



ISSN 2078-7138

АГРОПАНОРАМА

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ ДЛЯ РАБОТНИКОВ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

№ 5
октябрь
2017

*Совершенствование профиля пневматических шин
для сельскохозяйственной техники*

*Особенности преобразования электрической энергии в
трансформаторе со схемой соединения обмоток
«звезда-двойной зигзаг с нулевым проводом»*

*Механизм договорных отношений сельских
потребителей электроэнергии
с энергосистемой*

*Пути повышения конкурентоспособности
комбикормов*



**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА И
ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

**БЕЛОРУССКИЙ РЕСПУБЛИКАНСКИЙ ФОНД
ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ**

**БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**

АгроЭнергетический факультет

Уважаемые коллеги!

Приглашаем Вас принять участие в работе

Международной научно-практической

конференции, посвященной 60-летию

агроэнергетического факультета

**«Энергосбережение – важнейшее
условие инновационного развития АПК»,**
*которая состоится в Белорусском
государственном аграрном техническом
университете*

23 - 24 ноября 2017 г.

Основные направления работы конференции:

- Энергообеспечение АПК
- Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии в АПК
- Электротехнологии и электрооборудование в АПК
- Автоматизация технологических процессов в АПК

*г. Минск, пр-т Независимости, 99, корпус 1
Контактные телефоны: (+ 375 17) 267-33-83, 267-41-16
E-mail: prot.aef@batu.edu.by
www.bsatu.by*

АГРОПАНОРАМА 5 (123) октябрь 2017

Издается с апреля 1997 г.

Научно-технический журнал
для работников
агропромышленного комплекса.
Зарегистрирован в Министерстве
информации Республики Беларусь
21 апреля 2010 года.
Регистрационный номер 1324

Учредитель
*Белорусский государственный
аграрный технический университет*

Главный редактор
Иван Николаевич Шило

Заместитель главного редактора
Михаил Александрович Прищепов

Редакционная коллегия:

И.М. Богдевич	П.П. Казакевич
Г. И. Гануш	Н.В. Казаровец
Л.С. Герасимович	А.Н. Карташевич
С.В. Гарник	Л.Я. Степук
В.Н. Дацков	В.Н. Тимошенко
Е.П. Забельло	А.П. Шпак

Е.В. Сенчуроў – ответственный секретарь
Н.И. Цындріна – редактор

Компьютерная верстка
В.Г. Леван

Адрес редакции:
Минск, пр-т Независимости, 99/1, к. 220
Тел. (017) 267-47-71 Факс (017) 267-41-16

Прием статей и работа с авторами:
Минск, пр-т Независимости, 99/5, к. 602, 608
Тел. (017) 385-91-02, 267-22-14
Факс (017) 267-25-71
E-mail: AgroP@batu.edu.by

БГАТУ, 2017.
Формат издания 60 x 84 1/8.
Подписано в печать с готового оригинала-
макета 20.10.2017 г. Зак. № 784 от 20.10.2017 г.
Дата выхода в свет 30.10.2017 г.
Печать офсетная. Тираж 100 экз.
Статьи рецензируются.
Отпечатано в ИПЦ БГАТУ по адресу: г. Минск,
пр-т. Независимости, 99/2
ЛП № 02330/316 от 30.01.2015 г.
Выходит один раз в два месяца.
Подписной индекс в каталоге «Белпочта» - 74884.
Стоимость подписки на журнал на 1-е п/г 2018 г.:
для индивидуальных подписчиков - 18,30 руб.;
ведомственная - 19,89 руб.;
Цена журнала в киоске БГАТУ - 5,34 руб.

При перепечатке или использовании
публикаций согласование с редакцией
и ссылка на журнал обязательны.
Ответственность за достоверность
рекламных материалов несет рекламодатель.

СОДЕРЖАНИЕ

Сельскохозяйственное машиностроение.

Металлообработка

- Г.И. Гедройтъ, А.Ф. Безручко, В.В. Михалков,
С.В. Занемонский
Совершенствование профиля пневматических шин для 2

- А.Г. Вабищевич, М.А. Прищепов, Б.Н. Федоренко,
Н.Д. Яницов, В.А. Шкляревич
Теоретическое обоснование формы поверхности рабочих
органов сошника..... 5

- А.М. Кравцов, Д.С. Шахрай, С.С. Попко
Дождевальная насадка с регулируемыми гидравлическими
параметрами..... 9

Энергетика. Транспорт

- М.А. Прищепов, В.М. Збродыга, А.И. Зеленъкевич
Особенности преобразования электрической энергии в
трансформаторе со схемой соединения обмоток
«звезда-двойной зигзаг с нулевым проводом»..... 16

- Н.Г. Королевич, Г. И. Янукович
Механизм договорных отношений сельских потребителей
электроэнергии с энергосистемой..... 25

Технический сервис в АПК. Экономика

- Н.Ф. Корсун, М.М. Кондрковская
Основные направления повышения эффективности молочного
скотоводства в Республике Беларусь..... 31

- Н.В. Зось-Киор, В.М. Синельников, К.О. Брижань
Факторы повышения эффективности управления земельными
ресурсами..... 34

- Н.Н. Киреенко, О.С. Ковшук
Пути повышения конкурентоспособности комбикормов..... 40

- Н.К. Толочко, А.Н. Челединов
Особенности выбора параметров ультразвуковой очистки
поверхностей..... 44

- И.А. Контровская, А.Д. Радевич
Адаптация хлебопекарных предприятий к условиям
конкурентной среды..... 46

УДК 631.3.03

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОФИЛЯ ПНЕВМАТИЧЕСКИХ ШИН ДЛЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

Г.И. Гедроить,

зав. каф. тракторов и автомобилей БГАТУ, канд. техн. наук, доцент

А.Ф. Безручко,

доцент каф. тракторов и автомобилей БГАТУ, канд. техн. наук, доцент

В.В. Михалков,

ст. преподаватель каф. тракторов и автомобилей БГАТУ

С.В. Занемонский,

ассистент каф. тракторов и автомобилей БГАТУ

В статье приведены результаты аналитических исследований и экспериментальные данные по влиянию кривизны пневматических шин в попечной плоскости на глубину следа и силу сопротивления качению.

Ключевые слова: шина, колесо, почва, сопротивление качению, глубина следа, радиус, кривизна.

This article presents results of analytical research and experimental data concerning the effect of pneumatic tires curving at rolling plane on the track dip and the rolling resistance force.

Keywords: tire, wheel, soil, rolling resistance, track dip, radius, curving.

Введение

Интенсификация земледелия, повышение производительности труда и сокращение трудовых ресурсов приводят к повышению массы сельскохозяйственной техники, увеличению уровня воздействия их ходовых систем на почву. В этой связи необходимо принимать технические и технологические решения для предотвращения деградации почвы. В перспективе планируется снизить давление на почву ходовых систем тракторов в 2...3 раза [1]. Для агрегатируемых машин необходимы более радикальные меры [2, 3]. Снижение уровня воздействия ходовых систем машин на почву достигается в результате увеличения ширины и диаметра шин, сдвоивания колес, увеличения числа осей, а также установки дополнительных обводов и др. методов. Такие технические решения приводят, как правило, к увеличению материоемкости машин, имеют ограничения по компоновочным и эксплуатационным соображениям (положение центра тяжести, размеры колесных ниш, участие в дорожном движении).

Цель настоящей работы – оценить изменение показателей взаимодействия колесных ходовых систем с почвой путем совершенствования профиля шин изменением кривизны их беговой дорожки в попечной (радиальной) плоскости.

Основная часть

При математическом моделировании процесса взаимодействия пневматического колеса с почвой наиболее распространены плоские расчетные схемы.

Процессы взаимодействия рассматриваются в продольной плоскости колеса применительно к колесу единичной ширины. Значения показателей взаимодействия по ширине колеса принимаются постоянными. Следовательно, колесо представляется в виде цилиндра, а форма проекции поверхности контакта в опорной плоскости в виде прямоугольника, что не соответствует действительности. Обосновано, что поверхность контакта шины с почвой можно представить в виде усеченного эллиптического параболоида (рис. 1) [4]. Принято, что существует плоская зона контакта в виде эллипса F_1 и криволинейная в виде части эллиптического параболоида F_2 . Возможны частные случаи [4, 5].

Уравнение поверхности параболоида получено в виде:

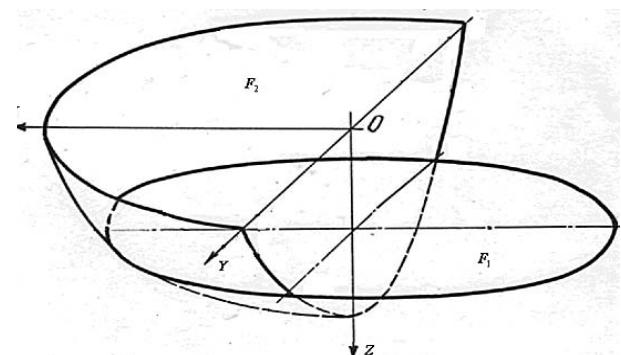


Рисунок 1. Форма поверхности контакта шины с почвой для расчета показателей их взаимодействия

$$z = h + \lambda - \frac{y^2}{b_0^2} - \frac{x^2}{2R - h - \lambda}. \quad (1)$$

Определить глубину следа и силу сопротивления качению любого колеса многоколесной ходовой системы в наиболее общем случае движения при допущении о распределении нормальных давлений в контакте по закону гиперболического тангенса [6] можно при решении уравнений [5]:

для глубины следа

$$h = \frac{\sigma_0}{K} \operatorname{arth} \frac{G_{nn}}{2b_0\sigma_0\sqrt{(2R-\lambda)\Delta}} \left(\sqrt{\frac{\lambda}{\Delta}-1} + \frac{\lambda}{\Delta} \arcsin \sqrt{\frac{\Delta}{\lambda}} \right) - h_{s1}; \quad (2)$$

$$G = \frac{\alpha b_0 \sigma_0^2}{K} \sqrt{\frac{2R-h-\lambda}{\Delta}} \ln \frac{\operatorname{ch} \frac{K}{\sigma_0} (h_{s1} + h)}{\operatorname{ch} \frac{K}{\sigma_0} h_{s1}} + G_{nn}, \quad (3)$$

для силы сопротивления качению

$$P_f = P_{fn} + P_{fuu}; \quad (4)$$

$$P_{fn} = \frac{2b_0\sigma_0^2}{K} \ln \frac{\operatorname{ch} \frac{K}{\sigma_0} (h_{s1} + h)}{\operatorname{ch} \frac{K}{\sigma_0} h_{s1}}; \quad (5)$$

$$(6)$$

$$P_{fuu} = K_u B_k \lambda.$$

В формулах (1)...(6) приняты обозначения:

h – глубина следа, м;

σ_0 – несущая способность почвы, Н/м²;

K – коэффициент объемного смятия почвы, приведенный к размерам колеса, Н/м³;

$2b_0$ – ширина беговой дорожки шины, м;

Δ – стрела дуги протектора (высота беговой дорожки шины), м;

λ – радиальная деформация шины, м;

R – свободный радиус колеса, м;

h_{s1} – средняя остаточная глубина следа от предшествующих колес, м;

α – расчетный коэффициент, зависящий от па-

метров шины и контакта [5];

G – нормальная нагрузка на колесо, Н;

G_{nn} – часть нагрузки, воспринимаемая в плоской части контакта шины с почвой, Н;

P_f – сила сопротивления качению колеса, Н;

P_{fn} – составляющая силы сопротивления качению из-за деформации почвы, Н;

P_{fuu} – составляющая силы сопротивления качению из-за деформации шины, Н;

B_k – ширина плоской зоны контакта шины с почвой, м;

K_u – давление шины на дорогу при нулевом значении давления воздуха в шине, Н/м²;

z, x, y – координаты.

Ширина беговой дорожки шины $2b_0$ и стрела дуги протектора (высота беговой дорожки шины) Δ определяют кривизну протектора шины в поперечной плоскости шины. Радиус шины в этой плоскости может быть найден из выражения:

$$r = \frac{b_0^2 + \Delta^2}{2\Delta}.$$

Значения указанного радиуса для шин, используемых на сельскохозяйственных машинах и прицепах, приведены в табл. 1. Параметры $2b_0$ и Δ измерялись непосредственно на шинах.

Выполнены расчеты глубины следа и силы сопротивления качению колеса от параметров, характеризующих кривизну шины в поперечной плоскости (рис. 2, 3). В качестве исходного варианта принятые размеры, соответствующие шине 22/70-20 (табл. 1). Расчет проведен для случая качения колес по слежавшейся пахоте ($k = 10 \cdot 10^7$ Н/м³, $\sigma_0 = 8,6 \cdot 10^5$ Н/м²) при нагрузке на колесо, равной 30 кН.

Увеличение ширины профиля шины (рис. 2) при постоянном значении стрелы дуги протектора Δ , равном 0,07 м, позволяет уменьшить и глубину следа и силу сопротивления качению. Например, увеличение ширины профиля шины В в два раза (с 600 до 1200 мм) приводит к снижению глубины следа и силы сопротивления качению примерно в 1,35...1,4 раза. В то же время увеличение ширины шины при одновременном увеличении стрелы дуги протектора по закономерности $\Delta/B = 0,13 = \text{const}$ незначительно влияет

Таблица 1. Геометрические размеры шин, мм

Шина	Наружный диаметр	Ширина профиля	Высота профиля	Статический радиус	Ширина беговой дорожки протектора	Высота беговой дорожки протектора	Радиус кривизны беговой дорожки протектора
16,5/70-18 мод. КФ-97	1075	425	306	486	350	54	311
16,5L18	1070	460	306	463	460	94	328
22/70-20 мод. Ф-118	1320	560	406	571	460	70	413
600/50-22,5 Фирмы «TWIN»	1170	600	300	483	540	88	458
1300x750 мод. Я-186	1280	750	300	564	684	118	555
1140x600 мод. Я-404	1150	605	261	496	530	62	597
1140x700 мод. Я-170A	1160	710	266	515	640	110	520
1140x700 мод. Я-369	1160	710	266	515	630	62	831

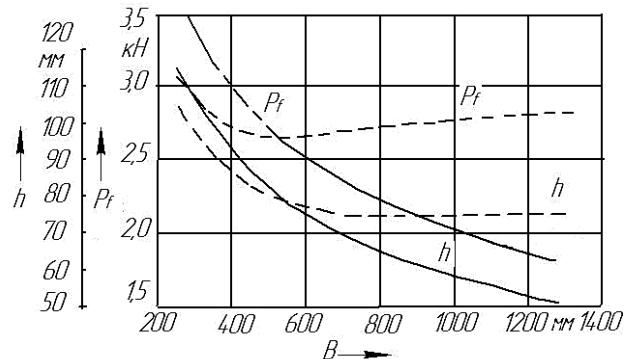


Рисунок 2. Зависимость показателей взаимодействия колеса с почвой от ширины профиля шины: сплошные линии – $\Delta = \text{const}$, штриховые – $\Delta/B = \text{const}$

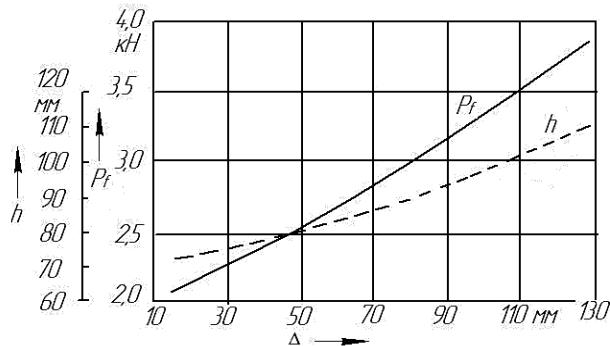


Рисунок 3. Зависимость показателей взаимодействия колеса с почвой от кривизны беговой дорожки шины

на глубину следа уже при $B > 600$ мм. Такой характер кривых объясняется тем, что при росте значений стрелы дуги протектора деформация шины меньше этого значения, и в сечении следа уменьшается доля плоской зоны контакта. Из-за роста объема деформируемой почвы сила сопротивления качению при этом растет. Рассмотренный пример показывает существенность влияния кривизны шин в поперечной плоскости на показатели взаимодействия с почвой.

Влияние кривизны проектора, зависящей при постоянной ширине профиля от значений стрелы дуги проектора, показано на рис. 3. Другие размеры шины соответствуют исходному варианту. Наблюдается близкая к линейной зависимость показателей взаимодействия от значения стрелы дуги протектора Δ .

Из рисунка видно, что с уменьшением стрелы дуги протектора почти линейно снижается сила сопротивления качению. Уменьшение стрелы дуги протектора с 70 мм (серийная шина 22/70-20 мод. Ф-118) до 10 мм (почти плоская шина) позволило бы снизить силу сопротивления качению в рассмотренных условиях примерно в 1,3 раза. Следовательно, уменьшая кривизну беговой дрожки шины, можно значительно снизить силу сопротивления качению колеса и глубину следа при неизменных габаритах шин.

Изложенные теоретические положения подтверждаются экспериментально. Выполненные исследования по определению силы сопротивления качению четырехколесной машины МТТ-13 на шинах

1140x700 мод. Я-369 показали, что значение коэффициента сопротивления качению указанной машины в полевых условиях (слежавшаяся зябь, средний суглинок, влажность почвы – 19,6 %) составляет 0,075. Значение коэффициента сопротивления качению для этой же машины на шинах 1140x700 мод. Я-170А составило 0,104, т.е. выше в 1,39 раза. Соответственно значение буксования агрегатируемого трактора составило 8 и 11 %. Шины имеют равные диаметр и ширину, но радиус кривизны беговой дорожки в радиальной плоскости у последней в 1,6 раза меньше (табл. 1). Значение стрелы дуги протектора для шины мод. Я-369 составляет 62 мм, для шины мод. Я-170А – 110 мм, т.е. форма беговой дорожки первой значительно ближе к плоской. Отметим, что у шин есть отличия в рисунке протектора и жесткости.

Аналогичные по характеру экспериментальные данные приведены в работе [7]. Установлено, что значение коэффициента сопротивления качению на рыхлой почве шины ANTOROS 49x23,5-21 LT меньше, чем шины Бел ОШ-1 1300x530-533 в 1,25 раза. Хотя шины отличались некоторыми параметрами, авторы публикации считают, что на результат преимущественно повлияла кривизна профиля в поперечном сечении шин. У шины ANTOROS указанная кривизна почти отсутствовала.

Отметим, что увеличение радиуса кривизны шин в поперечной плоскости способствует увеличению их внутреннего объема и, следовательно, грузоподъемности при прочих равных условиях. Последнее может быть рационально для транспортных и др. агрегатов, работающих на сухих почвах и дорогах.

Заключение

1. Объемное представление модели взаимодействия колеса с почвой позволяет более полно учесть конструкционные параметры шин. Приведенные закономерности учитывают параметры шин, определяющие их кривизну в поперечной плоскости..

2. Показатели взаимодействия колес с почвой можно существенно улучшить без изменения габаритов шин путем увеличения радиуса кривизны шин в поперечной плоскости. Для сельскохозяйственной техники целесообразно проектировать профиль шин с максимальным радиусом их кривизны в поперечной плоскости.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Системный выбор энергетических и силовых параметров колесных тракторов. Параметры тракторов «БЕЛАРУС»: монография / И.Н. Усс [и др.] – Минск: БГАТУ, 2007. – 164 с.
2. Русанов, В.А. Проблема переуплотнения почв движителями и эффективные пути ее решения / В.А. Русанов. – М.: ВИМ, 1998. – 368 с.
3. Гедроитъ, Г.И. Допустимый уровень воздействия ходовых систем сельскохозяйственной техники на почву / Г.И. Гедроитъ, Ю.И. Томкунас, А.Д. Чечеткин // Агропанорама. – 2013. – № 5. – С. 10-15.

4. Гедроить, Г.И. Снижение энергозатрат на передвижение и улучшение агроэкологических свойств транспортно-технологических машин для внесения органических удобрений путем совершенствования ходовых систем: дисс. ... канд. техн. наук: 05.20.01 / Г.И. Гедроить.– Минск, 1990. – 216 с.

5. Гедроить, Г.И. Взаимодействие с почвой многоколесных ходовых систем / Г.И. Гедроить, А.Г. Гедроить, А.Д. Чечеткин //Агропанорама. – 2012. – № 5. – С. 2-7.

6. Кацыгин, В.В. Основы теории выбора оптимальных параметров сельскохозяйственных машин и орудий / В.В. Кацыгин // Вопросы сельскохозяйственной механики. – Мн.: Урожай, 1964. – Т. 13. – С. 5-147.

7. Тягово-сцепные качества высокомеханических шин сверхнизкого давления / С.Д. Зайцев [и др.] //Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2008. – №9. – С. 29-31.

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 28.08.2017

УДК 631.33.024.2

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ФОРМЫ ПОВЕРХНОСТИ РАБОЧИХ ОРГАНОВ СОШНИКА

А.Г. Вабищевич,

зав. каф. инженерной графики БГАТУ, канд. техн. наук, доцент

М.А. Прищепов,

проректор по научной работе – директор НИИМЭСХ БГАТУ, докт. техн. наук, доцент

Б.Н. Федоренко,

зав. каф. Московского государственного университета пищевых производств, докт. техн. наук, профессор

Н.Д. Янцов,

доцент каф. эксплуатации машинно-тракторного парка БГАТУ, канд. техн. наук, доцент

В.А. Шкляревич,

ст. преподаватель каф. теоретической механики и теории механизмов и машин БГАТУ

В статье рассмотрен экспериментальный образец комбинированного двухдискового сошника, предназначенного для ленточного высева семян с одновременным внесением основной и стартовой дозы удобрений на различной глубине, дано теоретическое обоснование формы поверхности заделывающих рабочих органов сошника.

Ключевые слова: сошник, рабочий орган, высев, семена, удобрения, внесение, почва, оборот, пласт, силы, уплотнение, реакция.

The experimental sample of combined double disc coulter designed for strip cropping with simultaneous application of primary and starting dose of fertilizers at different depth is considered in the article. The theoretical justification of the surface form of incorporating working bodies of the coulter is given in the article.

Keywords: coulter, working body, seeding, seeds, fertilizers, application, soil, turnover, soil formation, forces, compaction, reaction.

Введение

Дальнейшее повышение эффективности сельскохозяйственного производства возможно при создании комбинированных агрегатов и комбинированных рабочих органов, совмещающих несколько операций при возделывании сельскохозяйственных культур.

В большинстве случаев совмещение технологических операций повышает качество подготовки почвы, сокращает сроки проведения работ, число проходов агрегатов по полю, уменьшает вредное воздействие их ходовых устройств на почву. Снижается также общая энергоемкость механизированных работ, растет производительность труда, уменьшается расход топлива, эксплуатационные затраты, что является дополнительным фактором, определяющим эффективность производства.

Основная часть

Для ленточного посева зерновых, зернобобовых и крупяных культур предлагается комбинированный двухдисковый сошник [1], входящий в состав комбинированного агрегата. Сошник (рис. 1) осуществляет ленточный высев семян с одновременным внесением основной и стартовой дозы удобрений на различной глубине (рис. 2).

При движении сошника (рис. 3) два диска 1, установленные под углом друг к другу, прорезают в почве две бороздки для локального внесения основной дозы удобрений в два ряда. Далее расположен трубчатый семяпровод 3, снизу заканчивающийся уплотнителем 4, который засыпает расположенные ниже справа и слева удобрения в двух бороздках и одновременно формирует уплотненное ложе для семян для притока влаги.



Рисунок 1. Комбинированный двухдисковый сошник



Рисунок 2. Схема способа посева

Рисунок 3. Схема комбинированного двухдискового сошника:
1 – два диска; 2 – двухканальный туконаправитель; 3 – трубчатый семяпровод; 4 – уплотнитель; 5 – распределитель семян; 6 – заделывающие рабочие органы с винтовой поверхностью

Семена вместе со стартовой дозой удобрений поаются по семяпроводу 3 на поверхность распределителя 5 и, отражаясь от него, равномерно рассеиваются на приготовленное ложе, формируя ленту, шириной до 6 см. Следом идущие и расположенные немного выше по уровню заделывающие рабочие органы 6 обеспечивают равномерную заделку семян и удобрений на требуемую равномерную глубину (рис. 2).

Глубина заделки удобрений составляет 30...60 мм, глубина заделки семян – 20...50 мм, расстояние между удобрениями и семенами – 10...20 мм, уплотнение почвы в зоне семенного ложа – 1,1...1,25 г/см³.

Таким образом, локальное внесение основной дозы удобрений в два рядка ниже семян, разделенных от них прослойкой почвы, в сочетании со стартовым

удобрением, приближенным к семенам, создает более благоприятные условия для прорастания семян. Благодаря этому обеспечивается своевременное питание семян удобрениями в период их прорастания для появления дружных всходов, а основная доза удобрений дает возможность укрепиться и обеспечить опережающий рост и развитие растений по сравнению с сорной растительностью, значительно улучшается водно-воздушный режим, что в конечном итоге дает ощущаемую прибавку урожая. Одновременно при этом снижаются затраты по возделыванию и уходу за растениями, поскольку сокращается число проходов агрегата.

Не все из имеющихся многочисленных поверхностей соответствуют условиям оборота пласта передней частью и уплотнения почвы задней частью рабочей поверхности сошника. Заделывающие рабочие органы сошника очень близки по форме к плужной винтовой поверхности, которая отвечает вышеуказанным требованиям.

Рассмотрим оборот пласта почвы рабочей поверхностью сошника с учетом коэффициента трения металлической поверхности о почву. Отваливание почвы будет происходить при условии, если почва будет перемещаться по передней части заделывающей поверхности без сгребивания. При выполнении данного условия будет происходить нормальная работа передней части заделывающей поверхности независимо от типа почвы.

Процесс работы передней части заделывающей поверхности сошника представляет собой работу косоугольного клина (рис. 4) [2].

При отваливании верхних точек пласта почвы угол β максимальный и представляет собой угол между касательной образующей заделывающей поверхности сошника и стенкой бороздки.

При работе клина в почве должно соблюдаться условие:

$$\beta \leq 90 - \varphi \text{ или } \operatorname{tg} \beta \leq \operatorname{tg} (90 - \varphi) = \frac{1}{\operatorname{tg} \varphi} \quad (1)$$

$$\beta \leq 90 - \operatorname{arctg} f_1, \quad (2)$$

где φ и f_1 – угол и соответствующий ему коэффициент трения скольжения металла по почве.

Для того чтобы обеспечить отваливание почвы передней частью заделывающей поверхности сошника для различных типов почв, необходимо выполнить условие (2) даже при самых максимальных значениях коэффициента f_1 . Максимальное значение $f_1 = 1,1$. Подставив значение f_1 в выражение (2), получим:

$$\beta \leq 90 - \operatorname{arctg} 1,1 \text{ или } \beta \leq 42^\circ \quad (3)$$

Таким образом, для обеспечения отваливания почвы без сгребивания передней частью заделывающей поверхности сошника, максимальный угол наклона касательной, образующей к стенке бороздки для любых почв, не должен превышать $\beta \leq 42^\circ$. Данный угол β накладывает ограничение на начальный угол закручивания образующей в передней части заделывающей поверхности сошника.

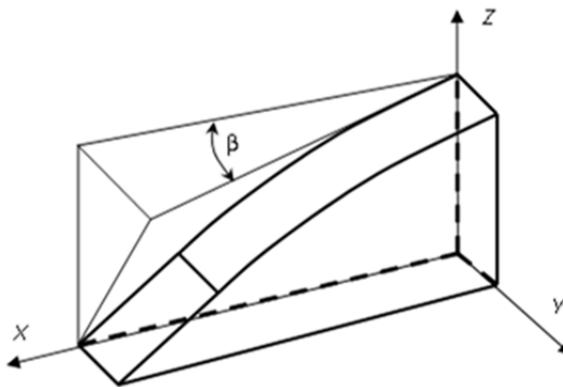


Рисунок 4. Схема работы косоугольного клина при отваливании почвы

Рассмотрим процесс уплотнения почвы задней частью заделывающей поверхности сошника. Уплотнение почвы будет происходить при условии, если движущая заделывающая поверхность будет уплотнять обернутую на дно бороздки ленту почвы, при этом почва не будет перемещаться по дну бороздки, т.е. не будет происходить сгруживание почвы перед задней частью заделывающей поверхности сошника.

Для определения угла δ и условия движения уплотняющей поверхности без сгруживания почвы рассмотрим движение плоскости I параллельно плоскости II (рис. 5) на выделенном объеме прослойки почвы. На прослойку почвы действуют следующие силы:

N_1 – нормальная реакция плоскости I;

N_2 – нормальная реакция плоскости II;

F_1 – сила трения почвы о заделывающую поверхность сошника;

F_2 – сила трения почвы по почве;

Для того чтобы обеспечивалось движение уплотняющей плоскости I без сгруживания почвы, должно быть относительное перемещение плоскости I по отношению к прослойке почвы, сама же прослойка почвы не должна перемещаться по плоскости II при выполнении условия:

$$F_1 \leq N_2 f_2 = N_2 \operatorname{tg} \varphi_2; \quad (4)$$

$$F_1 = N_1 f_1 = N_1 \operatorname{tg} \varphi_1, \quad (5)$$

где f_1 и f_2 – коэффициенты трения скольжения

соответственно металла по почве и почвы по почве;

φ_1 и φ_2 – соответствующие им углы трения.

Уплотнение почвы задней частью заделывающей поверхности сошника будет происходить при соблюдении условия равновесия сил по осям O_x, O_y:

$$\begin{cases} N_2 f_2 \geq N_1 f_1 + N_1 \sin \delta; \\ N_2 - G + N_1 f_1 \sin \delta - N_1 \cos \delta = 0. \end{cases} \quad (6)$$

Из уравнения (7) определим:

$$N_2 = G + N_1 \cos \delta - N_1 f_1 \sin \delta \quad (7)$$

Подставляя выражение (7) в неравенство (6), получим:

$$N_1 f_1 \cos \delta + N_2 \sin \delta \leq N_1 f_2 \cos \delta - N_1 f_1 \sin \delta + f_2 G \quad (8)$$

Учитывая, что уплотнение происходит при толщине прослойки почвы ≈ 10 мм, то весом прослойки почвы по сравнению с N_1 можно пренебречь.

После преобразования выражения 8 с учетом выражений (4) и (5), получим:

$$\operatorname{tg} \delta \leq \operatorname{tg}(\varphi_2 - \varphi_1) \quad (9)$$

$$\delta \leq \varphi_2 - \varphi_1 \quad (10)$$

Для того чтобы обеспечить уплотнение почвы заделывающей поверхностью, необходимо выполнить условие (10) при всех коэффициентах f_i углов трения φ .

Из литературных источников значение $f_1 = 0,25 \dots 0,8$; $f_2 = 0,4 \dots 1,1$;

Минимальное (макс.) значение коэффициента f_1 соответствует минимальному (макс.) значению коэффициента f_2 . Подставим значения f_1, f_2 , получим: $\delta \leq 8,5^\circ$.

Таким образом, для обеспечения уплотняющего действия заделывающей поверхности, предотвращающей сгруживание почвы, максимальный угол наклона касательной направляющей в задней части винтовой заделывающей поверхности ко дну бороздки для любых почв не должен превышать $\delta \leq 8,5^\circ$. Данный угол δ накладывает ограничения на конечный угол закручивания образующей в задней части заделывающей поверхности.

Длина винтовой поверхности зависит от скорости движения, формы и параметров отваливаемого пласти почвы. Длина поверхности с увеличением высоты отваливаемого пласта и скорости движения увеличивается. Обратная зависимость наблюдается с увеличением толщины пласта b , имеющего форму трапеции при постоянном значении высоты a . С возрастанием толщины пласта b длина заделывающей поверхности уменьшается, и более заметно это наблюдается при большей скорости, а менее заметно – при меньшей скорости.

Для заделки удобрений тонкой прослойкой почвы, толщиной ≈ 10 мм, заделки семян на глубину 20 мм и высоте пласта ≈ 20 мм, при скорости $v = 8$ км/ч, длина поверхности составляет 0,1 – 0,13 м.

Длина заделывающей поверхности увеличивается прямо пропорционально

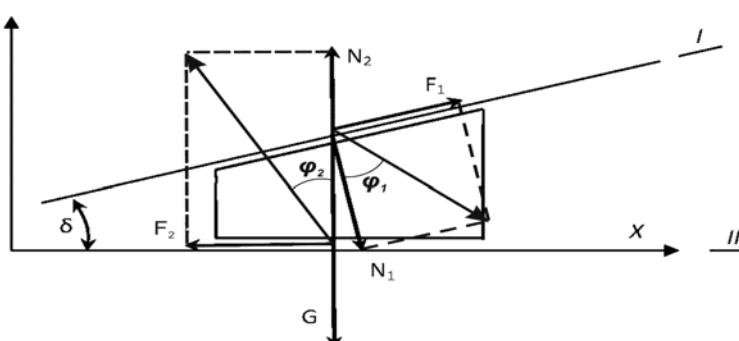


Рисунок 5. Схема сил, действующих на прослойку почвы при уплотнении:

1 – движущаяся уплотняющая поверхность; 2 – плоскость дна бороздки; G – вес прослойки почвы

скорости ϑ и высоте пласта a . В общем виде зависимость длины заделывающей поверхности сошника от скорости посева ϑ , высоты a пласта можно выразить эмпирической формулой:

$$L = k\vartheta\sqrt{a}, \quad (11)$$

где коэффициент k определен методом наименьших квадратов, $k = 0,4$.

Таким образом, длина заделывающей поверхности определяется выражением:

$$L = 0,4\vartheta\sqrt{a} \quad (12)$$

Заключение

Применение комбинированного двухдискового сошника для ленточного высева семян с одновременным внесением основной и стартовой дозы удобрений на различной глубине целесообразно и имеет следующие преимущества:

- создаются благоприятные условия для прорастания семян, появления дружных всходов, обеспечивается опережающий рост и развитие растений, что в конечном итоге дает ощутимую прибавку урожая;
- снижаются затраты по возделыванию и уходу за растениями из-за сокращения числа проходов агрегата;
- уменьшается расход минеральных удобрений не менее чем в 1,5 раза за счет их локально-ленточного внесения, что очень важно для их экономного использования.

Теоретическими исследованиями установлено, что заделывающие рабочие органы сошника, имеющего винтовую поверхность и работающего в скоростном режиме $1,39...3,33$ м/с, должны иметь параметры:

- максимальный угол наклона касательной направляющей передней части винтовой поверхности к стенке бороздки, который обеспечивает отваливание и обрачивание пласта, для любых почв не должен превышать $\beta \leq 42^0$;
- максимальный угол наклона касательной направляющей задней части винтовой поверхности к дну бороздки, который обеспечивает уплотнение, для любых почв не должен превышать $\delta \leq 8,5^0$;
- длина заделывающей поверхности находится в пределах $0,08...0,19$ м и определяется выражением (12).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Комбинированный двухдисковый сошник: пат 10445 Респ. Беларусь, МПК А 01C 7/00 / А.Г. Вабищевич, М.А. Прищепов и др.; заяв. Белорус. гос. аграр. техн. ун-т. – № а 20050117; заявл. 07.02.2005; опубл. // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр ітэллектуал. уласнасці. – 2007. – № 2.
2. Гячев, Л. В. Теория лемешно-отвальной поверхности / Л. В. Гячев. – Зерноград, 1961. – 317 с.

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 21.04.2017

Малогабаритная система очистки рабочих жидкостей гидравлических систем

Предназначена для профилактической очистки рабочих жидкостей гидравлических приводов мобильной сельскохозяйственной техники.



Основные технические данные

Производительность	Не менее 24 л/мин
Давление на входе в блок центрифугирования	0,8 МПа
Давление на входе в блок фильтрования	0,2-0,3 МПа
Давление на выходе из блока фильтрования	0,15 МПа
Тонкость очистки	15-40 мкм

Применение системы позволяет при обкатке двигателей расходовать масло без остатка, не снижать качество повторно используемого моторного масла, постоянно добавляя в него свежее товарное масло (гомогенизировать), полностью устранить расход электроэнергии, необходимой для подогрева масла, отказаться от необходимости хранения и утилизации масла. Она может применяться на ремонтно-обслуживающих предприятиях, а также непосредственно в хозяйствах для технического обслуживания машинно-тракторного парка.

УДК 631.674.5+621.647.38

ДОЖДЕВАЛЬНАЯ НАСАДКА С РЕГУЛИРУЕМЫМИ ГИДРАВЛИЧЕСКИМИ ПАРАМЕТРАМИ

А.М. Кравцов,

зав. каф. гидравлики и гидравлических машин БГАТУ, канд. техн. наук, доцент

Д.С. Шахрай,

ассистент каф. основ научных исследований и проектирования БГАТУ, магистр техн. наук

С.С. Попко,

студент агромеханического факультета БГАТУ

В статье рассмотрено перспективное направление развития дождевальной техники. Предложена конструкция дождевальной насадки с водо-воздушным эжектором для получения дождя с регулируемой дисперсностью капель и интенсивностью полива. Представлены результаты экспериментальных исследований дождевальных насадок. Установлены взаимосвязи между определяющими параметрами, которые влияют на эффективность работы дождевальной насадки с эжектором.

Ключевые слова: орошение сельскохозяйственных культур, дождевание, дождевальная насадка, водоиздешинный эжектор, параметры искусственного дождя.

The article deals with the state and prospects of further development of sprinkler equipment. The design of sprinkler with water-air ejector for obtaining artificial rain with adjustable droplet dispersion and irrigation intensity is proposed. New results of experimental researches of sprinkler are presented. The relationships between determining parameters that affect the efficiency of sprinkler with ejector are established.

Keywords: crop irrigation, sprinkler irrigation, sprinkler, water-air ejector, parameters of artificial rain.

Введение

Преобразование сельского хозяйства в высоко-развитый сектор экономики невозможно без ослабления его зависимости от неблагоприятных природно-климатических условий. В период роста и развития растений погода приобретает первостепенное значение в формировании будущего урожая. Недостаток влаги в этот период сводит к минимуму влияние на урожай всех остальных факторов (удобрений, защиту растений, качество семян, обеспеченность техникой и т.д.). Ввиду неустойчивости климатических условий, повышенной среднегодовой температуры, нерегулярного выпадения осадков согласно норме [1], в Республике Беларусь существует необходимость развития орошаемого земледелия для снижения рисков воздействия сельскохозяйственных культур.

Практика показывает, что орошение позволяет значительно повысить урожайность сельскохозяйственных культур. В передовых хозяйствах при соблюдении нормативного режима орошения и рекомендуемых технологий производства растениеводческой продукции с помощью орошения обеспечивается в среднем урожайность капусты поздней – 500-600 ц/га, моркови – 380-450 ц/га, яблоневого сада – 380-420 ц/га [2]. Выращивание овощных культур на орошаемых землях при соблюдении рекомендуемой системы земледелия позволяет по северной зоне республики дополнительно получить: капусты поздней – 10 т/га, капусты ранней – 6 т/га, картофеля позднего –

4,5 т/га, картофеля раннего – 3 т/га, свеклы столовой – 8 т/га, моркови – 8 т/га, по южной зоне, соответственно 14, 8, 6, 5, 5, 10 т/га [3].

Одним из сдерживающих факторов развития интенсивных технологий в растениеводстве является отсутствие в республике современной автоматизированной оросительной техники, что, в свою очередь, ведет к значительному недобору урожая.

За последние 20 лет площади орошаемых земель в Республике Беларусь существенно сократились. Одной из причин этого является устаревший парк поливной техники. В 2016 году в Беларуси насчитывалось 237 дождевальных и поливных установок и машин [4]. Сегодня парк дождевальной техники в Беларуси представлен морально и физически устаревшей оросительной техникой, которая произведена в 70-90-х годах прошлого столетия и уже отслужила нормативный срок и является не эффективной. Очевидно, что необходима разработка и применение новых эффективных технологий и технических средств, позволяющих уже в первый год эксплуатации обеспечивать значительную экономическую отдачу и быструю окупаемость затрат.

В настоящее время существуют различные способы орошения [5], которые имеют свои преимущества и недостатки. Для природно-климатических, почвенных и гидрогеологических условий Республики Беларусь особый интерес представляет разработка позиционной широкозахватной дождевальной техники, при помощи которой можно обеспечивать различные виды поливов, представленных в табл. 1.

Таблица 1. Классификация видов полива по назначению

Вид полива	Назначение
Увлажнительный	Применяется для создания в почве нужного водного и воздушного режимов. Этот вид орошения является преобладающим. Увлажнительное орошение может быть регулярным и однократным [6]
Влагозарядковый	Полив, проводимый с целью увеличения запаса воды в почве к началу вегетационного периода [7]
Посадочный	Применяется при посадке рассады для улучшения приживаемости и начального развития растений, а также при посеве семян в грунт [6]
Удобрительный	Полив водой, содержащей питательные вещества для растений [7]
Освежительный	Дождевание посевов в жаркую погоду для увеличения влажности приземного слоя воздуха [6]
Противозаморозковый	Полив с дождеванием для защиты растений от заморозка [7]
Промывной	Полив, проводимый с целью уменьшения содержания в почве вредных для растений веществ [7]
Провокационный	Поливы для роста сорняков с целью их уничтожения предпосевной культивацией [6]

Анализируя основные тенденции развития зарубежных и отечественных дождевальных машин, а также необходимость обеспечения различных видов полива, можно определить пути дальнейшего совершенствования дождевальной техники [8]:

- снижение рабочего напора;
- разработка машин с малой интенсивностью искусственного дождя;
- повышение равномерности распределения дождя по площади полива;
- повышение универсальности дождевальных машин.

Каждый из предложенных пунктов напрямую зависит от конструкции дождевальных насадок, которая должна обеспечивать оптимальные значения характеристик искусственного дождя, не повышая энергоемкость процесса.

По типу создаваемого потока дождевальные насадки можно разделить на веерные и струйные [9]. К веерным относятся дефлекторные, щелевые и центробежные насадки. Эти насадки работают на позиции и орошают всю прилегающую площадь, создавая широкий веерообразный поток воды. Они нашли наибольшее применение в широкозахватной позиционной дождевальной технике, так как обеспечивают большую равномерность полива и малую интенсивность искусственного дождя.

При агротехнической и технологической оценке качества искусственного дождя и эффективности работы дождевальной насадки используют следующие характеристики [9, 10]:

- интенсивность искусственного дождя и слой осадков – для сопоставления с впитывающей способностью почвы и определения поливной нормы;
- диаметр капель и скорость их падения – для расчета силового воздействия капель на почву и растения;
- равномерность распределения осадков.

Перспективным направлением развития дождевальной техники является универсализация, что позволит применять ее для различных видов полива (табл. 1) за счет регулирования размера капель, интенсивности дождя и равномерности его распределения.

В настоящее время регулирование характеристик искусственного дождя достигается несколькими основными способами [11]:

- а) подбор диаметра насадки при установке;
- б) применение эластичных насадок с изменяемым проходным сечением;
- в) применение механического привода изменения диаметра насадки;
- г) регулировка расхода воды при помощи калиброванной шайбы.

Каждый из перечисленных способов обладает существенными недостатками, среди которых – невозможность оперативного регулирования и большие затраты труда при его осуществлении (способы а и г); малый диапазон регулирования и сложность конструкции дождевального оборудования (способы б и в).

Известны также насадки, в которых регулирование интенсивности искусственного дождя достигается путем применения сплавов с памятью формы для изготовления дефлектора [12]. При этом изменение формы дефлектора происходит от нагрева, который в свою очередь достигается путем подачи электроэнергии к соплу и стойке дефлектора. Недостатком такой насадки является малый диапазон регулирования интенсивности дождя, сложность конструкции, необходимость оснащения дождевальной установки разветвленной электрической сетью и источником питания, дополнительные затраты электроэнергии.

Перспективным является применение дождевальных насадок, работающих по принципу водовоздушных эжекторов, которые позволяют обеспечить высокую равномерность полива и постоянство расхода по длине трубопровода [13]. Недостатком данной насадки является невозможность получения дождя с регулируемой интенсивностью и дисперсностью капель, высокие потери напора в сужающем устройстве в виде цилиндрического насадка, низкий коэффициент подсоса. Для обеспечения эффективной работы, эжектор, кроме сужающего устройства, должен иметь горловину и другие элементы, расположенные определенным образом [14, 15]. В качестве сужающего устройства оправдано [16] использование диафрагмы с одним осевым отверстием и прямоугольными кром-

ками стенок по следующим соображениям: во-первых, такое сопло по сравнению с коноидальными, коническими и цилиндрическими насадками является наиболее простым и дешевым в изготовлении; во-вторых, сопло в виде отверстия в тонкой стенке обладает наименьшим коэффициентом гидравлического сопротивления $\zeta = 0,06$ (как у коноидального насадка), что позволяет достигать минимальных потерь энергии при работе эжектора. Все эти нюансы необходимо учесть при разработке перспективной конструкции эжекторной дождевальной насадки.

Для обоснования перспективной конструкции дождевальной насадки необходимо осуществить комплекс теоретических и экспериментальных исследований с целью определения оптимальных геометрических параметров основных элементов дождевальной насадки, энергетических и технико-экономических показателей, таких как производительность насадки, дисперсность капель и диапазон ее регулирования, интенсивность дождя и равномерность его распределения. На первом этапе целесообразно исследовать показатели энергоэффективности дождевальной насадки при добавлении в ее конструкцию эжектора. Таким образом, целью настоящей научной работы является разработка дождевальной насадки с регулируемыми параметрами дождя и исследование показателей ее энергоэффективности по сравнению с типовой конструкцией.

Основная часть

Для решения поставленной задачи разработана дождевальная насадка (рис. 1), которая снабжена эжектором для подсоса в поток воды определенного количества воздуха и получения дождя с регулируемой дисперсностью капель и интенсивностью полива.

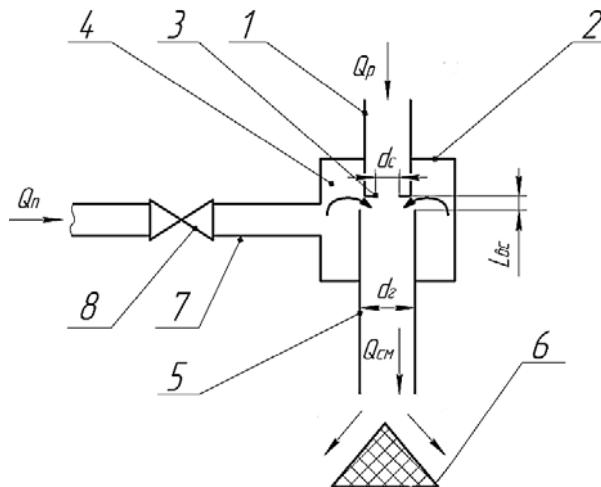


Рисунок 1. Схема дождевальной насадки

Дождевальная насадка (рис. 1) содержит: подающий патрубок 1; корпус эжектора 2; сопло 3 в виде диафрагмы с круглым осевым отверстием диаметром d_c ; приемную камеру 4; цилиндрическую горловину 5 с внутренним диаметром d_r ; дефлектор 6; всасывающий трубопровод 7 с запорно-регулирующим устройством 8.

Конструкция эжектора разработана с учетом предварительных исследований [15, 17].

Зазор L_{bc} определяется зависимостью:

$$L_{bc} = \frac{1}{4} \cdot d_c \cdot k_n,$$

где d_c – диаметр отверстия сопла, м

$k_n = Q_n/Q_p$ – коэффициент подсоса;

Q_p – расход рабочей жидкости, m^3/s ;

Q_n – расход пассивной среды, m^3/s .

Диаметр отверстия сопла d_c и зазор L_{bc} для подсоса пассивной среды можно изменять в соответствии с требуемыми эксплуатационными характеристиками.

Сопло в виде диафрагмы имеет одно осевое отверстие в тонкой стенке, толщиной $\delta \leq 0,2 \cdot d_c$.

Принцип работы дождевальной насадки заключается в следующем. По подающему патрубку 1 в эжектор 2 поступает поток рабочей жидкости (вода) с расходом Q_p , который проходя через отверстие сопла 3 с диаметром d_c , преобразуется в высокоскоростную струю. За счет использования в качестве сопла 3 диафрагмы с круглым осевым отверстием, в тонкой стенке достигаются минимальные потери энергии. Далее струя поступает в горловину 5 с внутренним диаметром $d_r > d_c$, где в результате взаимодействия потока рабочей жидкости с окружающим воздухом происходит увлечение его в поток с образованием вакуума, что приводит к подсосу через патрубок 7, приемную камеру 4 и зазор L_{bc} пассивной среды с расходом Q_n . В результате на выходе из горловины 5 образуется водно-воздушная смесь с суммарным расходом Q_{cm} . Водно-воздушный поток, выходя из горловины 5, ударяется о дефлектор 6 и выбрасывается на орошаемое поле. При сходе с наружной кромки дефлектора 6, поток без образования пленки сразу распадается на капли. Это достигается за счет того, что при смешивании жидкости с пузырьками газа нарушается сплошность потока. В результате газожидкостный поток не способен оказывать сопротивление растягивающим усилиям, возникающим при его расширении в дефлекторе.

Регулирование интенсивности полива и дисперсности капель осуществляется за счет того, что эжектор 2 дождевальной насадки имеет приемную камеру 4, которая сообщена с всасывающим трубопроводом 7, оснащенным запорно-регулирующим устройством 8 для поддержания заданного коэффициента подсоса

$$k_n = \frac{Q_n}{Q_p}. \quad (1)$$

Известно, что параметры дождя, такие как интенсивность полива и дисперсность капель, зависят от ряда основных факторов, один из которых – средняя скорость V истечения струи на дефлектор. Если коэффициент подсоса $k_n = 0$, то есть подача воздуха в поток рабочей жидкости с расходом Q_p отсутствует, тогда из уравнения расхода скорость истечения

$$V_p = \frac{Q_p}{\omega_r}, \quad (2)$$

где ω_r – площадь живого сечения потока (m^2) на выходе из горловины 5 (рис. 1), которая определяется по формуле:

$$\omega_r = \frac{\pi \cdot d_r^2}{4},$$

где d_r – диаметр горловины эжектора, м (рис. 1).

При открытии запорно-регулирующего устройства 8 начинается подсос воздуха с расходом Q_n и скорость истечения водно-воздушной струи будет определяться уравнением:

$$V_{cm} = \frac{Q_{cm}}{\omega_r} \approx \frac{Q_p + Q_n}{\omega_r},$$

или с учетом уравнений (1) и (2)

$$V_{cm} \approx V_p \cdot (1 + k_n).$$

Тогда скоростной напор струи равен:

$$H_V = \frac{\alpha \cdot V_{cm}^2}{2 \cdot g}, \quad (3)$$

где α – корректив кинетической энергии;

g – ускорение силы тяжести, m/s^2 .

Таким образом, скорость истечения и, соответственно, скоростной напор водно-воздушной струи будет увеличиваться с увеличением коэффициента подсоса k_n . Это позволит в широком диапазоне изменять дисперсность капель и интенсивность полива без необходимости регулирования рабочих характеристик насосной установки и с минимальными потерями энергии. Кроме этого, регулирование можно осуществлять в автоматическом режиме, если все насадки дождевальной машины объединить общим всасывающим трубопроводом, на входе в который установить устройство для автоматического регулирования расхода подсасываемого воздуха.

Гидроструйные эжекторы нашли широкое применение в практике, что обусловлено рядом их преимуществ: отсутствие подвижных элементов; простота конструкции и малые габариты; высокая надежность при минимальных эксплуатационных затратах и т.д. Однако, как показали исследования [15, 17], при больших значениях противодавления эжектор может оказаться неработоспособным или работать неустойчиво. При этом эжектору, входящему в состав дождевальной насадки, в соответствии со схемой, приведенной на рис. 1, необходимо работать при высоком противодавлении, так как рабочее давление перед дождевальной насадкой может достигать 0,4 МПа (40 метров водяного столба). Это необходимо для придания выходящей струе высокого скоростного напора (до 30 метров водяного столба и более).

Для обоснования и оптимизации принятой конструкции дождевальной насадки (рис. 1) необходимо провести ряд исследований для определения параметров дождя и диапазона их регулирования, оптимальных геометрических параметров устройства и его энергетической эффективности.

Для проведения экспериментальных исследований создана установка, схема которой представлена на рис. 2.

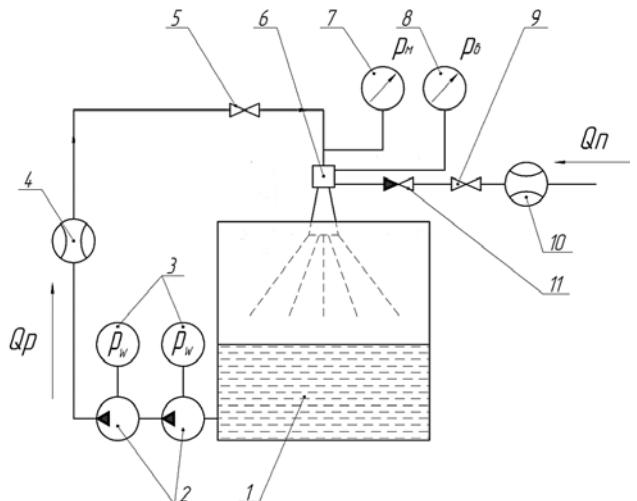


Рисунок 2. Схема экспериментальной установки

Экспериментальная установка является циркуляционной и содержит: питательный резервуар 1; два последовательно соединенных центробежных насоса 2 марки К 8/18; ваттметры 3 для измерения мощности электродвигателей насосов; расходомер воды 4 для измерения расхода рабочей жидкости Q_p ; кран 5 для регулировки рабочего расхода Q_p ; сменную дождевальную насадку 6; манометр 7 для измерения манометрического давления p_m перед дождевальной насадкой; вакуумметр 8 для измерения вакуумметрического давления p_v в приемной камере эжектора; кран 9 и расходомер воздуха 10 для измерения расхода подсасываемого воздуха Q_n ; обратный клапан 11 для предотвращения попадания жидкости во всасывающую линию эжектора при возможных нарушениях его работы.

На первом этапе были проведены сопоставительные исследования существующей дождевальной насадки Nelson Rotator 3030 [18], которая была испытана как в неизменном виде, так и после доработки в соответствии со схемой на рис. 1. При доработке существующая дождевальная насадка присоединялась непосредственно к корпусу эжектора. Таким образом, в качестве горловины выступал канал самой насадки длиной $L_r = 45$ мм. Канал насадки имел близкую к цилиндрической форме с внутренним диаметром $d = 9...10$ мм. При проведении ряда опытов менялся диаметр сопла эжектора d_c от 7,6 до 8,8 мм и изменялась подача рабочей жидкости Q_p .

Целью первого этапа исследований было сопоставление энергетических параметров существующей дождевальной насадки при оснащении ее эжектором. В ходе опытов измерялись следующие параметры: подача Q_p рабочей жидкости; расход подсасываемого воздуха Q_n ; давление перед дождевальной насадкой p_m ; мощность электродвигателей насосов P_W .

В результате обработки опытных данных получена зависимость потерь напора h в дождевальной насадке от скоростного напора H_V на выходе из насадки (рис. 3).

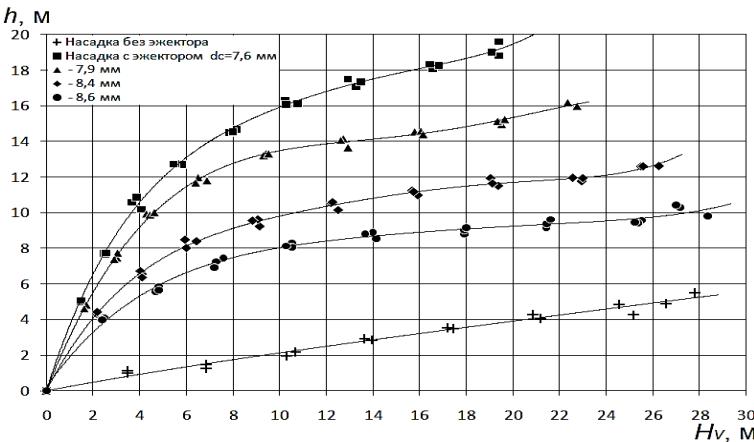


Рисунок 3. Опытная зависимость $h = f (H_V)$

Как видно из графика на рис. 3, при комплектовании дождевальной насадки эжектором происходит увеличение потерь напора h , что согласуется с законами гидродинамики, так как эжектор создает дополнительное гидродинамическое сопротивление. При этом у насадки, снабженной эжектором, зависимость $h = f (H_V)$ носит нелинейный характер. При малых значениях скоростного напора H_V наблюдается резкий рост потерь напора h , а затем при увеличении скоростного напора H_V рост потерь напора h происходит менее интенсивно. Это объясняется возникновением подсоса воздуха в эжекторе, который характеризуется коэффициентом подсоса $k_{\pi} = Q_{\pi}/Q_p$ (рис. 4). То есть часть потерь энергии, возникающих в эжекторе,

анализ графиков на рис. 3 и 4 показывает, что с точки зрения потерь напора h , в дождевальной насадке с эжектором оптимальным является сопло с отверстием диаметром $d_c = 8,6$ мм. В то же самое время наибольший коэффициент подсоса k_{π} демонстрирует эжектор с диаметрами сопла 7,6 и 7,9 мм. Тогда как сопло с $d_c = 8,6$ мм дает наименьший k_{π} . При установке сопел с диаметрами 8,8 мм и более подсос воздуха прекращался полностью (опытные данные в анализ не вошли). Следует отметить, что горловина использованной дождевальной насадки не являлась оптимальной с точки зрения обеспечения коэффициента подсоса k_{π} . В соответствии с графиком на рис. 4 максимальный коэффициент подсоса k_{π} составил 0,5. Тогда как исследования [15, 17] показали, что при соблюдении оптимальных геометрических размеров эжектора коэффициент подсоса k_{π} может достигать значения 2 и более.

В результате дальнейшей обработки опытных данных получены зависимости суммарной электрической мощности насосных агрегатов P_W от скоростного напора H_V на выходе из насадки (рис. 5) и от расхода рабочей жидкости Q_p (рис. 6). Для регулирования подачи насосной установки Q_p при проведении опытов использовался дроссельный метод.

Анализ графиков на рис. 5 и 6 показывает, что при работе дождевальной насадки без эжектора наблюдается наибольшая мощность P_W во всем исследованном диапазоне. При подключении эжектора мощность снижается, и наименьшие значения наблюдаются при установке сопла диаметром $d_c = 7,9$ мм. В случае с зависимостью $P_W = f (H_V)$ (рис. 5) существенное снижение мощности P_W связано с подсосом воздуха в поток рабочей жидкости (рис. 4). В результате, для создания скоростного напора H_V при использовании эжектора насосы должны обеспечивать меньшую подачу Q_p , что отражено на рис. 7.

В случае с зависимостью $P_W = f (Q_p)$ (рис. 6) снижение мощности P_W связано, очевидно, с тем, что при работе эжектора в приемной камере создается вакуум, который способствует снижению требуемого напора насосной установки.

Анализируя в целом результаты представленных исследований, можно сделать вывод, что комплектование дождевальной насадки эжектором для управления параметрами дождя не приведет к дополнительным потерям энергии при условии соблюдения оптимальных геометрических параметров устройства. Основными параметрами, характеризующими эффективность работы эжектора, являются потери напора в эжекторе и коэффициент подсоса. Анализ результа-

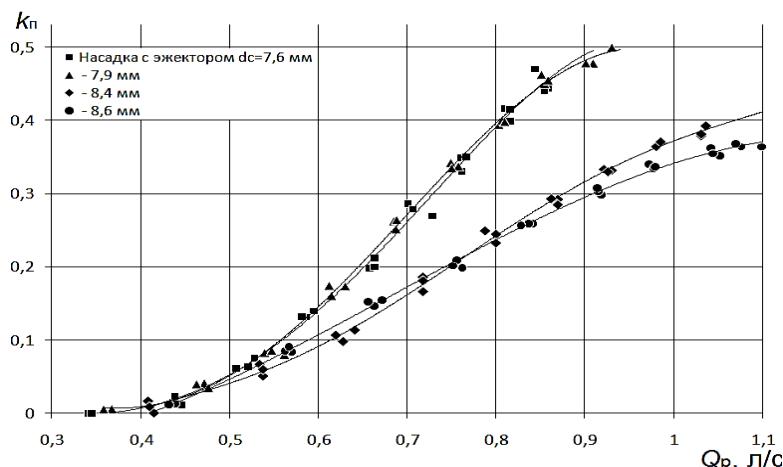


Рисунок 4. Опытная зависимость $k_{\pi} = f (Q_p)$

затрачивается на работу по подсосу воздуха с расходом Q_{π} в поток рабочей жидкости с расходом Q_p . Это приводит к росту скоростного напора H_V , определяемого по формуле (3).

На рис. 4 представлена зависимость коэффициента подсоса k_{π} от расхода рабочей жидкости Q_p .

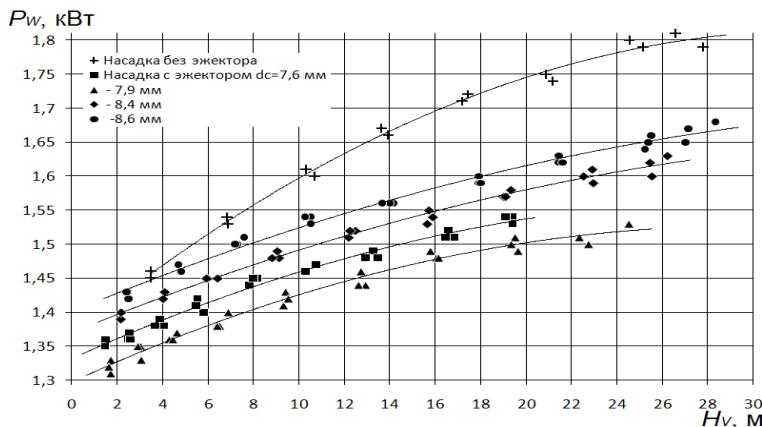


Рисунок 5. Опытная зависимость $P_W = f(H_V)$

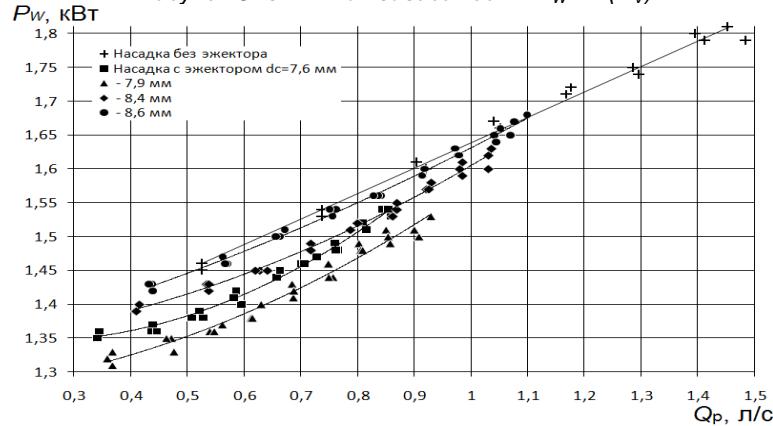


Рисунок 6. Опытная зависимость $P_W = f(Q_p)$

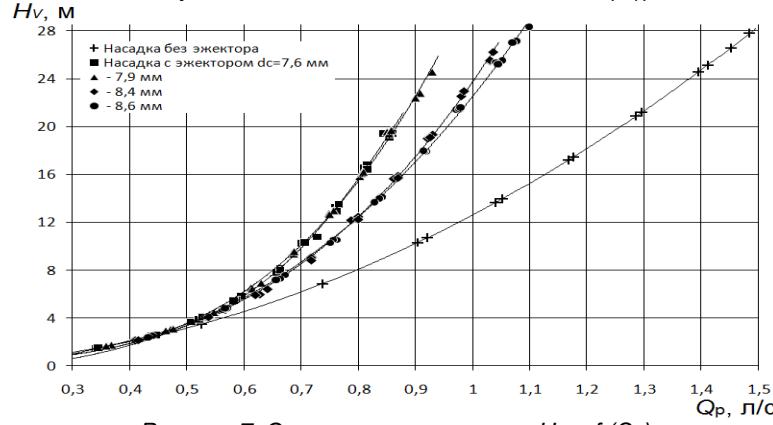


Рисунок 7. Опытная зависимость $H_V = f(Q_p)$

тов экспериментальных исследований показал, что данные параметры находятся в противоречии. Так, у исследованной дождевальной насадки с эжектором минимальные потери напора наблюдаются при установке сопла диаметром $d_c = 8,6$ мм. А максимальный коэффициент подсоса эжектора и минимальная электрическая мощность насосов наблюдались при установке сопла диаметром $d_c = 7,9$ мм. При этом эжектор обеспечивал коэффициент подсоса $k_n \leq 0,5$, что не является пределом для данной конструкции эжектора. Таким образом, возникает необходимость проведения дополнительных исследований для осуществления

многофакторной оптимизации геометрических и гидравлических параметров дождевальной насадки.

Заключение

1. Разработана дождевальная насадка, которая снабжена эжектором для подсоса в поток воды определенного количества воздуха и получения дождя с регулируемой дисперсностью капель и интенсивностью полива. Основным преимуществом предлагаемой дождевальной насадки является возможность в широком диапазоне изменять дисперсность капель и интенсивность полива без необходимости регулирования рабочих характеристик насосной установки и с минимальными потерями энергии.

2. Для установления взаимосвязей между определяющими параметрами, которые влияют на эффективность работы дождевальной насадки с эжектором, создана экспериментальная установка и проведены экспериментальные исследования, в результате которых получены опытные зависимости:

– потерь напора h в дождевальной насадке от скоростного напора H_V на выходе из насадки;

– коэффициента подсоса k_n от расхода рабочей жидкости Q_p ;

– суммарной электрической мощности насосных агрегатов P_W от скоростного напора H_V на выходе из насадки и от расхода рабочей жидкости Q_p ;

– скоростного напора H_V от расхода рабочей жидкости Q_p .

Сделан анализ полученных зависимостей.

3. Полученные научные результаты могут быть использованы при разработке и обосновании конструкций дождевальных насадок для систем орошения сельскохозяйственных культур, а также для других систем, в которых возникает необходимость получения капель жидкости с регулируемой дисперсностью.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- Климатические характеристики Беларуси 2016 г. [Электронный ресурс]. – 2017. – Режим доступа: <http://pogoda.by/press-release/index.php?month=01&year=2017>. – Дата доступа: 20.02.2017.
- Капустин, Н.Ф. Современное дождевальное и капельно-оросительное оборудование в технологии

искусственного увлажнения почвы для выращивания сельскохозяйственных культур АПК / Н.Ф. Капустин, Э.К. Снежко [Электронный ресурс]. – 2017. – Режим доступа: <http://belagromech.by/press/e7009f8a94f3c811.html>. – Дата доступа: 01.06.2017.

3. Лихаевич, А.П. Орошение овощей: капельный способ или дождевальный? / А.П. Лихаевич, В.И. Желязко, Г.В. Латушкина [Электронный ресурс]. – 2017. – Режим доступа: <https://www.sb.by/articles/oroshenie-ovoshchey-kapelnyy-sposob-ili-dozhdevalnyy.html>. – Дата доступа: 05.06.2017.

4. Сельское хозяйство Республики Беларусь: стат. сб. / Национальный стат. комитет Респ. Беларусь. – Минск, 2016. – 230 с.

5. Ресурсосберегающие энергоэффективные экологически безопасные технологии и технические средства орошения: справоч. – М.: Росинформагротех, 2015. – 264 с.

6. Сельскохозяйственный энциклопедический словарь / Гл. ред. В. К. Месяц. – М.: Сов. энциклопедия, 1989. – 656 с.

7. Гидромелиорация. Термины и определения: ГОСТ 26967-86. – Введ. 30.06.86.

8. Васильев, С.М. Дождевание / С.М. Васильев, В.Н. Шкура. – Новочеркасск: РосНИИПМ, 2016. – 352 с.

9. Исаев, А.П. Гидравлика дождевальных машин / А.П. Исаев. – М.: Машиностроение, 1973. – 216 с.

10. Шахрай, Д.С. Анализ характеристик искусственного дождя при проектировании дождевальных машин / Д. С. Шахрай, А.Н. Басаревский // Передовые технологии и техническое обеспечение сельскохозяйственного производства: матер. Междунар. научн.-практич. конф., Минск, 30-31 марта 2017 г. / редкол.: И.С. Крук [и др.]. – Минск: БГАТУ, 2017. – С. 384-387.

11. Шахрай, Д.С. Совершенствование работы широкозахватных дождевальных машин / Д.С. Шахрай, А.М. Кравцов, А.Н. Басаревский // Научно-образовательная среда как основа развития агропромышленного комплекса и социальной инфраструктуры села: матер. Междунар. научн.-практич. конф. – Чебоксары: Чувашская ГСХА, 2016. – С. 488-491.

12. Насадок дождевального аппарата: а.с. 1616711 СССР, МПК В 05В 1/18, 1/26 / №4638144/30-05 / В.Б. Ковшевацкий; заявл. 13.01.89; опубл. 30.12.90 // Бюл. № 48.

13. Насадка дефлекторная эжекторная: пат. 2361681 РФ, МПК В 05В 1/18 / Н.А. Безроднов, В.В. Мелихов, П.И. Кузнецов, Т.Г. Константинова. – №2008105845/12; опубл. 20.07.2009 // Бюл. №20.

14. Соколов, Е.Я. Струйные аппараты / Е.Я. Соколов, Н.М. Зингер. – 3-е изд. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 352 с.

15. Кравцов, А.М. Использование гидроструйных эжекторов в напорных гидравлических системах / А.М. Кравцов, Д.С. Шахрай // Агропанорама. – 2016. – № 2. – С. 37-43.

16. Каннингэм, П.Г. Сжатие газа с помощью жидкоструйного насоса. Теоретические основы инженерных расчетов / П.Г. Каннингем. – М.: Мир. – 1974. – № 3. – С. 112-127.

17. Кравцов, А.М. Экспериментальные исследования работы эжекторов / А.М. Кравцов // Энергетика... (Изв. высш. учеб. заведений и энерг. объединений СНГ). – 2000. – № 3. – С. 90-95.

18. Nelson. Innovation in irrigation [Электронный ресурс] – 2017. – Режим доступа: <https://www.nelsonirrigation.com>. – Дата доступа: 07.06.2017.

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 13.06.2017

“Агропанорама” - научно-технический журнал для работников агропромышленного комплекса. Это издание для тех, кто стремится донести результаты своих исследований до широкого круга читателей, кого интересуют новые технологии, кто обладает практическим опытом решения задач.

Журнал “Агропанорама” включен в список изданий, рекомендуемых Высшей аттестационной комиссией для опубликования результатов диссертационных исследований по техническим (сельскохозяйственное машиностроение и энергетика, технический сервис в АПК), экономическим (АПК) и сельскохозяйственным наукам (зоотехния).

Журнал выходит один раз в два месяца, распространяется по подписке и в розницу в киоске БГАТУ. Подписной индекс в каталоге Республики Беларусь: для индивидуальных подписчиков - 74884, предприятий и организаций - 748842.

Стоимость подписки на 1-е полугодие 2018 года: для индивидуальных подписчиков - 18,30 руб., ведомственная подписка - 19,89 руб.

УДК 621.313

ОСОБЕННОСТИ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ В ТРАНСФОРМАТОРЕ СО СХЕМОЙ СОЕДИНЕНИЯ ОБМОТОК «ЗВЕЗДА-ДВОЙНОЙ ЗИГЗАГ С НУЛЕВЫМ ПРОВОДОМ»

М.А. Прищепов,

проректор по научной работе – директор НИИМЭСХ БГАТУ, докт. техн. наук, доцент

В.М. Збродыга,

заведующий каф. электроснабжения БГАТУ, канд. техн. наук, доцент

А.И. Зеленъкевич,

ст. преподаватель каф. электроснабжения БГАТУ

В статье рассмотрено устройство и процессы преобразования электрической энергии в трансформаторе со схемой соединения обмоток «звезды-двойной зигзаг с нулевым проводом»

Ключевые слова: трехфазный трансформатор, несимметрия напряжения, несинусоидальность напряжения, группа соединений обмоток

The article deals with the processes of transformation of electric energy in a transformer with the connection scheme of windings "star-double zigzag with zero wire".

Keywords: three-phase transformer, voltage asymmetry, voltage nonsinusoidal, winding group.

Введение

При выборе способов и средств повышения качества электроэнергии в электроустановках сельскохозяйственного назначения авторы публикации считают наиболее целесообразным применение относительно недорогостоящих, простых и надежных по конструктивному исполнения устройств, которые не требуют особых условий эксплуатации и не предъявляют высоких требований к квалификации обслуживающего персонала, в том числе и трансформаторов со специальными схемами соединения обмоток.

В частности, для снижения несимметрии и несинусоидальности напряжений на подстанциях 10/0,4 кВ применяют силовые трансформаторы со схемой «звезды-зигзаг с нулевым проводом», но они имеют одинарную группу соединения обмоток и не могут работать параллельно с широко распространенными трансформаторами «звезда-звезда с нулевым проводом» и «звезда-звезда с нулевым проводом с симметрирующим устройством», имеющим нулевую группу соединений.

Для решения этой проблемы авторы предлагают использовать трансформатор со специальной схемой соединения обмоток «звезды-двойной зигзаг с нулевым проводом» с четной группой соединения обмоток [1, 2]. Предлагаемый трансформатор устойчив к искажающим воздействиям со стороны нагрузки и способен обеспечить высокий уровень симметрии и синусоидальности напряжения.

Цель данной работы – провести математическое моделирование процесса работы предложенного трансформатора.

Основная часть

Трансформатор со схемой соединения обмоток «звезды-двойной зигзаг с нулевым проводом» состоит из магнитной системы и системы обмоток с их изоляцией. По взаимному расположению стержней и ярм принят наиболее распространенный в практике трансформаторостроения плоский несимметричный трехстержневой тип магнитной системы со ступенчатой формой попечного сечения стержня, вписанной в окружность, и с обмотками в виде круговых цилиндров.

Обмотки высшего напряжения 1 расположены на стержнях магнитопровода 2 и соединены по схеме «звезда» (рис. 1). Обмотки низшего напряжения состоят из трех частей – 3, 4, 5, размещенных на разных стержнях и соединенных последовательно, причем половина вторичной фазной обмотки располагается на том же стержне магнитопровода, что и первичная обмотка этой же фазы, а вторая половина, состоящая из двух одинаковых частей – на двух других стержнях магнитопровода. Например, на стержне фазы «а» соотношение числа витков в частях обмотки $a_1:a_2:a_3$ будет – 0,5:0,25:0,25. Вторичное напряжение трансформатора равно геометрической сумме напряжений трех частей обмотки, находящихся на разных стержнях магнитопровода.

Передача энергии переменного тока из первичной цепи трансформатора во вторичную цепь осуществляется посредством электромагнитного поля, что сопровождается сложными электромагнитными процессами.

Для упрощения анализа примем следующие допущения, которые существенно не искажают происходящие процессы:

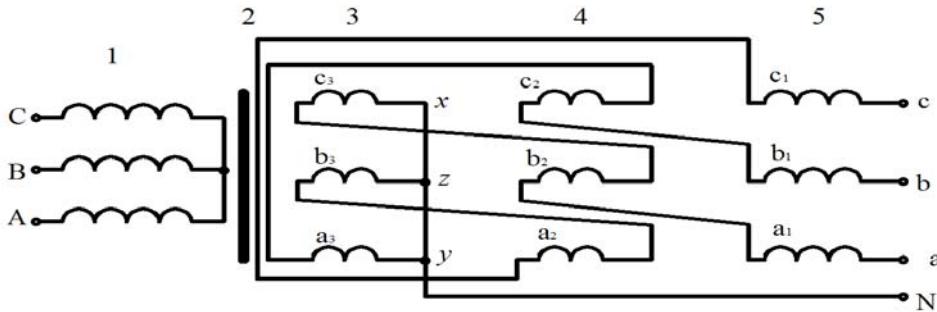


Рисунок 1. Схема соединения обмоток трехфазного трансформатора «звездой-двойной зигзаг с нулевым проводом»

1. Система первичных напряжений трансформатора симметрична независимо от режима его работы.

2. Напряжение питания трансформатора синусоидальное.

3. Трансформатор понижающий.

4. Нагрузка трансформатора симметричная и имеет линейный характер.

При работе трансформатора первичная обмотка подключается к трехфазной электрической сети переменного тока частотой f_1 и изменяющимися по синусоидальному закону, смещенными по фазе на $1/3$ периода, напряжениями (рис. 1):

$$\begin{aligned} u_A &= U_{Am} \sin \omega t, \\ u_B &= U_{Bm} \sin(\omega t - \frac{2}{3}\pi), \\ u_C &= U_{Cm} \sin(\omega t + \frac{2}{3}\pi), \end{aligned} \quad (1)$$

где U_{Am} , U_{Bm} , U_{Cm} – амплитудные значения напряжений фаз А, В, С соответственно; В;

$\omega = 2\pi f_1$ – угловая частота тока, рад/с;

t – рассматриваемый момент времени, с.

При работе трансформатора в режиме холостого хода напряжения вызывают протекание токов только по фазным обмоткам первичной стороны.

Трансформатор работает с насыщенной магнитной системой, являясь нелинейным элементом электрической цепи. Поэтому токи холостого хода будут несинусоидальны и содержат высшие нечетные гармоники, кроме гармоник, кратных трем, для которых в первичной обмотке, соединенной по схеме «звезда» без нулевого провода, отсутствуют пути для их протекания.

Для упрощения заменим несинусоидальные кривые фазных токов эквивалентными синусоидами основной частоты с амплитудными значениями:

$$\begin{aligned} I_{Amx} &= \sqrt{I_{Amx1}^2 + I_{Amx5}^2 + I_{Amx7}^2 + \dots}, \\ I_{Bmx} &= \sqrt{I_{Bmx1}^2 + I_{Bmx5}^2 + I_{Bmx7}^2 + \dots}, \\ I_{Cmx} &= \sqrt{I_{Cmx1}^2 + I_{Cmx5}^2 + I_{Cmx7}^2 + \dots}, \end{aligned} \quad (2)$$

где $I_{Amx1}, I_{Amx5}, I_{Amx7}, \dots$ – амплитудные значения токов первой, пятой, седьмой и других нечетных гармоник тока фазы А, А;

$I_{Bmx1}, I_{Bmx5}, I_{Bmx7}, \dots$ – амплитудные значения токов первой, пятой, седьмой и других нечетных гармоник тока фазы В, А;

$I_{Cmx1}, I_{Cmx5}, I_{Cmx7}, \dots$ – амплитудные значения токов первой, пятой, седьмой и других нечетных гармоник тока фазы С, А.

Тогда фазные токи холостого хода первичной обмотки трехфазного трансформатора равны:

$$\begin{aligned} i_{Ax} &= I_{Amx} \sin(\omega t - \varphi_{Ax}), \\ i_{Bx} &= I_{Bmx} \sin(\omega t - \frac{2}{3}\pi - \varphi_{Bx}), \\ i_{Cx} &= I_{Cmx} \sin(\omega t + \frac{2}{3}\pi - \varphi_{Cx}), \end{aligned} \quad (3)$$

где $\varphi_{Ax}, \varphi_{Bx}, \varphi_{Cx}$ – угол сдвига фаз соответствующих токов холостого хода и напряжений первичной стороны, рад.

Реактивные составляющие токов холостого хода первичной обмотки создают переменное магнитное поле, фазные магнитодвижущие силы (МДС) которого равны:

$$\begin{aligned} f_A &= I_{Amx} W_1 \sin(\omega t - \varphi_{Ax} - \alpha_{A\mu}) = \\ &= I_{Am\mu} W_1 \sin(\omega t - \varphi_{Ax} - \alpha_{A\mu}) = \\ &= F_{Am} \sin(\omega t - \varphi_{Ax} - \alpha_{A\mu}), \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} f_B &= I_{Bmx} W_1 \sin(\omega t - \frac{2}{3}\pi - \varphi_{Bx} - \alpha_{B\mu}) = \\ &= I_{Bm\mu} W_1 \sin(\omega t - \frac{2}{3}\pi - \varphi_{Bx} - \alpha_{B\mu}) = \\ &= F_{Bm} \sin(\omega t - \frac{2}{3}\pi - \varphi_{Bx} - \alpha_{B\mu}), \end{aligned} \quad (4)$$

$$\begin{aligned} f_c &= I_{Cm\mu} W_1 \sin(\omega t + \frac{2}{3}\pi - \varphi_{Cx} - \alpha_{C\mu}) = \\ &= I_{Cm\mu} W_1 \sin(\omega t + \frac{2}{3}\pi - \varphi_{Cx} - \alpha_{C\mu}) = \\ &= F_{Cm} \sin(\omega t + \frac{2}{3}\pi - \varphi_{Cx} - \alpha_{C\mu}), \end{aligned}$$

где $F_{Am} = I_{Am\mu} W_1$, $F_{Bm} = I_{Bm\mu} W_1$, $F_{Cm} = I_{Cm\mu} W_1$ – амплитудные значения фазных МДС первичной обмотки, А;

W_1 – количество витков в обмотке одной фазы первичной стороны трансформатора, шт;

$I_{Am\mu}, I_{Bm\mu}, I_{Cm\mu}$ – реактивные составляющие соответствующих фазных токов холостого хода первичной обмотки, А;

$I_{Am\mu}, I_{Bm\mu}, I_{Cm\mu}$ – амплитудные значения намагничивающих токов соответствующих фаз, А;

$\alpha_{A\mu}, \alpha_{B\mu}, \alpha_{C\mu}$ – угол фазового сдвига между токами холостого хода и МДС или магнитными потоками соответствующих фаз (угол магнитного запаздывания), рад.

Причем

$$\begin{aligned} I_{Am\mu} &= I_{Am\mu} = I_{Amx} \cos \alpha_{A\mu}, \\ I_{Bm\mu} &= I_{Bm\mu} = I_{Bmx} \cos \alpha_{B\mu}, \\ I_{Cm\mu} &= I_{Cm\mu} = I_{Cmx} \cos \alpha_{C\mu}. \end{aligned} \quad (5)$$

Фазные МДС создают соответствующие магнитные потоки, кривые изменения которых из-за нелинейности магнитной характеристики трансформатора отличаются от синусоиды и содержат высшие гармоники, кратные трем, отсутствующие в намагничивающем токе. Основные магнитные потоки первой гармоники замыкаются по магнитопроводу по пути наименьшего магнитного сопротивления. Магнитные потоки высших гармоник, кратных трем, вынуждены замыкаться от ярма к ярму по воздуху и конструктивным элементам по пути со значительным магнитным сопротивлением. Поэтому они невелики, ими можно пренебречь и считать магнитные потоки, создаваемые намагничивающими токами, синусоидальными:

$$\begin{aligned} \Phi_A &= \frac{f_A}{R_{A\mu}} = \frac{F_{Am}}{R_{A\mu}} \sin(\omega t - \varphi_{Ax} - \alpha_{A\mu}) = \\ &= \Phi_{Am} \sin(\omega t - \varphi_{Ax} - \alpha_{A\mu}), \\ \Phi_B &= \frac{f_B}{R_{B\mu}} = \frac{F_{Bm}}{R_{B\mu}} \sin(\omega t - \frac{2}{3}\pi - \varphi_{Bx} - \alpha_{B\mu}) = \\ &= \Phi_{Bm} \sin(\omega t - \frac{2}{3}\pi - \varphi_{Bx} - \alpha_{B\mu}), \end{aligned} \quad (6)$$

$$\begin{aligned} \Phi_C &= \frac{f_C}{R_{C\mu}} = \frac{F_{Cm}}{R_{C\mu}} \sin(\omega t + \frac{2}{3}\pi - \varphi_{Cx} - \alpha_{C\mu}) = \\ &= \Phi_{Cm} \sin(\omega t + \frac{2}{3}\pi - \varphi_{Cx} - \alpha_{C\mu}), \end{aligned}$$

где $R_{A\mu}, R_{B\mu}, R_{C\mu}$ – сопротивления магнитных цепей соответствующих фаз, Гн⁻¹;

$\Phi_{Am}, \Phi_{Bm}, \Phi_{Cm}$ – амплитудные значения магнитного потока соответствующих фаз, Вб.

Трехстержневой магнитопровод трансформатора является несимметричной связанный магнитной системой. Магнитное сопротивление фазы, расположенной на среднем стержне магнитопровода, меньше, чем у двух других из-за разной длины их магнитной цепи.

При симметричной системе магнитных потоков это приводит к некоторой несимметрии фазных МДС и намагничивающих токов.

Основные магнитные потоки фаз индуцируют в первичной обмотке ЭДС, отстающие по фазе на угол $\pi/2$:

$$\begin{aligned} e_A &= -\frac{d\psi_A}{dt} = -W_1 \frac{d\Phi_A}{dt} = \\ &= -\omega W_1 \Phi_{Am} \cos(\omega t - \varphi_{Ax} - \alpha_{A\mu}) = \\ &= 2\pi f_1 W_1 \Phi_{Am} \sin(\omega t - \varphi_{Ax} - \alpha_{A\mu} - \frac{\pi}{2}) = \quad (7) \\ &= E_{Am} \sin(\omega t - \varphi_{Ax} - \alpha_{A\mu} - \frac{\pi}{2}), \\ e_B &= -\frac{d\psi_B}{dt} = -W_1 \frac{d\Phi_B}{dt} = \\ &= -\omega W_1 \Phi_{Bm} \cos(\omega t - \frac{2}{3}\pi - \varphi_{Bx} - \alpha_{B\mu}) = \\ &= 2\pi f_1 W_1 \Phi_{Bm} \sin(\omega t - \frac{2}{3}\pi - \varphi_{Bx} - \alpha_{B\mu} - \frac{\pi}{2}) = \\ &= E_{Bm} \sin(\omega t - \frac{2}{3}\pi - \varphi_{Bx} - \alpha_{B\mu} - \frac{\pi}{2}), \\ e_C &= -\frac{d\psi_C}{dt} = -W_1 \frac{d\Phi_C}{dt} = \\ &= -\omega W_1 \Phi_{Cm} \cos(\omega t + \frac{2}{3}\pi - \varphi_{Cx} - \alpha_{C\mu}) = \\ &= 2\pi f_1 W_1 \Phi_{Cm} \sin(\omega t + \frac{2}{3}\pi - \varphi_{Cx} - \alpha_{C\mu} - \frac{\pi}{2}) = \end{aligned}$$

$$= E_{Cm} \sin(\omega t + \frac{2}{3}\pi - \varphi_{Cx} - \alpha_{C\mu} - \frac{\pi}{2}),$$

где $\psi_A = W_1 \Phi_A$, $\psi_B = W_1 \Phi_B$, $\psi_C = W_1 \Phi_C$ – потокосцепления соответствующих первичных фазных обмоток, Вб;

$$\begin{aligned} E_{Am} &= 2\pi f_1 W_1 \Phi_{Am}, \quad E_{Bm} = 2\pi f_1 W_1 \Phi_{Bm}, \\ E_{Cm} &= 2\pi f_1 W_1 \Phi_{Cm} \quad \text{– амплитуды соответствующих фазных ЭДС первичной обмотки, В.} \end{aligned}$$

Индукционные фазные ЭДС первичной обмотки уравновешивают соответствующие первичные напряжения трансформатора.

Основные магнитные потоки фаз также индуцируют ЭДС в трех частях вторичных обмоток, которые расположены на тех же стержнях магнитопровода.

Магнитный поток фазы А индуцирует ЭДС в частях вторичных обмоток a_1 , a_2 , a_3 , принадлежащих разным фазам (рис. 1). Так как части обмоток a_2 , a_3 имеют противоположную маркировку выводов по отношению к a_1 , то их ЭДС дополнительно смешены по фазе на угол $-\pi$. Тогда

$$\begin{aligned} e_{a1} &= -\frac{d\psi_{a1}}{dt} = -\frac{W_2}{2} \frac{d\Phi_A}{dt} = \\ &= -\omega \frac{W_2}{2} \Phi_{Am} \cos(\omega t - \varphi_{Ax} - \alpha_{A\mu}) = \\ &= 2\pi f_1 \frac{W_2}{2} \Phi_{Am} \sin(\omega t - \varphi_{Ax} - \alpha_{A\mu} - \frac{\pi}{2}) = \\ &= E_{a1m} \sin(\omega t - \varphi_{Ax} - \alpha_{A\mu} - \frac{\pi}{2}), \\ e_{a2} &= -\frac{d\psi_{a2}}{dt} = -\frac{W_2}{4} \frac{d\Phi_A}{dt} = \\ &= -\omega \frac{W_2}{4} \Phi_{Am} \cos(\omega t - \varphi_{Ax} - \alpha_{A\mu} - \pi) = \\ &= 2\pi f_1 \frac{W_2}{4} \Phi_{Am} \sin(\omega t - \varphi_{Ax} - \alpha_{A\mu} - \frac{3}{2}\pi) = (8) \\ &= -E_{a2m} \sin(\omega t - \varphi_{Ax} - \alpha_{A\mu} - \frac{3}{2}\pi), \\ e_{a3} &= -\frac{d\psi_{a3}}{dt} = -\frac{W_2}{4} \frac{d\Phi_A}{dt} = \\ &= -\omega \frac{W_2}{4} \Phi_{Am} \cos(\omega t - \varphi_{Ax} - \alpha_{A\mu} - \pi) = \end{aligned}$$

$$= 2\pi f_1 \frac{W_2}{4} \Phi_{Am} \sin(\omega t - \varphi_{Ax} - \alpha_{A\mu} - \frac{3}{2}\pi) =$$

$$= E_{a3m} \sin(\omega t - \varphi_{Ax} - \alpha_{A\mu} - \frac{3}{2}\pi),$$

$$\text{где } E_{a1m} = 2\pi f_1 \frac{W_2}{2} \Phi_{Am}, \quad E_{a2m} = E_{a3m} = 2\pi f_1 \frac{W_2}{4} \Phi_{Am}$$

– амплитудные значения ЭДС вторичных обмоток на стержне магнитопровода фазы А, В;

W_2 – суммарное количество витков во вторичных обмотках трансформатора, находящихся на одном стержне магнитопровода, шт.

Магнитный поток фазы В аналогично индуцирует ЭДС в частях вторичных обмоток b_1 , b_2 , b_3 (рис. 1):

$$\begin{aligned} e_{b1} &= -\frac{d\psi_{b1}}{dt} = -\frac{W_2}{2} \frac{d\Phi_B}{dt} = \\ &= -\omega \frac{W_2}{2} \Phi_{Bm} \cos(\omega t - \frac{2}{3}\pi - \varphi_{Bx} - \alpha_{B\mu}) = \\ &= 2\pi f_1 \frac{W_2}{2} \Phi_{Bm} \sin(\omega t - \frac{2}{3}\pi - \varphi_{Bx} - \alpha_{B\mu} - \frac{\pi}{2}) = \\ &= E_{b1m} \sin(\omega t - \frac{2}{3}\pi - \varphi_{Bx} - \alpha_{B\mu} - \frac{\pi}{2}), \\ e_{b2} &= -\frac{d\psi_{b2}}{dt} = -\frac{W_2}{4} \frac{d\Phi_B}{dt} = \\ &= -\omega \frac{W_2}{4} \Phi_{Bm} \cos(\omega t - \frac{2}{3}\pi - \varphi_{Bx} - \alpha_{B\mu} - \pi) = \\ &= 2\pi f_1 \frac{W_2}{4} \Phi_{Bm} \sin(\omega t - \frac{2}{3}\pi - \varphi_{Bx} - \alpha_{B\mu} - \frac{3}{2}\pi) = (9) \\ &= E_{b2m} \sin(\omega t - \frac{2}{3}\pi - \varphi_{Bx} - \alpha_{B\mu} - \frac{3}{2}\pi), \\ e_{b3} &= -\frac{d\psi_{b3}}{dt} = -\frac{W_2}{4} \frac{d\Phi_B}{dt} = \\ &= -\omega \frac{W_2}{4} \Phi_{Bm} \cos(\omega t - \frac{2}{3}\pi - \varphi_{Bx} - \alpha_{B\mu} - \pi) = \\ &= 2\pi f_1 \frac{W_2}{4} \Phi_{Bm} \sin(\omega t - \frac{2}{3}\pi - \varphi_{Bx} - \alpha_{B\mu} - \frac{3}{2}\pi) = \\ &= E_{b3m} \sin(\omega t - \frac{2}{3}\pi - \varphi_{Bx} - \alpha_{B\mu} - \frac{3}{2}\pi), \end{aligned}$$

$$\text{где } E_{b1m} = 2\pi f_1 \frac{W_2}{2} \Phi_{Bm}, \quad E_{b2m} = E_{b3m} = 2\pi f_1 \frac{W_2}{4} \Phi_{Bm}$$

– амплитудные значения ЭДС вторичных обмоток на стержне магнитопровода фазы В, В.

Соответственно магнитный поток фазы С индуцирует ЭДС в частях вторичных обмоток c_1, c_2, c_3 (рис. 1):

$$\begin{aligned} e_{c1} &= -\frac{d\psi_{c1}}{dt} = -\frac{W_2}{2} \frac{d\Phi_c}{dt} = \\ &= -\omega \frac{W_2}{2} \Phi_{Cm} \cos(\omega t + \frac{2}{3}\pi - \varphi_{Cx} - \alpha_{C\mu}) = \\ &= 2\pi f_1 \frac{W_2}{2} \Phi_{Cm} \sin(\omega t + \frac{2}{3}\pi - \varphi_{Cx} - \alpha_{C\mu} - \frac{\pi}{2}) = \\ &= E_{c1m} \sin(\omega t + \frac{2}{3}\pi - \varphi_{Cx} - \alpha_{C\mu} - \frac{\pi}{2}), \\ e_{c2} &= -\frac{d\psi_{c2}}{dt} = -\frac{W_2}{4} \frac{d\Phi_c}{dt} = \\ &= -\omega \frac{W_2}{4} \Phi_{Cn} \cos(\omega t + \frac{2}{3}\pi - \varphi_{Cx} - \alpha_{C\mu} - \pi) = \\ &= 2\pi f_1 \frac{W_2}{4} \Phi_{Cn} \sin(\omega t + \frac{2}{3}\pi - \varphi_{Cx} - \alpha_{C\mu} - \frac{3}{2}\pi) = (10) \\ &= E_{c2m} \sin(\omega t + \frac{2}{3}\pi - \varphi_{Cx} - \alpha_{C\mu} - \frac{3}{2}\pi), \\ e_{c3} &= -\frac{d\psi_{c3}}{dt} = -\frac{W_2}{4} \frac{d\Phi_c}{dt} = \\ &= -\omega \frac{W_2}{4} \Phi_{Cm} \cos(\omega t + \frac{2}{3}\pi - \varphi_{Cx} - \alpha_{C\mu} - \pi) = \\ &= 2\pi f_1 \frac{W_2}{4} \Phi_{Cm} \sin(\omega t + \frac{2}{3}\pi - \varphi_{Cx} - \alpha_{C\mu} - \frac{3}{2}\pi) \\ &= E_{c3m} \sin(\omega t + \frac{2}{3}\pi - \varphi_{Cx} - \alpha_{C\mu} - \frac{3}{2}\pi), \end{aligned}$$

$$\text{где } E_{c1m} = 2\pi f_1 \frac{W_2}{2} \Phi_{Cm}, \quad E_{c2m} = E_{c3m} = 2\pi f_1 \frac{W_2}{4} \Phi_{Cm}$$

– амплитудные значения ЭДС вторичных обмоток на стержне магнитопровода фазы С, В.

Фазные ЭДС вторичной стороны трансформатора, индуцируемые основным магнитным потоком, будут равны сумме ЭДС трех частей вторичной обмотки, расположенных на разных стержнях магнитопровода:

$$\begin{aligned} e_a &= e_{c3} + e_{b2} + e_{a1} = \\ &= E_{c3m} \sin(\omega t + \frac{2}{3}\pi - \varphi_{Cx} - \alpha_{C\mu} - \frac{3}{2}\pi) + \\ &\quad + E_{b2m} \sin(\omega t - \frac{2}{3}\pi - \varphi_{Bx} - \alpha_{B\mu} - \frac{3}{2}\pi) + \\ &\quad + E_{a1m} \sin(\omega t - \varphi_{Ax} - \alpha_{A\mu} - \frac{\pi}{2}) = \\ &= 1,5 E_{a1m} \sin(\omega t - \varphi_{Ax} - \alpha_{A\mu} - \frac{\pi}{2}), \\ e_b &= e_{a3} + e_{c2} + e_{b1} = E_{a3m} \sin(\omega t - \varphi_{Ax} - \frac{3}{2}\pi - \alpha_{A\mu} - \frac{3}{2}\pi) + \\ &\quad + E_{c2m} \sin(\omega t + \frac{2}{3}\pi - \varphi_{Cx} - \alpha_{C\mu} - \frac{3}{2}\pi) + \\ &\quad + E_{b1m} \sin(\omega t - \frac{2}{3}\pi - \varphi_{Bx} - \alpha_{B\mu} - \frac{\pi}{2}) = \\ &= 1,5 E_{b1m} \sin(\omega t - \frac{2}{3}\pi - \varphi_{Bx} - \alpha_{B\mu} - \frac{\pi}{2}), \\ e_c &= e_{b3} + e_{a2} + e_{c1} = \\ &= E_{b3m} \sin(\omega t - \frac{2}{3}\pi - \varphi_{Bx} - \alpha_{B\mu} - \frac{3}{2}\pi) + \\ &\quad + E_{a2m} \sin(\omega t - \varphi_{Ax} - \alpha_{A\mu} - \frac{3}{2}\pi) + \\ &\quad + E_{c1m} \sin(\omega t + \frac{2}{3}\pi - \varphi_{Cx} - \alpha_{C\mu} - \frac{\pi}{2}) = \\ &= 1,5 E_{c1m} \sin(\omega t + \frac{2}{3}\pi - \varphi_{Cx} - \alpha_{C\mu} - \frac{\pi}{2}). \end{aligned} \quad (11)$$

Анализ полученных выражений (11) показывает, что фазные ЭДС вторичной обмотки совпадают по фазе с одноименными ЭДС первичной обмотки. Следовательно, предложенная схема имеет нулевую группу соединения обмоток. При этом вторичные фазные ЭДС предложенной схемы на 25 % меньше ЭДС схемы соединения «звезда» при том же количестве витков вторичной обмотки. Поэтому предложенная схема требует увеличения количества витков во вторичной обмотке на 25 % для получения требуемого вторичного напряжения.

Если к трансформатору подключить симметричную нагрузку, то под воздействием этих ЭДС через нагрузку и вторичную обмотку будут протекать токи:

$$\begin{aligned} i_a &= I_{am} \sin(\omega t - \varphi_{Ax} - \alpha_{A\mu} - \gamma_a - \frac{\pi}{2}), \\ i_b &= I_{bm} \sin(\omega t - \frac{3}{2}\pi - \varphi_{Bx} - \alpha_{B\mu} - \gamma_b - \frac{\pi}{2}), \\ i_c &= I_{cm} \sin(\omega t + \frac{3}{2}\pi - \varphi_{Cx} - \alpha_{C\mu} - \gamma_c - \frac{\pi}{2}), \end{aligned} \quad (12)$$

где I_{am}, I_{bm}, I_{cm} – амплитудные значения соответствующих фазных токов вторичной стороны, А;

$\gamma_a, \gamma_b, \gamma_c$ – углы фазового сдвига между токами и соответствующими ЭДС вторичной обмотки соответствующих фаз, рад.

Результирующее магнитное поле трансформатора в нагружочном режиме создается первичной и вторичной обмотками.

Тогда МДС в стержнях магнитопровода, на которых расположены первичные обмотки фаз «А», «В» «С», будут равны соответственно:

$$\begin{aligned} i_A W_1 + i_a \frac{W_2}{2} - i_b \frac{W_2}{4} - i_c \frac{W_2}{4} &= i_{A\mu} W_1 = const, \\ i_B W_1 + i_b \frac{W_2}{2} - i_a \frac{W_2}{4} - i_c \frac{W_2}{4} &= i_{B\mu} W_1 = const, \\ i_C W_1 + i_c \frac{W_2}{2} - i_a \frac{W_2}{4} - i_b \frac{W_2}{4} &= i_{C\mu} W_1 = const, \end{aligned} \quad (13)$$

где $i_{A\mu}, i_{B\mu}, i_{C\mu}$ – мгновенные

значения намагничивающих токов соответствующих фаз, А;

i_A, i_B, i_C – мгновенные значения соответствующих фазных токов первичной стороны, А.

На рис. 2 представлена схема распределения МДС и магнитных потоков трансформатора в момент времени, соответствующий заданному направлению токов в обмотках. Первичные фазные обмотки оказывают намагничивающее действие на стержни магнитопровода, половины обмоток этих же фаз размагничивающие, а четверти обмоток двух других фаз часть периода изменения тока подмагничивают стержни, а часть периода – размагничают.

Если рассматривать трехстержневой магнитопровод в целом, то видно, что результирующая МДС трехфазной первичной

обмотки оказывает намагничивающее действие на трансформатор, а МДС вторичной обмотки – размагничивающее.

Результирующее магнитное поле не зависит от величины нагрузки, потому что пропорционально изменению вторичных токов изменяются токи первичной обмотки, а изменение размагничивающего действия вторичной обмотки компенсируется пропорциональным изменением намагничивающего действия первичной обмотки. Следовательно, основной магнитный поток и индуцируемые им ЭДС в обмотках также не зависят от величины нагрузки.

Величины токов первичной обмотки и их фазовый сдвиг относительно напряжений в нагружочном режиме будут иными, чем в режиме холостого хода. Первичные токи можно определить из уравнений МДС трансформатора (13):

$$\begin{aligned} i_A &= i_{A\mu} - i_a \frac{W_2}{2W_1} + i_b \frac{W_2}{4W_1} + i_c \frac{W_2}{4W_1}, \\ i_B &= i_{B\mu} - i_b \frac{W_2}{2W_1} + i_a \frac{W_2}{4W_1} + i_c \frac{W_2}{4W_1}, \\ i_C &= i_{C\mu} - i_c \frac{W_2}{2W_1} + i_a \frac{W_2}{4W_1} + i_b \frac{W_2}{4W_1}. \end{aligned} \quad (14)$$

Или

$$\begin{aligned} i_A &= I_{Am} \sin(\omega t - \varphi_A), \\ i_B &= I_{Bm} \sin(\omega t - \frac{2}{3}\pi - \varphi_B), \\ i_C &= I_{Cm} \sin(\omega t + \frac{2}{3}\pi - \varphi_C), \end{aligned} \quad (15)$$

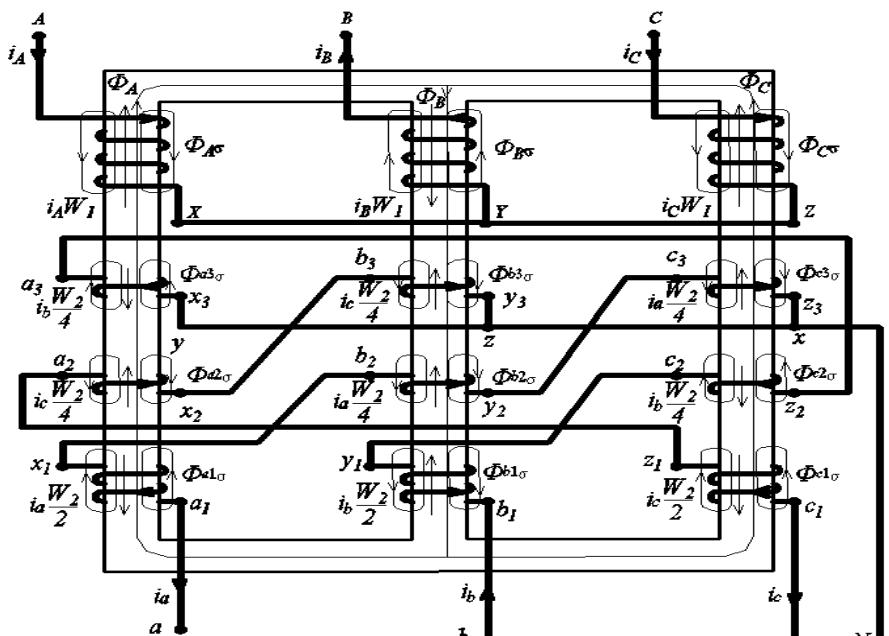


Рисунок 2. Схема распределения МДС и магнитных потоков трехфазного трансформатора «звезды-двойной зигзаг с нулевым проводом»

$$i_c = I_{Cm} \sin(\omega t + \frac{2}{3}\pi - \varphi_c),$$

где I_{Am}, I_{Bm}, I_{Cm} – амплитудные значения первичных соответствующих фазных токов при нагрузке, А;

$\varphi_A, \varphi_B, \varphi_C$ – углы сдвига векторов токов и напряжений соответствующих фаз первичной стороны, рад.

Так как магнитное поле трансформатора имеет пространственное распределение, то часть его силовых линий замыкается, минуя магнитопровод и создавая потоки рассеяния первичной обмотки $\Phi_{A\sigma}, \Phi_{B\sigma}, \Phi_{C\sigma}$, а также частей вторичной обмотки $\Phi_{a1\sigma}, \Phi_{a2\sigma}, \Phi_{a3\sigma}, \Phi_{b1\sigma}, \Phi_{b2\sigma}, \Phi_{b3\sigma}, \Phi_{c1\sigma}, \Phi_{c2\sigma}, \Phi_{c3\sigma}$ (рис. 2). Магнитные потоки рассеяния в основном скреплены с создающими их обмотками и индуцируют в них ЭДС рассеяния.

ЭДС рассеяния первичных фазных обмоток будут равны:

$$\begin{aligned} e_{A\sigma} &= -L_{A\sigma} \frac{di_A}{dt} = -L_{A\sigma} \frac{d(I_{Am} \sin(\omega t - \varphi_A))}{dt} = \\ &= -L_{A\sigma} \omega I_{Am} \cos(\omega t - \varphi_A) = \\ &= I_{Am} x_A \sin(\omega t - \varphi_A - \frac{\pi}{2}), \\ e_{B\sigma} &= -L_{B\sigma} \frac{di_B}{dt} = -L_{B\sigma} \frac{d(I_{Bm} \sin(\omega t - \frac{2}{3}\pi - \varphi_B))}{dt} = \\ &= -L_{B\sigma} \omega I_{Bm} \cos(\omega t - \frac{2}{3}\pi - \varphi_B) = \\ &= I_{Bm} x_B \sin(\omega t - \frac{2}{3}\pi - \varphi_B - \frac{\pi}{2}), \\ e_{C\sigma} &= -L_{C\sigma} \frac{di_C}{dt} = -L_{C\sigma} \frac{d(I_{Cm} \sin(\omega t + \frac{2}{3}\pi - \varphi_C))}{dt} = \\ &= -L_{C\sigma} \omega I_{Cm} \cos(\omega t + \frac{2}{3}\pi - \varphi_C) = \\ &= I_{Cm} x_C \sin(\omega t + \frac{2}{3}\pi - \varphi_C - \frac{\pi}{2}), \end{aligned} \quad (16)$$

где $L_{A\sigma}, L_{B\sigma}, L_{C\sigma}$ – индуктивности рассеяния соответствующих первичных фазных обмоток, Гн;

$x_A = \omega L_{A\sigma}, x_B = \omega L_{B\sigma}, x_C = \omega L_{C\sigma}$ – индуктивные сопротивления рассеяния соответствующих фаз первичной обмотки, Ом.

ЭДС рассеяния соответствующих вторичных фазных обмоток будут равны:

$$\begin{aligned} e_{a\sigma} &= e_{a1\sigma} + e_{b2\sigma} + e_{c3\sigma} = \\ &= -L_{a1\sigma} \frac{di_a}{dt} - L_{b2\sigma} \frac{di_a}{dt} - L_{c3\sigma} \frac{di_a}{dt} = \\ &= (-L_{a1\sigma} - L_{b2\sigma} - L_{c3\sigma}) \frac{di_a}{dt} = \\ &= (-L_{a1\sigma} - L_{b2\sigma} - L_{c3\sigma}) \times \\ &\times \frac{d(I_{am} \sin(\omega t - \varphi_{Ax} - \alpha_{A\mu} - \gamma_a - \frac{\pi}{2}))}{dt} = \\ &= (-L_{a1\sigma} - L_{b2\sigma} - L_{c3\sigma}) \omega I_{am} \times \\ &\times \cos(\omega t - \varphi_{Ax} - \alpha_{A\mu} - \gamma_a - \frac{\pi}{2}) = \\ &= (\omega L_{a1\sigma} + \omega L_{b2\sigma} + \omega L_{c3\sigma}) I_{am} \times \\ &\times \sin(\omega t - \varphi_{Ax} - \alpha_{A\mu} - \gamma_a - \pi) = \\ &= I_{am} (x_{a1} + x_{b2} + x_{c3}) \times \\ &\times \sin(\omega t - \varphi_{Ax} - \alpha_{A\mu} - \gamma_a - \pi), \\ e_{b\sigma} &= e_{b1\sigma} + e_{c2\sigma} + e_{a3\sigma} = \\ &= -L_{b1\sigma} \frac{di_b}{dt} - L_{c2\sigma} \frac{di_b}{dt} - L_{a3\sigma} \frac{di_b}{dt} = \\ &= (-L_{b1\sigma} - L_{c2\sigma} - L_{a3\sigma}) \frac{di_b}{dt} = \\ &= (-L_{b1\sigma} - L_{c2\sigma} - L_{a3\sigma}) \times \\ &\times \frac{d(I_{bm} \sin(\omega t - \frac{3}{2}\pi - \varphi_{Bx} - \alpha_{B\mu} - \gamma_b - \frac{\pi}{2}))}{dt} = \\ &= (-L_{b1\sigma} - L_{c2\sigma} - L_{a3\sigma}) \omega I_{bm} \times \\ &\times \cos(\omega t - \frac{3}{2}\pi - \varphi_{Bx} - \alpha_{B\mu} - \gamma_b - \frac{\pi}{2}) = \\ &= (\omega L_{b1\sigma} + \omega L_{c2\sigma} + \omega L_{a3\sigma}) I_{bm} \times \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \times \sin(\omega t - \frac{3}{2}\pi - \varphi_{Bx} - \alpha_{B\mu} - \gamma_b - \pi) = \\ & = I_{bm} (x_{b1} + x_{c2} + x_{a3}) \times \\ & \quad \times \sin(\omega t - \frac{3}{2}\pi - \varphi_{Bx} - \alpha_{B\mu} - \gamma_b - \pi), \end{aligned} \quad (17)$$

$$\begin{aligned} e_{c\sigma} &= e_{c1\sigma} + e_{a2\sigma} + e_{b3\sigma} = \\ &= -L_{c1\sigma} \frac{di_c}{dt} - L_{a2\sigma} \frac{di_c}{dt} - L_{b3\sigma} \frac{di_c}{dt} = \\ &= (-L_{c1\sigma} - L_{a2\sigma} - L_{b3\sigma}) \frac{di_c}{dt} = \\ &= (-L_{c1\sigma} - L_{a2\sigma} - L_{b3\sigma}) \times \\ & \quad \times \frac{d(I_{cm} \sin(\omega t + \frac{3}{2}\pi - \varphi_{Cx} - \alpha_{C\mu} - \gamma_c - \frac{\pi}{2}))}{dt} = \\ &= (-L_{c1\sigma} - L_{a2\sigma} - L_{b3\sigma}) \omega I_{cm} \times \\ & \quad \times \cos(\omega t + \frac{3}{2}\pi - \varphi_{Cx} - \alpha_{C\mu} - \gamma_c - \frac{\pi}{2}) = \\ &= (\omega L_{c1\sigma} + \omega L_{a2\sigma} + \omega L_{b3\sigma}) I_{cm} \times \\ & \quad \times \sin(\omega t + \frac{3}{2}\pi - \varphi_{Cx} - \alpha_{C\mu} - \gamma_c - \pi) = \\ &= (x_{c1} + x_{a2} + x_{b3}) I_{cm} \times \\ & \quad \times \sin(\omega t + \frac{3}{2}\pi - \varphi_{Cx} - \alpha_{C\mu} - \gamma_c - \pi), \end{aligned}$$

где $L_{a1\sigma}, L_{a2\sigma}, L_{a3\sigma}, L_{b1\sigma}, L_{b2\sigma}, L_{b3\sigma}, L_{c1\sigma}, L_{c2\sigma}, L_{c3\sigma}$ – индуктивности рассеяния частей вторичных фазных обмоток, соответственно, $a_1, a_2, a_3, b_1, b_2, b_3, c_1, c_2, c_3, \Gamma_n$; $x_{a1}, x_{a2}, x_{a3}, x_{b1}, x_{b2}, x_{c1}, x_{c2}, x_{c3}$ – индуктивные сопротивления рассеяния соответствующих частей вторичных фазных обмоток, Ом.

Соответственно

$$\begin{aligned} x_{a1} &= \omega L_{a1\sigma}, x_{a2} = \omega L_{a2\sigma}, x_{a3} = \omega L_{a3\sigma}, \\ x_{b1} &= \omega L_{b1\sigma}, x_{b2} = \omega L_{b2\sigma}, x_{b3} = \omega L_{b3\sigma}, \quad (18) \\ x_{c1} &= \omega L_{c1\sigma}, x_{c2} = \omega L_{c2\sigma}, x_{c3} = \omega L_{c3\sigma}. \end{aligned}$$

Протекая по обмоткам трансформатора, токи вызывают падения напряжений на их активных сопротивлениях.

Согласно второму закону Кирхгофа, фазные

напряжения первичной обмотки будут равны:

$$\begin{aligned} u_A &= -e_A - e_{A\sigma} + i_A R_A, \\ u_B &= -e_B - e_{B\sigma} + i_B R_B, \\ u_C &= -e_C - e_{C\sigma} + i_C R_C, \end{aligned} \quad (19)$$

где R_A, R_B, R_C – активные сопротивления соответствующих первичных фазных обмоток, Ом.

Соответственно, уравнения фазных напряжений вторичной обмотки:

$$\begin{aligned} u_a &= e_a + e_{a\sigma} - i_a (R_{a1} + R_{b2} + R_{c3}) = \\ &= e_{c3} + e_{b2} + e_{a1} + e_{a\sigma} - i_a (R_{a1} + R_{b2} + R_{c3}), \\ u_b &= e_b + e_{b\sigma} - i_b (R_{b1} + R_{c2} + R_{a3}) = \\ &= e_{a3} + e_{c2} + e_{b1} + e_{b\sigma} - i_b (R_{b1} + R_{c2} + R_{a3}), \\ u_c &= e_c + e_{c\sigma} - i_c (R_{c1} + R_{a2} + R_{b3}) = \\ &= e_{b3} + e_{a2} + e_{c1} + e_{c\sigma} - i_c (R_{c1} + R_{a2} + R_{b3}), \end{aligned} \quad (20)$$

где $R_{a1}, R_{a2}, R_{a3}, R_{b1}, R_{b2}, R_{b3}, R_{c1}, R_{c2}, R_{c3}$ – активные сопротивления соответствующих частей вторичных обмоток, Ом.

Так как напряжения, ЭДС, токи, МДС и магнитные потоки трансформатора при принятых допущениях гармонически изменяются во времени по синусоидальному закону, то основные уравнения трансформатора могут быть представлены в комплексной форме, где мгновенные значения вышеперечисленных параметров заменены их действующими значениями. Тогда основные уравнения трансформатора будут иметь следующий вид:

– уравнения соответствующих напряжений первичной обмотки:

$$\begin{aligned} \underline{U}_A &= -\underline{E}_A - \underline{E}_{A\sigma} + \underline{I}_A R_A = \\ &= -\underline{E}_A + \underline{I}_A (R_A + jx_A), \\ \underline{U}_B &= -\underline{E}_B - \underline{E}_{B\sigma} + \underline{I}_B R_B = \\ &= -\underline{E}_B + \underline{I}_B (R_B + jx_B), \\ \underline{U}_C &= -\underline{E}_C - \underline{E}_{C\sigma} + \underline{I}_C R_C = \\ &= -\underline{E}_C + \underline{I}_C (R_C + jx_C); \end{aligned} \quad (21)$$

– уравнения соответствующих напряжений вторичной обмотки:

$$\begin{aligned} \underline{U}_a &= \underline{E}_{c3} + \underline{E}_{b2} + \underline{E}_{a1} + \underline{E}_{a\sigma} - \\ &\quad - \underline{I}_a (R_{a1} + R_{b2} + R_{c3}) = \\ &= \underline{E}_{c3} + \underline{E}_{b2} + \underline{E}_{a1} - \\ &\quad - \underline{I}_a [(R_{a1} + R_{b2} + R_{c3}) + j(x_{a1} + x_{b2} + x_{c3})], \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \underline{U}_b &= \underline{E}_{a3} + \underline{E}_{c2} + \underline{E}_{b1} + \underline{E}_{b\sigma} - \\
 &- \underline{I}_b (R_{b1} + R_{c2} + R_{a3}) = \\
 &= \underline{E}_{a3} + \underline{E}_{c2} + \underline{E}_{b1} - \\
 &- \underline{I}_b [(R_{b1} + R_{c2} + R_{a3}) + j(x_{b1} + x_{c2} + x_{a3})], \quad (22)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \underline{U}_c &= \underline{E}_{b3} + \underline{E}_{a2} + \underline{E}_{c1} + \underline{E}_{c\sigma} - \\
 &- \underline{I}_c (R_{c1} + R_{a2} + R_{b3}) = \\
 &= \underline{E}_{b3} + \underline{E}_{a2} + \underline{E}_{c1} - \\
 &- \underline{I}_c [(R_{c1} + R_{a2} + R_{b3}) + j(x_{c1} + x_{a2} + x_{b3})]; \\
 &\text{уравнения МДС в стержнях магнитопровода:}
 \end{aligned}$$

$$\underline{I}_A W_1 + \underline{I}_a \frac{W_2}{2} - \underline{I}_b \frac{W_2}{4} - \underline{I}_c \frac{W_2}{4} = \underline{I}_{A\mu} W_1,$$

$$\underline{I}_B W_1 + \underline{I}_b \frac{W_2}{2} - \underline{I}_a \frac{W_2}{4} - \underline{I}_c \frac{W_2}{4} = \underline{I}_{B\mu} W_1, \quad (23)$$

$$\underline{I}_C W_1 + \underline{I}_c \frac{W_2}{2} - \underline{I}_a \frac{W_2}{4} - \underline{I}_b \frac{W_2}{4} = \underline{I}_{C\mu} W_1.$$

Основным уравнениям трансформатора (21-23) соответствует векторная диаграмма, представленная на рис. 3.

Заключение

1. Трансформатор со схемой соединения обмоток «звезда-двойной зигзаг с нулевым проводом» имеет нулевую группу соединения обмоток, так как ЭДС вторичной обмотки совпадают по фазе с одноименными ЭДС первичной обмотки, что позволяет включать их на параллельную работу с широко распространенными трансформаторами «звезда-звезда с нулевым проводом» с целью повышения качества электроэнергии.

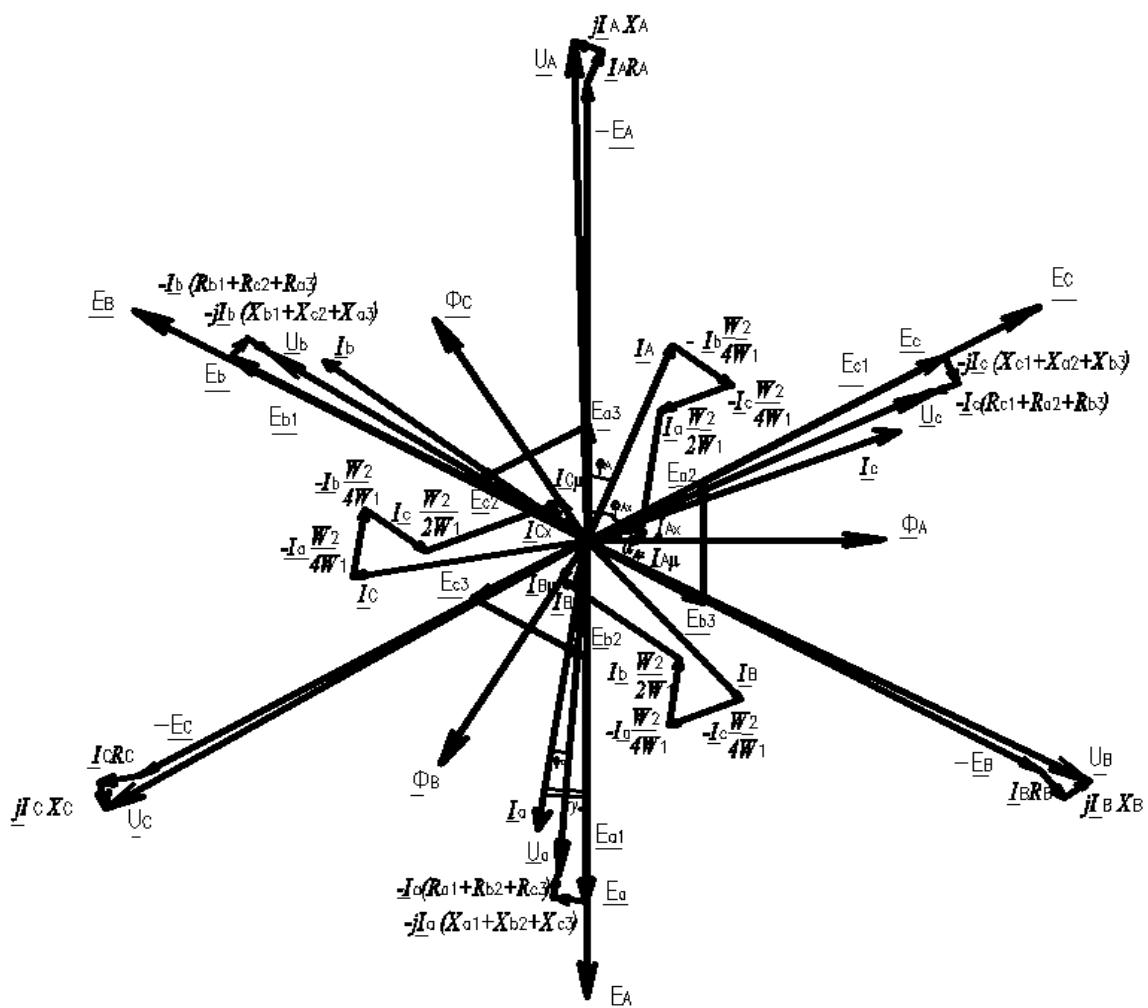


Рисунок 3. Векторная диаграмма напряжений, ЭДС и токов трехфазного трансформатора «звезда-двойной зигзаг с нулевым проводом»

2. Результирующее магнитное поле трансформатора и индуцируемые им ЭДС в обмотках не зависят от величины нагрузки, потому что изменение размагничивающего действия вторичной обмотки компенсируется пропорциональным изменением намагничивающего действия первичной обмотки. При этом вторичные ЭДС предложенного трансформатора на 25 % меньше, чем у трансформатора «звезда-звезда с нулевым проводом» с тем же количеством витков, что требует соответствующего увеличения количества витков у его вторичной обмотки для получения одинакового напряжения.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Трехфазный симметрирующий трансформатор с четной группой соединения обмоток: патент Респ. Беларусь 16008 / А.И. Зеленькович, В.М. Збродыга; заявитель Белор. гос. аграрный технический ун-т. –

№ а 20100121; заявл. 2010.02.01; опубл. 30.06.2012 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтелектуал. уласнасці. – 2012. – № 3. – С. 180-181.

2. Збродыга, В.М. Трехфазный симметрирующий трансформатор с четной группой соединения обмоток / В.М. Збродыга, А.И. Зеленькович // Наука – образованию, производству, экономике: матер. 11-й междунар. науч.-технич. конф. – Минск, 2013 г. / БНТУ; редкол. Б.М. Хрусталев [и др.]. – Минск, 2013. – Т. 1. – С. 62.

3. Збродыга, В.М. Применения трансформаторов со специальными схемами соединения обмоток для снижения несимметрии напряжений в сетях 0,4 кВ сельскохозяйственного назначения / В.М. Збродыга, А.И. Зеленькович // Наука – образованию, производству, экономике: матер. 12-й междунар. науч.-технич. конф., Минск, 2014 г./ БНТУ; редкол. Б.М. Хрусталев [и др.]. – Минск, 2014.

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 25.09.2017

УДК 631.371:620.9

МЕХАНИЗМ ДОГОВОРНЫХ ОТНОШЕНИЙ СЕЛЬСКИХ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ С ЭНЕРГОСИСТЕМОЙ

Н.Г. Королевич,

зав. каф. экономики и организации предприятий АПК БГАТУ, канд. экон. наук, доцент

Г. И. Янукович,

профессор каф. электроснабжения БГАТУ, канд. техн. наук, профессор

Показано несовершенство, с точки зрения качества электроснабжения, системы экономических взаимоотношений между поставщиками электроэнергии и сельскохозяйственными потребителями. Приведена методика расчета платежа за электроэнергию, включающая штрафные санкции за нарушение договорных обязательств.

Ключевые слова: электроэнергия, система электроснабжения, надежность, качество электроэнергии, ущерб, штраф.

The imperfection, in terms of the quality of electricity supply, the system of economic relations between electricity suppliers and agricultural consumers is shown. The methodology for calculating the payment for electricity, including penalties for violation of contractual obligations, is given.

Keywords: electricity, power supply system, reliability, quality of electricity, damage, penalty.

Введение

Система электроснабжения в республике является важнейшей составной частью производственной инфраструктуры сельского хозяйства, как в рамках предприятия, так и в масштабе республики, и во многом определяет качество его функционирования. В связи с расширением индустриальных способов производства сельскохозяйственной продукции возрастают требования к организации электроснабжения. В производство внедряются новые электрифицированные технологические процессы, оборудование и электроприборы. Это в значительной степени и связано с определенными затратами денежных средств и материалов. Как следствие, под

влиянием требований сельскохозяйственных потребителей электроэнергии как объектов обслуживания развивается система электроснабжения.

Одновременно функционирование системы электроснабжения предполагает учет и контроль за использованием электроэнергии, своевременное осуществление текущих платежей, соблюдение правил эксплуатации электрооборудования и сокращение перетоков энергии и потерь путем установки средств компенсации реактивной мощности.

В Республике Беларусь система экономических взаимоотношений между поставщиками электроэнергии и сельскохозяйственными потребителями требует совершенствования. В настоящее время экономический

механизм, позволяющий заинтересовать потребителей в сокращении потерь от некачественной электроэнергии, практически отсутствует. Для решения этого вопроса и обеспечения взаимовыгодного развития систем электроснабжения и сельскохозяйственного производства, как потребителя электроэнергии, необходимо скоординировать их взаимоотношения с соблюдением интересов и возможностей сторон.

При согласовании экономических взаимоотношений интересы потребителей должны быть преобладающими. Сельскохозяйственный потребитель заинтересован в качественном электроснабжении, а производитель – в развитии сельскохозяйственного производства, так как совершенствование коммуникаций, которые имеются на селе, значительно снижает затраты на содержание и эксплуатацию сетей.

Электроснабжающие организации и сельскохозяйственные предприятия являются технологически связанными элементами одной системы, производящей конечный продукт. От надежности электроснабжения, качества электроэнергии и стоимости ее передачи зависят количество, качество и себестоимость производимого продукта, и в конечном итоге – эффективность сельскохозяйственного производства.

Надежность электроснабжения за последние годы не повысилась, возрос недоотпуск электроэнергии, качество не отвечает существующим нормам, потери в сельских сетях относительно велики ввиду их протяженности и несоответствия сечения проводов нагрузке. Тем не менее, ответственность партнеров за соблюдение правил использования электроэнергии принижена ввиду отсутствия экономического механизма регулирования взаимоотношений.

Основная часть

В настоящее время условия и порядок отпуска электроэнергии потребителям определяются Правилами электроснабжения, утвержденными Постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 17.10.2011 года № 1394 [1] и разработанными в соответствии с Гражданским Кодексом Республики Беларусь [2] и другими нормативными правовыми актами, регламентирующими взаимоотношения сторон по договорам на снабжение электроэнергией.

Настоящие Правила определяют порядок взаимоотношений потребителей с энергоснабжающими организациями по заключению, исполнению, изменению, продлению и прекращению договоров электроснабжения, по условиям снабжения и пользования электрической энергией, организации расчетного учета электрической энергии, расчетам за электрическую энергию и ответственности сторон, составлению графиков ограничения и отключения потребителей электрической энергии и мощности, введению в действие режимов ограничения подачи электрической энергии и мощности, отключению электроустановок потребителей от электрических сетей, а также устанавливают порядок и определяют процедуру присоединения электроустановок потребителей к электрическим сетям.

Необходимость утверждения настоящих Правил обусловлена спецификой снабжения и пользования электрической энергией.

На основании Правил электроснабжения основным правовым документом, регулирующим взаимоотношения потребителя и электроснабжающей организации при снабжении электроэнергией, является договор, заключаемый на началах добровольности и равноправия сторон с учетом требований законодательных и иных нормативных актов, действующих на момент заключения договора.

Одним из законодательных актов, на основании которых разработаны и действуют Правила электроснабжения, а, следовательно, и договор, является Гражданский Кодекс Республики Беларусь [2].

В соответствии с Правилами электроснабжения электроснабжающая организация обязана обеспечить подачу электроэнергии потребителям в количестве, качестве и в сроки, предусмотренные условиями договора, а также поддерживать на границе балансовой принадлежности электросети значения показателей качества электроэнергии, обеспечивающие соблюдение требований стандартов. Показатели качества определяются согласно технической документации по контролю и анализу электроэнергии на границе балансовой принадлежности электросетей.

Если в результате регулирования режима потребления электрической энергии, осуществленного на основании законодательства, допущен перерыв в подаче электрической энергии абоненту, энергоснабжающая организация при наличии ее вины несет ответственность за неисполнение договорных обязательств. Однако электроснабжающая организация не несет имущественной ответственности перед потребителем за отпуск энергии повышенного или пониженного уровня напряжения против пределов, указанных в договоре, если потребитель не выдерживает заданные значения реактивной мощности, потребляемой из энергосистемы, и режимы работы компенсирующих установок.

При нарушении потребителем условий договора электроснабжения или требований настоящих Правил, в результате чего произошел недоотпуск электроэнергии другим потребителям или отклонение параметров качества электроэнергии, абонент возмещает электроснабжающей организации реальный ущерб с учетом сумм, выплаченных электроснабжающей организацией другим потребителям.

Потребитель обязан производить периодический контроль показателей качества электроэнергии, определяемых работой установок, а также производить мероприятия по улучшению качества энергии в своих сетях. К сожалению, данный механизм взаимоотношений не нашел практической реализации ввиду отсутствия заинтересованности, прежде всего, со стороны потребителей. Кроме того, он не в полной мере учитывает интересы электроснабжающих организаций.

При изучении перечисленных выше правовых документов в части соблюдения параметров качества электроснабжения авторами публикации были установлены существенные противоречия.

Так, в соответствии с утратившими к настоящему времени силу Правилами пользования электрической и тепловой энергией, утвержденными 1 февраля 1996 года, в случае допущения отклонения показателей качества энергии сверх допустимых пределов, возмещать убытки в размере 25 % стоимости такой электроэнергии обязана была только снабжающая организация. На потребителя также возлагалась ответственность за обеспечение качества электроэнергии, однако в каком размере и какие санкции к нему должны предъявляться в случае допуска отклонений параметров сверх допустимых пределов, Правила 1996 года не сообщали. В настоящих Правилах электроснабжения об этом также ничего не сказано.

В действующих Правилах электроснабжения говорится, что при подаче абоненту электрической энергии несоответствующего качества (с отклонениями от установленных в договоре электроснабжения параметров) энергоснабжающая организация возмещает причиненный абоненту реальный ущерб. Потребитель также возмещает электроснабжающей организации реальный ущерб при нарушении условий договора электроснабжения или требований настоящих Правил, в результате чего произошел недоотпуск электроэнергии другим потребителям или отклонение параметров качества электроэнергии. Однако, как исчисляется этот реальный ущерб, в Правилах не говорится.

Согласно Гражданскому Кодексу Республики Беларусь, потребитель имеет право отказаться от оплаты некачественной электроэнергии (статья 513 «Качество электроэнергии»). Подобная мера не предусмотрена Правилами и договором о снабжении электрической энергией.

Кроме того, договор предписывает по качеству электрической энергии соблюдение действующего законодательства. Какие правовые акты необходимо выполнять, в договоре не говорится.

Таким образом, подобные разногласия в данных правовых документах свидетельствуют об отсутствии серьезной правовой базы при формировании договорных отношений между потребителями электроэнергии и энергоснабжающей организацией в вопросах качества электроэнергии, игнорировании этой проблемы и, как следствие, усугублении негативной ситуации в сфере соблюдения параметров качества электроснабжения, что ведет к росту ущерба в народном хозяйстве.

Необходимо отметить несовершенство договора с точки зрения качества электроснабжения потребителей электрической энергии.

Так, в пункте 2.1.2 договора сказано, что электроснабжающая организация обязана поддерживать на границе балансовой принадлежности электрических сетей показатели качества электрической энергии в соответствии с действующим законодательством. Пункт 2.2.8 договора также гласит, что и потребитель обязан поддерживать на своей границе балансовой принадлежности электрической сети показатели качества электрической энергии. В случаях неисполнения или ненадлежащего исполнения обяза-

тельств по настоящему договору, сторона, нарушившая обязательство, обязана возместить причиненный реальный ущерб при наличии ее вины в соответствии с условиями договора и действующим законодательством (пункт 5.1). В пункте 3.1.4 сказано, что электроснабжающая организация может прекратить подачу электроэнергии потребителю в случае снижения показателей качества электрической энергии до значений, нарушающих нормальное функционирование электроустановок электроснабжающей организации и других потребителей. Однако в договоре ничего не сказано о правах потребителя в случае нарушения показателей качества электроэнергии по вине электроснабжающей организации.

В пункте 2.2 договора «Обязанности потребителя» не упоминается об обязательной установке средств для необходимых замеров показателей качества электроэнергии. Представляется целесообразным внести в данный раздел обязательства потребителей по установке и обеспечению эксплуатационной готовности приборов контроля качества электроэнергии, а также передачи энергоснабжающей организации показаний данных приборов. Кроме того, в раздел 4 «Форма расчета и порядок оплаты» требуется ввести уплату взаимной компенсации за допущение отклонений параметров качества сверх допустимых пределов и уплату штрафа за самовольное присоединение к сети без использования средств контроля качества электроэнергии.

На наш взгляд, система экономических взаимоотношений между потребителями и электроснабжающей организацией Российской Федерации является более рациональной, поскольку дифференцирует скидки (надбавки) к тарифу в зависимости от качества электроэнергии. Скидки и надбавки за качество электроэнергии в Российской Федерации при расчетах с потребителем применяются в соответствии с «Инструкцией о порядке расчетов за электрическую и тепловую энергию» [3], которая служит законным основанием для регулирования взаимоотношений производителей и потребителей электроэнергии. Виновная в снижении качества электроэнергии сторона определяется «Правилами применения скидок и надбавок к тарифам за качество электроэнергии», утвержденными Главгосэнергонадзором России. Однако механизм ответственности партнеров также практически не реализуется. Существующие санкции со стороны сельскохозяйственных предприятий незначительны, не имеют силы закона и не выполнимы, так как в договорах отсутствуют конкретные показатели.

Современные рыночные условия диктуют необходимость обеспечения экономического равенства партнеров. Таким образом, при выполнении договорных обязательств взаимные штрафные санкции должны в полной мере компенсировать неполученную выгоду (ущерб) потерпевшей стороны.

На наш взгляд, платеж потребителя (П) помимо платы по тарифу должен включать и штрафные санкции за нарушение договорных обязательств, равные сумме убытков, понесенных партнерами [3]. В обобщенном виде это можно представить формулой

$$P = TW \pm \sum Y, \quad (1)$$

где T – тарифная ставка, руб./кВт·ч;

W – количество потребленной электроэнергии, кВт·ч;

$\sum Y$ – сумма убытков партнеров: со знаком "+" – в случае потерь производителя по вине потребителя; "-" – потребителя по вине производителя, руб.

Убытки потребителя и электроснабжающей организации возникают из-за некачественной работы партнера, а также по своей вине из-за собственных нарушений в работе.

Так, потребитель по вине электроснабжающей организации несет убытки (Y') от перерывов в электроснабжении (Y'_τ) и от ухудшения качества электроэнергии ($Y'_{\text{в}}$) в стоимостном выражении:

$$Y' = Y'_\tau + Y'_{\text{в}}. \quad (2)$$

Кроме того, величина убытка потребителя помимо качества электроснабжения зависит от размера предприятия, урожайности сельскохозяйственных культур, продуктивности животных и ряда других факторов. Если обратиться к регрессионной модели ($Y'_{\text{в}}$) для i -го предприятия и j -й составляющей убытка, то можно получить функцию зависимости убытка от показателей качества электроснабжения (x_1), размера предприятия (x_2) и продуктивности животных или урожайности сельскохозяйственных культур (x_3):

$$Y'_{\text{в}} = f(x_1, x_2, x_3). \quad (3)$$

Энергоснабжающая организация несет убытки (Y'') при перерывах снабжения (Y''_τ), задержке платежа за пользование электроэнергией ($Y''_{\text{пл}}$), нарушений правил эксплуатации сетей потребителем ($Y''_{\text{эк}}$) и при ограничении размера тарифа, от неэкономичной конфигурации сетей и малой загруженности силового электрооборудования (Y''_3)

$$Y'' = Y''_\tau + Y''_{\text{пл}} + Y''_{\text{эк}} + Y''_3 \quad (4)$$

Данный механизм компенсирования убытков позволил бы партнерам более ответственно подходить к вопросам качественного электроснабжения и потребления электроэнергии.

В ГОСТ 13109-97 были приведены наиболее вероятные виновники ухудшения качества электроэнергии в электросетях. Так, основным виновником изменения напряжения считалась электроснабжающая организация. При колебаниях напряжения и возникновении фликера наиболее вероятным виновником ухудшения этих показателей является потребитель с переменной нагрузкой. Виновником ухудшения синусоидальности напряжения и коэффициентов п-ой гармонической составляет напряжение вероятнее всего может быть потребитель с нелинейной нагрузкой, а ухудшения коэффициентов несимметрии напряжений по обратной и нулевой последовательности – потребитель с несимметричной нагрузкой. Электроснабжающая организация является наиболее вероятным виновником ухудшения показателей отклонения частоты, провала напряжения, импульсного напряжения, коэффициента временного перенапряжения. Эти же виновники ухудшения качества электроэнергии остаются и сейчас.

Таким образом, согласно ранее действующему стандарту, можно было сделать вывод, что в электросетях качество электроэнергии может ухудшаться, как по вине электроснабжающей организации, так и по вине потребителей. А так как электросети состоят из совокупности взаимосвязанных между собой потребителей электроэнергии (P) и электроснабжающей организации (ЭСО) (рис. 1), то из этого следует, что в случае использования потребителем некачественной электроэнергии, виновником ее ухудшения может быть не только электроснабжающая организация, но и другой потребитель.

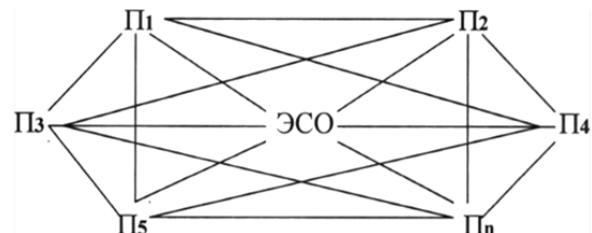


Рисунок 1. Схема взаимосвязи потребителей и электроснабжающей организации

Итак, взаимоотношения потребителей и электроснабжающей организации относительно качества электроэнергии и качества электроснабжения в целом не ограничиваются двумя переменными: потребитель – электроснабжающая организация, а составляет систему из n переменных: «потребитель – электроснабжающая организация – другие потребители».

При компенсации ущерба от некачественного электроснабжения возможны три ситуации:

- 1) виновен и должен оплатить штраф потребитель;
- 2) виновна и должна оплатить штраф электроснабжающая организация;
- 3) виновны и потребитель, и электроснабжающая организация.

В каждой из перечисленных выше ситуаций, пострадавшей от ухудшения качества электроснабжения, является не одна сторона. Так, если виновником возникновения некачественной электроэнергии стал какой-то один потребитель, то ущерб от этого несет не только электроснабжающая организация, но и другие потребители. Следовательно, плата за электроэнергию должна учитывать штраф, в размере, компенсирующем ущерб, нанесенный и электроснабжающей организацией и другим потребителям.

Рассмотрим каждую ситуацию в отдельности.

Ситуация 1. В ухудшении качества электроснабжения виновен какой-то отдельный потребитель.

1. В этом случае виновный в ухудшении качества электроэнергии и качества электроснабжения потребитель платит следующую сумму:

$$P_{\text{в.п.}} = TW + \sum_{i=1}^{n-1} X_i + Y, \quad (5)$$

где W – количество потребленной электроэнергии, кВт·ч;

T – тарифная ставка, руб./кВт·ч;

X_i – ущерб, нанесенный другому потребителю, руб.;

Y – ущерб, нанесенный электроснабжающей организацией, руб.;

n – количество потребителей, потребляющих некачественную электроэнергию.

При этом

$$X_i = X'_i + X''_i, \quad (6)$$

где X'_i – ущерб, нанесенный другому потребителю в результате ухудшения качества электроэнергии, руб.;

X''_i – ущерб, нанесенный другому потребителю перерывами в электроснабжении, руб.

$$Y = Y' + Y'', \quad (7)$$

где Y' – ущерб, нанесенный электроснабжающей организацией в результате ухудшения качества электроэнергии, руб.;

Y'' – ущерб, нанесенный электроснабжающей организацией перерывами в электроснабжении, руб.

Таким образом, потребитель, виновный в ухудшении качества электроэнергии и качества электроснабжения, помимо обязательной платы за использованную электроэнергию по тарифу, платит штраф

$\sum_{i=1}^{n-1} X_i + Y$, в размере, возмещающем нанесенный ущерб другим потребителям и электроснабжающей организации.

2. Пострадавший от потребления некачественной электроэнергии и некачественного электроснабжения потребитель платит следующую сумму:

$$\Pi_{\text{п.п.}} = TW - X, \quad (8)$$

где X – ущерб пострадавшего потребителя от некачественной электроэнергии и перерывов в электроснабжении, нанесенный другими потребителями.

Таким образом, обязательная плата по тарифу за использованную электроэнергию уменьшена на размер (X) нанесенного ущерба.

3. Пострадавшая от некачественной электроэнергии и перерывов в электроснабжении электроснабжающая организация получает сумму, исчисленную по следующей формуле:

$$\Pi_{\text{ко}} = TW + \sum_{i=1}^{n-1} X_i - \sum_{i=1}^{n-1} X_i + Y, \quad (9)$$

где $\sum_{i=1}^{n-1} X_i$ – полученный штраф от виновных потребителей, руб.;

$\sum_{i=1}^{n-1} X_i$ – распределенная компенсация между по-

страдавшими потребителями, возмещение ущерба другим потребителям, получившим некачественную электроэнергию, руб.

В этом случае электроснабжающей организации начисляется штраф-компенсация. Однако, учитывая, что она непосредственно и распределяет эту сумму, формула несколько изменяется. В конечном счете сумма компенсации электроснабжающей организации рассчитывается следующим образом:

$$\Pi_{\text{ко}} = TW + Y, \quad (10)$$

где Y – компенсация нанесенного электроснабжающей организацией ущерба, руб.

Ситуация 2. В ухудшении электроснабжения виновна электроснабжающая организация.

В этом случае она получает от потребителей следующую плату:

$$\Pi_{\text{ко}} = TW - \sum_{i=1}^n X_i, \quad (11)$$

то есть обязательная плата за электроэнергию уменьшена на размер компенсации ущерба потребителям, получившим некачественную электроэнергию;

пострадавшие потребители при этом платят сумму, уменьшенную на размер X нанесенного ему ущерба:

$$\Pi_{\text{п.п.}} = TW - X. \quad (12)$$

Ситуация 3. В ухудшении электроснабжения виновен и потребитель и электроснабжающая организация.

В этом случае виновный в ухудшении качества электроэнергии и перерывах в электроснабжении потребитель платит следующую сумму:

$$\Pi_{\text{в.п.}} = TW + \sum_{i=1}^{n-1} X_i + Y - X_{\text{ко}}, \quad (13)$$

где $X_{\text{ко}}$ – ущерб, нанесенный потребителю электроснабжающей организацией, руб.

Значит, ему необходимо заплатить другим по-

страдавшим потребителям и электроснабжающей организацией штраф $\sum_{i=1}^{n-1} X_i + Y$ и уменьшить обяза-

тельную плату по тарифу TW на размер компенсации собственного ущерба ($X_{\text{ко}}$), нанесенного ему электроснабжающей организацией.

Виновная в ухудшении качества электроэнергии электроснабжающая организация получает следующую плату:

$$\Pi_{\text{ко}} = TW + \sum_{i=1}^{n-1} X_i - \sum_{i=1}^{n-1} X_i + Y - \sum_{i=1}^n X_i, \quad (14)$$

где $\sum_{i=1}^{n-1} X_i$ – распределенная штраф-компенса-
ция, следовательно, в чистом виде:

$$\Pi_{\text{ко}} = TW + Y - \sum_{i=1}^n X_i. \quad (15)$$

При этом пострадавшие потребители платят:

$$\Pi_{\text{п.п.}} = TW - X. \quad (16)$$

Таким образом, штраф (Ш) за некачественное электроснабжение состоит из двух частей: штраф, компенсирующий ущерб электроснабжающей организаций (Y), и штраф, компенсирующий ущерб дру-

гих потребителей $\sum_{i=1}^{n-1} X_i$.

$$III_n = \sum_{i=1}^{n-1} X_i + Y, \quad (17)$$

или

$$III_n = \sum_{i=1}^{n-1} (X'_i + X''_i) + (Y' + Y''). \quad (18)$$

Следовательно, для потребителя, виновного в ухудшении качества электроэнергии, штраф, компенсирующий ущерб от некачественной электроэнергии (III'):

$$III'_n = \sum_{i=1}^{n-1} X'_i + Y'. \quad (19)$$

Для электроснабжающей организации – это

$$III_{\text{эо}} = \sum_{i=1}^n X'_i. \quad (20)$$

Обеспечение необходимого качества электроэнергии требует контроля над режимами напряжения и условиями работы сети, а также осуществления соответствующих мероприятий по их улучшению.

В настоящее время не уделяется должного внимания сбору, анализу и обобщению информации о нагрузках и напряжениях в сетях сельских потребителей.

Такое положение объясняется в основном условиями сельской местности, отсутствием квалифицированного персонала, соответствующих измерительных приборов. Кроме того, по большинству показателей качества электроэнергии не отработаны способы проведения необходимых измерений, и практический опыт их контроля в эксплуатируемых сетях отсутствует. В некоторых случаях показатели определяются расчетным путем. Как следствие, сбор и контроль данной информации осуществить сложно. Затраты на получение информации и соблюдение нормированных показателей качества значительные.

Стремление к точной калькуляции издержек, соизмерению ущербов и ответственности за них в современной деловой практике делает показатели качества электроэнергии факторами, важными для предприятий. Оплачивая электроэнергию по односторонне принимаемым тарифам, да еще и с учетом индексации, не имея возможности выбирать поставщика электроэнергии, потребитель вправе потребовать ее качества.

В сложившейся ситуации актуальным является использование экономически обоснованных систем возмещения ущербов и снижения некачественной электроэнергии. Существуют два направления решения данной проблемы:

- 1) оплата штрафов-компенсаций (III') в размере нанесенного ущерба;
- 2) проведение мероприятий (M') по обеспечению нормированных показателей качества электроэнергии.

При условии, когда $III' > M'$ целесообразным является выбор второго направления. Если $III' < M'$, то партнерам дешевле оплачивать штрафы за ухудшение качества электроэнергии, чем проводить мероприятия по ее улучшению. Актуальность решения этой проблемы обусловлена также значительным влиянием некачественной электроэнергии на эффективность производства продукции.

Вместе с тем необходимо отметить, что в настоящее время уже имеется возможность оперативного дистанционного контроля электрических нагрузок с применением электронных средств электроучета с измерением показателей качества электроэнергии. Для этого должна быть внедрена технико-экономически обоснованная система АСКУЭ, позволяющая также оперативно выявлять виновников нарушения качества электроэнергии.

Заключение

В настоящее время в Республике Беларусь система экономических взаимоотношений между поставщиками электроэнергии и сельскохозяйственными потребителями строятся на основании договора о снабжении электрической энергией, который имеет ряд недостатков:

- договор не согласуется со статьей 513 «Качество электроэнергии» Гражданского Кодекса Республики Беларусь;
- отсутствуют требования к сторонам по обеспечению показателей качества электроэнергии на требуемом уровне;
- ссылается на отмененный стандарт – ГОСТ 13109-97.

Разработана методика расчета платежа за электроэнергию, включающая штрафные санкции за нарушение договорных обязательств, равные сумме убытков, понесенных партнерами в зависимости от того, кто из них виновен: потребитель, электроснабжающая организация или потребитель и электроснабжающая организация одновременно.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Правила электроснабжения: пост. Совета Министров Респ. Беларусь от 17.10.2011 № 1394. – Мн: Энергопресс, 2016. – 170 с.
2. Гражданский кодекс Республики Беларусь. – Мн.: Амалфея, 2013. – 768 с.
3. Методические указания по расчету регулируемых тарифов и цен на электрическую (тепловую) энергию на розничном (потребительском) рынке (с изменениями на 16 сентября 2014 г): приказ Федеральной службы России по тарифам от 6 августа 2004 г. № 20-э/2.

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 30.06.2017

УДК 636.2.034

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ МОЛОЧНОГО СКОТОВОДСТВА В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Н.Ф. Корсун,

*доцент каф. информационных технологий и моделирования экономических процессов БГАТУ,
канд. экон. наук, доцент*

М.М. Кондревская,

ассистент каф. информационных технологий и моделирования экономических процессов БГАТУ

Правильное, экономически обоснованное комплексное решение проблемы организации производства молока предполагает разработку системы организационных, финансово-экономических и агротехнологических мероприятий по повышению эффективности производства молока, улучшению качества и снижению себестоимости единицы продукции. В связи с этим возникает необходимость комплексного исследования состояния и направлений развития производства молока, определения основных путей рационального использования материально-технической базы, природных ресурсов кормопроизводства, снижения энергоресурсоемкости и выявления резервов повышения эффективности данной отрасли.

Ключевые слова: эффективность, интенсификация, кормопроизводство, оптимизация, рентабельность, сбалансированность, генетический потенциал, ресурсосберегающие технологии

A correct, economically justified comprehensive solution to the problem of organizing milk production involves the development of a system of organizational, financial, economic and agro-technological measures to improve the efficiency of milk production, quality and reduce unit costs. In this regard, there is a need for a comprehensive study of the state and trends in the development of milk production, determining the main ways of rational use of the material and technical base, natural resources of feed production, reducing energy resource intensity and identifying reserves to improve the efficiency of this sector.

Keywords: efficiency, intensification, fodder production, optimization, profitability, balance, genetic potential, resource-saving technologies.

Введение

В условиях рыночной экономики возникает необходимость новых подходов к решению задач совершенствования оценки эффективности производства молока путем комплексного изучения условий, факторов и механизмов устойчивого функционирования сельскохозяйственных товаропроизводителей, а также организационно-экономического механизма отрасли.

Повышение продуктивности отрасли и увеличение производства молока обеспечили продовольственную безопасность страны в молочной продукции. Молочная отрасль, ежедневно поставляя на рынок продукцию, дает возможность субъектам хозяйствования укреплять свое финансовое и экономическое состояние. Целесообразно отметить и такой важный аспект молочной отрасли и в целом скотоводства, как обеспечение земледелия органическими удобрениями, что оказывает положительное влияние на плодородие почв, интенсификацию отраслей растениеводства и кормопроизводства.

Дальнейшее увеличение производства молока, необходимое для удовлетворения спроса населения, обеспечения его молоком и молочными продуктами в соответствии с научно обоснованными физиологиче-

скими нормами, а также значительное увеличение экспортных поставок невозможно без перевода молочного скотоводства на индустриально-промышленную основу. На мелких фермах практически невозможно с высоким экономическим эффектом внедрить индустриальные методы производства молока, прогрессивную технологию, использовать высокопроизводительные машины и современное оборудование, рассчитанное на крупные фермы промышленного типа, новейшие системы содержания скота, научную организацию труда и производства.

Интенсификация молочного скотоводства является главным фактором увеличения производства продукции и повышения эффективности отрасли на хозяйственном уровне.

При примерно одинаковом годовом расходе кормов на корову, даже учитывая их удорожание за счет увеличения потребления концентратов (комбикормов), надой молока на одну корову в 2015 году составил: в среднем по Республике Беларусь – 4765 кг, в Гродненской области – 5239 кг (на 10,0 % выше среднереспубликанского уровня), Брестской – 5108 кг (на 7,2 % выше) и Могилевской – 5120 кг (на 7,5 % выше), в Минской – 4875 кг (на 2,3 % выше) и Гомельской – 4857 кг

(на 1,9 % выше), в Витебской – 3973 кг (на 16,6 % ниже среднереспубликанского уровня) [1].

Для выхода на высокие производственно-экономические показатели в последние годы отрасль модернизируется, строятся новые объекты с ориентацией на использование инноваций, принимаются оптимальные решения по интенсификации, концентрации, специализации производства, повышению производительности труда и окупаемости затрат.

Цель настоящей работы – выявить основные факторы, влияющие на эффективность производства молока, и определить пути ее повышения.

Основная часть

Основным направлением совершенствования организации молочного скотоводства является интенсификация. Большинство ученых понимают под интенсификацией форму расширенного воспроизводства, при которой на основе дополнительных вложений происходит увеличение производства продукции при одновременном повышении его экономической эффективности. В молочном скотоводстве основным объектом приложения живого и овеществленного труда служат сельскохозяйственные животные. В силу этого интенсификация должна характеризоваться дополнительными вложениями средств труда в одно и то же поголовье в целях увеличения производства продукции при сокращении затрат труда и средств на единицу продукции. Основной смысл интенсификации состоит в том, что рост продукции обеспечивается за счет увеличения ее выхода от одной головы. Интенсификация молочного скотоводства проявляется, прежде всего, в повышении производительности коров.

Одним из основных показателей уровня интенсивности в молочном скотоводстве является расход кормов на одну голову. Как правило, хозяйства с более интенсивным уровнем кормления вкладывают больше средств в расчете на одну корову и получают более вы-

сокую их продуктивность. Интенсификацию отрасли молочного скотоводства следует начинать с укрепления и совершенствования кормовой базы. Имеется в виду улучшение качественного состава рационов, обеспечение их полноценным переваримым протеином, минеральными веществами и микроэлементами.

Однако рост экономической эффективности наблюдается не при всяком повышении уровня кормления, а только в тех случаях, когда рост продуктивности скота значительно опережает дополнительный расход кормов.

Важнейшими факторами и условиями повышения производительности труда и эффективности в молочном скотоводстве являются:

- переход к новым более прогрессивным технологиям, системам организации производства и труда;
- улучшение породных и племенных признаков животных, при значительном повышении обеспеченности их высококачественными кормами достаточно-го объема [2, с. 28].

Для выявления основных факторов повышения эффективности производства молока в Республике Беларусь авторами публикации была построена экономическая группировка по 188 сельскохозяйственным организациям Брестской области, специализирующемся по производству молока. В качестве группировочного признака была выбрана рентабельность производства молока. Показателями, характеризующими группы, являются плотность поголовья коров на 100 га сельхозугодий, среднегодовая продуктивность одной головы, производство молока на 100 га сельхозугодий, расход кормов на 1 голову и на 1 ц продукции (ц к. ед.), расход концентрированных кормов на 1 голову и на 1 ц продукции (ц к. ед.), уровень специализации, себестоимость производства 1 ц молока (табл. 1).

Число групп в экономической группировке рассчитано по следующей формуле:

$$n = 1 + 3,332 \lg N .$$

Таблица 1. Рентабельность производства молока в сельскохозяйственных организациях Брестской области

Группа	Диапазон по рентабельности производства, %		Число предприятий	Плотность поголовья, гол. на 100 га с/х угодий	Продуктивность, ц	Производство молока на 100 га, ц	Расход кормов на 1 голову, ц к. ед.	Расход кормов на 1 ц продукции, ц к. ед.	Расход концентратов на 1 голову, ц к. ед.	Расход концентратов на 1 ц продукции, ц к. ед.	Уровень специализации, %	Себестоимость производства 1ц, тыс. руб./ц
	мин	макс										
1	-12,88	-2,82	13	20	37,14	759,83	50,24	1,38	9,59	0,25	50,02	404,03
2	-2,82	7,25	29	18	39,97	740,08	49,91	1,26	10,46	0,25	50,50	372,19
3	7,25	17,31	51	23	44,56	1020,78	53,85	1,23	13,32	0,30	53,40	352,34
4	17,31	27,37	44	26	49,83	1293,46	55,19	1,13	15,26	0,30	58,11	335,86
5	27,37	37,43	32	26	56,76	1506,72	57,93	1,04	17,82	0,31	59,29	319,14
6	37,43	47,49	10	26	58,94	1580,32	56,54	1,00	17,03	0,28	56,15	294,74
7	47,49	57,55	7	26	67,94	1787,91	60,68	0,91	21,60	0,32	60,69	287,70
8	57,55	67,61	2	25	79,42	1940,43	73,39	0,93	36,48	0,46	62,76	270,05

Оптимальным оказалось число групп, равное 8. Исходная информация была отсортирована по возрастанию группировочного признака.

На основании анализа результатов построенной экономической группировки было установлено, что рентабельность производства молока повышается с увеличением плотности поголовья, среднегодовой продуктивности животных, расхода кормов на 1 голову, в том числе концентрированных кормов. Положительная рентабельность производства молока в данной группировке наблюдается при среднегодовом уровне кормления свыше 53 ц к. ед. на 1 голову. Рост рентабельности производства молока сопровождается также снижением расхода кормов на 1 ц продукции с 1,38 ц к. ед. до 0,91-0,93 ц к. ед. в группе хозяйств с наилучшей рентабельностью при одновременном увеличении расхода концентрированных кормов на 1 ц молока (с 0,25 ц к. ед. в первой группе до 0,46 ц к. ед. в последней группе передовых хозяйств). Самая высокая рентабельность производства молока в диапазоне 57,55-67,61% была достигнута при наибольшем по всей изучаемой совокупности расходе кормов на одну голову – 73,39 ц к ед., в том числе концентрированных кормов – 36,48 ц к. ед. При этом в данных хозяйствах самые высокие показатели объема производства молока (1940,4 ц) на 100 га сельскохозяйственных угодий и самая низкая себестоимость 1 ц продукции (270 тыс. руб./ц).

Также в группировке прослеживается устойчивая тенденция роста рентабельности при повышении уровня специализации хозяйств по производству молока. Специализация сельскохозяйственного предприятия означает сосредоточение его деятельности на производстве одного или нескольких видов конкурентоспособной товарной продукции, для производства которых здесь имеются наилучшие условия. Специализация сельскохозяйственных предприятий способствует сокращению количества товарных отраслей, увеличению объема их производства и повышению прибыли (чистого дохода).

К специализированным относят предприятия с главной отраслью, на долю которой приходится свыше 50 % всей товарной продукции, а также предприятия, имеющие две основные отрасли, доля каждой из которых составляет не менее 25 %. Все остальные хозяйства (имеющие три и более основных отраслей) относятся к многоотраслевым (неспециализированным).

Общая тенденция такова: чем больше отраслей в хозяйстве, тем сложнее управление, и тем меньше их размеры, больше различных технических средств и опытных работников необходимо для их обслуживания и тем больше предпосылок для снижения эффективности производства [3, с. 22].

Экономическое содержание специализации проявляется в общественном разделении труда и территориальном размещении сельскохозяйствен-

ного производства. Эти процессы взаимообусловлены, происходят постоянно и проявляются в разных формах. Целью специализации сельскохозяйственных предприятий являются повышение выхода товарной продукции и снижение ее себестоимости за счет более эффективного использования производственных ресурсов.

Так, данные табл. 1 свидетельствуют о том, что с увеличением уровня специализации хозяйств снижается себестоимость 1 ц молока и повышается эффективность производства продукции.

Заключение

Таким образом, проведенные исследования показывают, что дальнейшее увеличение и повышение эффективности производства молока тесно связано с ростом уровня интенсификации, углублением специализации и концентрации производства. Перспективное развитие скотоводства предполагает необходимость совершенствования генетического потенциала животных и кормовой базы, снижение себестоимости и удельных затрат кормов.

Имеют место разные факторы, отрицательно влияющие на уровень рентабельности производства молока. Наиболее существенные из них – качество и цена кормов. Корм, как известно, основа здоровья животных, продуктивности и экономики молочного скотоводства. Проблема с количеством кормов не стоит так остро, как с качеством. Поэтому дальнейшее совершенствование кормовой базы, обеспечение животных полноценными и качественными кормами, рациональное использование всех видов ресурсов, в том числе земельных, материальных, трудовых, оптимальное соотношение между поголовьем животных и ресурсами кормов являются наиболее важными факторами повышения рентабельности и конкурентоспособности продукции молочного скотоводства.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Социально-экономические показатели Республики Беларусь. Официальная статистика // Национальный стат. комитет Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – 2015. – Режим доступа: http://www.belstat.gov.by/ofitsialnaya-statistika/publications/izdania/public_compilation/index_6343/. – Дата доступа: 21.06.2017.
2. Бусел, И.П. Организация сельскохозяйственного производства / И.П. Бусел. – Минск: Літаратура і Мастацтва, 2011. – 272 с.
3. Леньков, И.И. Моделирование и прогнозирование экономики агропромышленного комплекса / И.И. Леньков. – Минск: БГАТУ, 2011. – 228 с.

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 28.06.2017

УДК 332.33

ФАКТОРЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ ЗЕМЕЛЬНЫМИ РЕСУРСАМИ

Н.В. Зось-Киор,*профессор каф. менеджмента и логистики Полтавского Национального технического университета им. Ю. Кондратюка, докт. экон. наук, профессор (г. Полтава, Украина)***В.М. Синельников,***декан факультета предпринимательства и управления БГАТУ, канд. экон. наук, доцент***К.О. Брижань,***магистр Полтавского Национального технического университета им. Ю. Кондратюка (г. Полтава, Украина)*

В статье представлена методика расчета и прогноз показателей социальной эффективности управления земельными ресурсами. Актуальность исследования определяется тем, что применена авторская методика паритетности социальной, экономической и экологической эффективности от использования земельных ресурсов. Данная методика апробирована при прогнозировании использования земельных угодий Украины, как государства, которое имеет большой потенциал их использования с мировым влиянием на продовольственные рынки.

Ключевые слова: управление, социальная эффективность, критерии, земельные ресурсы, прогноз, товарное производство.

The article presents a methodology for calculating and forecasting indicators of social efficiency of land management. The relevance of the study is determined by the fact that the author's methodology of parity of social, economic and environmental efficiency is applied, from the use of land resources. This methodology has been tested in forecasting the use of land in Ukraine, as a state that has an extremely large potential for their use with global influence on food markets.

Keywords: management, social efficiency, criteria, land resources, forecast, commodity production.

Введение

Перспективы управления земельными ресурсами аграрного сектора экономики в современных условиях хозяйствования имеют короткий горизонт прогнозирования. Это явление объясняется усилением влияния глобализации на все сферы существования современного общества, в том числе и на земельные отношения. Поэтому, принимая во внимание современные общие тенденции развития мировой экономики, ее аграрного сектора и землепользования, в частности, более достоверным является сценарное моделирование при разработке прогнозов социальной, экономической и экологической эффективности управления земельными ресурсами сельскохозяйственного назначения. Для демонстрации возможности использования предлагаемой методики были проведены исследования на примере земель Украины, как государства, которое имеет большой потенциал их использования с мировым влиянием на продовольственные рынки и низкий уровень социальных стандартов [1, 2].

Основная часть

В земледелии на принятие решений, которые касаются технологий, кроме экономических и экологических, влияют, как минимум, две категории социальных факторов: макросоциальные – принадлежат к

структурным, что находятся вне зоны контроля хозяйственника; микросоциальные – непосредственно те, которые касаются действий хозяйствующих субъектов [3-6].

Основой формирования социальной эффективности является экономическая эффективность. Ведь лишь созданный в процессе экономической деятельности экономический эффект является источником удовлетворения всего спектра социальных потребностей населения [7-9]. Поэтому объективно существует такая зависимость: чем выше экономическая эффективность, тем, при одинаковых прочих условиях, будет выше и социальная эффективность и наоборот. Между этими видами эффективности существует и обратная связь: вместе с повышением социальной эффективности растет производительность труда работников, а, следовательно, и экономическая эффективность производства, то есть в этом случае действует мультипликативный рычаг [10-13]. Данную закономерность целесообразно использовать при оценке эффективности управления земельными ресурсами. Принимая во внимание разновариантность подходов к показателям и определению уровня социальной эффективности управления земельными ресурсами, предлагается ее авторская методика.

Из генеральной совокупности показателей социальной эффективности управления земельными ресурсами целесообразно выделить такие, которые яв-

ляются важным аналитическим материалом на национальном уровне [8].

Учитывая вышеупомянутое и принимая во внимание авторские рассуждения и экспертную оценку, представим систему критериев оценки уровня социальной эффективности управления земельными ресурсами аграрного сектора экономики (рис. 1).

Рассмотрение методических принципов социальной эффективности управления земельными ресурсами дало возможность предложить ее расчет по критериям – «производительность», «мотивация», «стабильность». Определенные критерии и показатели являются динамическими, поскольку ориентируются на разную базу эталонных показателей, зависящих от уровня интенсификации и активности агентов земельных интересов. Уровень социальной эффективности управления земельными ресурсами при этом рассматривался как обеспечение населения продуктами питания и паритетных доходов сельских жителей за счет рационального использования земли.

С учетом упомянутого выше, проведена оценка

влияний показателей экономической эффективности управления земельными ресурсами в Украине по данным 2014 г. в соответствии с моделью определения прогнозных значений.

Пусть λ – произвольный показатель. Он определяет две функции при множестве всех показателей. Функция $f_\lambda(a_{ijk})$ равняется 1, если изменение показателя λ вызывает изменение показателя a_{ijk} и равняется 0, если связи между показателями λ и a_{ijk} отсутствует. Функция $g_\lambda(a_{ijk})$ определяет коэффициент регрессии показателя a_{ijk} на показатель λ . Тогда при изменении показателя λ на величину Δ_λ , изменение интегральной эффективности управления земельными ресурсами определяется равенством

$$\Delta = \sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^3 \beta_{ij} \sum_{k=1}^5 \alpha_{ijk} f_\lambda(a_{ijk}) g_\lambda(a_{ijk}) \Delta_\lambda. \quad (1)$$

Для успешного графического и формализированного представления элементов модели предложены следующие условные обозначения:

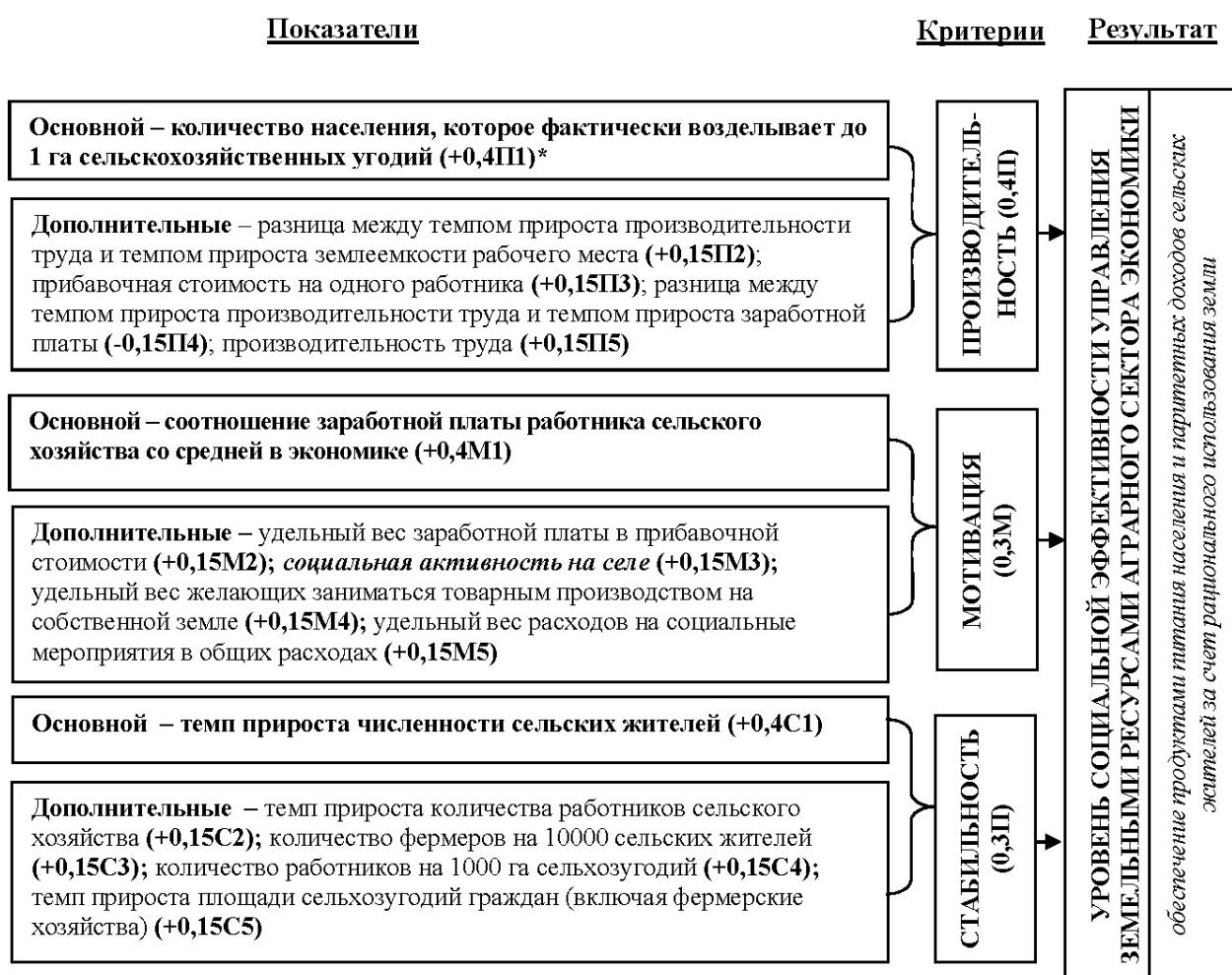


Рисунок 1. Система критериев и показателей оценки уровня социальной эффективности управления земельными ресурсами аграрного сектора экономики (разработано авторами с использованием результатов экспертной оценки)

*+0,40 означает, что показатель имеет весомость 0,40 и является стимулятором («–» – дестимулятором)

I. Экономическая эффективность:

1.1. *Землеотдача (3):* прибавочная стоимость на 1 га сельхозугодий (31); масса прибыли на 1 га сельхозугодий (32); разница между темпом прироста стоимости земли и темпом прироста цен на другую не-жилую недвижимость (33); разница между темпом прироста валовой продукции и темпом прироста посевных площадей (34); ставка арендной платы (35).

1.2. *Продуктивная мотивированность (ПМ):* разница между уровнем рентабельности сельскохозяйственной деятельности и средней ставкой по депозитным вкладам (ПМ1); уровень рентабельности сельскохозяйственной деятельности (ПМ2); темп прироста прибыли от реализации сельхозпродукции и услуг (ПМ3); удельный вес экспортированной продукции в общем объеме чистой продукции аграрного сектора (ПМ4); объем чистой прибыли, которая приходится на одного основателя предприятия на год (ПМ5).

1.3. *Диверсификация (Д):* удельный вес продукции животноводства в структуре валовой продукции (Д1); удельный вес многолетних насаждений в структуре сельхозугодий (Д2); удельный вес пашни хозяйств, которая не была засеяна (Д3); обеспеченность энергетическими мощностями сельскохозяйственных предприятий (Д4); экономическая активность на селе (Д5).

II. Социальная эффективность

(представлена на рис. 1).

III. Экологическая эффективность:

3.1. *Антропогенная нагрузка (АН):* внесение химических удобрений на 1 га посевной площади (АН1); применение средств защиты растений на 1 га посевной площади (АН2); использование земельных ресурсов на единицу валовой продукции (АН3); удельный вес подсолнечника и рапса в структуре посевных площадей (АН4); плотность скота (АН5).

3.2. *Воспроизводство (В):* эколого-агрохимическая оценка почв (В1); баланс гумуса (В2); удельный вес

посевной площади, удобренной органическими удобрениями (В3); удельный вес посевной площади, удобренной минеральными удобрениями (В4); коэффициент антропогенной нагрузки (В5).

3.3. *Гармонизация (Г):* удельный вес земель в структуре сельхозугодий (Г1); количество органических хозяйств на 10000 сельхозпредприятий, включая фермеров (Г2); удельный вес сеножатей и пастбищ в общей площади сельхозугодий (Г3); удельный вес многолетних трав в структуре посевных площадей (Г4); экологическая активность на селе (Г5).

На основании проведенных расчетов, авторами публикации были получены следующие результаты (табл. 1).

Позитивное влияние прибавочной стоимости на 1 га сельхозугодий (31) на социальную эффективность объясняется увеличением ее абсолютной величины, а соответственно и ее структурных элементов, в том числе и заработной платы. Заслуживает внимания обратное влияние 32 (масса прибыли на 1 га сельхозугодий) на социальную эффективность, которая объясняется очень слабой связью массы прибыли и уровня заработной платы и отчислений на социальные мероприятия. Кроме этого, по авторским исследованиям, 32 прямо коррелирует с землемостью рабочего места, которое означает стабильное сокращение персонала субъектов аграрного сектора экономики. Удельный вес экспортированной продукции в общем объеме чистой продукции аграрного сектора (ПВ4) имеет даже более весомое социальное влияние, чем экономическое, что объясняется социальным влиянием глобализации – заработка плата в стране с открытой экономикой постепенно приближается к заработной плате в странах Европейского Союза.

Всего три непрямых влияния вызывают показатели социальной эффективности управления земельными ресурсами (табл. 2).

Таблица 1. Расчетные значения экономической и экологической эффективности управления земельными ресурсами Украины

Влияние на эффективность					показателей экономической эффективности					показателей экологической эффективности				
показатель	экономическую	социальную	экологическую	интегральную	показатель	экономическую	социальную	экологическую	интегральную					
3 1	0,194	0,223	0	0,417	АН 1	0	0,144	0,223	0,366					
3 2	0,334	-0,004	0	0,330	АН 2	0	0	0,060	0,060					
3 3	0,060	0	0	0,060	АН 3	0,137	0,156	0,085	0,378					
3 4	0,060	0	0	0,060	АН 4	0,029	0,011	0,191	0,231					
3 5	0,060	0	0	0,060	АН 5	0,173	-0,167	0,683	0,688					
ПМ 1	0,120	0	0	0,120	В 1	0	0	0,120	0,120					
ПМ 2	0,045	0	0	0,045	В 2	0,009	0,055	0,102	0,167					
ПМ 3	0,045	0	0	0,045	В 3	-0,084	0	0,700	0,616					
ПМ 4	0,193	0,202	0,008	0,403	В 4	0	0,000	0,080	0,080					
ПМ 5	0,045	0	0	0,045	В 5	0	0	0,045	0,045					
Д 1	0,119	0,160	-0,023	0,256	Г 1	-0,027	0,091	0,096	0,160					
Д 2	0,045	0	0	0,045	Г 2	0	0	0,045	0,045					
Д 3	0,045	0	0	0,045	Г 3	0	0	0,045	0,045					
Д 4	0,045	0	0	0,045	Г 4	0	0	0,172	0,172					
Д 5	0,045	0	0	0,045	Г 5	0	0	0,045	0,045					

Исследования авторов по данным 2014 года

Таблица 2. Расчет влияний показателей социальной эффективности на управление земельными ресурсами Украины

Показатель	Влияние на эффективность			
	экономическую	социальную	экологическую	интегральную
П 1	0,009	0,164	0	0,173
П 2	0	0,060	0	0,060
П 3	0	0,060	0	0,060
П 4	0	0,060	0	0,060
П 5	0	0,082	0	0,082
М 1	0	0,120	0	0,120
М 2	0	0,045	0	0,045
М 3	0	0,045	0	0,045
М 4	0	0,045	0	0,045
М 5	0	0,045	0	0,045
С 1	0,099	0,036	0,022	0,157
С 2	0	0,045	0	0,045
С 3	0	0,045	0	0,045
С 4	0	0,045	0	0,045
С 5	0	0,045	0	0,045

Исследования авторов по данным 2014 года

Таким образом, количество населения, которое фактически возделывает до 1 га сельскохозяйственных угодий (П1), положительно отражается на экономической оценке через увеличение землеотдачи. Темп прироста численности сельских жителей (С1) действует положительно на увеличение экономического эффекта ввиду увеличения удельного веса валовой продукции хозяйств населения. Соответственно эта причина положительно повлияла на экологический эффект (кроме технологий в земледелии учитывается больший удельный вес продукции животноводства в валовой продукции в хозяйствах населения).

По результатам проведенных исследований было выявлено, что наибольшее непрямое влияние оказывают показатели экологической эффективности управления земельными ресурсами. Таким образом, увеличение объема внесения химических удобрений на 1 га посевной площади (АН1) имеет положительное влияние на экономический эффект управления земельными ресурсами ввиду увеличения валового сбора, а, следовательно, и совокупных ресурсов хозяйств (в данном случае зарплаты работников и выплата арендной платы). Количество использованных земельных ресурсов при получении единицы валовой продукции (АН3) оказывает положительное влияние на экономическую эффективность управления земельными ресурсами ввиду увеличения землеотдачи, а на социальную эффективность управления земельными ресурсами – ввиду увеличения производительности труда при всех прочих равных условиях.

Отрицательное влияние плотности скота (АН5) на социальную эффективность управления земельными ресурсами объясняется упадком животноводства в анализируемый период, а отсюда – намного меньшим уровнем прибавочной стоимости, которая приходится на одного работника. Положительное же

влияние этого показателя на экономическую эффективность управления земельными ресурсами предопределено мультипликативным эффектом от диверсификации производства.

Что касается позитивного влияния баланса гумуса (В2) на экономическую и социальную эффективность, то любое повышение данного показателя означает улучшение качества земельных ресурсов, следовательно, и доходов всех агентов земельных интересов. Удельный вес посевной площади, удобренной органическими удобрениями (В3), имеет негативное влияние на экономическую эффективность управления земельными ресурсами ввиду более низкой отдачи навоза по сравнению с минеральными удобрениями и невозможностью объективного учета экономического прироста ввиду его долгосрочного биологического эффекта.

Для прогнозирования изменения значения интегральной эффективности управления земельными ресурсами с использованием предложенного методического подхода использована компьютерная программа, что с учетом взаимовлияний (табл. 1, 2) дает возможность рассчитать прогнозный рейтинг влияний показателей на оценку интегральной эффективности управления земельными ресурсами.

Один из вариантов такого прогноза представлен в табл. 3. Среди 15 наиболее влиятельных показателей – 9 экологических, 4 экономических, 2 социальных. Содержание этого прогноза сводится к тому, что при задании изменения одного из показателей (например, на 1) на определенную величину (в условных баллах оценки) изменяется значение интегральной эффективности управления земельными ресурсами.

На основании проведенных исследований разработана матрица прогнозов значений интегральной эффективности (ИЭ) управления земельными ресурсами

Таблица 3. Расчет рейтинга влияний показателей на оценку интегральной эффективности управления земельными ресурсами

Показатель	Влияние	Показатель	Влияние	Показатель	Влияние
АН 5	0,688	В 1	0,120	Д 2	0,045
В 3	0,616	М 1	0,120	Д 3	0,045
З 1	0,417	В 4	0,080	Д 4	0,045
ПМ 4	0,403	П 5	0,080	Д 5	0,045
АН 3	0,378	З 3	0,060	В 5	0,045
АН 1	0,366	З 4	0,060	Г 2	0,045
З 2	0,330	З 5	0,060	Г 3	0,045
Д 1	0,256	АН 2	0,060	М 2	0,045
АН 4	0,231	П 2	0,060	М 3	0,045
Г 4	0,172	П 3	0,060	М 4	0,045
В 2	0,167	П 4	0,060	М 5	0,045
П 1	0,167	ПМ 2	0,045	С 2	0,045
Г 1	0,160	ПМ 3	0,045	С 3	0,045
С 1	0,160	ПМ 5	0,045	С 4	0,045
ПМ 1	0,120	Г 5	0,045	С 5	0,045

Исследования авторов по данным за 2014 год

сами аграрного сектора экономики для всех анализируемых критериев. Отдельно рассмотрим социальные критерии. Изменение на 1 балл (переход из оценки 4 балла на 5) количества населения, которое фактически возделывает до 1 га сельскохозяйственных угодий (П1), приводит к увеличению интегральной эффективности управления земельными ресурсами на 0,173 балла (или 0,71 %), что равнозначно увеличению П1 на 2,9 %. В абсолютном измерении это означает увеличение П1 с 1,37 до 1,41 чел. на 1 га сельскохозяйственных угодий, что равно валовой продукции в фактических ценах в 2014 г. на сумму 906,9 млн дол. дополнительно. Изменение на 1 балл (переход из оценки 0 баллов на 1) разницы между темпом прироста землеемкости рабочего места и темпом прироста производительности труда (П2) приводит к увеличению интегральной эффективности управления земельными ресурсами на 0,060 (или 0,25 %), что равнозначно увеличению П2 на 6,0 %. В абсолютном измерении это означает увеличение П2 с 6 до 0 %, что означает выравнивание их роста. Изменение на 1 балл прибавочной стоимости на одного работника (П3) – переход с оценки 3 балла на 4 – приводит к увеличению интегральной эффективности управления земельными ресурсами на 0,060 (или 0,25 %), что равнозначно увеличению П3 на 32,5 %. В абсолютном измерении это означает увеличение П3 с 5,588 до 7,404 тыс. дол./чел., что равно дополнительной прибавочной стоимости на сумму 952,85 млн дол. Изменение на 1 балл разницы между темпом прироста производительности труда и темпом прироста заработной платы (П4) – снижение с 9 баллов до 8 приводит к увеличению интегральной эффективности управления земельными ресурсами на 0,060 (или 0,25 %), что равнозначно увеличению П4 на 0,1 % (незначительное изменение). В абсолютном измерении это означает уменьшение П4 из 4,1 до 4 %. Изменение на 1 балл производительности труда (П5) – переход с оценки 8 баллов на 9 приводит к увеличению интегральной эффективности управления земельными ресурсами на 0,060 (или 0,25 %), что равнозначно увеличению П5 на 5,4 %. В абсолютном измерении это означает увеличение П5 с 9,112 до 9,604 тыс. дол./чел., который равняется дополнительным 492 дол./чел. Изменение на 1 балл (переход с оценки 5 баллов на 6) соотношения заработной платы работника сельского хозяйства со средней в экономике (М1), которая увеличивает интегральную эффективность управления земельными ресурсами на 0,120 балла (или 0,50 %), равнозначна увеличению М1 на 5,0 %. В абсолютном измерении это означает увеличение М1 из 0,71 до 0,76, что равняется заработной плате 105,8 дол. в месяц, что на 6,75 дол. больше фактической за 2014 г.

Относительно удельного веса заработной платы в прибавочной стоимости (М2), то ее изменение на 1 балл (переход с оценки 5 баллов на 6) приводит к увеличению интегральной эффективности управления земель-

ными ресурсами на 0,045 (или 0,21 %), что равнозначно увеличению М2 на 2,41 %. В абсолютном измерении это означает увеличение М2 с 15,1 до 17,51 %, что является очень весомой долей. Изменение на 1 балл социальной активности на селе (М3) – переход с оценки 1 балл на 2 приводит к увеличению интегральной эффективности управления земельными ресурсами на 0,045 (или 0,21 %), что равнозначно увеличению М3 на 6,0 %. В абсолютном измерении это означает увеличение М3 с 5 до 11 баллов, что равняется дополнительному строительству или приему в эксплуатацию жилья в сельской местности общей площадью 10160,2 тыс. м², или увеличению количества зарегистрированных сельскохозяйственных обслуживающих кооперативов на 1272 ед. Изменение на 1 балл удельного веса желающих заниматься товарным производством на собственной земле (М4) – переход с оценки 5 баллов на 6 – приводит к увеличению интегральной эффективности управления земельными ресурсами на 0,045 (или 0,21 %), что равнозначно увеличению М4 на 1,21 %. В абсолютном измерении это означает увеличение М4 с 16,3 до 17,51 %, что равняется увеличению на 2,42 % удельного веса хозяйств в сельской местности, которые привлекают наемных работников, или увеличению на 2,42 % удельного веса хозяйств в сельской местности, которые имеют сельскохозяйственную технику. Изменение на 1 балл удельного веса расходов на социальные мероприятия в общих расходах (М5) – переход с оценки 5 баллов на 6 – приводит к увеличению интегральной эффективности управления земельными ресурсами на 0,045 (или 0,21 %), что равнозначно увеличению М5 на 0,31 %. В абсолютном измерении это означает увеличение М5 с 2,7 до 3,01 %, что для этого показателя достаточно существенно. Изменение на 1 балл (переход с оценки –2 балла на –1) темпа прироста численности сельских жителей (С1), который увеличивает интегральную эффективность управления земельными ресурсами на 0,157 балла (или 0,67 %), равнозначен увеличению С1 на 0,07 %. В абсолютном измерении это означает увеличение С1 с –0,57 до –0,50, что равняется уменьшению падению численности сельских жителей на 9,33 тыс. чел. в год. Изменение на 1 балл (переход с оценки –10 баллов на –9) темпа прироста количества работников сельского хозяйства (С2) приводит к увеличению интегральной эффективности управления земельными ресурсами на 0,045 (или 0,21 %), что равнозначно увеличению С2 на 1,7 %. В абсолютном измерении это означает увеличение С2 с –6,2 до –4,5 %, что равняется уменьшению падения количества работников сельского хозяйства на 9,51 тыс. чел. в год. Изменение на 1 балл количества фермеров на 10000 сельских жителей (С3) не приведет к любым переходам ввиду его большого значения (оценка 10 – максимальная), однако вызовет увеличение интегральной эффективности управления земельными ресурсами на 0,045 (или 0,21 %). Следует отметить, что большое количество фермерских хозяйств, хотя и свидетельствует о предпринимательской инициативе, но данные хозяй-

ства существенно отстают от сельскохозяйственных предприятий по фондообеспеченности и фондовооруженности, а потому в основном демонстрируют небольшой уровень производительности труда и землеотдачи, хотя являются социально эффективнее (но не экономически и экологически). Изменение на 1 балл количества работников на 1000 га сельхозугодий (С4) – переход с оценки 3 балла на 4 – приводит к увеличению интегральной эффективности управления земельными ресурсами на 0,045 (или 0,21 %), что равнозначно увеличению С4 на 4,5 %. В абсолютном измерении это означает увеличение С4 с 28,8 до 30,1 %, что равняется или увеличению численности работников на 23,7 тыс. чел., или уменьшению площади сельскохозяйственных угодий на 819,2 тыс. (при той же численности работников), или промежуточный вариант. Изменение на 1 балл темпа прироста площади сельхозугодий граждан (включая фермерские хозяйства) (С5) – переход с оценки –6 баллов на –5 приводит к увеличению интегральной эффективности управления земельными ресурсами на 0,045 (или 0,21 %), что равнозначно увеличению С5 на 0,09 %. В абсолютном измерении это означает увеличение С5 с –1,34 до –1,25 %, что является незначительным замедлением этого падения.

Заключение

Определенные прогнозные данные учитывают взаимосвязи отдельных входящих показателей и являются универсальным инструментом для принятия управленческих решений при наличии тех или иных ресурсов и возможностей. Авторская программа ориентирована на использование условных балльных оценок 45 показателей (по паритету социальной, экономической и экологической эффективности) и карты прогнозных влияний показателей видов эффективности друг на друга. Определен прогнозный рейтинг влияний всех критериальных показателей на оценку интегральной эффективности управления земельными ресурсами. Использование авторской системы матриц прогнозов значительно облегчает расчетные процедуры и восприятие практической сущности прогнозирования не только социальной, но и экономической и экологической эффективности управления земельными ресурсами сельскохозяйственного назначения, в том числе и в контексте гармонизации с глобализационными перспективами устойчивого развития и продовольственной безопасности, которая является предметом дальнейших исследований.

Перспективы дальнейших разработок видим в определении методики как сценарного моделирования (с использованием в т.ч. инструментов матрицы социальных счетов), так и рейтингование регионов и стран по эффективности управления земельными ресурсами (с использованием приемов, в т. ч. нейронного программирования). Целесообразным также является исследование оптимизации структуры производства сельскохозяйственной продукции, а на основании этого и кумуля-

тивного роста интегрального показателя эффективности. Это позволит повысить обеспечение продуктами питания населения и увеличить получение доходов сельскими жителями за счет рационального использования имеющихся земельных ресурсов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кириленко, І. Г. Перспективи вітчизняного АПК в світлі прогнозів світового ринку продовольства / І. Г. Кириленко, В.В. Дем'янчук // Економіка АПК. – 2015. – № 1. – С. 21-28.
2. Zos-Kior, N. Land use of agrarian producers of G20 in context of global food security increase / N. Zos-Kior, S. Bukreyev, A. Bondarskaya // The Advanced Science Journal. – 2014. – Issue 1. – Р. 58-61.
3. Стукач, В. Ф. Механизмы мотивации собственников земли в сфере применения почвозащитных технологий / В. Ф. Стукач // Вестник Волгоградского института бизнеса. – 2013. – № 3. – С. 106-114.
4. Шубравська, О. В. Агропродовольчий розвиток України в контексті глобальних викликів / О. В. Шубравська // Економіка АПК. – 2014. – № 7. – С. 52-58.
5. Шубравська, О. В. Розвиток сільськогосподарського виробництва України: чинники зростання / О. В. Шубравська // Економіка АПК. – 2015. – № 5. – С. 5-11.
6. Khodakivska, O. V. Ecologization of agrarian production: modern challenges and perspectives of development / O. V. Khodakivska // Економіка АПК. – 2015. – № 5. – С.43-47.
7. Андрійчук, В. Г. Ефективність діяльності аграрних підприємств: теорія, методика, аналіз: монографія / В. Г. Андрійчук. – Київ: КНЕУ, 2006. – 292 с.
8. Зось-Кіор, М. В. Удосконалення системи управління земельними ресурсами аграрних підприємств в умовах глобалізації: монографія / М.В. Зось-Кіор. – Полтава: ПолтНТУ, 2015. – 334 с.
9. Мороз, О.В. Інституційні основи опортуністських моделей поведінки в аграрній сфері України / О.В. Мороз, Н.П. Каракина, В.М. Семцов, Н.Ф. Мандзюк // Агросвіт. – 2015. – № 9. – С. 8-13.
10. Дієсперов, В. С. Використання земельних ресурсів сільських територій / В.С. Дієсперов // Економіка АПК. – 2014. – № 11. – С. 48–56.
11. Будзяк, В. М. Економіко-екологічні принципи ефективного використання, охорони та відтворення земель сільськогосподарського призначення / В. М. Будзяк [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://economics-of-nature.net/uploads/arhiv/2009/Budziak-Vasil.pdf>. – Дата доступа: 17.06.2015.
12. Власенко, Ю. Г. Роль зернотрейдерів в експорті вітчизняної пшениці / Ю.Г. Власенко, Ю.О. Нам'ясенко // Агросвіт. – 2015. – № 5. – С. 41–45.
13. Кваша, С. М. Земельні відносини в контексті моделей розвитку сільського господарства України / С. М. Кваша // Економіка АПК. – 2009. – № 3. – С. 54-57.

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦІЮ 04.09.2017

ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ КОМБИКОРМОВ

Н.Н. Киреенко,

зав. каф. учета, анализа и аудита БГАТУ, канд. экон. наук, доцент

О.С. Ковшук,

магистр экон. наук БГАТУ

В статье рассмотрена проблема повышения конкурентоспособности продукции комбикормовой промышленности. На основании полученных результатов оценки конкурентоспособности комбикормов обоснованы рекомендации по ее повышению для отечественных организаций.

Ключевые слова: конкурентоспособность, комбикорм, качество, экономия затрат, прибыль от реализации.

The article considers the problem of improving the competitiveness of the feed industry products. We justified practical recommendations to improve the competitiveness of animal feed.

Keywords: competitiveness, feed, quality, cost savings, profit from the sale.

Введение

В современных условиях актуальное значение в Республике Беларусь приобретает проблема повышения конкурентоспособности выпускаемой продукции, что становится главным критерием эффективного функционирования и устойчивого развития, в том числе сельскохозяйственных и перерабатывающих организаций.

Комбикорм – это составленная по научно обоснованным рецептам сложная однородная смесь различных кормовых средств. Основная функция комбикорма – обеспечить полноценное сбалансированное кормление сельскохозяйственных животных, птиц и рыб. Качество продукции животноводства во многом зависит от правильного и сбалансированного рациона питания. Покупатели комбикормов постоянно нуждаются в качественном, полноценном корме для животных по доступным ценам.

Отдельные аспекты оценки конкурентоспособности продукции агропромышленных организаций освещены в научных трудах многих ученых (И. Ансофф, А. Леш, Б. Олин, М. Портер, Э. Хекшер, Г. Хотеллинг, Э. Чемберлин, Ф. Эддоурт, М. Эрлих, И.А. Висковой, Д.А. Зайченко).

В то же время необходимо признать, что научная проблематика повышения конкурентоспособности продукции комбикормовой промышленности не достаточно изучена и предусматривает необходимость проведения системных исследований, позволяющих дать объективную оценку современным тенденциям ее роста. Решение данных проблем предполагает исследование подходов оценки конкурентоспособности продукции и обоснование методики для ее оценки, разработку перспективных производственно-экономических методов повышения эффективности выпуска комбикормов, предложения научно обоснованных рекомен-

даций по совершенствованию экономических взаимоотношений товаропроизводителей комбикормов с поставщиками сырья.

Актуальность решения указанных вопросов и необходимость эффективных предложений повышения конкурентоспособности продукции комбикормовой промышленности предопределили тему исследования.

Предметом исследования являются теоретические вопросы оценки конкурентоспособности и практические направления обеспечения конкурентоспособности комбикормов организаций-производителей в Брестской области, а также ее повышение.

Основная часть

Производство комбикормов в Брестской области осуществляют 5 организаций (рис. 1). Наиболее конкурентоспособной организацией в данном регионе является ОАО «Барановичский КХП», производящее 36,5% товарной продукции области. В то же время следует отметить, что ОАО «Березовский комбикормовый завод» по объему реализуемой продукции в области занимает второе место (20,2 %).

Однако, несмотря на невысокую списочную численность – 296 человек, выручка на одного работника и производительность труда в ОАО «Березовский комбикормовый завод» на самом высоком уровне в области – 1867,2 млн руб. и 435,6 млн руб. соответственно.

Для оценки конкурентоспособности продукции по организациям-производителям комбикормов Брестской области необходимо использовать методы и приемы анализа хозяйственной деятельности, статистики и маркетинга. Авторами публикации предложена следующая поэтапная методика оценки производства комбикормов:



Рисунок 1. Основные показатели хозяйственной деятельности предприятий Брестской области по выпуску комбикормов за 2015 год (млн руб.)

1) определение цели и задач исследования. Выбор и обоснование оценочных показателей, характеризующих конкурентные преимущества комбикормов;

2) сбор информации о производителях комбикормов Брестской области (статистическая и бухгалтерская отчетность, информация интернет-источников) для оценки конкурентоспособности продукции по установленным показателям;

3) расчет показателей и их сравнительный анализ. Ранжирование организаций по результатам произведенных оценок;

4) построение рейтинга конкурентоспособности продукции по организациям-производителям комбикормов Брестской области;

5) анализ результатов рейтинга. Подсчет коэффициента конкурентоспособности с использованием коэффициентов весомости показателей. Вывод о конкурентоспособности продукции;

6) предложение мер по повышению конкурентоспособности комбикормов, обоснование эффективности их производства и реализации.

По мнению авторов, в соответствии с поставленной целью работы, оценка конкурентоспособности комбикормов приведет к решению поставленных задач, при ее оценке по следующим показателям: объем производства; темп роста объемов производства к уровню прошлого года; возможность интернет заказа; ассортимент; цена; наличие сертификата соответствия системе качества ISO 9001; потребительские свойства; упаковка и фасовка; наличие рекламы продукции в интернете (в том числе на собственном сайте); наличие собственных торговых точек по продаже комбикорма [1].

Результаты оценки позволили составить рейтинг организаций-производителей комбикормов Брестской

области по конкурентоспособности их продукции. Наиболее высокий рейтинг по выбранным показателям имеет ОАО «Барановичский КХП» (46 баллов из 50), а ОАО «Березовский ККЗ» и ОАО «Жабинковский ККЗ» находятся на одинаковом уровне (по 43 балла). ОАО «Пинский КХП» занимает третье место (40 баллов), а ОАО «Дрогичинский КЗ» находится на последнем месте (33 балла).

В ходе анализа результатов рейтинга были определены следующие коэффициенты весомости показателей:

- объем производства – 0,05;
- темп роста объемов производства к уровню прошлого года – 0,025;
- возможность интернет заказа – 0,05;
- ассортимент – 0,175;
- цена – 0,2;
- наличие сертификата соответствия системе качества ISO 9001 – 0,2;
- потребительские свойства – 0,1;
- упаковка и фасовка – 0,1;
- наличие рекламы продукции в интернете (в т.ч. на собственном сайте) – 0,05;
- наличие собственных торговых точек по продаже комбикорма – 0,05.

Данные коэффициенты весомости позволили определить коэффициенты конкурентоспособности комбикормов для организаций Брестской области:

- ОАО «Березовский ККЗ» – 0,82;
- ОАО «Пинский КХП» – 0,795;
- ОАО «Барановичский КХП» – 0,93;
- ОАО «Жабинковский ККЗ» – 0,855;
- ОАО «Дрогичинский КЗ» – 0,645.

Проведенный анализ показал, что наиболее конкурентоспособной продукцией среди организаций-производителей комбикормов Брестской области является продукция ОАО «Барановичский КХП», т.к. у этого завода широкий ассортимент комбикормов с высоким качеством, и со стоимостью, ниже, чем у конкурентов. Тем не менее, организациям области, имеющим стабильное финансовое положение, целесообразно обратить внимание на возможные пути повышения конкурентоспособности, не осуществляя дополнительных финансовых вложений капитального характера. Для этих целей авторами предложены следующие мероприятия:

1. Расширение ассортимента путем внедрения в производство нового вида комбикорма (комбикорм для кроликов)

В Брестской области существуют 8 организаций, занимающихся разведением кроликов (КФХ «Заячья усадьба», ЛПХ «КруТар», ЛПХ «Синие горы», ООО «АгроУсадьба», ЛПХ «Птичий двор», Кроличья ферма «ЭлКо», «Ферма в городе», ЛПХ «Камаровка»), а также 10 зарегистрированных индивидуальных предпринимателей, у которых насчитывается более 317 кролико-маток.

Согласно ТУ РБ 600024008.125-2006, в рецепт гранулированного комбикорма-концентрата КК-92 для взрослых кролей входит жмых рапсовый, шрот подсолнечный, масло рапсовое нерафинированное первого сорта, мел молотый, ячмень щелущенный, добавка ДПБ-4, пшеница фуражная.

В качественный состав данного комбикорма входят:

- сырой протеин – 15,9 %;
- сырая клетчатка – 4,49 %;
- кальций – 0,45 %;
- фосфор – 0,46 %;
- митионин и цистин – 0,66 % [3].

При регулярном употреблении корма, приготовленного по данному рецепту, можно добиться стабильного прироста массы животного приблизительно по 1 кг в месяц. Следовательно, предлагаемая продукция будет пользоваться спросом и позволит организациям привлечь новых потребителей.

Расчет стоимости комбикорма, согласно данной рецептуре, приведен в табл. 1.

Данные, представленные в таблице 1, показывают, что оптовая цена на комбикорм для взрослых кролей за 1 тонну без НДС составит 425 руб. 25 коп. Это свидетельствует о том, что производить данный комбикорм для организации эффективно, т.к. цены на аналогичную продукцию на территории Республики Беларусь составляют от 400 до 540 руб. за тонну. Для организаций-производителей комбикормов целесообразно закупать сырье на Белорусской универсальной товарной бирже или проводить тендера на необходимое количество сырья, что позволит закупать сырье по приемлемым для организаций условиям поставки и расчета.

Таблица 1. Стоимостные показатели 1 т комбикормов для кроликов, руб.

Показатели	Цена
Стоимость сырья	307,87
Потери сырья в производстве	1,91
Стоимость сырья с учетом потерь	309,78
Норматив издержек	31,17
Процент за банковский кредит	16,25
Услуги по гранулированию	16,48
Услуги по затарке	35,99
Себестоимость продукции	393,19
Прибыль	15,58
Оптовая цена продукции	425,25
Сумма НДС (10 %)	42,53
Отпускная цена с учетом НДС	467,78
<i>Примечание: расчеты стоимостных показателей в таблицах приведены в деноминированных рублях</i>	

2. Замена сырья в рецептуре производства комбикорма

Оценка конкурентоспособности комбикормов показала значимость цены реализуемой продукции как показателя ее конкурентоспособности. В связи с этим организации комбикормовой промышленности уделяют большое внимание направлениям снижения цены без снижения показателей качества производимой продукции.

Анализ данных о питательности двух видов шрота (табл. 2), которые могут быть использованы в производстве комбикормов, показывает, что подсолнечный шрот по своей питательности превосходит соевый шрот, в нем содержится больше жира, клетчатки, а также в нем большее содержание кормовых единиц [2].

Таблица 2. Сравнение питательности комбикормов

Показатели качества в 1 кг комбикорма:	В рецепте содержится шрот:	
	соевый	подсолнечный
Массовая доля: жира	3,73	3,75
клетчатки	5,46	6,55
кальция	0,8	0,8
фосфора	0,86	0,86
Содержание кормовых единиц (в 100 кг)	106,27	106,38

Замена в рецептуре комбикорма соевого шрота на подсолнечный целесообразна и эффективна, т.к. себестоимость одной тонны комбикорма для крупного рогатого скота (КРС) с содержанием подсолнечного шрота ниже на 40 руб. 21 коп., т.к. цена соевого шрота составляет до 840 руб. за тонну, а подсолнечного – до 470 руб. за тонну.

Изменение процента ввода зернового сырья в производимые комбикорма также приведет к снижению стоимости комбикорма. Для этих целей считаем возможным ввести в комбикорма мелассу (кормовая пато-

ка, получаемая при переработке сахарной свеклы на сахарных заводах). Наиболее важным микроэлементом в мелассе является кобальт (0,59 мг на 1 кг мелассы), недостаток которого в кормах вызывает тяжелое заболевание жвачных животных: у коров плохая упитанность, они истощены, мышцы атрофированы, теряется эластичность кожи, удои резко снижаются.

Цена мелассы – 97,5 руб. за 1 т, зернового сырья – 195,0 руб. Экономия составит 97,5 руб. на тонне сырья (195,0 руб. – 97,5 руб.).

В таблице 3 сгруппируем все предложенные мероприятия и рассмотрим эффект (экономию) от их внедрения в производство комбикормов.

Как видно из таблицы 3, предложенные мероприятия эффективны. Среди рассматриваемых организаций-производителей комбикормов в Брестской области целесообразно предложить данные мероприятия для ОАО «Березовский комбикормовый завод», как стабильно развивающейся организации. При их внедрении коэффициент конкурентоспособности комбикормов составит 0,905, что на 10,4 % выше определенного в ходе оценки конкурентоспособности продукции организаций Брестской области.

Таблица 3. Обобщение эффективности внедрения предлагаемых мероприятий

Мероприятие	Эффект при внедрении
Расширение ассортимента за счет внедрения гранулированных комбикормов для кроликов	Прибыль 754,7 руб./т продукции
Снижение себестоимости продукции за счет изменений в рецептуре комбикормов для коров	Экономия 40,21 руб / т продукции
Ввод в рецепты комбикормов жидких компонентов (меласса) при уменьшении доли зернового сырья	Экономия 97,5 руб /т сырья

Приведенные данные свидетельствуют о том, что предложенные мероприятия позволят комбикормовым заводам увеличить прибыль, повысить рентабельность продукции и ее продаж, улучшить показатели конкурентоспособности своей продукции.

Заключение

На основании проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

1. Проблема конкурентоспособности продукции комбикормовой промышленности Беларуси не достаточно изучена, и предусматривает необходимость проведения системных исследований, определения критериев оценки конкурентоспособности комбикормов.

2. Для оценки конкурентоспособности комбикормов, целесообразно определение коэффициентов

весомости для повышения точности расчета показателей, характеризующих конкурентоспособность комбикормов. Коэффициенты конкурентоспособности комбикормов для организаций-производителей в Брестской области по результатам работы 2015 года составили: ОАО «Березовский ККЗ» – 0,82; ОАО «Пинский КХП» – 0,795; ОАО «Барановичский КХП» – 0,93; ОАО «Жабинковский ККЗ» – 0,855; ОАО «Дрогичинский КЗ» – 0,645.

3. Наиболее конкурентоспособной продукцией среди организаций-производителей комбикормов Брестской области является продукция ОАО «Барановичский КХП», т.к. у этого завода широкий ассортимент комбикормов с высоким качеством и со стоимостью, ниже, чем у конкурентов.

4. Для организаций-производителей комбикормов целесообразно закупать сырье на Белорусской универсальной товарной бирже или проводить тендера на необходимое количество сырья, что позволит закупать сырье по приемлемым для организации условиям поставки и расчета.

5. Организациям, имеющим стабильное финансовое положение целесообразно обратить внимание на возможные пути повышения конкурентоспособности своей продукции, не осуществляя дополнительных финансовых вложений капитального характера. Например: расширение ассортимента путем внедрения в производство нового вида комбикорма; замена в рецептуре сырья, на более дешевое, но не уступающее по качеству; введение в комбикорма мелассы, как замены процента ввода зернового сырья.

6. При внедрении предложенных мероприятий конкурентоспособность комбикормов в организациях Брестской области может возрасти на 10%.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сайганов, А.С. Обоснование выбора критерии оценки конкурентоспособности продукции перерабатывающих предприятий АПК / А.С. Сайганов, Н.А. Тригуб // Аграрная экономика. – 2011. – № 10. – С. 8-17.

2. Кормление сельскохозяйственных животных: учебн. пос. / Н.И. Владимиров [и др.]. – Барнаул: АГАУ, 2008. – 211 с.

3. Комбикорм-концентрат КК-92 для взрослых кроликов / ОАО «Жабинковский комбикормовый завод» [Электронный ресурс]. – 2017. – Режим доступа: <http://zhivkorm.by/ru/produktsiya/kombikorma-dlya-krolikov/57-kombikorm-dlya-vzroslykh-krolikov-kk-92-ekspandirovano-granulirovanyj.html>. – Дата доступа: 17.05.2017

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 09.03.2017

УДК 621.9. 048.6

ОСОБЕННОСТИ ВЫБОРА ПАРАМЕТРОВ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ОЧИСТКИ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Н.К. Толочко,

профессор каф. технологии металлов БГАТУ, докт. ф.-м. наук, профессор

А.Н. Челединов,

аспирант каф. технологии металлов БГАТУ

Экспериментально исследованы особенности процессов ультразвуковой очистки. Определена зависимость продолжительности очистки от активности кавитации.

Ключевые слова: ультразвуковая очистка, продолжительность очистки, активность кавитации

The peculiarities of ultrasonic cleaning processes are investigated experimentally. The dependence of the cleaning duration on the cavitation activity is determined.

Keywords: ultrasonic cleaning, cavitation activity, cleaning duration.

Введение

В последние годы ультразвуковая (УЗ) очистка поверхностей деталей от загрязнений все шире применяется при производстве, ремонте и техническом обслуживании сельскохозяйственной техники. УЗ очистка осуществляется за счет кавитации, которая образуется в моющей жидкости при распространении в ней УЗ волн. Соответственно, эффективность очистки определяется активностью кавитации a , под которой понимается ее способность оказывать разрушающее действие на загрязнения [1-3].

Величина a непосредственно оценивается по уменьшению массы загрязнений на очищаемой поверхности в единицу времени [4, 5]. Кроме того, существуют различные косвенные способы оценки a , из них наибольшее распространение получила оценка a по кавитационному давлению, измеряемому с помощью кавитометра [3, 6, 7, 8]. Величина a зависит от амплитуды колебательных смещений излучателя ξ , которая, в свою очередь, определяется выходной мощностью P УЗ генератора моечно-очистного оборудования [9, 10]. Величина a также зависит от расстояния до излучателя и свойств моющей жидкости, влияющих на характер распространения в ней УЗ волн.

Для проведения УЗ очистки следует обеспечить требуемое значение a в зоне УЗ обработки загрязненной поверхности и соответствующую ему продолжительность УЗ обработки t . В данной статье рассмотрены особенности выбора параметров a и t с учетом характера взаимосвязи между ними.

Основная часть

Для установления характера взаимосвязи между a и t были выполнены эксперименты по УЗ очистке поверхности от загрязнений. Эксперименты проводили с использованием УЗ диспергатора УДН (ультразвуковой диспергатор низкочастотный, производство БГУИР, Беларусь), работающего на частоте 22 кГц. Волновод диспергатора погружали в цилиндрический стеклянный сосуд с моющей жидкостью диаметром 45 мм. В качестве моющей жидкости служила водопроводная вода с

начальной температурой 20 °C (какие-либо специальные моющие средства не использовались). Высота столба воды в сосуде составляла 90 мм. На дне сосуда размещали пластмассовую платформу в виде диска диаметром 33 мм и толщиной 7 мм с нанесенным на нее модельным загрязнением, которое состояло из смеси глины и моторного масла марки 10W-40 (объемное отношение глины к маслу 2:1). Это загрязнение имитировало наиболее распространенные – масляно-грязевые загрязнения, которыми покрываются наружные поверхности многих деталей сельскохозяйственных и транспортных машин в реальных условиях эксплуатации. На практике толщина слоев таких покрытий может доходить до 10 мм [11]. Модельное загрязнение наносили на платформу в ее центральной части в виде слоя в форме диска диаметром 8 мм и толщиной 1 мм с помощью трафарета, который представлял собой пластмассовую пластинку с круглым отверстием. Волновод устанавливали так, чтобы размещененный на его выходном торце излучающий диск диаметром 15 мм находился в центральной части объема жидкости на расстоянии 25 мм от платформы. В ходе экспериментов варьировали выходную мощность P УЗ генератора и определяли соответствующие ей значения a , а также продолжительность УЗ обработки t , после которой происходило полное удаление загрязнения. Значения a оценивали с помощью кавитометра ICA-4D (производство БГУИР, Беларусь), их определяли в относительных единицах по индикаторной шкале электронного блока кавитометра. При измерениях щуп кавитометра погружали в воду так, чтобы его концевая часть (гидрофон) располагалась в зоне УЗ очистки непосредственно над очищаемой поверхностью (на расстоянии 2-3 мм).

Зависимость t (a) показана на рис. 1 (t уменьшается с увеличением a сначала быстро, а затем все медленнее). При $a < 25$ отн. ед. значения t чрезмерно велики, а при $a > 35$ отн. ед. – изменяются весьма незначительно. Отсюда следует, что для данных условий УЗ очистки в практическом отношении рационально выбирать a в интервале от 25 до 35 отн. ед. и, соответственно, t в интервале от 30 до 20 с.

Зависимость $t(a)$ имеет вид степенной функции:

$$t = k_a a^{-n}, \quad (1)$$

где коэффициент пропорциональности k_a и показатель степени n определяются эмпирически ($k_a > 0, n > 0$).

Следует заметить, что кривая зависимости $t(a)$ на рис. 1 подобна кривой зависимости $t(\xi)$, которая также имеет вид степенной функции:

$$t = k_\xi \xi^{-m}, \quad (2)$$

где коэффициент пропорциональности k_ξ и показатель степени m определяются эмпирически ($k_\xi > 0, m > 0$) [10, 12].

Подобие в характере зависимостей $t(a)$ и $t(\xi)$ свидетельствует о пропорциональной взаимосвязи между a и ξ , и, соответственно, между a и P , что подтверждается представленной на рис. 2 зависимостью $a(P)$, которая может быть описана линейной функцией

$$a = k_p P, \quad (3)$$

где коэффициент пропорциональности k_p определяется эмпирически ($k_p > 0$, в рассматриваемом случае $k_p = 2,5$).

Как видно на рис. 2, зависимость $a(P)$ является линейной только при $P \geq 16$ Вт. При $P < 16$ Вт a быстро уменьшается и достигает нуля при $P = 14$ Вт (это значение P является пороговым, выше его устанавливается кавитационный режим УЗ обработки [13]).

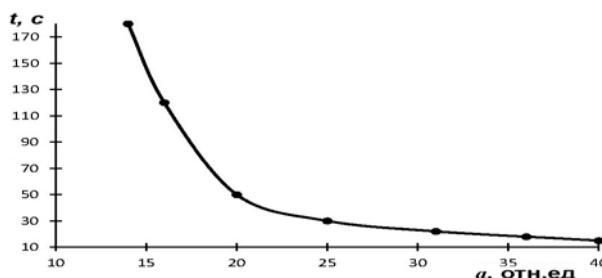


Рисунок 1. Зависимость продолжительности УЗ обработки t от активности кавитации a

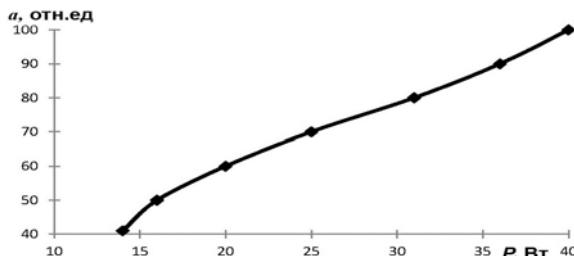


Рисунок 2. Зависимость активности кавитации a от выходной мощности P УЗ генератора

Подставляя выражение (3) в (1), получаем выражение для зависимости $t(P)$:

$$t = k P^{-n}, \quad (4)$$

где $k = k_a k_p^{-n}$.

Причины нелинейного характера зависимости $t(a)$ и соответственно зависимости $t(\xi)$ до сих пор не имеют строгого объяснения, что обусловлено сложностью явлений, сопровождающих УЗ очистку, теория которых до конца не разработана [4]. Разрушение загрязнений связывается, прежде всего, с действием кавитации, ве-

личина которого определяется количеством, размерами и динамическим поведением кавитационных пузырьков [14]. Также разрушению загрязнений способствуют инициируемые ультразвуком акустические течения, усиленное проникновение моющей жидкости в поры и трещины загрязнений и другие факторы.

При выборе значений a для проведения УЗ очистки следует учитывать, что они должны быть, во-первых, больше кавитационной стойкости загрязнений r_3 , иначе загрязнения не будут подвергаться кавитационному разрушению, и, во-вторых, меньше кавитационной стойкости материала очищаемых деталей r_d , иначе будет происходить нежелательное кавитационное разрушение очищенных участков поверхности деталей [10, 15]. Однако в практике очистки все же допускаются случаи, когда с целью усиления разрушающего действия кавитации на загрязнения значения a устанавливаются выше значений r_d . В этих случаях для предотвращения кавитационного разрушения деталей рекомендуется снижать a на завершающей стадии очистки, либо сокращать t [9] (при этом однако надо иметь в виду, что сокращение t приводит к неполной очистке [16]).

Заключение

Экспериментально исследованы особенности взаимосвязи между основными регулируемыми параметрами процесса УЗ очистки поверхностей деталей от загрязнений: активностью кавитации a и продолжительностью УЗ обработки t . Установлено, что зависимость $t(a)$ является нелинейной и имеет вид степенной функции. Определены интервалы изменения значений a и соответствующих им значений t , которые являются рациональными для выбора при практической реализации УЗ очистки.

Полученные экспериментальные результаты могут быть использованы при определении условий проведения эффективных очисточных процессов под действием УЗ кавитации.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Толочко, Н.К. Особенности развития кавитации и эффективность очистных процессов в ультразвуковой ванне / Н.К. Толочко, В.С. Корко, А.Н. Челединов // Агропанорама. – 2016. – №6. – С. 30-34.
2. Толочко, Н.К. Факторы неравномерной очистки деталей машин в ультразвуковых ваннах / Н.К. Толочко, В.С. Корко, А.Н. Челединов, В.Л. Ланин // Вестник машиностроения. – 2017. – №4. – С. 82-85.
3. Исследование повышения активности кавитации и качества очистки оптических поверхностей при обработке в комбинированном ультразвуковом поле / Н.В. Дежкунов [и др.] // Контенант. – 2015. – № 1. – С. 1-12.
4. Сиротюк, М.Г. Акустическая кавитация / М.Г. Сиротюк. – М.: Наука, 2008. – 271 с.
5. Юдаков, Е.Г. Разработка технологии и оборудования для ультразвуковой очистки корпусных деталей автотракторной техники: автореф. дис. ... канд. тех. наук: 05.02.08 / Е.Г. Юдаков. – Москва, 2013. – 19 с.

6. Томаль, В. Ультразвуковая очистка микрорельефных поверхностей оптоэлектронных изделий / В. Томаль, В. Ланин // Фотоника. – 2007. – №4. – С. 35-40.
7. Скворцов, С.П. Методы контроля параметров ультразвуковой кавитации / С.П. Скворцов // Наука и образование. – 2015. – № 2. – С. 83-100.
8. Маргулис, И.М. Измерение акустической мощности при исследовании кавитационных процессов / И.М. Маргулис, М.А. Маргулис // Акуст. журн. – 2005. – Т.51. – №6. – С. 802-812.
9. Агранат, Б.Л. Ультразвуковая очистка / Б.Л. Агранат, В.И. Башкиров, Ю.И. Китайгородский // Физические основы ультразвуковой технологии. Физика и техника мощного ультразвука. – М.: Наука, 1970. – Т. 3. – С. 165-252.
10. Панов, А.П. Ультразвуковая очистка прецизионных деталей / А.П. Панов. – М.: Машиностроение, 1984. – 88 с.
11. Иванов, В.П. Ремонт машин. Технология, оборудование, организация: учебн. / В.П. Иванов. – Новополоцк: ПГУ, 2006. – 468 с.
12. Приходько, В.М. Формирование эксплуатационных свойств деталей машин ультразвуковыми методами: монография / В.М. Приходько, И.А. Меделяев, Д.С. Фатюхин. – М.: МАДИ, 2015. – 264 с.
13. Голямина, И.П. Ультразвук. Маленькая энциклопедия / И.П. Голямина. – М.: Советская энциклопедия, 1979. – 400 с.
14. Основы физики и техники ультразвука: учеб. пос. для вузов / Б.А. Агранат [и др.]. – М.: Вышш. шк., 1987. – 352 с.
15. Бернштейн, М.Л. Металловедение и термическая обработка стали: справочн.: в 3-х т. Методы испытаний для исследования / М.Л. Бернштейн, А.Г. Раухштадт: 2 изд. пер. и доп. – М: Металлургия, 1983. – Т. 1. – 352 с.
16. Кудряшов, М.Б. Автоматизация технологического процесса ультразвуковой очистки деталей на промышленном предприятии: автореф. дис. ... канд. тех. наук: 05.13.06 / М.Б. Кудряшов. – М., 2005. – 20 с.

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 15.06.2017

УДК 339.137:664.61

АДАПТАЦИЯ ХЛЕБОПЕРКАРНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ К УСЛОВИЯМ КОНКУРЕНТНОЙ СРЕДЫ

И.А. Контровская,

доцент каф. учета, анализа и аудита БГАТУ, канд. с.-х. наук, доцент

А.Д. Радевич,

магистрант БГАТУ

В статье представлен механизм управления адаптацией предприятий хлебопечения к условиям конкурентной среды посредством выработки стратегии адаптации, показателем оценки эффективности которой является повышение конкурентного потенциала предприятия. Произведено совершенствование методики его оценки и обоснование комплекса мер, направленных на его повышение.

Ключевые слова: конкурентоспособность, хлебобулочные изделия, конкурентный потенциал, экономический механизм, адаптация, производственные факторы, качество, стратегия.

The article presents the mechanism of management of adaptation of the bread-baking enterprises to the competitive environment through the development of adaptation strategies, measure of efficiency which is increasing the competitive potential of the enterprise. Produced improved methods for evaluation and justification of a set of measures aimed at its promotion.

Keywords: competitiveness, baked goods, competitive potential, economic mechanism, adaptation, factors of production, the quality of the strategy.

Введение

Современное состояние хлебопекарной промышленности в Республике Беларусь характеризуется тенденцией снижения объемов производства. Основная причина – недостаточно развитая конкуренция, слабая диагностика конкурентных условий и невозможность соответствующего их регулирования.

Значительно большего и детального рассмотрения требуют вопросы совершенствования механизма адаптации предприятий к условиям конкурентной среды, суть которого состоит в совершенствовании стратегии адаптации.

Показателем оценки эффективности стратегии адаптации предприятий к условиям конкурентной среды может служить определение их конкурентного потенциала. В существующих методиках конкурентный потенциал предприятия составляет комплексную оценку следующих шести групп потенциалов: финансового, потенциала деловой активности, рыночного, трудового, потенциала управления бизнес-процессами, а также инновационного потенциала [1, 3].

В связи с необходимостью осуществления модернизации и привлечения дополнительного финансирования для решения производственных задач, в данных

методиках целесообразно учитывать показатели инвестиционной привлекательности предприятия.

Цель настоящей работы – совершенствование механизма адаптации предприятий хлебопечения к условиям конкурентной среды.

Основная часть

Объектом исследования является филиал «Докшицкий хлебозавод» ОАО «Витебскхлебпром». Показатели финансово-экономической деятельности предприятия в динамике за 2014-2016 годы увеличиваются. Темп роста выручки от реализации опережает темп роста себестоимости продукции. Рентабельность продукции за исследуемый период увеличилась на 2,4 % и составила в 2016 году 12,1 %.

Методом исследований является оценка конкурентного потенциала предприятий. Произведено совершенствование существующих методик оценки конкурентного потенциала организаций. Методика предусматривает комплексную систему учета восьми групп факторов (потенциалов): финансового, производственного (технологического), потенциала деловой активности, рыночного, кадрового, потенциала управления бизнес-процессами, инновационного и инвестиционного. Систематизированный порядок учета весомости каждого фактора обеспечивает расчет интегрального показателя конкурентного потенциала предприятия (табл. 1).

Различные виды потенциалов рассчитываются путем суммирования произведенных ключевых показателей (коэффициентов), свойственных данной группе, и их весовых коэффициентов.

Для оценки конкурентного потенциала предприятия была разработана шкала оценки [2], согласно которой лидером является организация с интегральным коэффициентом на уровне 1. Высокий уровень конкурентоспособности достигается при коэффициенте от 1,0 до 0,9, средний – при коэффициенте от 0,9 до 0,7, низкий – при коэффициенте ниже 0,7.

Конкурентный потенциал филиала «Докшицкий хлебозавод» (ОАО «Витебскхлебпром») в соответствии с данной шкалой оценки на протяжении исследуемого периода имеет низкое значение (0,454 – 0,714), обусловленное невысокими темпами роста таких факторов конкурентоспособности, как инвестиционный, кадровый, рыночный, финансовый и инновационный потенциалы. Наибольший темп роста имеет производственный потенциал, что обусловлено процессом модернизации оборудования. Заводу следует уделять должное внимание увеличению инновационной активности и рыночной доли предприятия, росту рентабельности продаж, инвестиционной привлекательности предприятий и повышению эффективности использования персонала.

На основе анализа литературных источников, с учетом состояния отрасли в Республике Беларусь, произведен обзор и обоснование комплекса мер в рамках предлагаемой стратегии адаптации предприятий хлебопечения к условиям конкурентной среды [4-8].

В рамках данной стратегии основными направлениями повышения конкурентного потенциала предприятий хлебопечения должны стать следующие направления:

1) из-за изменения структуры рациона питания населения в сторону увеличения потребления продуктов, замещающих хлеб, следует развивать сегмент рынка элитных сортов хлеба (премиум-класс) с наличием бренда;

2) учитывая повсеместную «экологизацию» производства, следует начать выпуск хлеба в экологически чистой упаковке (биополимеры);

Таблица 1. Методика расчета конкурентного потенциала организации

Показатель
1. Финансовый потенциал (ФП) = К устойчивого экономического роста $\times 0,2 +$ К оборачиваемости оборотных активов $\times 0,3 +$ К маневренности капитала $\times 0,2 +$ Фондоотдача $\times 0,3$
2. Производственный потенциал (ПП) = Затраты на 1 руб. произведенной продукции $\times 0,35 +$ К обновления основных фондов $\times 0,65$
3. Потенциал деловой активности (ПДА) = К общей рентабельности совокупных активов $\times 0,35 +$ К рентабельности затрат $\times 0,1 +$ К отдачи от активов $\times 0,15 +$ К оборачиваемости дебиторской задолженности $\times 0,1 +$ Оценка степени износа основных фондов $\times 0,3$
4. Рыночный потенциал (РП) = Индекс качества $\times 0,3 +$ Индекс цен $\times 0,25 +$ Затраты на распределение продукции $\times 0,15 +$ Затраты на продвижение бренда предприятия $\times 0,1 +$ Рыночная доля предприятия $\times 0,2$
5. Кадровый потенциал (КП) = К производительности труда $\times 0,35 +$ К материальной мотивации персонала $\times 0,15 +$ К образования $\times 0,25 +$ К соотношения инженерно-технологического, сбытового и управленческого персонала $\times 0,25$
6. Потенциал управления бизнес-процессами (ПУБП) = Коэффициент, отражающий уровень компьютеризации производственно-управленческих процессов $\times 0,3 +$ Коэффициент, отражающий наличие систем управления качеством $\times 0,7$
7. Инновационный потенциал (ИП) = К новой продукции в общем объеме товарной продукции $\times 0,4 +$ К, отражающей долю НМА в валюте баланса $\times 0,4 +$ К инновационной активности $\times 0,2$
8. Инвестиционный капитал (ИнП) = К рентабельности продаж $\times 0,2 +$ К рентабельности активов $\times 0,1 +$ К рентабельности собственного капитала $\times 0,1 +$ К рентабельности оборотных средств $\times 0,1 +$ Текущая ликвидность $\times 0,1 +$ Срочная ликвидность $\times 0,1 +$ Абсолютная ликвидность $\times 0,1 +$ К обеспеченности собственными оборотными средствами $\times 0,1 +$ К автономии $\times 0,1$
Интегральный показатель конкурентного потенциала (КП) = $= \Phi P \times 0,1 + P P \times 0,1 + P D A \times 0,1 + R P \times 0,1 + K P \times 0,1 + P U B P (1) \times 0,1 + I P \times 0,2 + I n P \times 0,2$

3) принимая во внимание возросший спрос на хлебные изделия функционального питания, а также на десертные сорта хлеба, следует продолжать расширять ассортимент данной группы изделий;

4) в условиях повышения требований потребителя к качеству изделий актуальным направлением является освоение технологий производства из мучных композитных смесей (полуфабрикаты мучных изделий);

5) в условиях повышения интереса граждан к здоровому питанию необходимо увеличить производство хлеба с обогащенной рецептурой, а также диетического и диабетического хлеба;

6) необходимо обновлять и развивать материально-техническую базу предприятий, которая будет содействовать внедрению в производство современных технологий и снижению себестоимости выпускаемой продукции;

7) в условиях нарастающей конкуренции на рынке хлебобулочной продукции необходим маркетинговый подход при производстве новых видов продукции;

8) при незначительной доле в общем объеме инновационной продукции хлебопекарных предприятий необходимо повышать их инновационную активность.

Филиалу «Докшицкий хлебозавод» (ОАО «Витебскхлебпром») с учетом акцентирования внимания на выявленные в результате оценки конкурентного потенциала слабые конкурентные факторы, рекомендуются следующие направления повышения адаптации к конкурентной среде:

- производство безглютенового хлеба;
- импортозамещение упаковочного материала на экологическую «биопленку» отечественного производства;
- внедрение газовой печи РРР 2,1 50.211-2. Экономия газа на единицу продукции составит 2 м³/ч;
- производство зернового хлеба чиабатта, с освоением технологии использования в рецептуре готовых мучных композитных смесей;
- создание штатной единицы маркетолога.

Внедрение вышеперечисленных мероприятий позволит филиалу «Докшицкий хлебозавод» ОАО «Витебскхлебпром» получить годовой экономический эффект в размере 72 666,2 руб., повысить его инновационную активность, инвестиционную привлекательность и увеличить коэффициент его конкурентного потенциала до 0,894, что по шкале соответствует среднему уровню конкурентоспособности предприятия.

Таким образом, дальнейшее развитие хлебопекарной промышленности должно сопровождаться повышением конкурентного потенциала производства, которое позволит предприятиям на основе инновационных технологий, оборудования и ингредиентов предложить покупателям высококачественные хлебобулочные изделия, что и будет являться основным важнейшим направлением инновационного развития предприятий отрасли.

Заключение

Механизм адаптации предприятий хлебопечения к условиям конкурентной среды заключается в разработке стратегии адаптации, показателем оценки эффективности которой может служить определение их конкурентного потенциала.

Методика оценки конкурентного потенциала должна предусматривать комплексную систему учета восьми групп факторов (потенциалов): финансового, производственного (технологического), потенциала деловой активности, рыночного, кадрового, потенци-

ала управления бизнес-процессами, инновационного и инвестиционного.

В рамках стратегии адаптации основными направлениями повышения конкурентного потенциала предприятий хлебопечения должны стать:

- развитие сегмента рынка элитных сортов хлебов премиум-класса с наличием бренда;
- расширение ассортимента хлебных изделий функционального питания, хлеба с обогащенной рецептурой, диетического и диабетического хлеба;
- «экологизация» производства продукции;
- освоение технологий производства мучных композитных смесей;
- маркетинговый подход в целях повышения инновационной активности предприятий;
- повышение инвестиционной привлекательности в целях обновления материально-технической базы предприятий.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Акчурина, Е.Ф. Управление конкурентным потенциалом предприятий хлебопечения: дис. ... канд.экон.наук: 08.00.05 / Е.Ф. Акчурина. – М., 2012. – 221 л.
2. Анализ конкурентоспособности фирмы по Ж.-Ж. Ламбену [Электронный ресурс]. – 2017. – Режим доступа: <http://bookwu.net/>. – Дата доступа: 15.08.2017.
3. Баранова, И.И. Конкурентный потенциал перерабатывающих предприятий АПК / И.И. Баранова, А.В. Пилипук, Р.В. Зарогулько; под ред. В. Г. Гусакова. – Минск: Беларусь: наука, 2012. – 217 с.
3. Коляда, Е.В. Проблемы и перспективы развития рынка хлебобулочных изделий Республики Беларусь / Е. В. Коляда, М. М. Петухов // Научные труды Белорус. гос. экономич. университета / редкол.: В.Н. Шимов (пред.) [и др.] / М-во образования Респ. Беларусь; Белорус. гос. экономич. ун-т. – Минск: БГЭУ, 2011. – С. 216-222.
4. Основные направления инновационного развития хлебопекарной отрасли на материалах КУП «Минскхлебпром» хлебозавода «Автомат» / Д.С. Марченко // Научный аспект. – 2013. – № 1. Самара: Изд-во ООО «Аспект», 2012. – 228с.
5. Побединский, В.П. Основные направления развития хлебопекарной отрасли Республики Беларусь / В.П. Побединский // Хлебопродукты [Электронный ресурс]. – 2015. – №2. – Режим доступа: <http://www.khlebprod.ru>. – Дата доступа: 01.09.2017.
6. Официальный интернет-портал КУП «Минскхлебпром» [Электронный ресурс]. – 2017. – Режим доступа: <http://www.minskhlеб.by>. – Дата доступа: 17.06.2017.
7. Официальный интернет-портал Министерства статистики и анализа Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – 2017. – Режим доступа: <http://www.belstat.gov.by>. – Дата доступа: 17.06.2017.

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 01.09. 2017

Правила для авторов

1. Журнал «Агропанорама» помещает достоверные и обоснованные материалы, которые имеют научное и практическое значение, отличаются актуальностью и новизной, способствуют повышению экономической эффективности агропромышленного производства, носят законченный характер. Статьи публикуются на русском языке.

Приказом ВАК от 4 июля 2005 г. № 101 (в редакции приказа ВАК от 2.02.2011 г. № 26) журнал «Агропанорама» включен в Перечень научных изданий Республики Беларусь для опубликования результатов диссертационных исследований по техническим (сельскохозяйственное машиностроение и энергетика, технический сервис в АПК), экономическим (АПК) и сельскохозяйственным (зоотехния) наукам.

2. Объем научной статьи, учитываемой в качестве публикации по теме диссертации, должен составлять, как правило, не менее 0,35 авторского листа (14000 печатных знаков, включая пробелы между словами, знаки препинания, цифры и др.), что соответствует 8 стр. текста, напечатанного через 2 интервала между строками (5,5 стр. в случае печати через 1,5 интервала).

Рукопись статьи, представляемая в редакцию, должна удовлетворять основным требованиям современной компьютерной верстки. К набору текста и формул предъявляется ряд требований:

1) рукопись, подготовленная в электронном виде, должна быть набрана в текстовом редакторе Word версии 6.0 или более поздней. Файл сохраняется в формате «doc»;

2) текст следует сформатировать без переносов и выравнивания правого края текста, для набора использовать один из самых распространенных шрифтов типа Times (например, Times New Roman Сиг, Times ET);

3) знаки препинания (.,!?:...) не отделяются пробелом от слова, за которым следуют, но после них пробел обязателен. Кавычки и скобки не отделяются пробелом от слова или выражения внутри них. Следует различать дефис «-» и длинное тире «—». Длинное тире набирается в редакторе Word комбинацией клавиш: Ctrl+Shift+«-». От соседних участков текста оно отделяется единичными пробелами. Исключение: длинное тире не отделяется пробелами между цифрами или числами: 1991-1996;

4) при наборе формул необходимо следовать общепринятым правилам:

а) формулы набираются только в редакторе формул Microsoft Equation. Размер шрифта 12. При длине формулы более 8,5 см желательно продолжение перенести на следующую строчку;

б) буквы латинского алфавита, обозначающие переменные, постоянные, коэффициенты, индексы и т.д., набираются курсивом;

в) элементы, обозначаемые буквами греческого и русского алфавитов, набираются шрифтом прямого начертания;

г) цифры набираются шрифтом прямого начертания;

д) аббревиатуры функций набираются прямо;

е) специальные символы и элементы, обозначаемые буквами греческого алфавита, использованные при наборе формул, вставляются в текст только в редакторе формул Microsoft Equation.

ж) пронумерованные формулы пишутся в отдельной от текста строке, а номер формулы ставится у правого края.

Нумеруются лишь те формулы, на которые имеются ссылки в тексте.

3. Рисунки, графики, диаграммы необходимо выполнять с использованием электронных редакторов и вставлять в файл документа Word. Изображение должно быть четким, толщина линий более 0,5 пт, размер рисунка по ширине: 5,6 см, 11,5 см, 17,5 см и 8,5 см.

4. Цифровой материал должен оформляться в виде таблиц. Каждая таблица должна иметь заголовок и номер (если таблица несколько). Рекомендуется установить толщину линии не менее 1 пт. В оформлении таблиц и

графиков не следует применять выделение цветом, заливку фона.

Фотографии и рисунки должны быть представлены в электронном виде в отдельных файлах формата *.tif или *.jpg с разрешением 300 dpi.

Научные статьи, публикуемые в изданиях, включенных в перечень научных изданий Республики Беларусь для опубликования результатов диссертационных исследований, должны включать:

индекс УДК;

название статьи;

фамилию и инициалы, должность, ученую степень и звание автора (авторов) статьи;

аннотацию на русском и английском языках;

ключевые слова на русском и английском языках;

введение;

основную часть, включающую графики и другой иллюстративный материал (при их наличии);

заключение, завершающее четко сформулированными выводами;

список цитированных источников;

дату поступления статьи в редакцию.

В разделе «Введение» должен быть дан краткий обзор литературы по данной проблеме, указаны не решенные ранее вопросы, сформулирована и обоснована цель работы.

Основная часть статьи должна содержать описание методики, аппаратуры, объектов исследования и подробно освещать содержание исследований, проведенных авторами.

В разделе «Заключение» должны быть в сжатом виде сформулированы основные полученные результаты с указанием их новизны, преимуществ и возможностей применения.

Дополнительно в структуру статьи может быть включен перечень принятых обозначений и сокращений.

5. Литература должна быть представлена общим списком в конце статьи. Библиографические записи располагаются в алфавитном порядке на языке оригинала или в порядке цитирования. Ссылки в тексте обозначаются порядковой цифрой в квадратных скобках. Ссылки на неопубликованные работы не допускаются.

6. Статьи из научно-исследовательских или высших учебных заведений направляются вместе с сопроводительным письмом, подписанным директором и приложенной экспертной справкой по установленной форме.

7. Статьи принимаются в электронном виде с распечаткой в одном экземпляре. Распечатанный текст статьи должен быть подписан всеми авторами. В конце статьи необходимо указать полное название учреждения образования, организации, предприятия, ученую степень и ученое звание (если есть), а также полный почтовый адрес и номер телефона (служебный или домашний) каждого автора.

8. Авторы несут ответственность за направление в редакцию статей, опубликованных ранее или принятых к печати другими изданиями.

9. Плата за опубликование научных статей не взимается.

10. Право первоочередного опубликования статей предоставляется лицам, осуществляющим послевузовское обучение (аспирантура, докторантуре, соискательство), в год завершения обучения.

Авторские материалы для публикации в журнале «Агропанорама» направляются в редакцию по адресу:

*220023, г. Минск, пр-т Независимости, 99,
корп. 5, к. 602; 608. БГАТУ*

Система поддержки принятия решений по оптимизации структуры сырьевого конвейера для обеспечения хозяйства кормами

В составе программного комплекса имеются следующие приложения:

- расчет годовой потребности хозяйства в кормах;
- оптимизация структур посевов кормовых культур;
- отображение информации о заготовке, хранении и расходовании кормов;
- расчет кормового баланса хозяйства;
- оптимизация загрузки машинно-тракторного парка;
- модуль работы с картографическими данными.

Разработанный программный комплекс позволяет автоматизировать работу по планированию и производству кормов в хозяйстве.

Перспективные рынки: отечественные сельскохозяйственные организации.

Расчет сбалансированного суточного рациона

Название рациона:		Рацион молочные коровы 550кг чудой 14к лактирующие нормы РБ			
Группа:	молочные коровы	Стадия лактации:	Лактирующая		
Нормы кормления:	РБ	Масса животного:	550	Чудой суточный:	14
Число голов:	1	Планируемая масса:		Чудой за лактацию:	
Начало кормления:	11.05.2017	Структура рациона:	по СВ		
Окончание кормления:	11.05.2017	Отображение масс кормов:	в кг, сух. в-ва		
Корма	% структура	Масса СВ, кг			
Сено бобовых культур, клеверное	15,4	4,000			
Сенаж из злаковых культур, ежа сборная	26,9	7,000			
Барда ржаная, сушеная	3,8	1,000			
Зерно кукурузы	7,7	2,000			
Комбикорм для выпашивания и откорма КРС КР-3	46,2	12,000			
Питательность Показатели дополнительные					
Компонент	Норма	В рационе	Отклонение		
Корм. ед.	18,15	17,165	-0,9848	-5,4 %	
ОЗ, МДж	216	179,82	-36,183	-16,8 %	
Сух. в-во, кг	22,5	26	3,5	15,6 %	
Сыр. прот., г	2782,5	2111,7	-670,79	-24,1 %	
Перев. прот., г	1827	1466,2	-360,82	-19,7 %	
Сыр. жир, г	589,5	529,25	-60,25	-10,2 %	
Сыр. клетч., г	5475	1769,4	-3705,6	-67,7 %	
Крахмал, г	3220,5	5068,8	1848,3	57,4 %	
Сахар, г	1215	432,81	-782,19	-64,4 %	
Кальций, г	123	126,75	3,752	3,1 %	
Фосфор, г	87	75,12	-11,88	-13,7 %	

Корма

Включить в рацион | Исключить из рациона

[Весь список] | Зеленые | Зерно | Комбикорма | Корнеклубнеплоды | Микроэлементы | Минеральные добавки | Молочные корма | Не определена | Отходы производства | Сенаж | Сено | Силос | Солома |

Название	Цена, р./кг.СВ	Корм. ед.	СВ, кг.	ОЗ, МДж	Сыр. прот., г.	Перев. прот., г.
Сено злаково-бобовое	0	0,38226	0,831	6,01644	81,6042	51,4389
Сено бобовых культур, клеверное	0	0,406	0,812	5,67588	110,432	68,4516
Сено бобовых культур, клеверотимофеевое	0	0,34486	0,802	5,46162	75,9494	49,0022
Сено бобовых культур, люцерновое	0	0,41307	0,843	6,17076	127,293	83,2884
Сено злаковое	0	0,35552	0,808	5,55904	54,944	28,28
Сено злаковых культур, ежи сборной	0	0,3348	0,837	5,36517	70,308	35,991
Сено злаковых культур, лисохвост	0	0,33374	0,814	5,50264	67,562	34,188
Сено злаковых культур, овсяница луговой	0	40,373	0,859	6,03018	83,323	42,95



9 772078 713087 17005