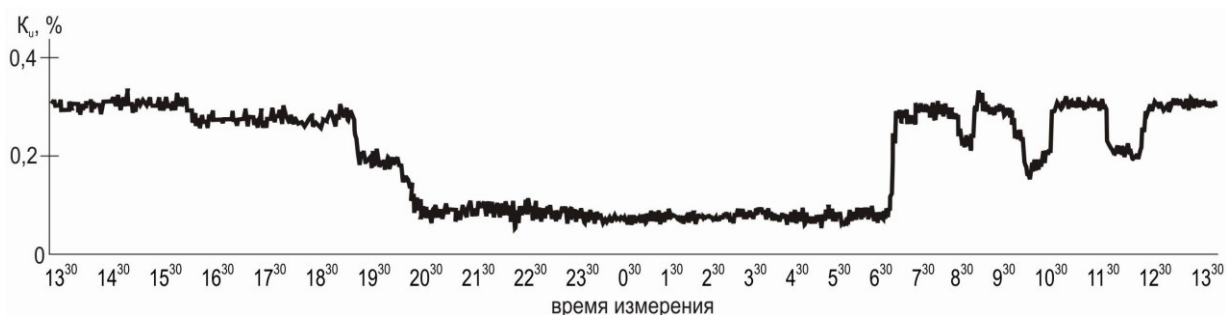
вести показатели качества электрической энергии в норму и снизить уровень несинусоидальности [5-7]. Основные результаты эксперимен-

тальных исследований компенсирующего устройства представлены в таблице 2.

Таблица 2

**Измерение суммарного коэффициента гармонических составляющих напряжения, %**

Обозначение ПКЭ	Напряжение А			Напряжение В			Напряжение С			Нормативное значение, %
	результат измерений	t <sub>1</sub>	t <sub>2</sub>	результат измерений	t <sub>1</sub>	t <sub>2</sub>	результат измерений	t <sub>1</sub>	t <sub>2</sub>	
K <sub>н</sub> (95%)	0,22	00,00	-	0,31	00,00	-	0,25	00,00	-	8,00
K <sub>н</sub> (100%)	0,23	-	00,00	0,34		00,00	0,27	-	00,00	12,00



**Рис. 4. Динамика изменения коэффициента гармонических составляющих напряжения за сутки после включения компенсирующего устройства**

Значение измеренных показателей качества электроэнергии при работе компенсирующего устройства составляют менее 1%, что на 4% меньше, чем до его применения. Фактические показатели качества по несинусоидальности снизились с 13% практически до нуля (рис. 4).

В электрических сетях технологические потери, вызванные пониженным качеством напряжения, определяются электромагнитной и технологической составляющей. Первая из них определяется в основном дополнительными потерями активной мощности электроэнергии, соответствующим старением изоляции электрооборудования и, как следствие, уменьшением срока службы энергооборудования. В конечном итоге, потери, обусловленные несимметрией, несинусоидальностью, кроме того, колебаниями напряжения, незначительны при симметрии и синусоидальности системы линейных напряжений и отсутствии колебаний напряжения в энергосистеме; при отклонениях напряжения потери считаются близкими к нулю при напряжении, равном номинальному. Технологическая же со-

ставляющая потеря электроэнергии проявляется как влияние качества напряжения на производительность технологических линий и затратами на изготовление выпускаемой продукции [6, 7].

Уменьшение потерь электрической энергии электрооборудования за счет компенсации токов и напряжений высших гармоник определяют по формуле

$$\delta P_{г.} = \frac{S}{10^4} \cdot k_r \sum_{n=2}^{\infty} b_n (U_{nn}^2 - U_{нк}^2), \quad (1)$$

где S – установленная мощность электрооборудования (кВт, кВАр, кВА);

k<sub>r</sub> – коэффициент, характеризующий тип электрооборудования;

I<sub>nn</sub>, I<sub>нк</sub> – значения высших гармоник тока до компенсации и после соответственно;

U<sub>nn</sub>, U<sub>нк</sub> – значения высших гармоник напряжений до компенсации и после соответственно;

b<sub>n</sub> – коэффициент, характеризующий изоляцию электрооборудования.

Параметры электрооборудования на птицефабрике ОАО «Белореченское»

Наименование электрооборудования	Кол-во, шт.	Установленная мощность, кВт	Ремонт в год, шт.
Электродвигатели: менее 5 кВт; свыше 5 кВт	3180	9540	93
	1204	9030	17
Силовые трансформаторы напряжения	50	25570	-
Пускорегулирующая аппаратура	4384	-	не проводится
Пускозащитная аппаратура	4384	-	не проводится

В сельских распределительных сетях низкого напряжения присутствуют четные высшие гармоники – с 12-й по 40-ю, превышающие нормативные значения:

если мощность электродвигателя менее 5 кВт,  $k_d=3+0,3(5-P_d)$ ;  $k_{d1}=3+0,3(5-3)=3,6$ ;  $k_{r1}=7,2$ ;

если  $5 \leq$  мощность электродвигателя  $\leq 100$  кВт,  $k_d=1+0,02(100-P_d)$ ;  $k_{d2}=1+0,02(100-15)=2,7$ ;  $k_{r2}=5,4$ ;

если мощность электродвигателей менее 5 кВт,  $k_{r1}=7,2$ ;

Если мощность электродвигателей от 5 до 100 кВт,  $k_{r2}=5,4$ .

$$\delta P_{r1} = \frac{9540}{10^4} \cdot 7,2 \left[ \begin{aligned} &(0,042 \cdot 0,444^2) + (0,04 \cdot 0,332^2) + (0,0175 \cdot 1,031^2) + (0,028 \cdot 0,353^2) + \\ &+ (0,01 \cdot 1,247^2) + (0,007 \cdot 0,988^2) + (0,014 \cdot 0,312^2) + (0,014 \cdot 0,36^2) + \\ &+ (0,005 \cdot 0,709^2) + (0,012 \cdot 0,443^2) + (0,012 \cdot 0,32^2) + (0,012 \cdot 0,394) + \\ &+ (0,003 \cdot 0,727^2) + (0,009 \cdot 0,388^2) = \end{aligned} \right] = 0,68 \text{кВт};$$

$$\delta P_{r2} = \frac{9030}{10^4} \cdot 5,4 \left[ \begin{aligned} &(0,042 \cdot 0,444^2) + (0,04 \cdot 0,332^2) + (0,0175 \cdot 1,031^2) + (0,028 \cdot 0,353^2) + \\ &+ (0,01 \cdot 1,247^2) + (0,007 \cdot 0,988^2) + (0,014 \cdot 0,312^2) + (0,014 \cdot 0,36^2) + \\ &+ (0,005 \cdot 0,709^2) + (0,012 \cdot 0,443^2) + (0,012 \cdot 0,32^2) + (0,012 \cdot 0,394) + \\ &+ (0,003 \cdot 0,727^2) + (0,009 \cdot 0,388^2) = \end{aligned} \right] = 0,49 \text{кВт}.$$

Результирующие потери электроэнергии в электродвигателях от низкого качества электрической энергии составляют чуть более 1 кВт. Фактические мощности потерь в силовых трансформаторах низкого напряжения определяются по формуле:

$$\delta P_{r1} = \frac{25570}{10^4} \cdot 1,62 \left[ \begin{aligned} &(0,3 \cdot 0,444^2) + (0,3 \cdot 0,332^2) + (0,21 \cdot 1,031^2) + (0,33 \cdot 0,353^2) + \\ &+ (0,24 \cdot 1,247^2) + (0,27 \cdot 0,988^2) + (0,35 \cdot 0,312^2) + (0,35 \cdot 0,36^2) + \\ &+ (0,29 \cdot 0,709^2) + (0,37 \cdot 0,443^2) + (0,37 \cdot 0,32^2) + (0,38 \cdot 0,394) + \\ &+ (0,3 \cdot 0,727^2) + (0,38 \cdot 0,388^2) = \end{aligned} \right] = 6,58 \text{кВА}.$$

Потери мощности электроэнергии, рассчитанные в силовых трансформаторах напряжения низкого напряжения от низкого качества электроэнергии, составляют 6,5 кВА.

Снижение электрической энергии в результате уменьшения электрических потерь за 1 год составляет более 60 тыс. кВт·ч.

При нормализации показателей качества электроэнергии в результате эксперименталь-

ных исследований выявлена эффективность снижения уровня несинусоидальности напряжения на сельскохозяйственных предприятиях Иркутской области и получены следующие результаты.

1. Проведенные исследования показателей качества электрической энергии в действующих распределительных электрических сетях низкого напряжения различных сельскохозяйствен-

ных предприятий Иркутской области позволили установить, что среднее значение превышения нормативных значений показателей качества электроэнергии от нормативных требований составляет менее 1%, а количество измерений, которые превышают нормально допустимые значения, – 87,3%.

2. Экспериментальным путем установлено, что в результате исследований дополнительных потерь мощности и показателей качества электрической энергии в распределительных сетях низкого напряжения предприятия с компенсирующим устройством происходит снижение показателей  $K_u$  с 4,6 до 0,06%,  $K_n$  с 13,1 до 0,3%.

3. Проведенные расчеты потерь электрической энергии в результате нормализации показателей качества электроэнергии показывают снижение фактической мощности на 60 тыс. кВт·ч в год.

#### Библиографический список

1. Кудряшев, Г. С. Применение инноваций в решении вопросов энергосбережения на предприятиях АПК / Г. С. Кудряшев, А. Н. Третьяков, С. В. Батищев. – Текст: непосредственный // Инновации в сельском хозяйстве. – 2016. – № 1 (16). – С. 66-68.

2. Кудряшев, Г. С. Комплексный подход при ресурсоэнергосбережении на предприятии АПК Иркутской области / Г. С. Кудряшев, А. Н. Третьяков, О. Н. Шпак. – Текст: непосредственный // Вестник ИрГСХА. – 2016. – № 73. – С. 135-140.

3. Влияние несинусоидальности на работу электроэлектрооборудования предприятия агропромышленного комплекса / Г. С. Кудряшев, А. Н. Третьяков, Х. Рахмет, С. В. Батищев. – Текст: непосредственный // Актуальные проблемы энергетики АПК: материалы VII Международной научно-практической конференции / под общей редакцией В. А. Трушкина; Саратовский ГАУ (18 апреля 2016 г.). – Саратов: Изд-во ООО «ЦеСАин». – С. 108-111.

4. Кудряшев, Г. С. Снижение энергоемкости на предприятиях АПК на примере СХ ОАО «Белореченское» / Г. С. Кудряшев, А. Н. Третьяков,

С. В. Батищев. – Текст: непосредственный // Инновации в сельском хозяйстве. – 2018. – № 2 (27). – С. 127-131.

5. Патент 154184 Российская Федерация, U1 МПК H02J 3/18. Активный фильтр высших гармоник с возможностью компенсации реактивной мощности: заявитель и патентообладатель ООО «ЦИТ ИрГТУ». – № 2014143318/07; заявл. 27.10.2014; опубл. 20.08.2015, Бюл. 23. – Текст: непосредственный.

6. Потери электрической энергии в сетях 0,38 кВ, питающих сельскохозяйственную нагрузку / Г. С. Кудряшев, А. Н. Третьяков, О. Н. Шпак, С. С. Полякова. – Текст: непосредственный // Актуальные вопросы аграрной науки. – 2020. – № 34. – С. 19-27.

7. Кудряшев, Г. С. Инновации при снижении энергоемкости на предприятиях АПК на примере СХ ОАО «Белореченское» / Г. С. Кудряшев, А. Н. Третьяков, Х. Рахмет. – Текст: непосредственный // Mongolian journal of agricultural sciences: Special issue «Natural Resource Conservation and Agricultural Engineering»: International conference. – 2015. – № 2. – С. 39-42.

#### References

1. Kudriashev, G. S. Primenenie innovatsii v reshenii voprosov energosberezheniia na predpriatiiakh APK / G. S. Kudriashev, A. N. Tretiakov, S. V. Batishchev. – Tekst: neposredstvennyi // Innovatsii v selskom khoziaistve. – 2016. – No. 1 (16). – S. 66-68.

2. Kudriashev, G. S. Kompleksnyi podkhod pri resursoenergoberezhenii na predpriatii APK Irkutskoi oblasti / G. S. Kudriashev, A. N. Tretiakov, O. N. Shpak. – Tekst: neposredstvennyi // Vestnik IrGSKhA. – 2016. – No. 73. – S. 135-140.

3. Vliianie nesinusoidalnosti na rabotu elektrooborudovaniia predpriatii agropromyshlennogo kompleksa / G. S. Kudriashev, A. N. Tretiakov, Kh. Rakhmet, S. V. Batishchev. – Tekst: neposredstvennyi // Aktualnye problemy energetiki APK: materialy VII Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii / pod obshchei redaktsiei V. A. Trushkina; Saratovskii GAU (18 apreliia

2016 г.). – Saratov: Izd-vo OOO «TseSAin». – S. 108-111.

4. Kudriashev, G. S. Snizhenie energoemkosti na predpriatiiakh APK na primere SKh OAO «Belorechenskoe» / G. S. Kudriashev, A. N. Tretiakov, S. V. Batishchev. – Tekst: neposredstvennyi // Innovatsii v selskom khoziaistve. – 2018. – No. 2 (27). – S 127-131.

5. Patent 154184 Rossiiskaia Federatsiia, U1 MPK H02J 3/18. Aktivnyi filtr vysshikh garmonik s vozmozhnostiu kompensatsii reaktivnoi moshchnosti: zaiavitel i patentoobladatel OOO «TsIT IrGTU». – No. 2014143318/07; zaiavl. 27.10.2014; opubl. 20.08.2015, Biul. 23. – Tekst: neposredstvennyi.

6. Poteri elektricheskoi energii v setiakh 0,38 kV, pitaiushchikh selskokhoziaistvennuu nagruzku / G. S. Kudriashev, A. N. Tretiakov, O. N. Shpak, S. S. Poliakova. – Tekst: neposredstvennyi // Aktualnye voprosy agrarnoi nauki. – 2020. – No. 34. – S. 19-27.

7. Kudriashev, G. S. Innovatsii pri snizhenii energoemkosti na predpriatiiakh APK na primere SKh OAO «Belorechenskoe» / G. S. Kudriashev, A. N. Tretiakov, Kh. Rakhmet. – Tekst: neposredstvennyi // Mongolian Journal of Agricultural Sciences: Special issue “Natural Resource Conservation and Agricultural Engineering”: International conference. – 2015. – No. 2. – S. 39-42.

