



ISSN 2078-7138

АГРОПАНОРАМА

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ ДЛЯ РАБОТНИКОВ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

№ 5
октябрь
2020

Методика проектирования гидромеханизма поворота ковша одноковшового фронтального погрузчика

Экспериментальные исследования работы пневматической высевающей системы сеялки с турбулизирующей вставкой

Повышение урожайности сельскохозяйственных культур – решающий фактор в снижении затрат производственных ресурсов

Современные тенденции и актуальные направления развития плодовоовощного подкомплекса Республики Беларусь



XXX МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА «БЕЛАГРО – 2020»



С 29 сентября по 4 октября в Беларуси проходила 30-я Международная специализированная выставка «БЕЛАГРО», на которой новейшие достижения в области сельского хозяйства и сельхозмашиностроения продемонстрировали белорусские и зарубежные аграрии, ученые и промышленники. В работе выставки приняли участие 360 организаций, фирм и компаний из 14 стран.

Белорусский государственный аграрный технический университет постоянный участник выставки. С каждым годом увеличивается количество научных разработок, которые предлагают ученые БГАТУ для промышленных предприятий и сельскохозяйственных организаций страны. В нынешнем году на стенде университета были представлены роллетные баннеры и мультимедийная презентация с информацией о научно-исследовательской работе БГАТУ, натурные образцы упрочненных деталей рабочих органов сельскохозяйственных машин, новые материалы и технологии, созданные в университете, монографии, учебники и учебные пособия, справочники, методические указания, авторами которых являются работники БГАТУ.

Наибольший интерес посетителей экспозиции университета был проявлен к разработкам «Технология импульсного закалочного охлаждения жидкостью (ТИЗОЖ) сменных деталей рабочих органов сельскохозяйственных машин» и «Программный комплекс автоматизированного рабочего места (АРМ) специалиста сельского хозяйства».

Традиционно, с целью совершенствования профессионального мастерства обучающихся и мастеров производственного обучения, а также выявления и поддержки одаренной и талантливой сельской молодежи, на базе университета прошел республиканский конкурс профессионального мастерства «Лучший пахарь». БГАТУ занял первое место в командном зачете среди учреждений образования.

С экспозицией университета ознакомились – Председатель Государственного комитета по науке и технологиям Республики Беларусь Шумилин А.Г., заместители Министра сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь Гракун В.В. и Брыло И.В., начальник главного управления образования, науки и кадров Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь Самсонович В.А., заместитель Председателя Президиума Национальной академии наук Беларуси Казакевич П.П., генеральный директор РУП «НПЦ НАН Беларуси по продовольствию» Ловкис З.В., генеральный директор РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства» Комлач Д.И. и другие.

За активное участие, высокий уровень организации и проведения Белорусской агропромышленной недели БГАТУ награжден дипломом первой степени Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь и дипломом МинскЭкспо.

АГРОПАНОРАМА 5 (141) октябрь 2020

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
Игорь Степанович Крук

Редакционная коллегия:

Г.И. Гануш	М.А. Прищепов
Л.С. Герасимович	А.С. Сайганов
Е.П. Забелло	В.Н. Тимошенко
П.П. Казакевич	Н.К. Толочко
А.Н. Карташевич	В.П. Чеботарёв
И.П. Козловская	Н.С. Яковчик

Е.В. Сенчуров – ответственный секретарь
Н.И. Цындрин – редактор

Компьютерная верстка
В.Г. Леван

Адрес редакции:

Минск, пр-т Независимости, 99/1, к. 220
Тел. (017) 272-47-71 Факс (017) 258-41-16

Прием статей и работа с авторами:

Минск, пр-т Независимости, 99/5, к. 602, 608
Тел. (017) 385-91-02, 355-22-14
Факс (017) 272-25-71
E-mail: AgroP@bsatu.by

БГАТУ, 2020.

Формат издания 60 x 84 1/8.

Подписано в печать с готового оригинала-макета 23.10.2020 г. Зак. № 731 от 23.10.2020 г.

Дата выхода в свет 30.10.2020 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 2-е п/г 2020 г.:

для индивидуальных подписчиков - 25,77 руб.;

ведомственная - 28,02 руб.;

Цена журнала в киоске БГАТУ - 7,44 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

А.Н. Смирнов, П.В. Авраменко, Н.Г. Серебрякова,
В.И. Татаринев, А.В. Лавникович
Методика проектирования гидромеханизма поворота ковша
одноковшового фронтального погрузчика.....2

Ю.Д. Карписевич
Бортовой мониторинг технического состояния двигателя
внутреннего сгорания.....6

В.П. Чеботарёв, Д.В. Зубенко, Ю.Л. Салапура,
А.В. Зубенко
Экспериментальные исследования работы пневматической
высевающей системы сеялки с турбулизирующей вставкой.....10

И.М. Швед
Определение числа оборотов мешалки миксера, заключенной
в кожу.....15

Технологии производства продукции растениеводства и животноводства. Зоотехния

Ю.А. Ракевич
Использование инфракрасной термографии для выявления
маститов коров19

А.В. Клочков, О.Б. Соломко, А.А. Емельяненко
Параметры магнитного поля в устройствах омагничивания воды....23

Ресурсосбережение. Экология

В.Л. Гурачевский, И.И. Кучинская, И.Г. Хоревец
О сельскохозяйственном производстве на пострадавших от
чернобыльской аварии территориях.....29

Технический сервис в АПК. Экономика

И.Н. Шило, Т.А. Непарко, Д.А. Жданко
Повышение урожайности сельскохозяйственных культур –
решающий фактор в снижении затрат производственных
ресурсов.....35

М.А. Арнатович
Современные тенденции и актуальные направления развития
плодоовощного подкомплекса Республики Беларусь.....39

Г.И. Гануш, А.В. Чирич
Актуальные направления развития социальной
инфраструктуры сельской местности в Республике Беларусь.....45

МЕТОДИКА ПРОЕКТИРОВАНИЯ ГИДРОМЕХАНИЗМА ПОВОРОТА КОВША ОДНОКОВШОВОГО ФРОНТАЛЬНОГО ПОГРУЗЧИКА

А.Н. Смирнов,

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

П.В. Авраменко,

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

Н.Г. Серебрякова,

зав. каф. моделирования и проектирования БГАТУ, канд. пед. наук, доцент

В.И. Татарinov, А.В. Лавникович,

студенты факультета технического сервиса в АПК БГАТУ

В статье рассмотрены существующие гидромеханизмы поворота ковша одноковшовых фронтальных погрузчиков. Приведена методика проектирования перекрестного рычажного механизма.

Ключевые слова: фронтальный погрузчик, погрузочное оборудование, ковш, выглубляющее усилие.

Existing hydromechanisms of single-bucket frontal loaders turn are considered in the article. The methodology of cross lever mechanism design is provided.

Keywords: frontal loader, loading equipment, bucket, extraction force.

Введение

Одноковшовые погрузчики широко применяются в различных отраслях для погрузки и транспортирования сыпучих и кусковых материалов, а при установке сменного рабочего оборудования для выполнения ряда других работ.

В мировой практике наиболее распространены фронтальные погрузчики, которые отличаются наибольшей простотой конструкции, универсальностью применения сменного оборудования, унификацией конструктивного исполнения независимо от типоразмера машины и др.

Основным рабочим органом погрузчика является ковш, установленный на конце стрелы. Поворотные механизмы ковша отличаются большим разнообразием кинематических схем и исполнений [1]. Наиболее применимы для погрузочного оборудования одноковшовых погрузчиков одноступенчатые поворотные механизмы с механической системой слежения положения ковша при подъеме стрелы. Для большинства кинематических схем рычажного механизма поворота ковша наиболее рациональной является схема перекрестного типа.

Она обеспечивает лучшие технико-эксплуатационные показатели, поэтому принята для большинства погрузчиков. В результате применения рычага первого рода с опорой на стреле обеспечивается вырывное усилие N_B в начале поворота ковша в штабеле насыпного груза. Оно является одним из наиболее важных параметров, которое должно превосходить номинальную грузоподъемность погрузчика для возможности напол-

нения ковша при тяжелых материалах и грунтах, а также для выполнения не только погрузочных, а также и землеройно-транспортных работ. Исходя из практики $N_B = (2 \div 3) Q_H$ (Q_H - номинальная грузоподъемность погрузчика) [2].

Процесс проектирования гидромеханизма поворота ковша одноковшового фронтального погрузчика является трудоемким и особенно важным, так как при построении его кинематической схемы необходимо обеспечить наибольшее выглубляющее усилие при одних и тех же параметрах ковшевого гидроцилиндра и необходимую кинематику при запрокидывании ковша, подъеме стрелы и разгрузке. Для уменьшения габаритов и повышения маневренности этот гидромеханизм должен быть компактным.

В существующей методике при построении кинематической схемы погрузочного оборудования стрелу предлагается изображать в пяти положениях от нижнего до верхнего, затем конструктивно путем прочерчивания и подбора определяются элементы рычажной системы [2]. Процесс является громоздким, его приходится повторять, что занимает много времени. Кроме этого, в расчет не принимается такой важный параметр, как вырывное усилие ковша, которое является следствием построения и практически всегда не будет максимальным.

Целью работы является вывод математических зависимостей и обоснование рациональных параметров для автоматизации проектирования гидромеханизма поворота ковша одноковшового фронтального погрузчика.

Основная часть

Для устранения указанных недостатков предлагается упрощенная методика расчета, которая может быть использована при проектировании.

Для решения этой задачи применялся аналитический метод.

По рекомендациям источников [2, 4] определялись параметры основного ковша для заданной грузоподъемности, в том числе радиус поворота R_0 и расстояние R_K между осями вращения стрелы и тяги, равное $(0,13 \div 0,14) L_C$, где L_C – длина стрелы, м.

Конструктивно назначался угол α_R наклона линии O_1O_3 к горизонтали (рис. 1):

$$\alpha_R = \arctg(n/m); \quad m = R_K \cos \alpha_R; \quad n = R_K \sin \alpha_R.$$

Для построения всей кинематики использовалось только одно (нижнее) положение стрелы. Для удобства расчетов изображали стрелу OO_1 длиной L_C в крайнем нижнем положении под углом α_H к вертикали и считали ее неподвижной (рис. 2).

Выбиралась система прямоугольных декартовых координат XOY с началом отсчета в точке O вращения стрелы.

Ковш располагался так, чтобы его режущая кромка была горизонтальна. От линии O_1O_3 откладывали влево последовательно полный угол поворота стрелы α_C и наибольший угол разгрузки ковша α_P , а вправо – наибольший угол запрокидывания ковша $\alpha_{3П}$. Из точки O_1 конца стрелы проводили дуги радиусами R_K и $r_1 = h_P = (0,125 \div 0,135) \times R_0$ [2], где h_P – плечо тяги в положении разгрузки.

Из точки O_3' проводили прямую, касательную радиусу $r_1 = h_P$, на которой на расстоянии L отложили точку O_2 шарнира вращения рычага относительно стрелы. Для обеспечения лучшей устойчивости, повышения грузоподъемности и минимизации радиуса поворота по наружной кромке ковша, конструктивно положение точки O_2 выбирали так, чтобы ковш в запрокинутом положении на угол $\alpha_{3П}$ находился как можно ближе к рычагу и передним колесам погрузчика.

Принимаем линию O_2O_3' равной суммарной длине L нижней части рычага P и тяги T в положении разгрузки ковша:

$$O_2O_3' = L = P + T;$$

$$P = L - T.$$

Координаты точки O_1 вершины стрелы равны:

$$a_1 = O_{1X} = L_C \sin \alpha_H; \quad b_1 = O_{1Y} = L_C \cos \alpha_H.$$

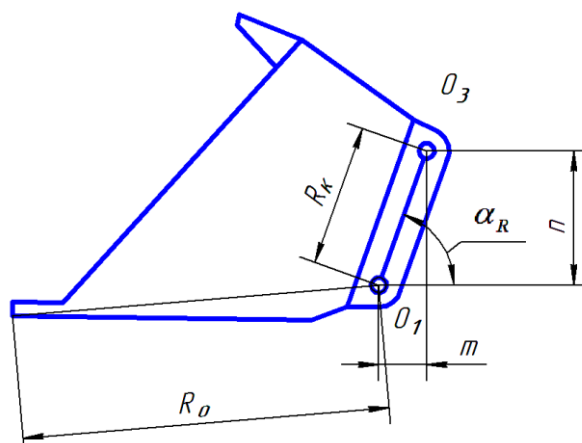


Рисунок 1. Параметры основного ковша погрузчика

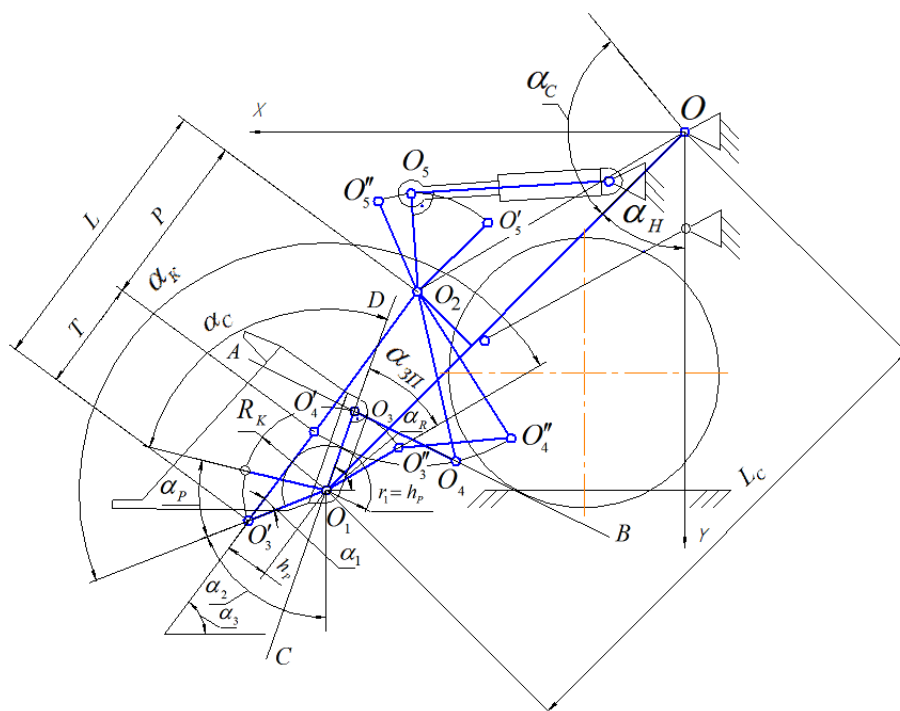


Рисунок 2. Схема для расчета кинематики погрузочного оборудования

Координаты точки O_3 равны:

$$a_2 = O_{3X} = O_{1X} - R_K \cos \alpha_R = L_C \sin \alpha_H - m = a_1 - m;$$

$$b_2 = O_{3Y} = O_{1Y} - R_K \sin \alpha_R = L_C \cos \alpha_H - n = b_1 - n.$$

Уравнение окружности с центром в точке $O_3(a_2, b_2)$ радиусом T (длина тяги):

$$(x - a_2)^2 + (y - b_2)^2 = T^2. \quad (1)$$

Определяем угол α_2 :

$$\alpha_2 = 270^\circ - (\alpha_R + \alpha_C + \alpha_P).$$

Координаты точки O'_3 равны:

$$\begin{aligned} a_3 &= O'_{3X} = O_{1X} + R_K \sin \alpha_2 = a_1 + \\ &+ R_K \sin[270^\circ - (\alpha_R + \alpha_C + \alpha_P)]; \\ b_3 &= O'_{3Y} = O_{1Y} + R_K \cos \alpha_2 = b_1 + \\ &+ R_K \cos[270^\circ - (\alpha_R + \alpha_C + \alpha_P)]. \end{aligned}$$

Определяем угол α_1 :

$$\alpha_1 = \arcsin(h_P / R_K).$$

Находим угол α_3 :

$$\alpha_3 = \alpha_1 + (90^\circ - \alpha_2).$$

Координаты точки O_2 равны:

$$\begin{aligned} a_4 &= O_{2X} = O'_{3X} - L \cos \alpha_3 = a_3 - L \cos \alpha_3; \\ b_4 &= O_{2Y} = O'_{3Y} - L \sin \alpha_3 = b_3 - L \sin \alpha_3. \end{aligned}$$

Уравнение окружности с центром в точке $O_2(a_4, b_4)$ радиусом P :

$$(x - a_4)^2 + (y - b_4)^2 = P^2 = (L - T)^2. \quad (2)$$

На основании выражений (1) и (2) составляем систему уравнений:

$$\begin{cases} (x - a_2)^2 + (y - b_2)^2 = T^2; \\ (x - a_4)^2 + (y - b_4)^2 = (L - T)^2. \end{cases} \quad (3)$$

Так как система уравнений (3) имеет три неизвестных (x, y, T), то для ее решения необходимо дополнительно задать уравнение прямой AB , проходящей через точку O_3 , которая является направлением тяги T при горизонтальном положении режущей кромки ковша.

Для обеспечения наибольшего вырывного усилия отношение h_{T2} / h_{T1} (рис. 3) должно быть максимальным. Это достигается тогда, когда тяга T направлена под прямым углом к R_K (линии O_1O_3).

Уравнение прямой CD , имеющей угловой коэффициент $k = \tan \alpha_R = n / m$, проходящей через точку $O_1(a_1, b_1)$ [3], имеет вид:

$$y - b_1 = \frac{n}{m}(x - a_1)$$

$$\text{или } nx - my - na_1 + mb_1 = 0.$$

$$\text{Обозначим } -na_1 + mb_1 = c_1.$$

Тогда уравнение данной прямой имеет вид:

$$nx - my + c_1 = 0.$$

Уравнение прямой AB , перпендикулярной прямой CD :

$$mx + ny - c_2 = 0.$$

Точка O_3 лежит на прямой $mx + ny - c_2 = 0$, поэтому ее коэффициенты должны удовлетворять уравнению $ma_2 + nb_2 - c_2 = 0$.

$$\text{Отсюда } c_2 = ma_2 + nb_2.$$

Итак, уравнение прямой AB принимает вид:

$$mx + ny - c_2 = 0.$$

Окончательно имеем систему уравнений

$$\begin{cases} (x - a_2)^2 + (y - b_2)^2 = T^2; \\ (x - a_4)^2 + (y - b_4)^2 = (L - T)^2; \\ mx + ny - c_2 = 0. \end{cases} \quad (4)$$

Решая систему уравнений (4), находим длину тяги T и рычага P .

Вырывное усилие на кромке ковша (рис. 3) [2]:

$$N_B = \frac{F_{II} Z_{II} - G_K i_K}{K i_{II}}, \quad (5)$$

где F_{II} – усилие на штоке ковшового гидроцилиндра, Н;

Z_{II} – число ковшовых гидроцилиндров;

G_K – вес ковша, Н;

i_K – мгновенное передаточное отношение гидроме- ханизма погрузочного оборудования при весе ковша G_K .

$$i_K = \frac{h_K}{h_{T1}} \frac{h_{T2}}{h_{II}}, \quad (6)$$

где h_K – плечо силы G_K силы относительно шарнира O_1 , м;

h_{T1}, h_{T2} – соответственно плечи тяги относительно шарниров O_1 и O_2 , м;

h_{II} – плечо ковшового гидроцилиндра относительно шарнира O_2 , м;

K – коэффициент запаса, учитывающий потери на трение в шарнирах рычажной системы;

i_{II} – мгновенное передаточное отношение гидроме- ханизма погрузочного оборудования при вырывном усилии N_B :

$$i_{II} = \frac{h_B}{h_{T1}} \frac{h_{T2}}{h_{II}}, \quad (7)$$

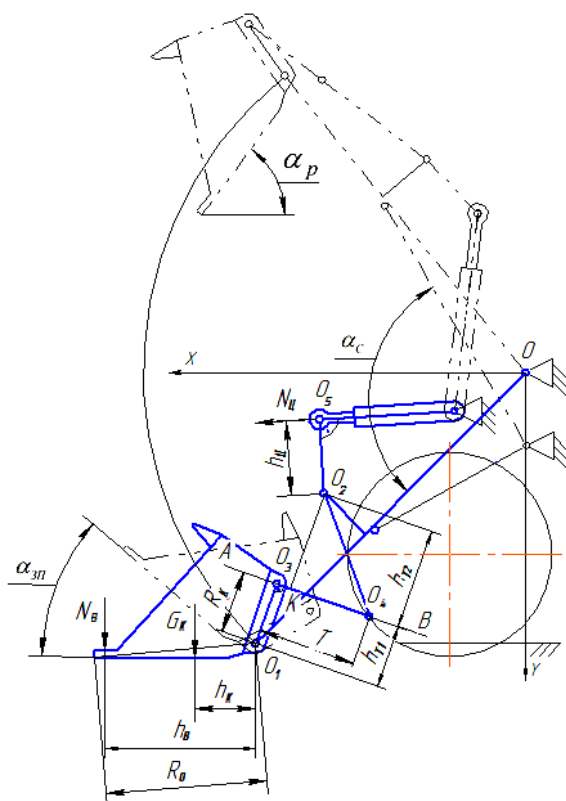
где h_B – плечо силы N_B силы относительно шарнира O_1 , м.

Расстояние от точки O_2 до прямой AB определим из рисунка 3 [3]:

$$h_{T2} = O_2K = \frac{|ma_4 + nb_4 - c_2|}{\sqrt{m^2 + n^2}}. \quad (8)$$

Ось гидроцилиндра ковша направляем перпендикулярно верхней части рычага (линии O_2O_5). Плечо O_2O_5 , ход гидроцилиндра и координаты его крепления к порталу определяем по методикам, изложенным в [5, 6].

Подставляя выражение (8) в формулы (6) и (7), учитывая, что $h_{T1} = R_K$, а затем полученные мгновенные передаточные отношения i_K и i_{II} в выражение (5), зная усилие F_{II} на штоке ковшового гидроцилиндра и их число Z_{II} , находим вырывное усилие N_B на кромке ковша.



Заключение

2. Изложенная методика проектирования гидромеханизма поворота ковша одноковшового фронтального погрузчика может быть реализована в среде MathCAD с использованием программного обеспечения.

6. Смирнов, А.Н. Выбор рациональных координат установки гидроцилиндров подъема стрелы погрузчика / А.Н. Смирнов, Н.Д. Лепешкин // Механизация и электрификация сельского хозяйства: межвед. тематич. сб. РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства». – Мн., 2012. – Вып. 46. – С. 68.

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 01.06.2020

“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 2-е полугодие 2020 года: для индивидуальных подписчиков - 25,77 руб., ведомственная подписка - 28,02 руб.

УДК 629.113-592.004.58

БОРТОВОЙ МОНИТОРИНГ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ДВИГАТЕЛЯ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

Ю.Д. Карпиевич,*профессор каф. автомобилей БНТУ, докт. техн. наук, доцент*

В статье разработаны принципы построения и функционирования микропроцессорной системы и рассмотрены методы бортового мониторинга технического состояния двигателя внутреннего сгорания.

Ключевые слова: двигатель внутреннего сгорания, моторное масло, ресурс, бортовой мониторинг.

The principles of construction and functioning of a microprocessor system and methods of on-board monitoring of the technical state of an internal combustion engine are considered in the article.

Keywords: internal combustion engine, engine oil, resource, on-board monitoring.

Введение

Важнейшими задачами, стоящими перед автотракторной промышленностью Республики Беларусь, являются – снижение затрат на техническое обслуживание и ремонт, повышение технического уровня, долговечности и эксплуатационной надежности колесных тракторов.

Повышение эксплуатационной надежности колесных тракторов, снижение затрат на техническое обслуживание и ремонт возможны только при своевременном и объективном определении их технического состояния [1].

Эффективным способом решения проблемы повышения качества проведения технического обслуживания и ремонта, а также эксплуатационной надежности колесных тракторов является диагностирование их технического состояния [2].

Удельная трудоемкость диагностирования силовых агрегатов колесных тракторов сравнительно большая, что является следствием как низкой контролепригодности, так и несовершенства существующих методов и средств. [3]

Сложившийся в прошлом столетии и получивший наибольшее распространение регламентный характер контрольно-диагностических работ не может обеспечить поддержание требуемого уровня технического состояния колесных тракторов, так как не учитывает индивидуальные особенности каждого трактора, условия его эксплуатации, технического обслуживания и проведенные ранее ремонтные воздействия. Внешние средства диагностирования при их эпизодическом использовании также не позволяют своевременно выявлять постепенные и внезапные отказы. [4]

Именно стремление снять указанные ограничения стимулировало разработку бортовых систем диагностирования колесных тракторов [5].

Сложность задачи контроля степени выработки ресурса колесного трактора заключается в разработке методов бортового диагностирования двигателя внутреннего сгорания. В настоящее время в литературе отсут-

ствует подробное описание таких методов, так как сведения о них носят фрагментарный характер [6].

Данная статья посвящена контролю степени выработки ресурса колесного трактора на основе микропроцессорной системы бортового диагностирования двигателя внутреннего сгорания, что делает исследование востребованным и актуальным.

Основная часть

Общая структурная схема микропроцессорной системы бортового диагностирования технического состояния двигателя внутреннего сгорания приведена на рисунке 1. Она является составной частью (модулем) комплексной управляющей, диагностической и информационной системы колесных тракторов [7]. Такой концептуальный подход к общей структуре комплексной системы позволит при ее проектировании использовать модульный принцип построения системы, что не является предметом рассмотрения в данной работе. Ядром системы (рис. 1) является микроЭВМ.

Источник питания преобразует напряжение аккумуляторной батареи в напряжение +5В, необходимое для работы микроЭВМ.

Вводом – выводом называется схема, управляющая приемом – передачей данных от датчиков диагностирования по командам центрального процессора.

Для связи микроЭВМ с объектом диагностирования применяют устройство сопряжения, предназначенное для предварительной фильтрации входных информационных сигналов и приведение их в стандартную для микроЭВМ форму.

Устройство отображения информации (дисплей) служит для индифицирования наличия типовых неисправностей силового агрегата.

Получение необходимой информации для определения технического состояния силового агрегата производится при помощи датчиков диагностирования.

Терминал GPS/ГЛОНАСС – это устройство навигации и передачи информации на основе применения

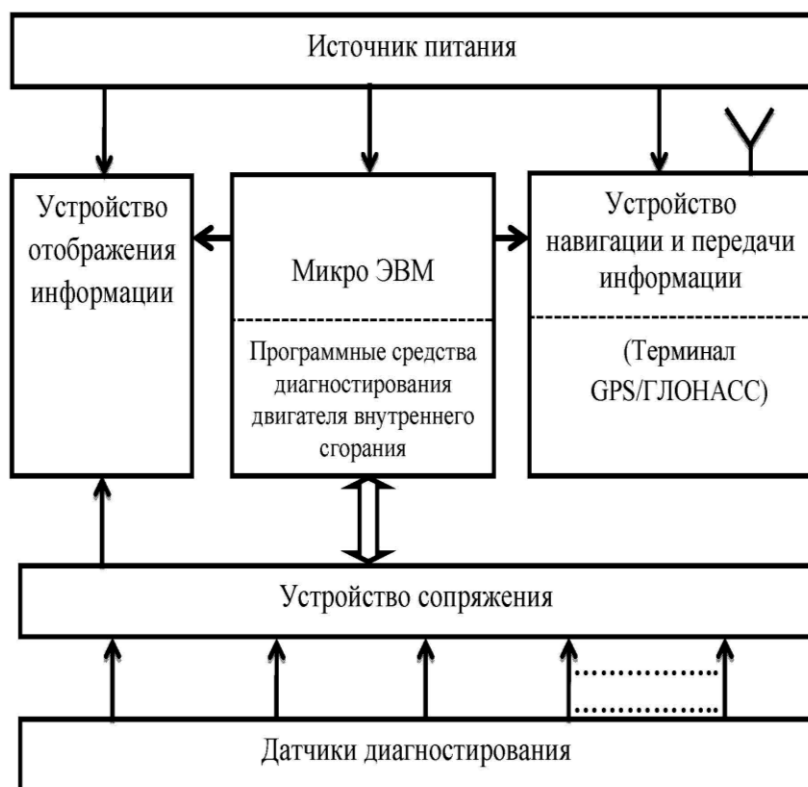


Рисунок 1. Структурная схема микропроцессорной системы бортового диагностирования технического состояния двигателя внутреннего сгорания

современных технологий спутникового мониторинга транспорта.

Практика показывает, что считывание информационных сигналов должно проводиться с частотой не менее 2 кГц, в противном случае диагностические параметры претерпевают значительные изменения, а это может привести к постановке ошибочного диагноза системой диагностирования [8].

Процедура бортового диагностирования технического состояния двигателя внутреннего сгорания заключается в следующем.

В ходе диагностирования микропроцессорная система реализует некоторый алгоритм (рис. 2), представляющий собой опрос датчиков диагностирования и сравнение полученных значений информационных сигналов с константами технически исправного двигателя внутреннего сгорания, занесенными в память микро ЭВМ, а также правил последовательности выполнения и анализа этих проверок. Если в результате обработки полученной информации К-й элемент оказывается неисправным, то признаку неисправности ПН (m) присваивается необходимое значение и формируется соответствующее диагностическое сообщение.

Требования к повышению безопасности колесных тракторов посредством предупреждения отказов и устранения последствий этих отказов, радикально-

му уменьшению времени поиска неисправностей обуславливают необходимость применения в процессе бортового диагностирования двигателей внутреннего сгорания информационных технологий. Это позволит повысить показатели безопасности колесных тракторов, снизить продолжительность работ, трудовые и материальные затраты при техническом обслуживании и ремонте.

Диагностирование температурного режима двигателя начинается с проверки выражения

$$T_{\text{дв}} = T_{\text{дв.ном}}, \quad (1)$$

где $T_{\text{дв}}$ – текущее значение информационного сигнала температуры охлаждающей жидкости двигателя;

$T_{\text{дв.ном}}$ – значение информационного сигнала, соответствующего номинальной температуре охлаждающей жидкости двигателя.

Если выражение (1) не выполняется, то проводится локализация неисправности, предусматривающая следующую проверку:

$$T_{\text{дв}} > T_{\text{дв.ном}}, \quad (2)$$

выполнение которой свидетельствует о неисправности типа «перегрев двигателя».

Диагностирование уровня давления масла в системе смазки двигателя начинается с проверки выражения

$$P_{\text{дв}} = P_{\text{дв.ном}}, \quad (3)$$

где $P_{\text{дв}}$ – текущее значение информационного сигнала давления масла в системе смазки двигателя;

$P_{\text{дв.ном}}$ – значение информационного сигнала, соответствующего номинальному давлению масла в системе смазки двигателя.

Если выражение (3) не выполняется, то проводится локализация неисправности, предусматривающая следующую проверку:

$$P_{\text{дв}} < P_{\text{дв.ном}}, \quad (4)$$

выполнение которой свидетельствует о неисправности типа «аварийное давление масла в системе смазки».

При разработке метода бортового диагностирования степени выработки ресурса моторного масла исходили из нижеследующего.

Качество масла ухудшается в результате накопления в нем продуктов неполного сгорания топлива, что обусловлено техническим состоянием двигателя. Это приводит к снижению вязкости, ухудшению сма-

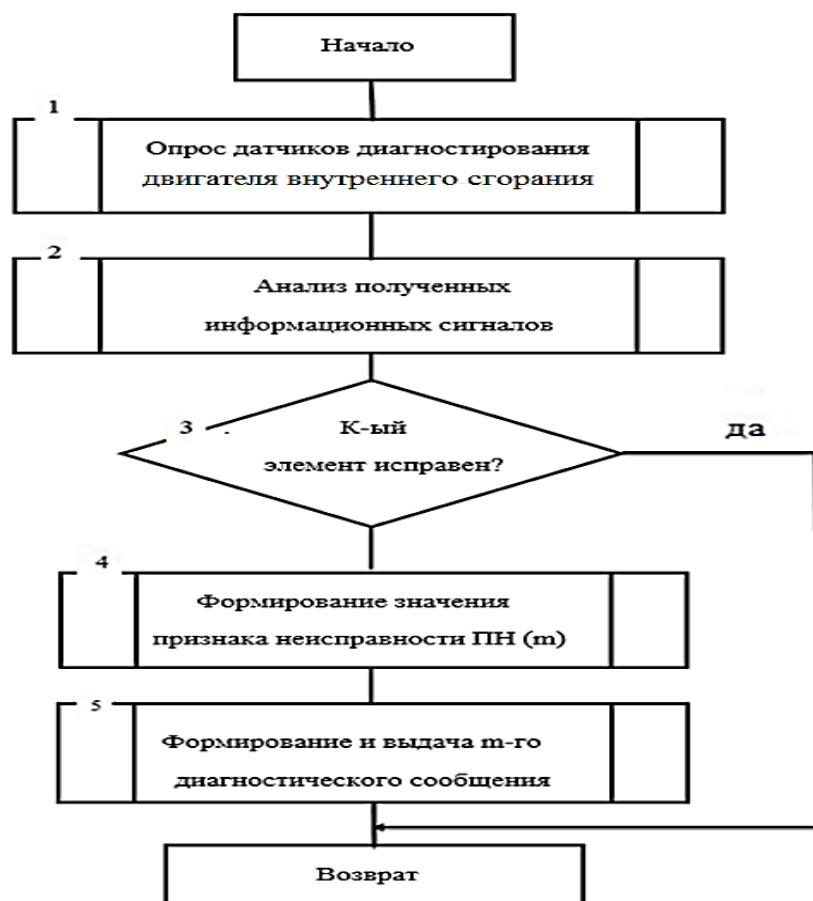


Рисунок 2. Укрупненная блок-схема алгоритма бортового диагностирования технического состояния двигателя внутреннего сгорания

зывающей способности, нарушениям режима жидкого трения.

Срок службы моторных масел до замены определяется не только наработкой трактора, но и временем, в течение которого совершена эта работа. При малой годовой наработке трактора ускоряются коррозионные процессы, ухудшаются защитные свойства, ускоряется старение масла. Поэтому в любом случае необходима замена масла не реже одного раза в год.

Рассмотрим подробнее этот аспект диагностики.

Обычно изготовитель двигателя в руководстве по эксплуатации устанавливает наработку двигателя в часах, после чего масло должно быть заменено свежим. При этом изготовители двигателей исходят из средних статистических данных по выработке ресурса масла в различных условиях эксплуатации и при техническом состоянии двигателя, близком к предельному (перед постановкой на ремонт). При фиксированной наработке до смены масла в новых двигателях и двигателях, работающих в более благоприятных условиях, смена масла происходит преждевременно, с невыработанным полностью ресурсом. В то же вре-

мя, в некоторых двигателях (чаще из-за неполадок в системах охлаждения и топливоподдачи) масло становится неработоспособным до того как оно должно быть заменено по инструкции.

Лабораторные и эксплуатационные испытания подтверждают, что между суммарным объемом израсходованного двигателем топлива и уровнем загрязнения, при котором он в состоянии продолжать нормально работать, существует положительное соотношение. Масло имеет ограничения на количество загрязнений, которое оно может поглотить без нарушения своих свойств. Соотношение между суммарным объемом израсходованного двигателем топлива и загрязнением масла является критерием для выбора интервала замены масла.

Рассмотрим новый метод бортового диагностирования степени выработки ресурса моторного масла. Предлагаемый метод отличается от традиционного, основанного на часах работы двигателя [9-13].

Степень выработки ресурса моторного масла определяется по следующей формуле:

$$\Delta = \left(\frac{\sum_{p=1}^n V_p}{V_0} + m_1 \cdot k_1 + m_2 \cdot k_2 \right) \cdot 100\% , \quad (5)$$

где V – объем израсходованного двигателем топлива за цикл «пуск – работа – остановка двигателя»;

$p = 1, 2, \dots, n$, n – количество циклов;

V_0 – объем израсходованного двигателем топлива в литрах, соответствующий предельной выработке ресурса моторного масла;

m_1 , m_2 – количество циклов пуска двигателя не прогретого (до +40 °С) и прогретого (свыше +40 °С) соответственно;

k_1 , k_2 – коэффициенты выработки ресурса моторного масла при пуске двигателя не прогретого (до +40 °С) и прогретого (свыше +40 °С) соответственно.

Суммарный объем израсходованного двигателем топлива, соответствующий предельной выработке ресурса моторного масла, можно рассчитать по формуле:

$$V_0 = \frac{G \cdot t}{\rho}, \quad (6)$$

где G – часовой расход топлива, кг/ч;
 t – периодичность замены масла в часах работы двигателя, установленная заводом-изготовителем, ч;
 ρ – плотность топлива, г/см³.

Часовой расход топлива определяется по формуле:

$$G = \frac{g_e \cdot N_e}{10^3}, \quad (7)$$

где g_e – эффективный удельный расход топлива, г/кВт·ч;

N_e – номинальная мощность, кВт.

Величина эффективного удельного расхода топлива и эффективной мощности указываются в техническом паспорте двигателя.

Из формулы (5) видно, что степень выработки ресурса моторного масла можно определить после каждой остановки двигателя.

Таким образом, использование суммарного объема израсходованного топлива двигателем при определении степени выработки ресурса моторного масла позволит оперативно, в любой период эксплуатации колесного трактора определять остаточный ресурс моторного масла, а также прогнозировать время его замены.

Заключение

1. Разработаны принципы построения и функционирования микропроцессорной системы бортового диагностирования технического состояния двигателя внутреннего сгорания.

2. Разработаны методы бортового диагностирования технического состояния двигателей внутреннего сгорания. Метод определения степени выработки ресурса моторного масла по относительным показателям, учитывающим суммарный объем израсходованного топлива на различных режимах и количество циклов пуска двигателя, отличающийся от аналога, основанного на часах работы двигателя, обеспечит более объективную оценку, так как учитывает фактические условия эксплуатации колесного трактора в каждом цикле «пуск – работа – остановка двигателя».

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Прогнозирование надежности тракторов / В.Я. Анилович [и др.]. – М.: Машиностроение, 1986. – 224 с.: ил.

2. Конструкция тракторов и автомобилей: пособие / И.Н. Шило, А.И. Бобровник, В.Е. Тарасенко, В.Г. Левков. – Минск: БГАТУ, 2012. – 816 с.

3. Трактор «БЕЛАРУС». Руководство по эксплуатации: справочник. – Минск, 2009. – 269 с.

4. Гируцкий, О.И. Электронные системы управления агрегатами автомобиля / О.И. Гируцкий, Ю.К. Есеновский-Лашков, Д.Г. Поляк. – М.: Транспорт, 2000. – 213 с.: ил.

5. Гаскаров, Д.В. Интеллектуальные информационные системы, Д.В. Гаскаров. – М.: Высш. шк., 2003. – 431 с.: ил.

6. Маханьков, О.А. Разработка методов диагностирования микропроцессорной системы автоматического управления механической трансмиссией: дис. ... канд. техн. наук: 05.05.03 / О.А. Маханьков. – Минск, 1992. – 278 л.

7. Карпиевич, Ю.Д. Теоретические основы создания систем бортового диагностирования тормозов автомобилей: дис. ... докт. техн. наук: 05.05.03 / Ю.Д. Карпиевич. – Минск, 2004. – 310 л.

8. Гольденберг, Л.М. Цифровая обработка сигналов: справочник / Л.М. Гольденберг. – М.: Радио и связь, 1985. – 312 с.

9. Карпиевич, Ю.Д. Бортовой мониторинг степени выработки ресурса моторного масла колесных и гусеничных машин / Ю.Д. Карпиевич, Н.Г. Мальцев, И.И. Бондаренко // Наука и техника. – 2014. – № 4. – С. 10-14.

10. Карпиевич, Ю.Д. Бортовой мониторинг технического состояния силовых агрегатов колесных и гусеничных машин / Ю.Д. Карпиевич, А.Г. Баханович, И.И. Бондаренко // Наука и техника. – 2016. – Т. 15. – № 5. – С. 427-434.

11. Карпиевич, Ю. Д. Бортовой мониторинг выработки ресурса моторного масла / Ю.Д. Карпиевич, И.И. Бондаренко, С.В. Занемонский // Техническое обеспечение инновационных технологий в сельском хозяйстве: сб. науч. ст. Междунар. науч.- практ. конф., Минск, 22 – 24 ноября 2017 г. / Беларус. гос. аграрн. техн. ун-т; редкол.: В.П. Чеботарев [и др.]. – Минск, 2017. – С. 296-298.

12. Карпиевич, Ю.Д. Новый метод бортового мониторинга степени выработки ресурса моторного масла / Ю.Д. Карпиевич, И.И. Бондаренко, Н.Г. Мальцев // Автомобиле- и тракторостроение: материалы Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 14 – 18 мая 2018 г.: в 2 т. / Беларус. Нац. техн. ун-т; редкол.: Д.В. Капский [и др.]. – Минск, 2018. – Т. 1. – С. 9-11.

13. Диэлектрическая проницаемость как показатель степени выработки ресурса моторного масла / Ю.Д. Карпиевич, И.И. Бондаренко, М.А. Каптур, Н. Н. Казеко // Техническое обеспечение инновационных технологий в сельском хозяйстве: сб. науч. ст. Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 21– 23 ноября 2018 г. / Беларус. гос. агр. техн. ун-т; редкол.: В.П. Чеботарев [и др.]. – Минск, 2018. – С. 260-263.

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 16.09.2020

УДК 631.331.022

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ РАБОТЫ ПНЕВМАТИЧЕСКОЙ ВЫСЕВАЮЩЕЙ СИСТЕМЫ СЕЯЛКИ С ТУРБУЛИЗИРУЮЩЕЙ ВСТАВКОЙ

В.П. Чеботарёв,*зав. каф. сельскохозяйственных машин БГАТУ, докт. техн. наук, профессор***Д.В. Зубенко,***директор Марьиногорского государственного аграрно-технического колледжа им. В.Е. Лобанка, канд. техн. наук***Ю.Л. Салапура,***ученый секретарь РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства», канд. техн. наук, доцент***А.В. Зубенко,***зав. отделением ТОПСХП Марьиногорского государственного аграрно-технического колледжа им. В.Е. Лобанка*

В статье приводятся результаты исследования качества работы пневматической высевающей системы централизованного дозирования посевного материала зерновых сеялок. Результатом данных исследований стала разработка вертикального распределительного устройства, применение которого при посеве зерновых и зернобобовых культур позволяет производить качественный сев и распределять посевной материал по площади поля согласно агротехническим требованиям, с неравномерностью распределения 3,8–6 %.

Ключевые слова: пневматическая система, распределитель, неравномерность распределения, турбулизирующая вставка, зерновая сеялка.

Research results of quality of work of the pneumatic sowing system of the centralized dispensing of sowing material of grain seeders are given in the article. The result of this research was the development of the vertical distributing device used for grain and leguminous crops that allows high-quality sowing and distribution of sowing material on the area of the field according to agrotechnical requirements, with unevenness of distribution of 3,8-6%.

Keywords: pneumatic system, distributor, unevenness of distribution, turbuliziruyushchy insert, grain seeder.

Введение

Растениеводческая отрасль сельского хозяйства Республики Беларусь в своей основе опирается на ресурсосберегающие технологии возделывания сельскохозяйственных культур, реализация которых невозможна без применения высокопроизводительной посевной техники. В связи с этим сеялки и почвообрабатывающе-посевные агрегаты с пневматическими высевающими системами находят все более широкое применение в технологиях возделывания различных сельскохозяйственных культур. Увеличение урожайности зерновых культур должно происходить за счет применения интенсивных сортов, требуемых доз удобрений, средств защиты растений, а главное, качественной подготовки почвы и посева. Важную роль при этом занимает посев, во время проведения которого закладывается основа будущего урожая. Важным аспектом при посеве является обеспечение необходимой площади питания культурных растений, так как от нее напрямую зависит рост и дальнейшее их развитие [1]. В связи с этим к машинам для посева предъявляются высокие требования по обеспечению равномерности распределения семян по площади по-

ля, без чего невозможно реализовать генетическую продуктивность современных сортов сельскохозяйственных культур.

Анализ отечественных и зарубежных литературных источников [2-4], а также производственного опыта передовых сельскохозяйственных предприятий страны показал, что одним из перспективных направлений в развитии посевных машин является разработка широкозахватных высокопроизводительных сеялок с пневматической системой высева, усовершенствование которых ведется по пути увеличения производительности, снижения энерго-, материалоемкости и улучшения качественных показателей работы системы высева.

Целью работы является расчет параметров, разработка и испытание высевающей системы для широкозахватной сеялки С-9.

Основная часть

Объектом исследования являлся процесс движения и распределения посевного материала в распределителе вертикального типа пневматической системы высева. Методика исследований базировалась на теоретических и экспериментальных исследованиях,

в процессе которых проводилась сравнительная оценка качественных показателей работы высеваящих систем опытного образца зерновой сеялки отечественного производства и ее зарубежного аналога.

Современная сеялка с пневматической системой высева, как правило, имеет раздельно-агрегатную компоновку [5], при которой машина состоит из отдельных блоков (модулей). Это позволяет разнести в пространстве бункер и рабочие органы. Пневматическая высевая система и раздельно-агрегатная компоновка рабочих органов таких сеялок позволяют реализовать секционный принцип построения рамы посевного блока, при котором ее складывание происходит в вертикальной плоскости. Данное решение позволяет значительно ускорить процесс перевода сеялки из рабочего положения в транспортное и обратно, а следовательно, снизить общие непроизводительные затраты времени.

В настоящее время при производстве зерновых сеялок, где в качестве транспортирующей среды используется воздушный поток, можно выделить три типа высеваящих систем: централизованного, группового и индивидуального дозирования посевного материала.

Наибольшее распространение в мировой практике получили системы высева с централизованным дозированием семян одним или двумя дозаторами и последующим делением общих потоков на отдельные по сошникам с помощью распределительных устройств различной конструкции [6].

Централизованный бункер сеялки позволяет снизить количество и продолжительность технологических остановок на заправку семенами и удобрениями. Применение автономной системы загрузки на широкозахватных сеялках с пневматической системой высева позволяет дополнительно сократить время и трудоемкость загрузки. Кроме того, система обеспечивает простую установку нормы высева, она более универсальна по диапазону высеваемых семян, так как дозирование происходит большими порциями. Производством и широким применением сеялок с

пневматической системой высева занимаются многочисленные фирмы США и Европы.

Основными элементами системы высева с пневматическим транспортированием посевного материала в сошники являются: бункер, вентилятор, дозатор, устройство для ввода посевного материала в воздушный поток (питатель), пневмоматериалопровод и распределительное устройство (рис. 1).

Одним из основных агротехнических требований для высеваящей системы посевных машин является равномерность распределения материала по сошникам (поперечная неравномерность). Анализ преимуществ и недостатков отдельных элементов пневматической высеваящей системы, оказывающих влияние на технологический процесс, позволяет сделать вывод о том, что одной из наиболее важных частей системы, обеспечивающей поперечную неравномерность высева, являются распределительные устройства посевного материала. Снижение равномерности распределения семян приводит к образованию участков с высокой и низкой плотностью размещения растений по площади поля. На участках с высокой густотой стеблестоя их развитие затрудняется, на изреженных продуктивность отдельных растений может увеличиваться, но она не компенсирует недостаток общей продуктивности с единицы площади поля. Поэтому повышение поперечной равномерности распределения семян оказывает положительное влияние на развитие растений, одновременное их созревание и, в итоге, на конечный урожай. Некоторыми исследованиями установлено, что при неравномерности распределения между сошниками выше 10 % наблюдается устойчивое снижение урожайности в среднем на 1...2 ц/га [7].

Одним из наиболее распространенных способов повышения равномерности распределения посевного материала между сошниками на практике является дополнительная турбулизация поступающей к распределительной головке материало-воздушной смеси.

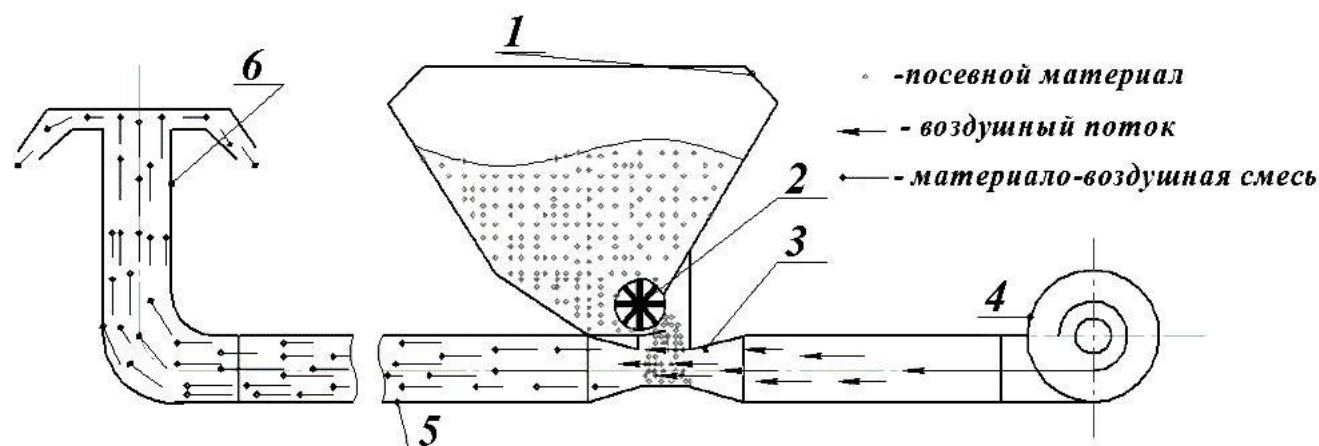


Рисунок 1. Конструктивно-технологическая схема пневматической высеваящей системы: 1 – бункер; 2 – дозатор; 3 – питатель; 4 – вентилятор; 5 – пневмоматериалопровод; 6 – распределитель

Большинство мировых производителей посевной техники с пневматическими системами высева применяют комплексно несколько рабочих элементов для снижения неравномерности распределения посевного материала по сошникам.

В связи с этим особую актуальность приобретает разработка комбинированного распределительного устройства, обеспечивающего выравнивание посевного материала по поперечному сечению вертикальной части распределителя при минимальном аэродинамическом сопротивлении, а также применение направителя в распределительной головке для исключения травмирования посевного материала за счет снижения интенсивности и количества лобовых ударов семян (рис. 2).

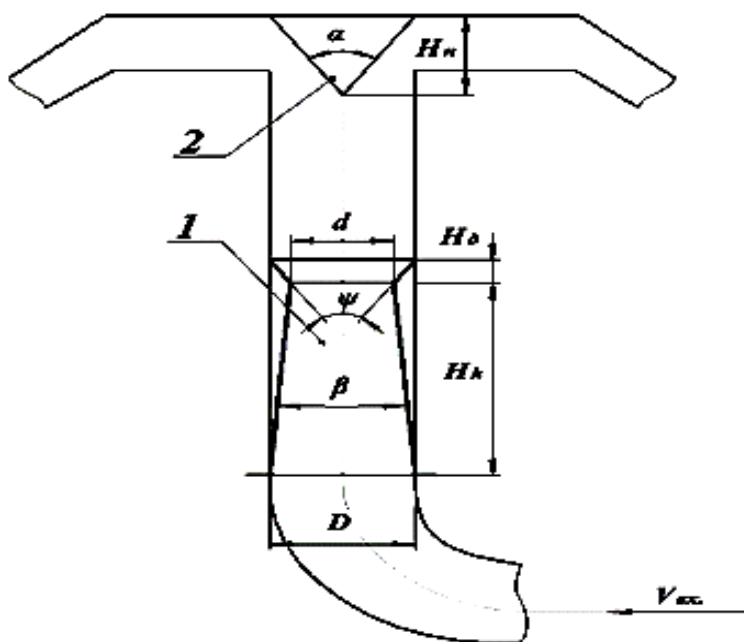


Рисунок 2. Схема экспериментального вертикального распределителя: 1 – турбулизирующая вставка; 2 – направитель

Турбулизирующая вставка выполнена из конфузора с углом сужения β и высотой H_k и диффузора с углом расширения ψ и высотой H_d соединенных верхними основаниями с диаметром d , причем конфузор расположен во впускной части вставки, имеющей диаметр D . Данная конструкция обеспечивает равномерное распределение транспортируемого материала по сечению вертикальной колонны без снижения скорости его транспортирования и, следовательно, не требует дополнительных энергозатрат на поддержание параметров воздушного потока.

В турбулизирующей вставке в ее впускной части конфузора происходит поперечное «сжатие» материало-воздушного потока и приближение его к центру. При этом аэродинамическое сопротивление и механическое сопротивление трения транспортируемого материала о поверхность увеличиваются незначи-

тельно вследствие его плавного сужения [8]. Соответственно, скорости периферийных слоев потока возрастают и выравниваются по всей площади поперечного сечения конфузора. На выходе из конфузора образуется внезапное расширение диффузором турбулизирующей вставки, которое вызывает образование вихревых потоков транспортирующего воздуха по всему поперечному сечению входного трубопровода [9]. Все это вызывает интенсивное перемешивание транспортируемого материала с воздухом и формирование однородной материало-воздушной смеси.

Для сохранения высокой равномерности распределения посевного материала по поперечному сечению в распределительной головке и далее в семяпроводе необходимо, чтобы каждая частица с наимень-

шими потерями энергии и за кратчайшее время после касания с внутренней поверхностью распределительной головки переместилась к отводящему патрубку. В качестве направителя использовался остроконечный конус, имеющий угол у вершины α и высоту H_n , который при условии равномерной подачи посевного материала в распределительную головку повышает равномерность распределения посредством создания направленных в сторону отводящих патрубков вееров отраженных частиц и уменьшает интенсивность лобовых соударений частиц посевного материала.

Объектом исследования выступала пневматическая система высева централизованного дозирования зерновой сеялки С-9 с установленным, описанным выше, вертикальным распределителем. Целью проведения испытаний являлось определение коэффициента вариации, как основного критерия, по которому оценивается качество работы распределителя, характеризующего неравномерность распределе-

ния частиц посевного материала по сошникам. Сеялка С-9 была оснащена экспериментальным распределителем с турбулизирующей вставкой следующих параметров: входной диаметр $D = 140$ мм; угол сужения конфузора $\beta = 14^\circ$; выходной диаметр конфузора $d = 90$ мм; высота конфузора $H_k = 205$ мм; угол расширения диффузора $\psi = 90^\circ$; высота диффузора вставки $H_d = 25$ мм; направитель имел угол при вершине $\alpha = 46^\circ$ и высоту $H_n = 165$ мм. Для контроля и сравнения результатов аналогичные опыты проводились для сеялки СПШ-9, на которой были установлены серийные распределители. Основные показатели результатов качества выполнения технологического процесса системы высева по результатам испытаний сеялки С-9 в сравнении с сеялкой СПШ-9 представлены в таблице 1.

Таблица 1. Функциональные показатели работы системы высева сеялки С-9

Наименование показателя	по ТКП 078-2007	Значение показателя					
		по результатам испытаний					
		Высев семян пшеницы		Высев семян ячменя		Высев семян гороха	
		С-9	СПШ-9	С-9	СПШ-9	С-9	СПШ-9
Качество высева при норме высева семян, кг/га – заданной; – фактической;		228 237	210 222,6	222 232	222 238,3	251 262	251 267,2
Отклонение фактической нормы высева от заданной, %		4	6	4,5	7,3	4,4	6,5
Неравномерность высева между сошниками, % – зерновых; – зернобобовых;	не более 5 не более 6	3,9	14	3,8	9,6	6,0	15,5
Дробление семян, % – зерновых; – зернобобовых;	не более 0,5 не более 1	0,21	0,66	0,2	0,1	0,5	0,6

Одним из основных оцениваемых показателей, который определяет качество работы системы высева и в определенной мере оказывает положительное влияние на развитие растений, является неравномерность распределения посевного материала между сошниками. Значения данного показателя сеялки СПШ-9 с серийным распределителем значительно превышают значения, полученные при испытании сеялки С-9 с разработанным вертикальным распределителем и установленные агротехническими требованиями [10].

Помимо определения коэффициента вариации, проводилась статистическая оценка значимости различия неравномерности высева между сошниками сеялкой СПШ-9 и сеялкой С-9 с экспериментальным распределителем. При сравнении средних величин двух сопряженных выборок проводилась оценка существенности разности по t -критерию. Порядок оценки существенности средней разности осуществляется по известной методике [11].

При этом если фактическое значение $t_{\phi} > t_{0,05;214}$, то тогда подтверждалась гипотеза значимости разли-

чия полученной разности средних значений распределения проб масс посевного материала экспериментальным и серийным распределителями.

В результате проведения оценки существенности средней разности по t -критерию, сопоставляя фактические значения критерия t_{ϕ} с теоретическими t_m (табличными), был сделан вывод: так как при высева семян пшеницы $t_{\phi} = 3,06 > t_m = 1,96$, ячменя – $t_{\phi} = 4,37 > t_m = 1,96$, гороха – $t_{\phi} = 2,2 > t_m = 1,96$, то для всех исследуемых культур разность существенна при 5 %-м уровне значимости, и вследствие того, что во всех случаях она ниже у экспериментального распределителя, то он более качественно распределяет посевной материал между сошниками. Для наглядного подтверждения выводов построена диаграмма распределения семян пшеницы по семяпроводам (рис. 3).

Таким образом, экспериментальный распределитель с оптимальными конструктивными параметрами позволил получить значения неравномерности распределения посевного материала для зерновых и зернобобовых культур в диапазоне от 3,8 %

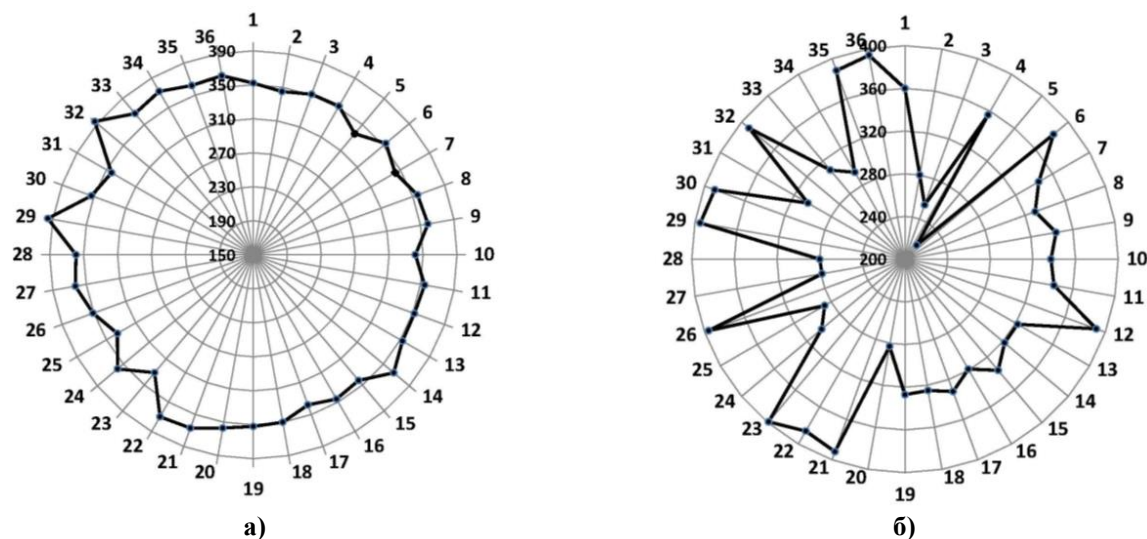


Рисунок 3. Эюра распределения семян пшеницы: а) экспериментальным; б) серийным распределителем между сошниками в зависимости от их массы;

150, 190...390 – шкала массы проб; 1, 2, 3...32 – номер отводящего патрубка

до 6,0 % [12]. На сеялке с серийными распределителями данный показатель находился в диапазоне от 9,6 % до 15,5 % [13] при агротехнически допустимом диапазоне от 5 % до 6 %. Ожидаемый приведенный годовой экономический эффект от использования сеялки С-9 составил 204,5 тыс. руб. в сравнении с сеялкой СПШ-9. Применение разработанной сеялки С-9 по сравнению с базовой СПШ-9 позволило снизить прямые эксплуатационные затраты на 20,2 %, капитальные вложения на 21,8 % и приведенные затраты на 20,9 %.

Заключение

Результаты проведенных исследований показали, что применение пневматической высевальной системы централизованного дозирования посевного материала с разработанным вертикальным распределительным устройством на зерновых сеялках при посеве зерновых и зернобобовых культур позволяет производить качественный сев и распределять посевной материал по площади поля для зерновых и зернобобовых культур согласно агротехническим требованиям, с неравномерностью 3,8 %... 6,0 %.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Майсурия, Н.А. Предисловие / Н.А. Майсурия // Прогрессивные способы посева зерновых культур. – М., 1959. – С. 3-9.
2. Астахов, В.С. Механико-технологические основы посева сельскохозяйственных культур сеялками с пневматическими системами группового дозирования: автореф. дис. ... докт. техн. наук: 05.20.01 / В.С. Астахов; БГСХА. – СПб., 2007. – 40 с.
3. Лачуга, Ю.Ф. Новые технологии и техника для сельского хозяйства России / Ю.Ф. Лачуга // Техника в сельском хозяйстве. – 2004. – № 6. – С. 5-9.
4. Сариев, Ж.А. Применение посевного комплекса «Flexi coil ST-820» в опытно-производственных

условиях / Ж.А. Сариев, В.В. Выорков, А.Е. Сарсенов // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2008. – № 2. – С. 33-35.

5. Халанский, В.М. Сельскохозяйственные машины / В.М. Халанский, И.В. Горбачев. – М.: Колосс, 2004. – 624 с.

6. Чеботарев, В.П. Анализ посевной части зерновых сеялок и почвообрабатывающе-посевных агрегатов / В.П. Чеботарев, Д.В. Зубенко, Ю.Л. Салапура, А.В. Новиков, Т.А. Непарко // Современные проблемы земледельческой механики: матер. XIV Междунар. науч.-практич. конф., посвященной 113-й годовщине со дня рождения академика Петра Мефодиевича Василенко. – Глеваха, 2013. – С. 150-163.

7. Бахмутов, В.А. Влияние равномерности размещения растений по площади на урожайность / В.А. Бахмутов, В.А. Любич // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – М., 1981. – № 5. – С. 9-11.

8. Ивженко, С.А. Механико-технологические основы совершенствования пневматического посева: дис. ... д-ра техн. наук: 05.20.01 / С.А. Ивженко. – Саратов, 1992. – 506 с.

9. Любушко, Н.И. Применение высевальной системы с централизованным дозированием / Н.И. Любушко, В.А. Юзбашев, В.Е. Хоруженко // Тракторы и сельхозмашины. – 1984. – № 6. – С. 15-17.

10. Машины посевные и посадочные. Правила установления показателей назначения: ТКП 078-2007. – Введ. 06.08.2007. – Минск: Белорус. научн. ин-т внедрения новых форм хозяйствования в АПК, 2007. – 40 с.

11. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 347 с.

12. Протокол от 27.12.2012 № 038 (176) Б 1/3-2012, приемочных испытаний сеялки пневматической С-9. – Пос. Привольный. – 96 с.

13. Протокол № 247 Б 1/3-2010, от 22.12.2010 приемочных испытаний сеялки пневматической СПШ-9. – Пос. Привольный. – 68 с.

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 24.09.2020

Счетчик газа ультразвуковой СГУ001 типоразмеров G16-G25

Предназначены для измерения объемного расхода горючего газа по ГОСТ 5542-87 или паров сжиженного углеводородного газа по ГОСТ 20448-90 с приведением измеренного объема газа к нормальным условиям, т.е. к температуре газа 20 °С и плотности 0,72 кг/м³ с отображением информации об объеме израсходованного газа на табло счетчика с возможностью передачи информации в централизованную систему учета.



Основные технические данные

Рабочий диапазон температур, °С	от - 30 до + 50
Рабочий диапазон расхода газа, м³/час	от 0,16 до 40
Основная относительная погрешность, не более, %	± 3
Порог чувствительности, не более, м³/час	0,05
Наибольшее избыточное рабочее давление газа, кПа	100
Число разрядов индикаторного табло счетчика	8
Дополнительная относительная погрешность при изменении температуры окружающей среды от - 30 до +50 °С, не более	0,01% на 1 °С

УДК 621.929:636(476)

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЧИСЛА ОБОРОТОВ МЕШАЛКИ МИКСЕРА, ЗАКЛЮЧЕННОЙ В КОЖУХ

И.М. Швед,

ст. преподаватель каф. технологий и механизации животноводства БГАТУ

Одним из определяющих технологических параметров миксера, влияющего на энергоемкость процесса перемешивания жидкого навоза, является угловая скорость вращения мешалки. В статье теоретически обоснована зависимость числа оборотов мешалки миксера от конструктивных параметров рабочего органа и кожуха, в который он заключен.

Ключевые слова: миксер, кожух, диаметр, производительность, скорость, поток, навоз, навозохранилище, перемешивание, сопло.

The angular rotation speed of the mixer is one of the defining technological parameters of the mixer, which affects the energy intensity of the process of mixing liquid manure. The article theoretically grounds the dependence of the speed of the mixer rotations on the design parameters of the working body and the casing in which it is enclosed.

Keywords: mixer, casing, diameter, productivity, speed, flow, manure, manure storage, mixing, nozzle.

Введение

При обосновании оптимальных параметров сельскохозяйственных машин в виде основного критерия эффективности используют минимум приведенных затрат. Однако этот показатель по отношению к техническим средствам для утилизации навоза из навозохранилищ следует рассматривать только как необходимый, но не достаточный. Высокая производительность машин и требуемое качество работ, являющиеся непременным условием для внедрения новой техники [1].

В процессе хранения жидкий навоз расслаивается и его необходимо периодически перемешивать. Качественное его перемешивание зависит главным образом от скорости движения навозной массы, перемещаемой в струе потока жидкого навоза, который создается при вращении мешалки миксера.

Теоретическими исследованиями перемешивания жидких сред в аппаратах с мешалками лопастного и спирально-винтового типа занимались ученые А.Н. Тропин, А.Н. Губейдуллин, Д.А. Скотников, А.Н. Андреев, А.С. Москвитин и др. [2-5].

А.С. Москвитин установил зависимость для определения числа оборотов мешалки, осуществляющей перемешивание субстрата в метантенке [3]:

$$n_m = 0,8 \frac{Q}{d_m^2 h \cos^2 \varphi}, \quad (1)$$

где Q – производительность пропеллерной мешалки, л/с;

d_m – диаметр мешалки, м;

h – шаг мешалки, м;

φ – угол наклона лопасти мешалки, град.

Формула (1) применима при известных параметрах мешалки, которая осуществляет перемешивание жидких сред без перемещения в вертикальной плоскости и не учитывает напор навозной массы над ней.

Целью исследования является установление зависимости влияния диаметра отверстия сопла кожуха на число оборотов мешалки миксера, обеспечивающего повышение интенсивности перемешивания жидкого навоза.

Основная часть

Одним из наиболее энергоемких процессов в животноводстве является уборка и утилизация навоза на фермах и комплексах, в частности перемешивание до однородного состояния жидкого навоза в навозохранилищах миксером.

Миксеры предназначены для перемешивания навоза в приемном резервуаре для достижения однородной консистенции. Это позволяет перекачивать навоз без разрыва потока. Миксер (рис. 1), применяемый для перемешивания навоза, состоит из привода и вала, на котором закреплена лопастная мешалка.

Опустив миксер в массу жидкого навоза включается привод, передающий вращение на вал с мешалкой, которая создает вихревые потоки жидкой фракции навоза, чем поднимает осадок со дна хранилища, который затем перемешивается с жидкой фракцией.

Основным недостатком применяемого миксера является отсутствие, опоясывающего мешалку кожуха, вследствие чего отсутствует направленный поток жидкого навоза, и засохшие комки навоза, попадая в рабочую зону мешалки, лишь отбрасываются к периферии под воздействием центробежной силы и не измельчаются. Это приводит к некачественному перемешиванию навозной массы и увеличению затрат энергии на выполняемый технологический процесс.

Устранить описанный недостаток можно дополнив конструкцию миксера кожухом конусообразной формы (рис. 2), выпускное окно которого соединено с соплом, а на верхней крышке закреплены подающие



Рисунок 1. Миксер для перемешивания навоза

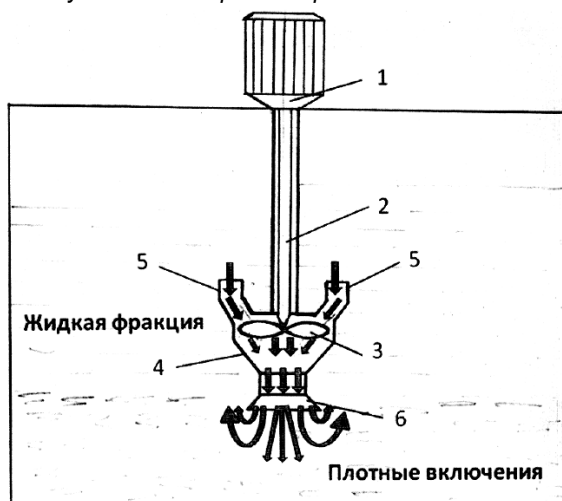


Рисунок 2. Схема миксера с кожухом конусообразной формы: 1 – привод; 2 – вал мешалки; 3 – мешалка; 4 – кожух; 5 – подающие цилиндрические каналы; 6 – сопло

цилиндрические каналы, верхняя кромка которых расположена выше уровня мешалки, и пропускная способность больше сопла.

Предложенная на рисунке 2 конструкция модернизированного миксера работает следующим образом. Опуская миксер в навозохранилище, мешалка 3 вместе с кожухом 4 конусообразной формы первоначально погружается в жидкую фракцию. При этом жидкая фракция навоза через подающие цилиндрические каналы 5, расположенные выше уровня мешалки 3, начинает поступать внутрь кожуха 4. Далее в работу включается мешалка 3, а так как она охвачена кожухом 4, то создается направленный, сужающийся

поток жидкой фракции навоза. Следовательно, возникает реактивная струя жидкой фракции, что обеспечивает ее перемещение в навозную массу в зависимости от ее плотности: в более жидкой скорость возрастает, в более твердой снижается.

Одновременно с этим при прохождении крайних кромок сопла 6, вследствие разности давлений, происходит частично завихрение жидкой фракции, а следовательно, при прохождении сопла 6 образуются потоки с разными скоростями движения, способствующие качественному перемешиванию жидкой и твердой фракции навоза при снижении затрат энергии на выполняемый технологический процесс.

Формирование скоростей в жидком навозе определяется следующими факторами:

- внешними движущими силами, приложенными к навозу;
- гидродинамическим сопротивлением на неподвижных поверхностях, ограничивающих поток, уравнивающий эти силы;

Внешние движущие силы, приложенные к навозной массе, зависят главным образом от конструктивных параметров мешалки, а в частности, от конструктивных размеров лопастей, установленных на ней. При этом основной движущей силой, участвующей в перемещении навозной массы и продвижении ее в уплотненные слои хранящегося навоза, является центробежная сила. Центробежная сила напрямую зависит от угловой скорости мешалки. Для определения числа оборотов мешалки миксера необходимо определить ее угловую скорость.

Указанный параметр можно определить из начального условия, при котором производительность мешалки должна быть равна пропускной способности сопла, иначе при большей пропускной способности сопла миксер будет работать не в полную загрузку, а при меньшей – будет осуществляться обратный отток навозной массы, вследствие неспособности сопла пропустить через себя весь подающийся объем жидкого навоза.

Тогда по условию неразрывности потока, при котором пропускная способность сопла Q_c равна производительности миксера Q_m , запишем следующее выражение:

$$Q_c = Q_m \quad (2)$$

При этом производительность миксера можно определить по формуле [6]:

$$Q_m = S_m V_n, \quad (3)$$

где S_m – площадь рабочей поверхности мешалки, m^2 ; V_n – скорость потока жидкого навоза, создаваемого мешалкой, m/c .

Скорость потока жидкого навоза, создаваемого мешалкой, будет происходить в основном в осевом направлении, так как радиально направленная скорость потока навозной массы ограничена установленным кожухом, а также тем, что в миксерах подобного типа (рис. 1) используются пропеллерные мешалки, которые создают преимущественно осевые потоки и,

как следствие, большие осевые скорости [7]. Скорость потока жидкого навоза, создаваемого мешалкой, можно определить по формуле:

$$V_n = H_m \omega \cos^2 \gamma, \quad (4)$$

где H_m – шаг установки лопастей мешалки, м;

ω – угловая скорость мешалки, с^{-1} ;

γ – угол подъема винтовой линии лопасти мешалки, град.

Шаг установки лопастей мешалки определяется из выражения:

$$H_m = \frac{\pi d_m}{n}, \quad (5)$$

где n – число лопастей мешалки, шт.

Площадь рабочей поверхности мешалки определяется по формуле [8]:

$$S_m = 0,01 n d_m^2 \left(10 n b - \pi \frac{\alpha_k}{180^\circ} + \sin \alpha_k \right), \quad (6)$$

где d_m – диаметр мешалки, м;

b – коэффициент максимальной ширины лопасти в плановой проекции;

α_k – угол дуги сегмента лопасти, град.

Пропускную способность сопла можно определить по формуле расхода жидкости, истекающей из насадков [9]:

$$Q_c = \mu S_c \sqrt{2gH}, \quad (7)$$

где μ – коэффициент расхода жидкости;

S_c – площадь отверстия сопла, м^2 ;

g – ускорение свободного падения, $\text{м}/\text{с}^2$;

H – напор навозной массы над отверстием сопла, м.

В условие неразрывности потока (2) подставим соответствующие им выражения (3) и (7). Тогда условие неразрывности потока переписывается в следующем виде:

$$S_m V_n = \mu S_c \sqrt{2gH}. \quad (8)$$

Площадь отверстия сопла можно определить по известной формуле:

$$S_c = \frac{\pi d_c^2}{4}, \quad (9)$$

где d_c – диаметр отверстия сопла, м.

Подставим выражения (4), (5), (6) и (9) в условие неразрывности потока жидкости (8) и проведем необходимые преобразования. Тогда угловая скорость вращения мешалки определится из следующего уравнения:

$$\omega = \frac{d_m^2 \mu \sqrt{2gH}}{0,04 d_m^3 \cos^2 \gamma \left(10 n b - \pi \frac{\alpha_k}{180^\circ} + \sin \alpha_k \right)}. \quad (10)$$

Число оборотов мешалки можно выразить из формулы по определению ее угловой скорости:

$$\omega = \frac{\pi n_m}{30}, \quad (11)$$

где n_m – число оборотов мешалки миксера, мин^{-1} .

Подставим формулу (11) в уравнение (10) и выразим число оборотов мешалки миксера:

$$n_m = \frac{750 d_m^2 \mu \sqrt{2gH}}{\pi d_m^3 \cos^2 \gamma \left(10 n b - \pi \frac{\alpha_k}{180^\circ} + \sin \alpha_k \right)}. \quad (12)$$

Анализ формулы (12) показывает, что число оборотов мешалки миксера зависит от конструктивных параметров мешалки и кожуха ее опоясывающего, а также напора навозной массы над отверстием сопла, что связано с давлением жидкого навоза на рабочий орган миксера. При опускании миксера, в навозохранилище повышается напор, воздействующий на мешалку, а следовательно, чем ниже погружаем миксер в навозную массу, тем больше необходимо увеличивать число ее оборотов.

Заключение

Предложенная конструкция миксера позволяет осуществить интенсивное перемешивание навозной массы и сократить время на выполняемый технологический процесс, что приведет к снижению энергозатрат.

Полученная формула (12) позволяет определить число оборотов мешалки, заключенной в кожух и отличающаяся тем, что она учитывает конструктивные и гидродинамические параметры миксера. Формула (12) дает возможность определить рациональное число оборотов мешалки, при которой будет наблюдаться наибольшая интенсивность перемешивания жидкого навоза, и позволяет установить оптимальный гидродинамический режим работы миксера в навозохранилище.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Марченко, Н.М. Механизация внесения органических удобрений / Н.М. Марченко, Г.И. Личман, А.Е. Шебалкин. – М.: Агропромиздат, 1990. – 207 с.: ил.
2. Тропин, А.Н. Повышение эффективности работы самотечной системы удаления навоза путем оптимизации ее конструктивных и технологических параметров: автореф. дис. канд. техн. наук: 05.20.01 / А.Н. Тропин. – Санкт-Петербург. – Павловск, 2011. – 20 с.
3. Москвитин, А.С. Оборудование водопроводно-канализационных сооружений / А.С. Москвитин, Б.А. Москвитина, Г.М. Мирончик, Р.Г. Шапиро. – М.: Стройиздат, 1979. – 430 с., ил.
4. Скотников, Д.А. Совершенствование технологии и оптимизация параметров смесителя для приготовления субстрата при производстве биогумуса: автореф. дис. канд. техн. наук: 05.20.01 / Д.А. Скотников. – Саратов, 2003. – 20 с.
5. Андреев, А.Н. Течение неньютоновской жидкости в шнековом прессе / А.Н. Андреев // Научный журнал НИУ ИТМО: серия «Процессы и аппараты

пищевых производств». – Санкт-Петербург. – 2013. – №1 (15). – С. 7-14.

6. Ворожцов, О.В. Обоснование технологических и конструктивных параметров перемешивающего устройства, обеспечивающего гомогенизацию жидкого свиного навоза при его хранении в пленочных навозохранилищах: дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01 / О.В. Ворожцов. – Санкт-Петербург, 2018. – 195 с. : ил.

7. Стренк, Ф. Перемешивание и аппараты с мешалками / Ф. Стренк; под ред. И.А. Щупляка. – Л.: Химия, 1975. – 384 с.

8. Швед, И. М. Определение производительности миксера при перемешивании жидкого навоза в навозохранилище / И. М. Швед // Агропанорама. – Минск. – 2019. – № 5. – С. 30-34.

9. Плановский, А.Н. Процессы и аппараты химической технологии / А.Н. Плановский, В.М. Рамм, С.З. Каган. – М.: Химия, 1967. – 848 с.

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 09.09.2020

Система управления производительностью зерносушилки по температурно-влажностным параметрам

Предназначена для непрерывного контроля температуры, влажности зерна в процессе сушки и управления режимом выгрузки из колонковой или шахтной зерносушилки.



Основные технические данные

Диапазон контролируемой влажности зерна	от 9 до 30%
Погрешность измерения:	
- влажности (не более)	0,5%
- температуры (не более)	0,5°C
Диапазон регулирования производительности	0...100%
Мощность устройства управления электроприводом	до 3 кВт
Контроллер имеет унифицированный аналоговый выход 4...20 мк и интерфейс RS-485.	

Применение системы управления электроприводом позволяет оптимизировать технологический процесс сушки по влажности и температуре зерна, предотвращает перегрев зерна, обеспечивает экономию газа или жидкого топлива.

УДК 636.2.034:004

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНФРАКРАСНОЙ ТЕРМОГРАФИИ ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ МАСТИТА КОРОВ

Ю.А. Ракевич,

аспирант каф. автоматизированных систем управления производством БГАТУ

В статье рассматриваются существующие способы и методы диагностирования мастита у коров, показаны их достоинства и недостатки. Выявлена взаимосвязь между калифорнийским тестом на мастит (СМТ) и средней максимальной температурой вымени коров, определяемой инфракрасной термографией (ИРТ). Экспериментальные данные обработаны методом математической статистики.

Ключевые слова: мастит, вымя, температура, калифорнийский тест на мастит, инфракрасная термография.

The existing methods for diagnosing mastitis in cows are considered, they show their advantages and disadvantages. The relationship between the California mastitis test (CMT) and the average maximum udder temperature of cows measured by infrared thermography (IRT) was revealed. The experimental data were processed using mathematical statistics.

Keywords: mastitis, udder, temperature, California mastitis test, infrared thermography.

Введение

Стратегической отраслью и локомотивом устойчивого экономического развития сельского хозяйства республики традиционно является молочное скотоводство. Несмотря на достигнутые результаты и положительную динамику в развитии молочной отрасли, в сельскохозяйственных организациях еще имеются проблемы и значительные резервы повышения экономической эффективности производства молока.

Производство молока в большинстве сельскохозяйственных предприятий определяет специализацию производства, является основным источником поступления финансовых средств и определяет уровень экономического развития.

На интенсификацию отрасли и ее развитие направляется 26 % материально-денежных средств, вкладываемых в развитие аграрного сектора, расходуется 43 % скармливаемых кормов и используется 22 % трудовых ресурсов, занятых в сельскохозяйственном производстве. От реализации молока сельскохозяйственной организации республики ежегодно получают почти 36 % выручки и 70 % общей суммы прибыли [1].

Получение качественного молока – актуальная задача для всех сельскохозяйственных организаций, занимающихся молочным скотоводством. Одной из причин низкого качества молока на молочно-товарных фермах является заболевание коров маститом. По этой причине снижается молочная продуктивность, качество молока, продуктивное долголетие коров, а в некоторых случаях становится причиной выбраковки животных.

По данным многочисленных исследований, поголовье больных коров в стаде может находиться при клинической форме заболевания до 25-30 %, а при субклинической – до 40-50 %, преждевременная выбраковка – до 3-8 %.

Снижение молочной продуктивности за лактацию может достигать от 10 до 25 % в зависимости от

возраста, продуктивности и длительности болезни. Причем от одной дойной коровы потери молока могут составлять до 300-400 кг за лактацию [2-6].

Цель настоящей работы – провести экспериментальную сравнительную диагностику двумя методами СМТ и ИРТ для определения мастита коров с помощью портативного тепловизора марки DT-9875, на основе оперативного анализа инфракрасных изображений вымени.

Основная часть

В ветеринарной практике, как золотой стандарт, обычно используется калифорнийский метод определения мастита, который косвенно измеряет количество соматических клеток (SCC) в образцах молока.

Механизм СМТ следующий: простой реагент добавляется в молоко, реагирует с частью лейкоцитов и образует видимое гелеобразное матричное вещество. Более активная инфекция представляет большее количество лейкоцитов и пропорционально более выраженное количество геля. Основным недостатком является то, что иногда полученные результаты трудно интерпретировать, а метод отличается относительно низкой чувствительностью. На проведение самого исследования требуется до 5-7 минут на корову. Таким образом, это не прямой экспресс-индикатор воспаления молочной железы, который относится к лабораторным методам диагностики мастита коров [7].

В то же время, развитие и внедрение компьютеризированных систем управления стадом требует средств диагностики мастита, работающих в реальном масштабе времени. Особый интерес и актуальность среди автоматизированных методов диагностики мастита у коров представляет термографический, в силу своей бесконтактности и многофункциональности (рис. 1) [8].

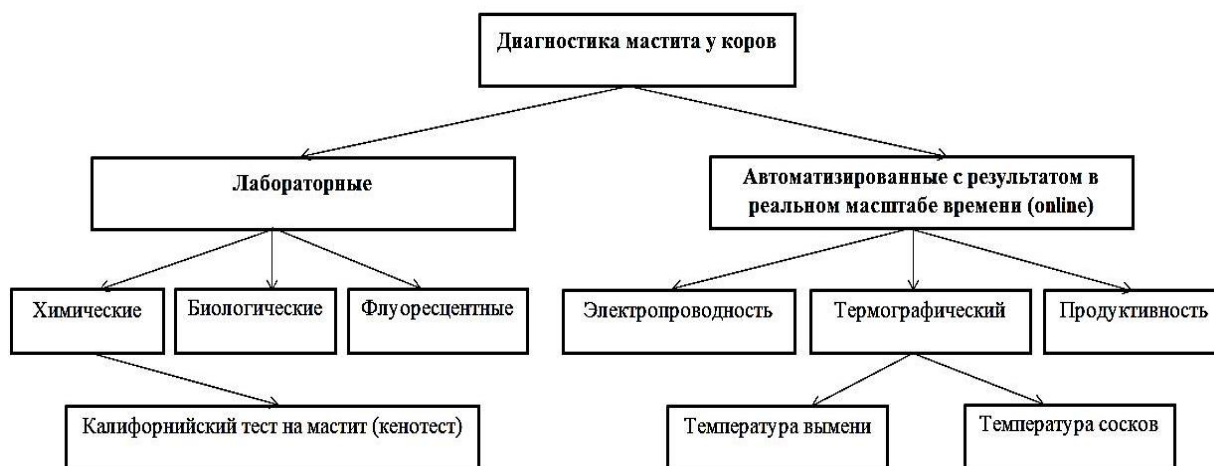


Рисунок 1. Классификация методов диагностики мастита коров

Экспериментальное исследование проводилось на молочно-товарной ферме «Дружба – Агро» Слонимского района Гродненской области. Исследования проводились в два этапа. Было обследовано 580 коров дойного стада. Для определения мастита в хозяйстве используют кенотест фирмы Inter Clean (контроль). На первом этапе животные предварительно подвергались комплексному клиническому обследованию, далее по калифорнийскому методу (кенотесту) были определены 4 группы по 30 коров с разными уровнями заболевания.

В первой группе были здоровые животные с отрицательной пробой по кенотесту (-). Во второй группе коровы с сомнительной пробой по кенотесту (+). Третья группа включала животных с субклинической стадией мастита (++) , а в четвертая – с клинической выраженной стадией мастита (+++).

На втором этапе проводились измерения максимальной температуры вымени коров с помощью портативного тепловизора марки DT- 9875 (табл. 1).

После проведения опытов важнейшим является обработка результатов экспериментальных исследований методом математической статистики [9]:

- 1) оценка параметров генеральной совокупности по выборке;
- 2) проверка выборки случайных величин на промах по критерию Смирнова – Грабса;
- 3) проверка случайных величин выборки на принадлежность их к нормальному закону распределения по критерию САО;

- 4) проверка дисперсий на однородность по критерию Кохрена.

Генеральная совокупность, подчиняющаяся нормальному закону распределения, характеризуется следующими параметрами: μ – генеральное среднее;

σ^2 – генеральная дисперсия; σ – генеральное стандартное отклонение.

Выборочное среднее $\bar{Y}$:

$$\bar{Y} = \frac{Y_1 + \dots + Y_i + \dots + Y_n}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n Y_i}{n}, \quad (1)$$

где n – объем выборки;

$Y_1, \dots, Y_n$ – случайные значения выборки.

Выборочная дисперсия S^2 :

$$S^2 = \frac{(Y_1 - \bar{Y})^2 + \dots + (Y_i - \bar{Y})^2 + \dots + (Y_n - \bar{Y})^2}{n - 1} = \frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2}{n - 1}. \quad (2)$$

Таблица 1. Максимальная температура вымени коров в процессе доения в зависимости от оценки кенотеста

Отрицательная проба с кенотестом (-)	Сомнительная проба с кенотестом (+)	Субклиническая стадия мастита (++)	Клиническая выраженная стадия мастита (+++)
35,3	37,8	38,6	40,5
36,4	37,4	38,5	39,2
37,2	36,2	37,8	39,1
35,8	37,6	38,7	39,6
37	37,1	38,2	39,8
36,2	37,9	38,1	39,7
35,2	36,5	38,8	40,1
36,2	37,1	37,5	40
35,8	37	38,6	39
36,6	37,4	38	39,6

Выборочное стандартное отклонение S :

$$S = \sqrt{S^2} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2}{n - 1}}. \quad (3)$$

Число степеней свободы выборочной дисперсии и выборочного стандартного отклонения f_s :

$$f_s = n - 1. \quad (4)$$

Для того чтобы использовать выборочные параметры для оценки параметров генеральной совокупности, необходимо убедиться в том, что в выборке нет промаха, а случайные значения выборки подчиняются нормальному закону распределения.

Анализ случайных значений выборки $Y_1, \dots, Y_n$ на промах по критерию Смирнова – Граббса.

Экспериментальное значение критерия Смирнова – Граббса:

$$\tau_s = \frac{\max |Y_i - \bar{Y}|}{S}. \quad (5)$$

Анализ случайных значений выборки $Y_1, \dots, Y_n$ на принадлежность их к нормальному закону распределения по критерию среднего абсолютного отклонения (CAO).

Экспериментальное значения критерия CAO:

$$\theta_s = \left| \frac{\text{CAO}}{S} - 0,7979 \right| = \left| \frac{\sum_{i=1}^n |Y_i - \bar{Y}|}{nS} - 0,7979 \right|. \quad (6)$$

Табличное значения критерия CAO:

$$\theta_n = \frac{0,4}{\sqrt{n}}. \quad (7)$$

Критерий принадлежности случайных значений выборки $Y_1, \dots, Y_n$ к нормальному закону распределения: если $\theta_s < \theta_n$, то случайные значения выборки $Y_1, \dots, Y_n$ принадлежат к нормальному закону распределения; если $\theta_s > \theta_n$, то не принадлежат. В случае, когда все выборки имеют одинаковый объем n , проверка дисперсий на однородность производится по критерию Кохрена.

Экспериментальное значение критерия Кохрена G_s :

$$G_s = \frac{\max S_j^2}{\sum_{j=1}^N S_j^2}. \quad (8)$$

В результате обработки экспериментальных данных методом математической статистики были получены следующие данные (табл. 2).

После обработки результатов экспериментальных данных методом математической статистики было установлено, что плотность вероятности температур у всех 4 групп животных описывается нормальным законом распределения.

Получена взаимосвязь между калифорнийским тестом

на мастит и средней максимальной температурой вымени коров, определяемой инфракрасной термографией. При обработке результатов получено линейное уравнение регрессии, которое имеет вид:

$$y = 1,14x + 35,05, \quad (9)$$

где y – средняя максимальная температура вымени коров;

x – оценка состояния здоровья по кенотесту ($x=1,2,3,4$).

При этом точность аппроксимации достаточно высока и составляет $R^2 = 0,9997$ (рис. 2).

Полученные данные согласуются с результатами исследований отечественных и зарубежных ученых, занимающихся проблемами диагностики мастита коров термографическим методом в соответствии с кенотестом.

Заключение

1. Среди классифицированных методов диагностики мастита коров преимущества термографии заключаются в бесконтактности, низких затратах труда и времени, а также возможности интеграции с автоматизированной системой управления стадом.

2. Проведены экспериментальные исследования по измерению температуры вымени коров термографическим методом для 4 групп животных по степени заболевания маститом в соответствии с калифорнийским методом (кенотестом). В результате средняя максимальная температура вымени коров в процессе доения составила у здоровых животных $36,2^\circ\text{C}$, при субклинической стадий мастита – $38,5^\circ\text{C}$, а для клинической выраженной стадий мастита – $39,6^\circ\text{C}$.

3. В результате обработки экспериментальных данных методом математической статистики установлено, что плотность вероятности температур для всех 4 групп животных описывается нормальным законом распределения.

4. Получена взаимосвязь между калифорнийским тестом на мастит и средней максимальной температурой вымени коров, определяемой инфракрасной термографией. При обработке результатов получено линейное уравнение регрессии, где точность аппроксимации достаточно высока.

Таблица 2. Результаты экспериментальных данных, полученные при доверительной вероятности $p = 0,95\%$

Критерии	Отрицательная проба (-)	Сомнительная проба (+)	Субклиническая стадия (++)	Клиническая стадия (+++)
n	30	30	30	30
$\bar{Y}$	36,2	37,3	38,5	39,6
S^2	0,650	0,217	0,198	0,209
S	0,806	0,466	0,445	0,457
f_s	29	29	29	29
τ_s	2,005	2,556	2,533	1,895
θ_s	0,0081	0,0462	0,011	0,009
θ_n	0,073	0,073	0,073	0,073
G_s	0,076	0,076	0,076	0,076
G_m	0,159	0,159	0,159	0,159

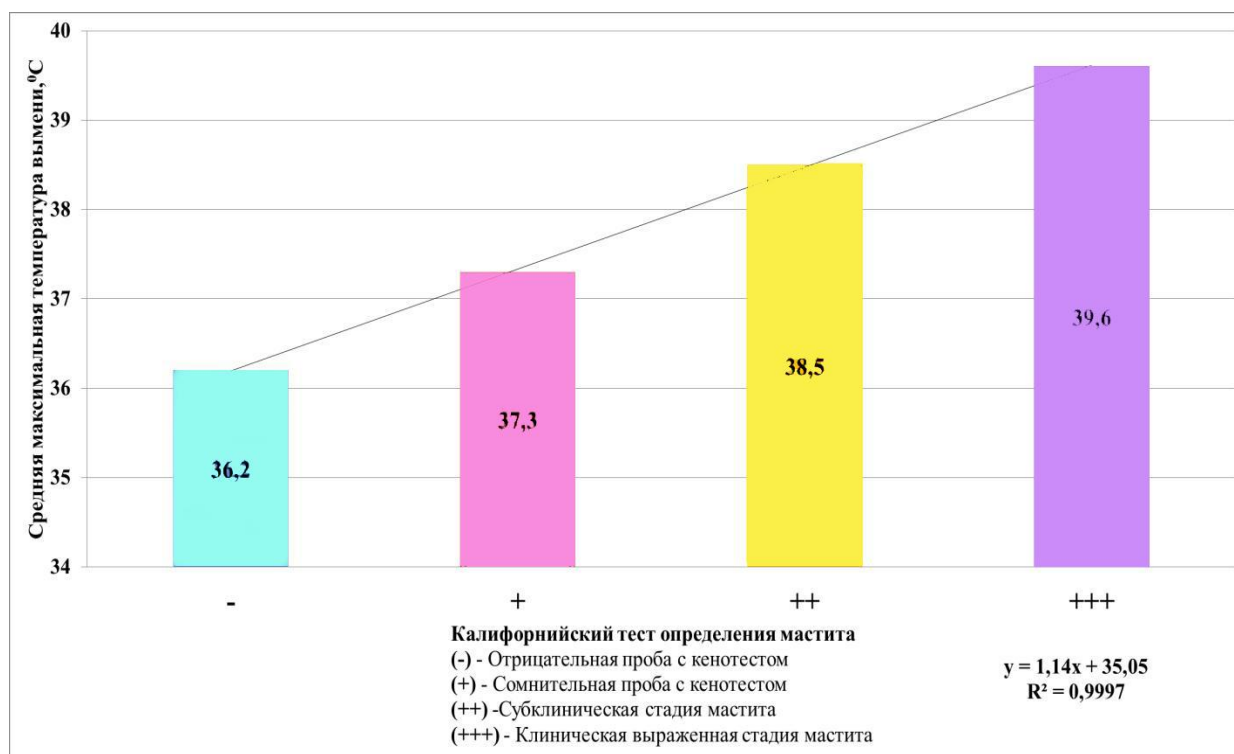


Рисунок 2. Взаимосвязь между калифорнийским тестом на мастит и средней максимальной температурой вымени коров, определяемой инфракрасной термографией

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Оценка экономической эффективности и проблемы инновационного развития молочного скотоводства Республики Беларусь / Н.С. Яковчик [и др.] // Агропанорама. – 2018. – № 6 (130). – С. 40-45.
2. Гируцкий, И.И. Анализ инфракрасного изображения вымени коров / И.И. Гируцкий, В.И. Передня, Ю.А. Ракевич // Агропанорама. – 2018. – № 6 (130). – С. 9-12.
3. Ракевич, Ю.А. Выбор оптимального вакууметрического давления для доения коров / Ю.А. Ракевич, В.И. Передня // Техническое обеспечение инновационных технологий в сельском хозяйстве: сборник научных статей Международной научно-практической конференции, Минск, 21 – 23 ноября 2018 г. – Минск: БГАТУ, 2018. – С. 465-468.
4. Гируцкий, И.И. Перспективы развития средств механизации и автоматизации доильного оборудования / И.И. Гируцкий, В.И. Передня, Ю.А. Ракевич // Инновационные ресурсосберегающие технологии для производства биобезопасных комбикормов и конкурентоспособного молока: материалы академических чтений, посвященных 60-летию научной деятельности и 85-летию со дня рождения доктора технических наук, профессора Владимира Ивановича Передни. –

Минск: НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства, 2018. – С. 91-96.

5. Любимов, В.Е. Инженерный подход к решению проблемы лечения маститов коров / В.Е. Любимов, Д.В. Романов // Вестник ВНИИМЖ. – 2018. – № 3 (31). – С. 85-89.

6. Черенок, В.В. Эффективность разных методов диагностики мастита у коров / В.В. Черенок, М.А. Ткачев, Ю.Н. Черенок // Ветеринария сельскохозяйственных животных. – 2019. – № 11 – С. 33-37.

7. Ракевич, Ю.А. Диагностика мастита коров термографическим методом / Ю.А. Ракевич // Инновационные технологии, автоматизация и мехатроника в машино- и приборостроении: материалы VIII Международной научно-практической конференции. – Минск: Бизнесофсет, 2020. – С. 87-88.

8. Ракевич, Ю.А. Диагностика мастита коров термографическим методом / Ю.А. Ракевич // Актуальные проблемы инновационного развития и кадрового обеспечения АПК: материалы VII Международной научно-практической конференции, Минск, 4-5 июня 2020 г. – Минск: БГАТУ, 2020. – С. 123-126.

9. Леонов, А.Н. Основы моделирования: учебно-методическое пособие / А.Н. Леонов, М.М. Дечко, В.Б. Ловкис; под общ. ред. А.Н. Леонова. – Минск: БГАТУ, 2020. – С. 26-63.

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 11.09.2020

ПАРАМЕТРЫ МАГНИТНОГО ПОЛЯ В УСТРОЙСТВАХ ОМАГНИЧИВАНИЯ ВОДЫ

А.В. Клочков,

профессор каф. сельскохозяйственных машин БГСХА, докт. техн. наук, профессор

О.Б. Соломко,

доцент каф. растениеводства БГСХА, канд. с.-х. наук

А.А. Емельяненко,

ассистент каф. технического сервиса и общинженерных дисциплин БГСХА

Магнитные технологии имеют перспективы широкого применения в различных технологических процессах сельскохозяйственного производства. Они способны стимулировать прорастание и развитие растений, обеспечивают положительное изменение свойств воды для полива и использования при опрыскивании пестицидами, а также в животноводстве. Перспективным является воздействие магнитных полей (МП) на воду сельскохозяйственного назначения. Для проведения омагничивания воды могут использоваться устройства с ферритовыми магнитами. В зависимости от параметров магнитов определены рациональные параметры размещения магнитов для максимальной реализации магнитной индукции.

Ключевые слова: магнит, магнитное поле, омагничивание воды, магнитная индукция.

Magnetic technologies have prospects for widespread use in various technological processes of agricultural production. They are able to stimulate the germination and development of plants, provide a positive change in the properties of water for irrigation and use when spraying with pesticides, as well as in livestock breeding. The impact of magnetic fields on agricultural water is promising. Devices with ferrite magnets can be used for magnetizing water. Depending on the parameters of the magnets, rational parameters for the placement of magnets for the maximum performance of magnetic induction are determined.

Keywords: magnet, magnetic field, water magnetization, magnetic induction.

Введение

Магнитное поле представляет собой особую форму движения материи, посредством которого осуществляется связь и взаимодействие между потоками электрических зарядов. МП оказывает действие на рост растений (или их частей), и данное явление называется магнитотропизмом. Этот эффект у растений изучался очень подробно, как в естественных условиях, так и в условиях, созданных искусственно, когда величина и направление действующего на растения МП изменялись [1-5]. Во всех случаях растения не оставались безучастными к влиянию МП, и их реакция зависела от величины и направления магнитного поля. В частности, от направления магнитного поля зависят функционально-биохимические свойства растений, развившихся из семян [6]. Было также установлено, что слабое МП до 1 мТл (10 Гс) является оптимальным для роста растений. Мощное МП от 50 мТл (500 Гс) и выше при непосредственном воздействии на растения подавляет их рост. При более сильных магнитных потоках, независимо от их полярности, происходит полное подавление развития и роста растений.

Под действием искусственного МП может значительно ускориться рост растений, а также уменьшиться пораженность их плесневыми грибами. Существует предположение о возможности отпугиваю-

щего действия магнитного поля на вредителей сельскохозяйственных растений. Многими исследователями доказано, что в результате воздействия МП на растения происходит стимуляция обменных процессов, что приводит к повышению интенсивности их роста и развития [7-10]. Обработанная постоянным МП свекла имеет повышенное содержание сахара, арахис содержит больше масла. Количество аминокислот, содержащих протеин, у растений, подвергнутых магнитной обработке, выше, чем у других растений. Помидоры под воздействием южного полюса магнита созревают в 5-6 раз быстрее [11-16].

Магниты используются для отделения гладких семян полезных растений от шершавых семян некоторых сорняков. Для этого семена смешивают с магнитным порошком, который удерживается ворсинками и неровностями семян сорняков. После этого смесь подается на магнит, притягивающий к себе магнитный порошок вместе с семенами. Данная технология позволяет очистить семена льна, клевера, люцерны от трудноотделимых другими способами семян сорняков [17].

Магнитами можно обрабатывать семена перед посадкой в грунт. Как показывают многочисленные исследования, в результате такой обработки ускоряется рост культур, а также увеличивается их сопро-

тивляемость к различным болезням и воздействию фитопатогенов. Обработка может быть как длительной, так и кратковременной [18].

Аналогичным образом в сельском хозяйстве обрабатывают воду для полива. В начале 20-го века изучалось строение воды, и было доказано, что она состоит не просто из молекул, а из их сростков между собой (ассоциатов). Количество молекул и ассоциатов в одной и той же порции воды все время изменяется и зависит от внешних условий. Омагничивание воды приводит к дроблению крупных ассоциатов на более мелкие, вплоть до молекул. В результате МП оказывает благоприятное воздействие на воду, благодаря чему отмечается ускорение роста сельскохозяйственных культур. Обработанная вода меняет свою структуру, становится более активной, с легкостью проникает сквозь клеточную мембрану, принося в клетку питательные вещества. Этим и объясняется польза обработанной МП воды для растений [19-21].

Установлены преимущества использования магнитной обработки воды для использования в животноводстве. Практика монтажа магнитных устройств в водных системах сельхозпредприятий подтверждает изменение физико-химических свойств воды после обработки. Биологические и технологические показатели такой воды заметно улучшаются, что напрямую влияет на все процессы и дает возможность оптимизировать расходы, стимулирует рост и повышает показатели в животноводстве, снижает риск заболеваний скота, улучшает яйценоскость птиц и качество молока. При этом МП определенной величины, как доказали исследования, безвредны для живых организмов [2; 4; 5; 9]. Поэтому магнитные технологии являются перспективными в различных отраслях сельского хозяйства, и изучение закономерностей распространения и действия МП имеет практическое значение. Однако в настоящее время отсутствуют рекомендации и методики выбора параметров омагничивания воды для последующего использования в сельскохозяйственных технологиях.

Задачей данных исследований являлось определение параметров магнитного поля с целью дальней-

ших перспектив и возможностей их эффективного использования в различных устройствах сельскохозяйственного назначения.

Основная часть

В ходе исследований с использованием прибора ИМП-1 производства ГНУ «Институт прикладной физики НАН Беларуси» определяли магнитную индукцию в окружающем пространстве от кольцевых ферритовых магнитов с параметрами (наружный диаметр $\times$ внутренний диаметр $\times$ толщина, мм):

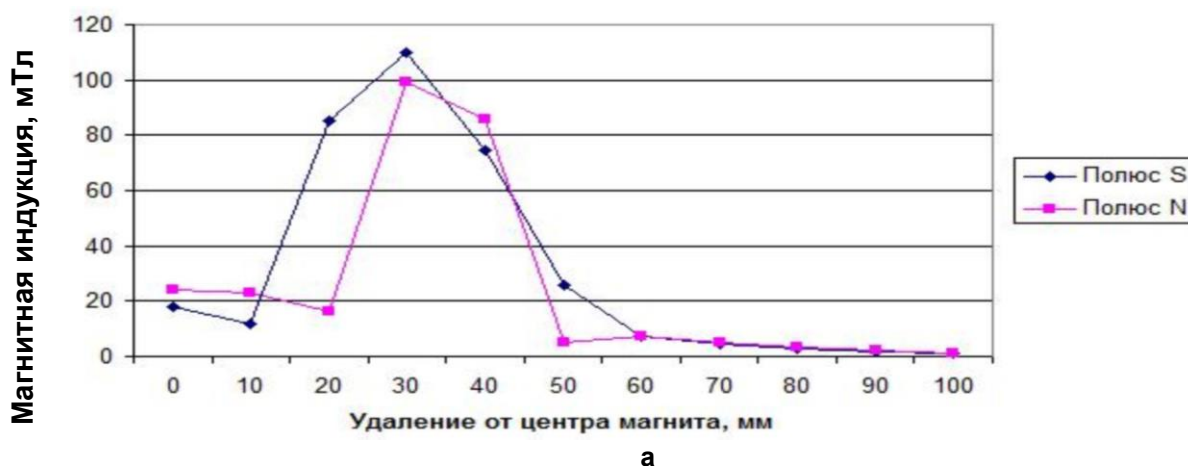
- 75 $\times$ 28 $\times$ 13 (для систем орошения);
- 60 $\times$ 23 $\times$ 8 (для омагничивания воды в опрыскивателях);
- 22 $\times$ 12 $\times$ 5 (для капельного орошения).

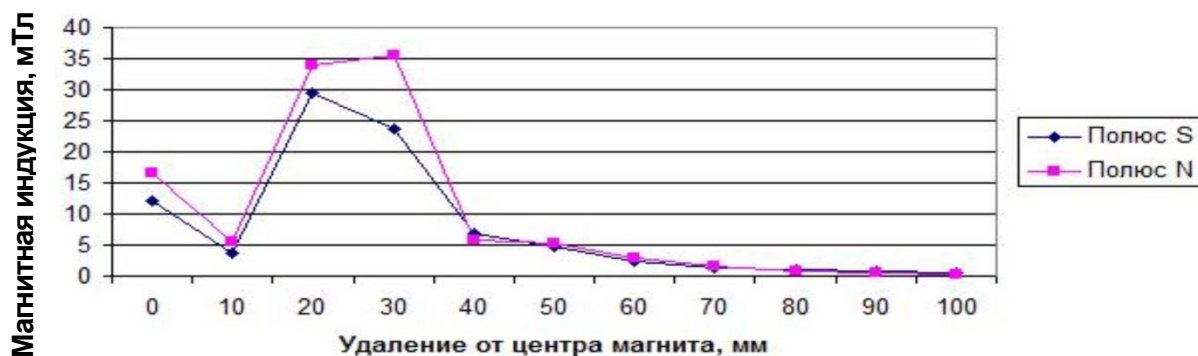
Для исследований использовали пространственный координатор, в центр которого помещали исследуемые магниты (рис. 1).



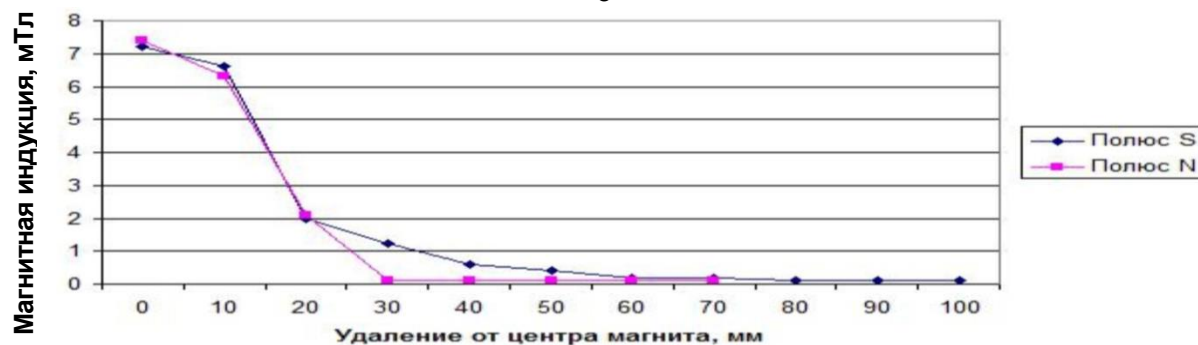
Рисунок 1. Измерение магнитных полей с использованием пространственного координатора

Замеряли нормальную и тангенциальную составляющие магнитной индукции (мТл). С удалением от центра магнита показатели индукции для всех вариантов и направленности полюсов закономерно уменьшались (рис. 2).





б



в

Рисунок 2. Графики изменения нормальной составляющей магнитной индукции вблизи магнитов с наружным диаметром 75 (а), 60 (б) и 22 (в) мм в зависимости от удаления в сторону от центра

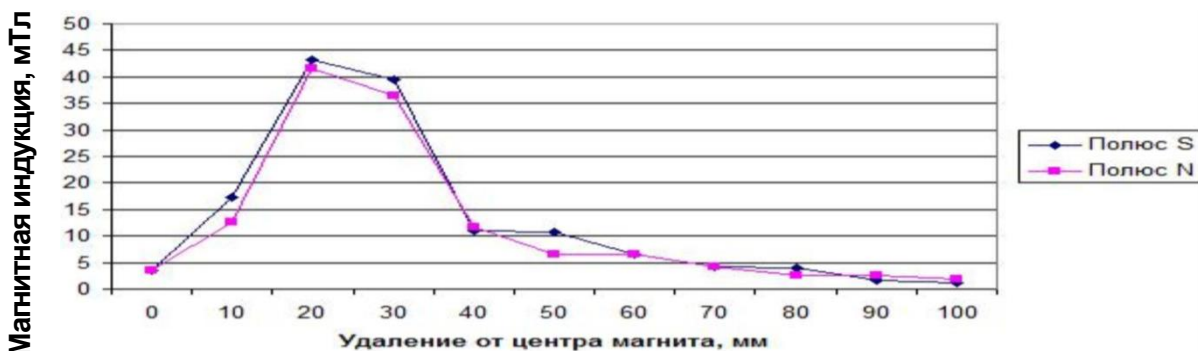
В соответствии с полученными результатами установлено, что максимальные значения нормальной составляющей магнитной индукции зависят от диаметра магнита и обеспечиваются на удалении от центра:

- магнит диаметром 75 мм – расстояние 20-40 мм;
- магнит диаметром 60 мм – расстояние 20-30 мм;

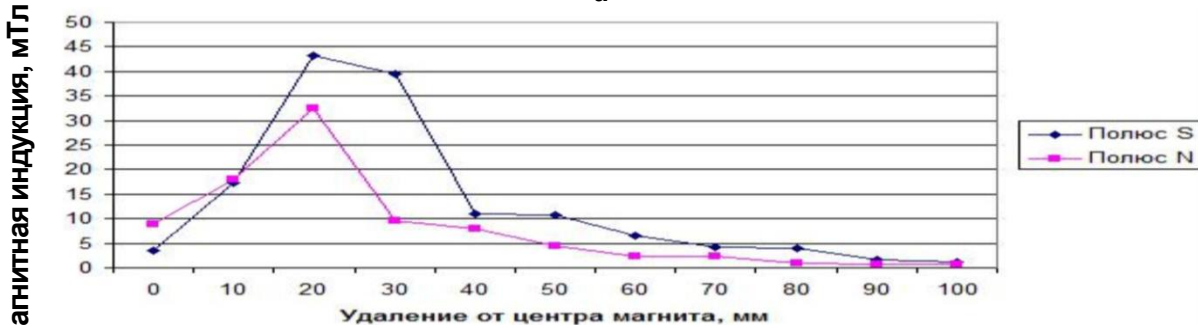
– магнит диаметром 22 мм – расстояние до 10 мм.

Для указанных вариантов магнитов величина тангенциальной составляющей магнитной индукции имеет подобные закономерности распространения, но различается по величине (рис. 3).

В соответствии с полученными результатами



а



б

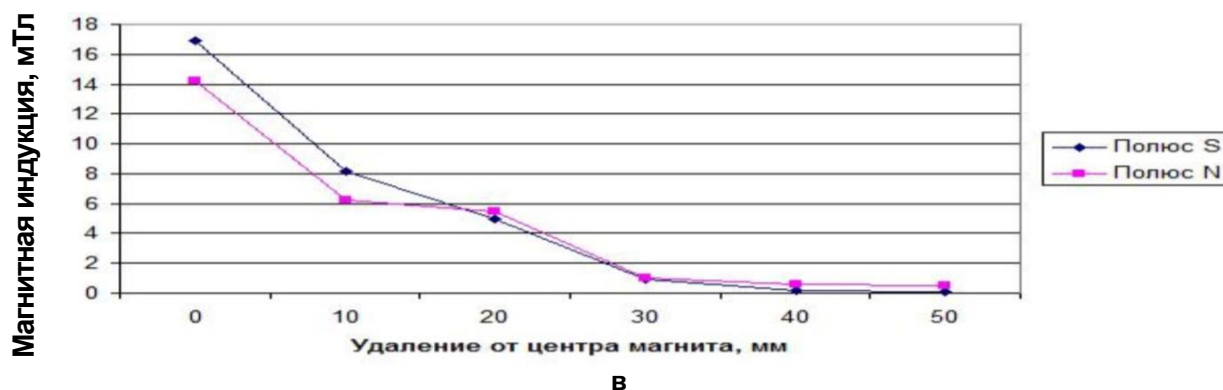


Рисунок 3. Графики изменения тангенциальной составляющей магнитной индукции вблизи магнитов с наружным диаметром 75 (а), 60 (б) и 22 (в) мм в зависимости от удаления в сторону от центра

максимальные значения тангенциальной составляющей магнитной индукции зависят от диаметра магнита и обеспечиваются на расстоянии от центра:

- магнит диаметром 75 мм – расстояние 20-30 мм;
- магнит диаметром 60 мм – расстояние 20-30 (полюс S) мм;
- магнит диаметром 22 мм – расстояние до 10 мм.

Таким образом, для эффективного использования магнитной индукции от магнитов диаметром 60-75 мм диаметр камеры для омагничивания воды должен составлять не менее 40-60 мм.

Для установления длины камеры омагничивания рассмотрим распространение магнитного поля вдоль оси магнита. Проведенные исследования показывают, что действие магнитного поля распространяется на удаление до 70-100 мм. Однако более значительно магнитная ин-

дукция проявляется на удалении 10-20 мм и зависит от параметров магнита и ориентации полюсов (рис. 4).

Представляет интерес проявление магнитного поля при взаимодействии нескольких магнитов при различной ориентации полюсов. Для выяснения закономерностей распределения магнитного поля в исследуемом пространстве достаточно рассмотреть конструкцию из трех одинаковых магнитов (рис. 5).

Возможности данного расположения магнитов были исследованы при использовании магнитов с размерами 60 x 23 x 8 мм и их размещении на модели трубопровода из картона для ликвидации погрешностей при измерениях. Это соответствует инструкции по применению магнитометра ИМП-1, поскольку металлические детали могут искажать показания прибора.

В первом варианте взаимного расположения

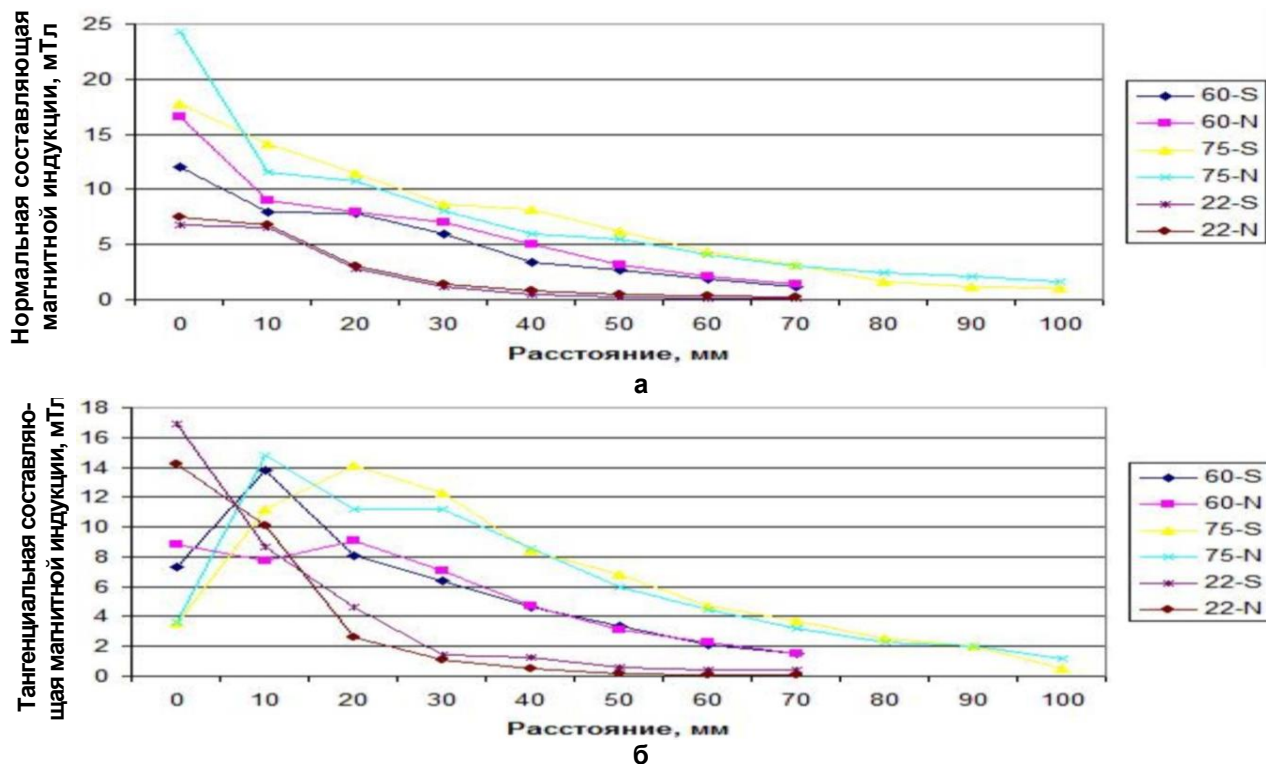


Рисунок 4. Графики изменения нормальной (а) и тангенциальной (б) составляющих магнитной индукции вдоль оси магнитов различного диаметра (обозначены по наружному диаметру) с учетом ориентации полюсов (N, S)

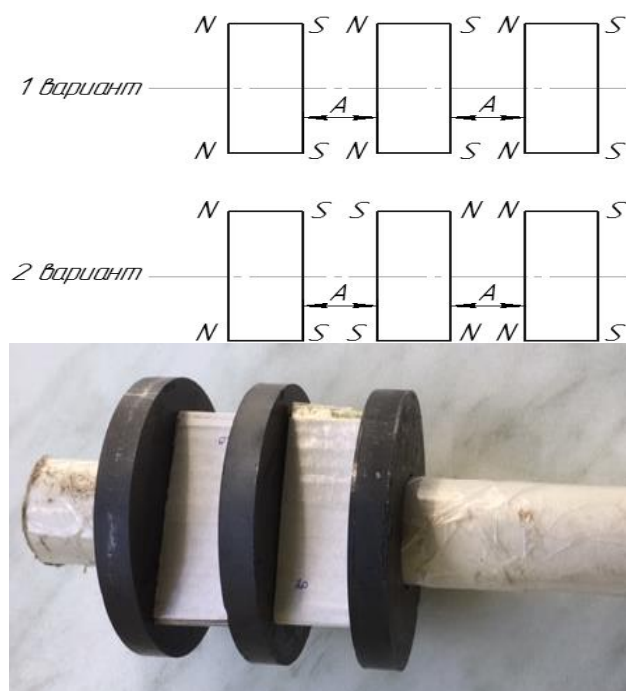


Рисунок 5. Возможные схемы расположения магнитов и физическое моделирование при исследованиях взаимодействия магнитных полей

магнитов получены следующие закономерности рас-

пространения магнитной индукции. Максимальное значение нормальной составляющей магнитной индукции в 180 мТл отмечено при размещении магнитов без зазора и наблюдалось на расстоянии 20 мм от входа в исследуемое пространство. Тангенциальная составляющая в продольном направлении имеет небольшое значение в пределах от +6 до -8 мТл. Тангенциальная составляющая в поперечном направлении более значительна и проявляется на длине до 30-40 мм. Итоговый модуль индукции максимален при установке магнитов без зазоров и в других вариантах более активно проявляется на длине до 30 мм вдоль оси (рис. 6).

При расположении магнитов по варианту 2 отмечены отчетливо выраженные увеличения нормальной составляющей и особенно заметны на расстоянии 20-30 мм и достигают значений 114-121 мТл. Тангенциальная продольная составляющая, как и в варианте 1, незначительна, а поперечная составляющая наблюдается в пределах от -20 до +30 мТл на расстоянии до 30 мм вдоль оси расположения магнитов. Итоговый модуль магнитной индукции при расположении магнитов по варианту 2 характеризуется значительной изменчивостью при установке с различными зазорами на расстоянии до 50-60 мм вдоль оси (рис. 7).

Следовательно, достаточно высокую интенсивность магнитной индукции можно получить при размещении трех магнитов на длине до 60 мм.

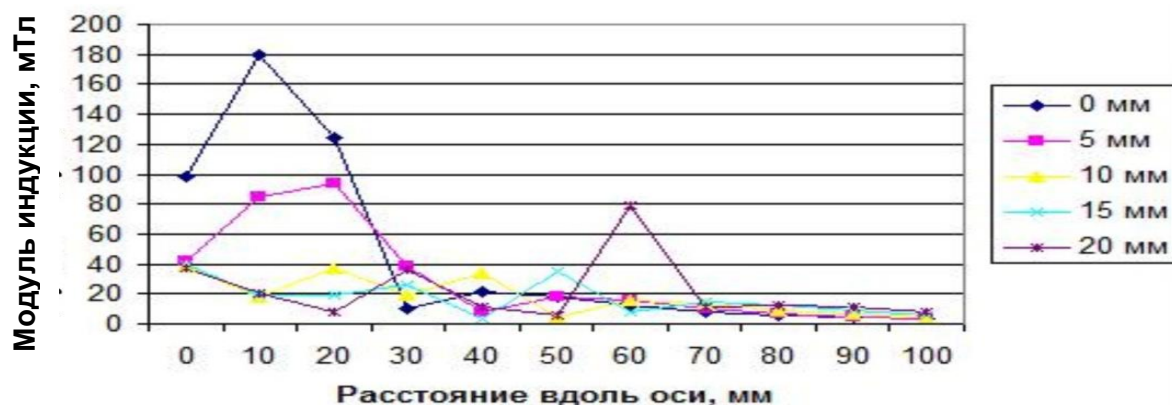


Рисунок 6. Графики распространения магнитной индукции вдоль оси блока из трех магнитов по варианту 1 с различными расстояниями между ними



Рисунок 7. Графики распространения магнитной индукции вдоль оси блока из трех магнитов по варианту 2 с различными расстояниями между ними

Заключение

Омагничивание воды способно стимулировать прорастание и развитие растений, обеспечить положительное влияние при поливе и опрыскивании пестицидами, а также в животноводстве. Проведенными исследованиями серии кольцевых ферритовых магнитов установлены значения магнитной индукции в пространстве действия магнитов при различном размещении. Для эффективного использования магнитной индукции от исследованных магнитов диаметр камеры для омагничивания воды должен составлять не менее 40-60 мм. Достаточно высокую интенсивность магнитной индукции можно получить при размещении магнитов с дистанцией 20-30 мм. Устройства с указанными параметрами могут быть установлены в системы подачи воды на орошение, коммуникации опрыскивателей и устройства для поения на животноводческих фермах.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Бинги, В.Н. Магнитобиология, эксперименты и модели / В.Н. Бинги. – М.: МИЛТА, 2000. – 592 с.
2. Дубров, А.П. Геомагнитное поле и жизнь / А.П. Дубров. – Л.: Гидрометеиздат, 1974. – 176 с.
3. Кефели, В.И. Рост растений / В.И. Кефели. – М.: Колос, 1973. – 120 с.
4. Новицкий, Ю.И. Действие постоянного магнитного поля на растения: монография / Ю.И. Новицкий, Г.В. Новицкая; ответств. редактор член-корр. РАН В.В. Кузнецов; Российская академия наук, Институт физиологии растений им. К.А. Тимирязева. – М.: Наука, 2016. – 350 с.
5. Новицкий, Ю.И. Магнитные поля в жизни растений / Ю.И. Новицкий // Проблемы космической биологии. – М.: Наука. – 1973. – Т. 18. – С. 164-178.
6. Новицкий, Ю.И. К вопросу об ориентации корней в геомагнитном поле / Ю.И. Новицкий, М.П. Травкин // Химия. Ботаника. Зоология: матер. научно-методич. конф. – 1970. – С. 73-76.
7. Новицкий, Ю.И. Реакция растений на магнитные поля / Ю.И. Новицкий. – М.: Наука, 1978. – С. 119-130.
8. Новицкий, Ю.И. Параметрические и физиологические аспекты действия постоянного магнитного поля на растения: дис. ... докт. биол. наук: 03.00.12 РФ / Ю.И. Новицкий. – М., 1985. – 339 с.
9. Копанев, В.И. Влияние гипогеомагнитного поля на биологические объекты / В.И. Копанев, А.В. Шакула. – Л.: Наука, 1985. – 73 с.
10. Шиян, Л.Т. Исследование экологической значимости геомагнитного поля (на примере растений) / Л.Т. Шиян // Научн. тр. Курского пед. ин-та. – 1978. – Т. 191. – С. 82-83.

11. Чуваев, П.П. Влияние сверхслабого постоянного магнитного поля на ткани корней проростков и на некоторые микроорганизмы / П.П. Чуваев // Материалы II Всесоюзного совещания по изучению влияния магнитных полей на биологические объекты. – 1969. – С. 252-256.

12. Богатина, Н.И. Асимметрия роста проростков пшеницы в связи с магнитотропизмом / Н.И. Богатина, В.М. Литвин, М.П. Травкин // Флора и растительность среднерусской лесостепи: межвузовский сб. науч. трудов. – 1984. – С. 117-125.

13. Новицкий, Ю.И. Исследование роста отростков колеоптилей ржи в магнитных полях разной напряженности и градиента / Ю.И. Новицкий, Е.В. Тихомирова // Влияние магнитных полей на биологические объекты: материалы III Всесоюзного симпозиума. – 1975. – С. 192-193.

14. Влияние слабых магнитных полей на скорость роста, сухую массу и скорость клеточной репродукции гороха / Н.И. Богатина [и др.] // ДАН УССР. – 1979. – Серия Б. – № 6. – С. 460-463.

15. Богатина, Н.И. Влияние магнитного поля на скорость роста проростков пшеницы Мировская – 808 / Н.И. Богатина, В.М. Литвин, М.П. Травкин // Электронная обработка материалов. – 1983. – № 2. – С. 80-83.

16. Богатина, Н.И. Возможные механизмы действия магнитного, гравитационного и электрического полей на биологические объекты, аналогии в их действии / Н.И. Богатина, В.М. Литвин, М.П. Травкин // Электронная обработка материалов. – 1986. – № 1. – С. 64-70.

17. Карпенко, А.Н. Сельскохозяйственные машины / А.Н. Карпенко, В.М. Халанский. – М.: Агропромиздат, 1989. – 527с.

18. Способ предпосевной обработки семян и магнитное устройство для его осуществления: пат. 2105449 РФ / О.Н. Доминин; заявлено 27.02.1992; опубл. 27.02.1998.

19. Анализ некоторых процессов при омагничивании воды и их детектирование / А.М. Калякин [и др.] // Совершенствование методов гидравлических расчетов водопропускных и очистных сооружений: сб. науч. статей. – Саратов: СГТУ, 2008. – С. 96-112.

20. Кофанов, Д.Е. Совершенствование конструкции модульных аппаратов магнитной обработки воды для систем тепловодоснабжения животноводческих объектов: дис. канд. техн. наук: 05.20.02. РФ / Д.Е. Кофанов. – Ставрополь, 2009. – 167 с.

21. Применение омагниченной воды в животноводстве / И.А. Боголюбова [и др.] // Физико-технические проблемы создания новых технологий в АПК: сб. науч. статей. – Ставрополь, 2017. – С. 33-35.

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 22.09.2020

УДК 614.876:631.145

О СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ НА ПОСТРАДАВШИХ ОТ ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АВАРИИ ТЕРРИТОРИЯХ

В.Л. Гурачевский,

*начальник центра по радиологии и качеству продукции сельского хозяйства ИПК и ПК АПК БГАТУ,
канд. физ.-мат. наук, доцент*

И.И. Кучинская,

*зав. сектором сельскохозяйственной радиологии и охраны окружающей среды
Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь*

И.Г. Хоровец,

ст. преподаватель каф. инновационного развития АПК ИПК и ПК АПК БГАТУ

В статье анализируются ущерб, нанесенный чернобыльской аварией АПК Беларуси; распределение сельскохозяйственных земель по зонам радиоактивного загрязнения, пострадавших административных районов по удельному весу загрязненных земель. Обсуждаются система защитных мероприятий в сельскохозяйственном производстве и их эффективность, решенные и нерешенные проблемы.

Ключевые слова: чернобыльская авария, агропромышленный комплекс, радиоактивное загрязнение, сельскохозяйственные земли, дозы облучения, цезий-137, радиационная защита, защитные мероприятия.

The article analyzes the damage caused by the Chernobyl disaster to the agro-industrial complex of Belarus and the distribution of farmlands by zones of radioactive contamination, affected administrative districts by the specific weight of contaminated land. The system of protective measures and their effectiveness in agricultural production, the solved and unsolved problems are discussed.

Keywords: Chernobyl disaster, agro-industrial complex, radioactive pollution, farmlands, radiation dose, caesium-137, radiation protection, protective measures.

Введение

Вопросы ведения сельского хозяйства на загрязненных радионуклидами территориях освещаются в имеющейся литературе либо вне связи с порожденными чернобыльской катастрофой другими проблемами [1, 2], либо фрагментарно, в разрезе конкретного региона, административной единицы [3,4], либо с использованием устаревших данных [5-8].

Цель работы – представить уточненную и более полную картину последствий чернобыльской аварии для агропромышленного комплекса республики, усилий государства и конкретных мероприятий по их преодолению.

Основная часть

Согласно источникам [7; 9], в структуре ущерба, нанесенного Беларуси чернобыльской аварией и составляющего 235 млрд долларов США, свыше 30 % приходится на агропромышленный комплекс (рис. 1).

Непосредственно после аварии площадь сельскохозяйственных территорий, находящихся в зоне радиоактивного загрязнения, составляла 1800 тыс. га, а их доля в составе земель сельскохозяйственного назначения – 20,8 % [5]. С 1986 по 1991 годы на наиболее загрязненных территориях в связи с отселе-

нием людей были ликвидированы 54 колхоза и совхоза, выведены из сельскохозяйственного оборота 264 тыс. га земель (рис. 2). Это привело к снижению валового сбора сельскохозяйственных культур, уменьшению поголовья скота, но значительно уменьшило производство продукции с высоким содержанием радионуклидов.

Ситуация в пострадавших районах существенно неоднородна и в первую очередь зависит от принадлежности к той или иной зоне радиоактивного загрязнения.

Согласно Закону «О правовом режиме территорий, подвергшихся радиоактивному загрязнению в результате катастрофы на Чернобыльской АЭС», зонирование территорий осуществляется на основании четырех критериев: с учетом плотности загрязнения цезием-137, стронцием-90, трансурановыми элементами (изотопы плутония-238, 239, 240), а также среднегодовой эффективной дозы облучения жителей. Далее в основном речь пойдет о загрязнении основным дозообразующим элементом – цезием-137.

В законе оговорено, что к загрязненным относятся территории с плотностью загрязнения цезием-137 свыше 1 Ки/км^2 и установлены следующие зоны радиоактивного загрязнения (здесь и далее для удобства будет использоваться внесистемная единица $1 \text{ Ки/км}^2 = 37 \text{ кБк/м}^2$).

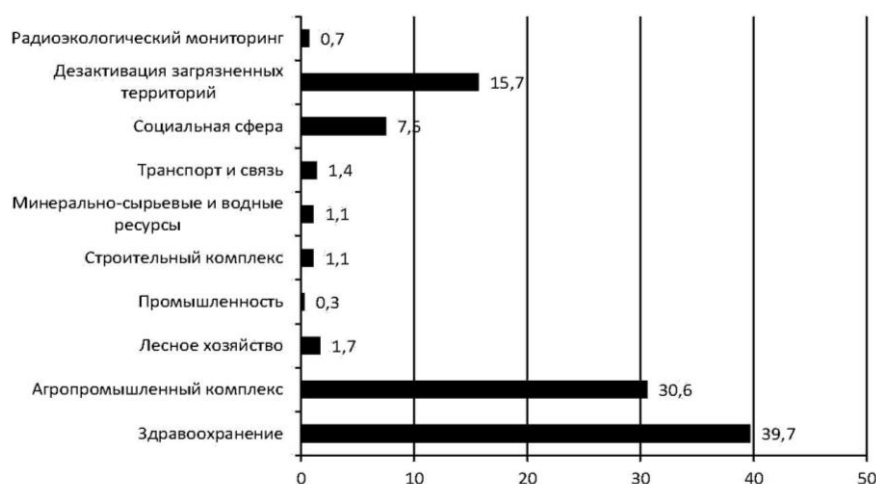


Рисунок 1. Структура социально-экономического ущерба Беларуси от аварии на ЧАЭС (%)

Зона отчуждения – наиболее загрязненная территория площадью около 170 тысяч га, с которой в 1986 году было эвакуировано население. Иногда ее называют «30-км зоной», но это достаточно условно, поскольку границы зоны имеют сложную форму. Основная ее часть находится в Брагинском, Хойникском и Наровлянском районах и входит в состав Полесского государственного радиационно-экологического заповедника, где действует особый правовой режим. Здесь выпало 97 % наиболее опасных трансурановых радионуклидов, 73 % стронция-90 и 30 % цезия-137, поэтому эти земли даже в отдаленной перспективе не могут быть возвращены в сельскохозяйственный оборот. В доаварийный период здесь работали 25 сельхозпредприятий в 92 населенных пунктах. В 1993 году после уточнения радиационной обстановки площадь заповедника составила 217 тыс. га [9].

Зона первоочередного (плотность загрязнения цезием-137 свыше 40 Ки/км²) и *зона последующего*

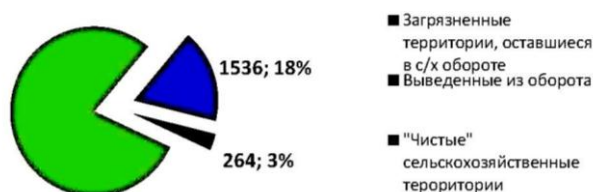


Рисунок 2. Площади (тыс. га) и доли (%) загрязненных территорий, оставшихся в сельхозобороте и выведенных из него в начальный период после аварии

отселения (плотность загрязнения 15 – 40 Ки/км²). Отселение жителей и процесс выведения земель из оборота происходили в 1986-1989 гг. Наибольшее количество земель было выведено в Брагинском, Ветковском, Хойникском, Наровлянском, Добрушском районах Гомельской области, Костюковичском, Краснопольском, Славгородском и Чериковском районах Могилевской области. На этих территориях было ликвидировано около 20 сельхозорганизаций. По

состоянию на 01.01.2020 в зоне последующего отселения проживает 1 491 человек [9], и сельскохозяйственная деятельность здесь значительно ограничена.

Зона с правом на отселение (плотность загрязнения 5 – 15 Ки/км²) и *зона проживания с периодическим радиационным контролем* (плотность загрязнения 1 – 5 Ки/км²). В этих зонах разрешено проживание жителей при условии не превышения среднегодовой эффективной дозы значения 1 мЗв. Численность населения в первой из них за прошедшие годы уменьшилась примерно в 3 раза, и по состоянию на 01.01.2020 со-

ставляет 92 473 человек. Вторая зона наиболее обширная, на 01.01.2020 здесь проживает 1 009 644 человек [9]. Ведение сельского хозяйства в этих зонах осуществляется с соблюдением норм и правил радиационной безопасности и с обязательным проведением защитных мероприятий, позволяющих получать нормативно чистую продукцию.

Согласно [9], К 2020 году доля загрязненных территорий в сельскохозяйственных землях снизилась с 20,8 до 11,5% или 848 тыс. га (рис. 3). Это снижение объясняется рядом причин, в первую оче-

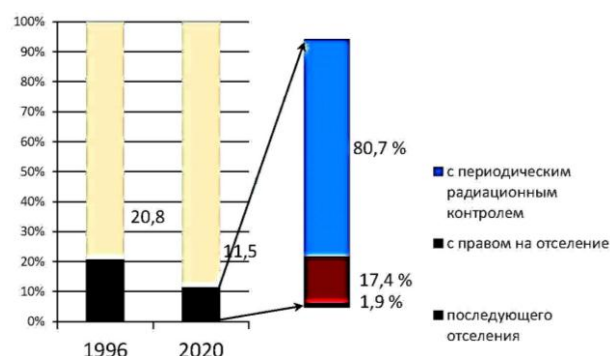


Рисунок 3. Доля (%) загрязненных сельхозугодий и их распределение по зонам радиоактивного загрязнения

редь переходом части земель в категорию незагрязненных вследствие естественного распада радионуклидов (период полураспада основных чернобыльских радионуклидов – цезия-137 и стронция-90 составляет около 30 лет). На рисунке 3 также представлено распределение загрязненных сельскохозяйственных угодий по зонам радиоактивного загрязнения.

Часть ранее выведенных из оборота земель с невысокой плотностью загрязнения радионуклидами цезия-137 и стронция-90, где возможно получение нормативно чистой продукции, была возвращена в сельскохозяйственное пользование. Она составляет

19,1 тыс. га, то есть около 7 % выведенных земель [9]. Такой возврат осуществляется только после тщательного радиационного обследования.

До сих пор рассматривались сельскохозяйственные земли в целом. Аналогичная картина складывается по отдельности для пашни и многолетних насаждений, а также сенокосов и пастбищ. При этом следует учитывать, что из 848 тыс. га загрязненных сельскохозяйственных земель пашня и многолетние насаждения занимают 566 тыс. га, луговые земли – 282 тыс. га.

В рамках данной статьи не рассматривается подробно ситуация на территориях, загрязненных стронцием-90. Отметим, что загрязнение этим радионуклидом охватывает территории примерно в 2,5–3 раза меньшие, чем цезием-137. Эти территории, как правило, загрязнены и цезием-137, и в общем положении дел с сельхозпроизводством складывается схожая картина.

На рис. 4. представлена ситуация с радиоактив-

ным загрязнением цезием-137 сельскохозяйственных земель районов Беларуси [2]. Цвет заливки отражает одну из четырех градаций: слабая, средняя, сильная и очень сильная доля загрязненных земель.

Основные массивы загрязненных цезием-137 сельскохозяйственных земель находятся в Гомельской (42,5 % от их общей площади) и Могилевской (22,8 %) областях. В Брестской, Гродненской и Минской областях доля загрязненных земель составляет, соответственно, 3,1 %, 1,4 % и 2,5 %.

Важнейшим механизмом облучения населения в результате чернобыльской аварии является поступление радионуклидов в организм с продуктами питания. По разным оценкам вклад внутреннего облучения в формирование коллективной дозы составляет 70–90 %. Поэтому с первых дней после аварии значительные усилия специалистов и ученых институтов аграрного профиля НАН Беларуси были направлены на уменьшение перехода радионуклидов из почвы в растения и другие пищевые цепочки, получение сельскохозяйственной продукции с содержанием радионуклидов в пределах законодательно утвержденных допустимых уровней (Республиканских допустимых уровней – РДУ-99). В результате сложилась достаточно полная и эффективная система защитных мер (табл. 1) [1; 7].

Подробную информацию об особенностях этих мероприятий с конкретными примерами можно найти в [1; 2; 6]. Согласно источнику [7], наиболее эффективными мероприятиями являются: известкование кислых почв, внесение повышенных доз минеральных и органических удобрений, подбор культур и сортов, использование химических средств защиты растений. Эти меры как повышают урожайность культур, плодородие почв, так и уменьшают переход радионуклидов из почвы в растения. Значительный эффект прино-

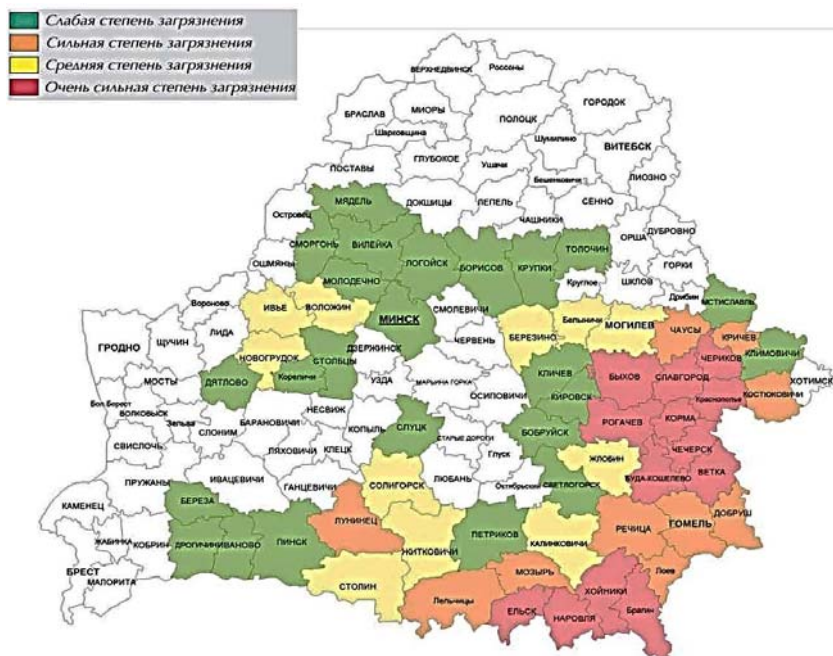


Рисунок 4. Картосхема районов по удельному весу загрязненных земель

Таблица 1. Система защитных мероприятий в сельскохозяйственном производстве

Организационные	Технологические	Агрохимические	Зооветеринарные
исключение земель из пользования; изменение отраслевой специализации хозяйств (перепрофилирование); оптимизация землепользования, структуры посевов и севооборота на основе подбора сельхозкультур; создание культурных пастбищ и сенокосов; обследование земель и радиационный контроль	первичная поверхностная очистка и промывка продукции; предварительная технологическая обработка; глубокая технологическая переработка	известкование кислых почв; внесение оптимальных доз фосфорных и калийных удобрений; оптимизация азотного питания растений; применение микроудобрений; использование средств защиты растений	использование специальных кормовых рационов для различных видов животных, с учетом возраста и хозяйственного назначения; регулирование пастбищного содержания животных, раздельный выпас скота для производства цельного молока и молока-сырья; применение цезийсвязывающих ферроцинсодержащих добавок к кормам

сит создание культурных кормовых угодий в сельскохозяйственных организациях и личных подсобных хозяйствах.

Все эти мероприятия требуют значительных финансовых затрат. Уместно отметить, что основная часть работ по преодолению последствий чернобыльской катастрофы сосредоточена в рамках государственных программ. Начиная с 1990 г. в республике реализуются Государственные программы по преодолению последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС. В настоящий момент завершается выполнение пятой из них, на 2011–2015 годы и на период до 2020 года [10]. Общий объем финансирования мероприятий всех программ начиная с 1990 (с учетом прогноза на 2020 г.) составит в эквиваленте 19,2 млрд долл. США (рис. 5).

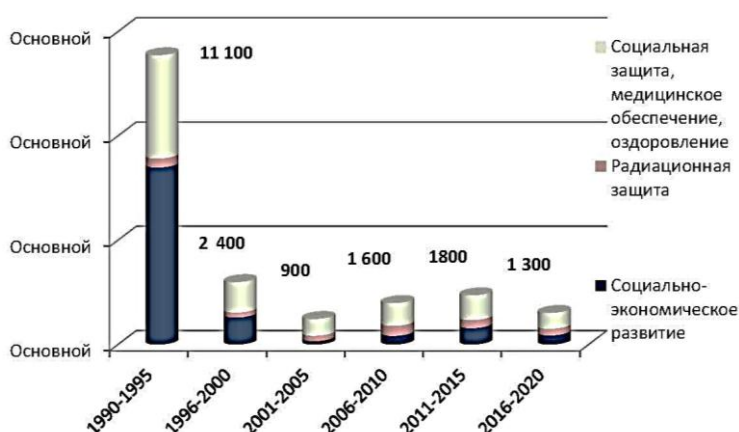


Рисунок 5. Финансирование Государственных программ по преодолению последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС, млн долл. США в эквиваленте

Основной объем финансовых средств направлен на социально-экономическое развитие пострадавших территорий (9 млрд долл. США, или 47,6 %) и на реализацию мероприятий по социальной защите граждан (8,2 млрд долл. США, или 43,4 %).

Работы по защитным мерам в сельскохозяйственном производстве сосредоточены в рамках раздела радиационной защиты и адресного применения защитных мер, на которые выделено 1,6 млрд долл. США, или 8,5 % от общего объема финансирования всех мероприятий [7].

В свою очередь, согласно источнику [9], около ¾ средств этого раздела направлено на финансирование защитных мероприятий в сельскохозяйственном производстве (табл. 2)

Распределение финансирования защитных мероприятий в наиболее пострадавших районах по областям республики представлено в табл. 3 [3].

В 2019 году на эти мероприятия направлено всего 66,44 млн бел. рублей, в том числе на агрохимические меры – 63,2 млн, на радиологическое обследование сельскохозяйственных земель – 1,02 млн рублей, прочие мероприятия – 2,22 млн рублей.

Отдельно отметим эффективность сложившейся в Беларуси системы радиационного контроля и мониторинга, в конечном итоге направленная на снижение доз облучения населения. В рамках этой системы контролируются пищевые продукты, продовольственное и сельскохозяйственное сырье, продукция леса, ведется мониторинг загрязнения почв радионуклидами.

Действующие Республиканские допустимые уровни содержания радионуклидов цезия-137 и стронция-90 в пищевых продуктах и питьевой воде (РДУ-99) разработаны с таким расчетом, чтобы среднегодовая эффективная доза облучения жителей Беларуси не превысила 1 мЗв. Допустимые уровни содержания радионуклидов в продуктах питания населения Беларуси являются более жесткими, чем в других странах и союзах. Например, по содержанию стронция-90 нормативы Беларуси жестче нормативов Таможенного союза в 5,4 раза – для хлеба, в 6,7 раза – для молока, в 10,8 раза – для картофеля, в 13,5 раза – для детского питания [9].

Указанная система требует надлежащего приборного и кадрового обеспечения. В Республике Беларусь разработана и выпускается современная приборная база для измерения и контроля ионизирующих излучений [11].

Таблица 2. Финансовое обеспечение радиационной защиты и адресного применения защитных мер, 2016–2020 гг., млн бел. руб.

Наименование мероприятий	Всего, млн руб.	Направлено 2016-2019 гг.		2020 г. (прогноз)	
		млн руб.	уд. вес, %	млн руб.	уд. вес, %
Комплекс защитных мероприятий в сельскохозяйственном производстве	342,5	258,7	77,7	83,8	75,2
Ликвидация, захоронение объектов, содержание системы захоронения объектов	43,5	30,8	9,2	12,7	11,4
Защитные мероприятия в лесном хозяйстве	0,12	0,1	0,1	0,02	0,02
Обеспечение правового режима зон отселения, ПГРЭС	55,5	41,0	12,3	14,5	13,0
Радиационный мониторинг и контроль	2,6	2,2	0,7	0,4	0,38
Всего	444,22	332,8	100,0	111,42	100,0

Таблица 3. Финансовое обеспечение защитных мероприятий в сельскохозяйственном производстве в разрезе областей, 2016-2020 гг., млн бел. руб.

Всего	Брестская	Витебская	Гомельская	Гродненская	Минская	Могилевская
342,5	19,9	0,04	210,3	6,4	23,8	82,1
Уд. вес, %	5,8	-	61,4	1,9	6,9	24,0

Практическое использование постоянно обновляющегося приборного парка требует соответствующей подготовки специалистов системы радиационного контроля. Эта работа ведется в подразделениях повышения квалификации кадров, причем в них зачастую осуществляется фактически переподготовка и даже подготовка специалистов. Старейшее и наиболее мощное подразделение по повышению квалификации специалистов республиканской системы радиационного контроля действует в ИПК и ПК АПК БГАТУ, где ежегодный контингент слушателей радиологов составляет 350 – 400 специалистов, а всего с 1990 по 2019 год прошли подготовку и повышение квалификации 13 тыс. человек.

Что дало проведение всех этих мероприятий? Известно, что за послеаварийный период переход цезия-137 из почвы в сельскохозяйственную продукцию снизился в 15-20 раз. Согласно источнику[2], около половины этого снижения обусловлено именно проведением защитных мер (другая половина приходится на природные факторы распада и фиксации почвой радионуклидов цезия).

В течение последних лет зерно, картофель, овощи в общественном секторе производятся с содержанием цезия-137 в 2-10 раз ниже установленных допустимых уровней (РДУ-99). Применение метода предубойного откорма животных кормами с низким содержанием радионуклидов в рационе позволило, начиная с 2011 года, исключить возврат скота с мясокомбинатов по результатам прижизненного радиационного контроля. С 2014 года на перерабатывающие предприятия не поступало загрязненное молоко [7].

Значительно улучшилась ситуация в частном секторе. Создание улучшенных сенокосов и пастбищ для молочного стада личных подсобных хозяйств привело к тому, что норматив по содержанию цезия-137 превышался лишь в отдельных населенных пунктах в единичных случаях. Накопление радионуклидов цезия в овощах, выращиваемых на хорошо окультуренных почвах приусадебных участков, находится в пределах 10-40 % от допустимых уровней [7].

Что касается стронция-90, то его поступление в пищевые цепочки за прошедшее после аварии время снижено примерно в 3 раза [9]. Это снижение произошло в большей мере за счет защитных мер и рас-

пада радионуклида, так как подвижность стронция в почве и доступность его растениям, в отличие от цезия-137, имела тенденцию к повышению.

По данным Республиканского центра гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья, в 2019 году только в двух населенных пунктах Брагинского и Хойникского районов были обнаружены пробы молока коров с незначительным превышением нормативов РДУ-99 по стронцию-90 [9]. Максимальное его содержание в анализируемых пробах молока было в пределах 3,8-5,3 Бк/л, или в 4-6 раз ниже требований ЕАЭС.

К числу не решенных относятся следующие проблемы:

- благодаря защитным мероприятиям, на части массивов загрязненных земель поддерживается содержание подвижных форм фосфора и калия на 10-20 % выше, чем на незагрязненных почвах. Однако еще предстоит улучшить калийный и фосфатный режим на половине площади луговых почв и 20-30 % пашни [7];

- до сих пор в Хойникском, Брагинском, Ветковском и Наровлянском районах Гомельской области регистрируются случаи превышения допустимого содержания стронция-90 в силосе, сенаже и зеленой массе;

- вызывает озабоченность тот факт, что темпы дегумификации загрязненных почв в 2-3 раза выше, чем в целом по республике. В то же время обеспеченность почв гумусом является одним из важных параметров, определяющих накопление радионуклидов в растениях. Известно, что повышение содержания гумуса в почвах с 1,0 до 3,5 % приводит к снижению накопления радионуклидов в растениеводческой продукции в 1,5-3,5 раза [2]. Необходимо использование всех имеющихся источников обогащения почв органикой, проведение дополнительных мероприятий почвозащитного земледелия, в том числе по расширению доли многолетних бобовых трав и бобово-злаковых травосмесей и сокращению доли пропашных культур.

Заключение

Анализ радиационной обстановки, сохраняющейся в ряде районов республики, особенно с сильной степенью загрязнения, позволяет утверждать [2, 8], что резкое снижение объема защитных мероприятий неминуемо приведет к повышению содержания радионуклидов в продукции АПК. Таким образом, ведение сельского хозяйства на загрязненных территориях по настоящее время нуждается в проведении научно обоснованных защитных мер.

Проведенный к настоящему времени комплекс таких мероприятий позволил минимизировать объемы производства сельскохозяйственного сырья и продукции, не отвечающих требованиям РДУ. Однако для гарантированного поступления на стол потребителя нормативно чистых продуктов питания необходимо и далее поддерживать эффективное функционирование службы радиационного контроля в АПК.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Рекомендации по ведению агропромышленного производства в условиях радиоактивного загрязнения земель Республики Беларусь / Под ред. проф. И.М. Богдевича. – Минск: РНИУП «Институт радиологии», 2008. – 72 с.
2. Научные основы реабилитации сельскохозяйственных территорий, загрязненных в результате крупных радиационных аварий / Под ред. Н.Н. Цыбулько – Минск: Институт радиологии, 2012. – 439 с.
3. Подоляк, А.Г. Влияние вертикальной миграции и форм нахождения ^{137}Cs и ^{90}Sr в почвах на их биологическую доступность на примере естественных лугов Белорусского Полесья / А.Г. Подоляк // Агрохимия. – 2007. – № 2. – С. 72-82.
4. Тимофеев, С.В. Программа изменения специализации сельскохозяйственного производства, направленная на получение нормативно чистой продукции и повышение ее рентабельности в СПК «Маложинский» Брагинского района / С.В. Тимофеев. – Минск: Институт радиологии, 2003. – 23 с.
5. Шевчук, В.Е. 15 лет после Чернобыльской катастрофы: последствия в Республике Беларусь и их преодоление. Национальный доклад. / В.Е. Шевчук, В.Л. Гурачевский. – Минск: Триолета, 2001. – 118 с.

6. Шевчук, В.Е. 20 лет после Чернобыльской катастрофы: последствия в Республике Беларусь и их преодоление. Национальный доклад. / В.Е. Шевчук, В.Л. Гурачевский. – Минск: Беларусь, 2006. – 112 с.

7. 30 лет чернобыльской аварии: итоги и перспективы преодоления ее последствий. Национальный доклад Республики Беларусь / Коллектив авторов и рецензентов. – Минск: Институт радиологии, 2016. – 116 с.

8. Гурачевский, В.Л. Последствия чернобыльской аварии в Беларуси и их преодоление / В.Л. Гурачевский. – Минск: БГАТУ, 2017. – 68 с.

9. Беларусь и Чернобыль: 34 года спустя. Информационно-аналитические материалы [Электронный ресурс]. – 2020. – Режим доступа: URL: https://rbic.mchs.gov.by/upload/iblock/112/belarus-i-chernobyl.-34-goda-spustya.pdf?_ga=2.177772645.1795956203.1590656410-1241989156.1590656410. – Дата доступа: 03.05.2020.

10. Государственная программа по преодолению последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС на 2011-2015 годы и на период до 2020 года. – Минск: Институт радиологии, 2011. – 132 с.

11. Гурачевский, В.Л. Радиационный контроль: физические основы и приборная база / В.Л. Гурачевский. – Минск: Институт радиологии, 2014. – 160 с.

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 18.06.2020

Микропроцессорная система кормления свиней

Предназначена для оперативного изменения доз кормления, контроля процесса кормления, учета расхода сухого и жидкого корма.

Разработанная система позволяет автоматизировать процесс кормления свиней, повысить эффективность и снизить издержки производства свинины.

Основные технические данные

1. Полная совместимость с типовым технологическим оборудованием КПС-54, КПС-108.
2. Нормированное кормление, оперативное изменение норм кормления.
3. Расчет фактических объемов замеса и раздачи жидкого корма без остатков.
4. Сокращение времени кормления в 1,5...2 раза.
5. Значительно дешевле и лучше западных аналогов.



УДК 631.172

ПОВЫШЕНИЕ УРОЖАЙНОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР – РЕШАЮЩИЙ ФАКТОР В СНИЖЕНИИ ЗАТРАТ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ РЕСУРСОВ

И.Н. Шило,

ректор БГАТУ, докт. техн. наук, профессор

Т.А. Непарко,

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

Д.А. Жданко,

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

В статье представлены расчетные значения затрат производственных ресурсов в растениеводстве и обоснованы направления их снижения.

Ключевые слова: ресурсоемкость, затраты труда, расход топлива, расход металла, расход электроэнергии, ресурс, урожайность, издержки.

The estimated values of the costs of production resources in crop production and ways for the reduction of them are presented in the article.

Keywords: resource intensity, labor costs, fuel consumption, metal consumption, electricity consumption, resource, productivity, costs.

Введение

Обеспечение продовольственной безопасности является одним из важнейших приоритетов Республики Беларусь, поэтому столь значимо развитие сельского хозяйства, как ведущей отрасли агропромышленного комплекса. Учитывая, что все экономически развитые страны мира начинали с развития сельского хозяйства и поддерживают его сегодня, а мировой рынок продовольствия характеризуется высокой конкуренцией и жесткими требованиями безопасности к продуктам питания, перед аграриями Беларуси стоит многогранная задача – не допустить отставания развития сельского хозяйства, успехи которого обусловлены не только рукотворными достижениями, но и природно-производственными условиями, и нацелены на наращивание экспортного потенциала на мировом рынке продовольствия.

Конкурентоспособность сельскохозяйственной продукции зависит от многих факторов, решающими из которых являются затраты производственных ресурсов, включающие затраты труда, топливосмазочные материалы, металл и электроэнергию. В Республике Беларусь, как и во всем мире, наметилась устойчивая тенденция снижения количества работников, непосредственно принимающих участие в производстве сельскохозяйственной продукции, при том, что республика не имеет собственных достаточных запасов энергоносителей и металла, а доля топливо-

энергетических ресурсов в себестоимости продукции сельского хозяйства составляет 30-50 % [1]. На форуме, прошедшем в Могилеве, были приняты мероприятия научно-технической программы, которые позволят сократить удельные затраты труда при производстве продукции зерновых и зернобобовых культур на 15-20 %, пропашных и кормовых культур – на 20-25 %, плодовых, ягодных и овощных культур на 25-30 %, общие затраты топлива – на 20-25% [2].

Целью работы явилось определение наиболее подходящих технологических схем возделывания основных сельскохозяйственных культур, обоснование комплекса машин на основе оптимизации технических средств, оценка уровня и закономерности ресурсопотребления в зависимости от природно-производственных условий, повышение эффективности производства продукции растениеводства путем разработки и освоения в производстве научно-обоснованных методов формирования и реализации системы машин [3].

Основная часть

В последние годы сельское хозяйство Беларуси достигло определенного успеха в производстве продукции растениеводства. Так, по данным Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь (табл. 1), средняя урожайность зерновых культур составляет от 2,67 до 3,33 т/га, картофеля – 21,6-23,2, сахарной свеклы – 47,7-51,9 т/га [4].

Таблица 1. Урожайность и посевная площадь основных сельскохозяйственных культур в сельскохозяйственных предприятиях всех категорий Республики Беларусь

Культура	Средняя урожайность, ц/га			Площадь посева, тыс. га		
	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.
Зерновые и зернобобовые	33,2	26,7	30,4	2429,8	2348,6	2452,7
Картофель	232	216	229	277,3	273,8	268,0
Сахарная свекла	500	477	519	101,5	102,3	95,9

Однако эти показатели могут быть значительно увеличены, для этого создан значительный потенциал, машинно-тракторный парк сельскохозяйственных предприятий Беларуси существенно обновлен. На выполнении основных механизированных работ в республике задействовано чуть более 40 тыс. тракторов различного тягового класса, при этом тракторы класса тяги 3 и выше составляют более 60 %. Для уборки зерна сформирован парк зерноуборочной техники, состоящий преимущественно из отечественных комбайнов пропускной способностью 8-14 кг/с. Оптимальным по составу является парк зерноуборочных комбайнов, состоящий из 13,5 тыс. единиц, в том числе комбайнов с пропускной способностью до 10 кг/с – 34,5 %, 10-12 кг/с – 57,2 %, свыше 12 кг/с – 8,3 %. В настоящее время потребность в зерноуборочных комбайнах с пропускной способностью до 10 кг/с обеспечена на 70 %, а комбайнов с пропускной способностью свыше 12 кг/с – около 64 %. Обеспеченность кормоуборочными комбайнами составляет 79 %, однако основу их парка (свыше 50 %) составляют комбайны малой мощности и производительности. Предприятия оснащены также современными свекло-картофеле- и льноуборочными комбайнами [2].

Общие энергетические мощности мобильных энергетических средств достигают почти 14 млн кВт. При этом указанные мобильные энергетические средства, используемые для производства продукции растениеводства, расходуют за год в среднем не менее 500 тыс. тонн топливно-смазочных материалов, однако результативность сельского хозяйства разная. Во многом она связана с уровнем технической оснащенности, недостатком техники для работ в агротехнически допустимые сроки и ее изношенностью. Так, показатель энергооснащенности в сельском хозяйстве развитых стран составляет порядка 300 л.с. на 100 га сельскохозяйственных угодий, а в Беларуси – немного более 250 л.с. Техническая обеспеченность сельского хозяйства – на уровне 75 % от нормативной. Кроме того, по данным органов гостехнадзора, до 70 % машин находятся за пределами амортизационного срока эксплуатации. В последние 3 года обновление машинно-тракторного парка в среднем осуществлялось на уровне 3 %. Предстоит не только нарастить недостаточное количество техники, но эта техника должна быть уже иного технического уровня, реализующая самые современные инновационные достижения, прежде всего в сфере аграрных ИТ-технологий,

применение которых обеспечит в сельском хозяйстве Беларуси рост урожайности сельскохозяйственных культур, снижение всех видов производственных ресурсов, повышение конкурентоспособности на основе реализации инновационных, ресурсосберегающих, экологически чистых технологий производства основных видов сельскохозяйственной продукции.

Объектами исследования являлись технологии возделывания основных сельскохозяйственных культур и комплекс технических средств для их реализации. Прогрессивные технологии возделывания сельскохозяйственных культур – одно из наиболее эффективных средств повышения продуктивности их производства [3], представляющие взаимосвязанную последовательность механизированных работ по возделыванию, уборке и послеуборочной обработке урожая, качество которого регламентируется стандартами. Для разработки таких сложных объектов, как технологии, эффективность которых в значительной степени зависит от местных условий (связь со «средой»), применили системный подход, теорию больших (сложных) систем и системный анализ. Технологию рассматривали как единое целое, ее элементы – как органичные составляющие этого целого, причем свойства элементов определялись общими свойствами системы. Технологии принимали, как последовательность действующих один за другим чередующихся механизированных и естественных процессов (экономико-организационные процессы считали вторичными, зависящими от названных), при том, что функционирование каждого последующего процесса начиналось после окончания предыдущего. При таком представлении технологии отнесли к классу многофазных агрегативных технических систем, состоящих, с целью упрощения математической модели системы, из кусочно-линейных комплексов. Допущение о кусочно-линейной сущности комплекса в том, что его внутреннее состояние не изменяется мгновенно от начального к конечному на выходе. Это допущение совпадает с состоянием комплекса в начале и конце его действия и не мешает рассматривать его внутренние процессы как непрерывные [3]. При этом выделили два вида подсистем (комплексов): структурные и функциональные. По структурному признаку технологии разделили по календарным периодам, причем каждая подсистема представляла собой взаимосвязанную совокупность операций, выполняемых машинами, или естественных процессов в почве, рас-

тениях и приземном слое воздуха, по функциональному признаку – на группы операций, где каждая реализует одну из главных функций технологии, направленных на конечный результат. Разделение технологий на функциональные подсистемы было вызвано способом возделывания культур, в который входят: система обработки почвы, применение удобрений, система защиты растений от сорняков, болезней и вредителей, способы уборки урожая. При рассмотрении подсистем технологий имели в виду одновременно решение двух задач: создание условий для повышения урожайности культуры и снижения при этом расхода всех ресурсов на ее возделывание. За предел расчленения технологий, задаваемый видом конечных элементов, принимали технологические операции, выполняемые одиночно работающими машинами и агрегатами, группами однородных машин и агрегатов (машинными отрядами), группами разнородных, но взаимосвязанных по функционированию машин и агрегатов (машинных комплексов) [1], что соответствовало уровню организации использования техники в Республике Беларусь. Перечень технологических операций и состав технических средств, входящих в комплекс технологии в системном ее представлении, выбирали в соответствии с наиболее эффективными рекомендациями отраслевых научных учреждений. Конкретизируя рекомендации и приближая их к природно-производственным условиям, учитывали, что даже наилучшие мероприятия не гарантировали повышение эффективности производства сельскохозяйственной культуры без их взаимодействия и взаимовлияния, формирования рациональной системы машин и достижения высоких результатов ее использования. Формирование структурных подсистем (комплексов) вели с учетом выбранных функциональных подсистем и их технологических параметров таким образом, чтобы сочетание производственных операций и подбор машин для них по каждому комплексу обеспечивали наименьшие затраты расходуемых ресурсов при высоком качестве работ и проведении их в наиболее благоприятные и короткие сроки. Для максимального приспособления технологий к условиям их применения необходима точность принятия решений, которая затруднительна по результатам полевых опытов. Дополнение результатов, представленных в отраслевых регламентах, компьютерными технологиями было вызвано необходимостью решения двух задач: формирование технологий на основе системообразующих признаков, характеризующих условия их применения, и адаптация технологий к условиям поля и предприятия для их непосредственного применения [1, 3]. В работе использовались методы экономико-математического анализа производственных процессов, математического моделирования и математической статистики.

Важнейшим показателем конкурентоспособности сельскохозяйственной техники является экономия

трудовых и материально-технических ресурсов, достигаемая при выполнении производственных процессов. Большая экономия ресурсов может быть достигнута за счет сокращения номенклатуры технических средств на основе совершенствования типоразмерных рядов средств механизации и структуры машинно-тракторного парка в целом, повышения доли комбинированных и универсальных машин, в том числе с учетом модульного принципа их создания, а также модернизации существующего парка машин, дооборудования машин новыми рабочими органами с приданием им дополнительных функций [2]. Чтобы оценить эффективность технического средства с позиций системного подхода, следует учитывать, насколько оно повышает урожайность сельскохозяйственных культур, сокращает потери продукции, а также определить, как это сказывается на снижении ресурсоемкости производства всех видов продукции, получаемых с его применением. В общем случае экономия производственных затрат r -го ресурса [1] с учетом уменьшения ресурсоемкости единицы продукции можно оценить по масштабному фактору:

$$\mathcal{E}_r = \sum_l [Y_{\text{гр}l}^{\circ} - Y_{\text{ур}l}^{\circ} + \Delta Y_{rl}^n] F_l, \quad (1)$$

где r, l – индексы вида ресурса и продукции;

$Y_{\text{гр}l}^{\circ}, Y_{\text{ур}l}^{\circ}$ – ресурсоемкость операции по базовому и новому вариантам на единицу объема работ, ч/га (кг/га, кВт·ч/га);

F_l – площадь возделывания культуры, га;

$\Delta Y_{rl}^n = (Y_{\text{гр}l}^n - Y_{\text{ур}l}^n) U_l$ – снижение удельных затрат ресурсов в целом по технологии за счет роста урожайности, ч/га (кг/га, кВт·ч/га);

$Y_{\text{гр}l}^n, Y_{\text{ур}l}^n$ – ресурсоемкость продукции по базовому и новому вариантам, ч/ц (кг/ц, кВт·ч/ц);

U_l – урожайность, ц/га.

Для установления зависимости влияния урожайности на ресурсоемкость продукции по разработанному алгоритму выполнена оптимизация машинно-тракторного парка модельного сельскохозяйственного предприятия и определены затраты производственных ресурсов для широких диапазонов изменения урожайности. В результате исследований установлено, что ресурсоемкость продукции растениеводства с ростом урожайности U_l изменяется по гиперболической зависимости:

$$Y_r^n = a_l + b_l / U_l, \quad (2)$$

где a_l и b_l – экспериментальные коэффициенты, постоянные для широких диапазонов изменения урожайности сельскохозяйственных культур [1].

С учетом зависимости (2) уравнение (1) примет вид:

$$\mathcal{E}_r = \sum_l [(Y_{\text{гр}l}^{\circ} - Y_{\text{ур}l}^{\circ}) F_l + (Y_{\text{гр}l}^n - Y_{\text{ур}l}^n) U_l F_l]. \quad (3)$$

Различные средства механизации обеспечивают различный уровень ресурсопотребления с учетом

масштабного фактора их производства и применения. Проанализировав алгебраический знак первого слагаемого, то есть $(Y_{\text{орл}}^{\circ} - Y_{\text{урл}}^{\circ})F_l$, которое представляет собой изменение либо ресурсоемкости базовой операции в отношении новой операции, либо ресурсоемкости базовой технологии в отношении новой или модернизированной технологии и т.п., можно сделать вывод, что первое слагаемое уравнения (3) во многих случаях будет отрицательным. Поэтому экономия затрат любого ресурса будет определяться в основном величиной второго слагаемого уравнения (3). Используя зависимости (2) и (3) и полученные значения экспериментальных коэффициентов, в таблице 2 представлены значения показателей затрат производственных ресурсов в расчете на один центнер основных сельскохозяйственных культур при достигнутой урожайности в Республике Беларусь и максимально возможной, для которой коэффициенты a_l и b_l имеют постоянные значения.

Как видно из приведенных в таблице 2 данных, существенной экономии затрат l -го ресурса с учетом

каждый гектар посевов, а увеличение урожайности картофеля на 22,7 % позволит сэкономить 12 ч трудозатрат, 63 кг топлива, 66 кг металла и 6 кВт·ч электроэнергии на каждый гектар посадок без учета издержек на внедрение новых машин и технологий. При росте урожайности сахарной свеклы всего до 4 % можно получить экономию трудозатрат до 3,3 %, расхода топлива до 1,1 %, металла до 4,5 %.

3. Фактическая величина экономии производственных затрат во многом зависит от издержек при внедрении новой техники и новых технологий, целесообразность применения которых, с позиций системного подхода, следует оценивать в целом по машинно-тракторному парку предприятия с учетом их влияния на повышение урожайности сельскохозяйственных культур.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Шилов, И.Н. Ресурсосберегающие технологии сельскохозяйственного производства / И.Н. Шилов, В.Н. Дашков. – Минск: БГАТУ, 2003. – 183 с., ил.
2. Казакевич, П.П. Системы машин для сельского хозяйства союзного государства Беларуси и России: принципы и методы разработки / П.П. Казакевич // Агропанорама. – 2018. – № 6. – С. 4-8.
3. Непарко, Т.А. Повышение эффективности производства картофеля обоснованием рациональной структуры и состава применяемых комплексов машин: автореф. дис. ...канд. техн. наук: 05.20.03 / Т.А. Непарко. – Минск, 2004. – 19 с.
4. Беларусь в цифрах. 2019: Стат. справочник / Национальный статистический комитет Республики Беларусь. – Минск, 2019 – 72 с.
6. Новиков, А.В. Обоснование нормативов потребности сельскохозяйственного предприятия в мобильных энергетических средствах / А.В. Новиков, Д.А. Жданко, Т.А. Непарко // Изобретатель. – 2017. – № 2. – С. 41-45.

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 01.09.2020

Таблица 2. Затраты производственных ресурсов при различной урожайности сельскохозяйственных культур

Культура	Урожайность, ц/га	Затраты производственных ресурсов на 1 ц			
		затраты труда, ч	топливо, кг	металл, кг	электроэнергия, кВт·ч
Зерновые	33,2	0,31	4,86	1,13	1,11
	50,0	0,27	4,11	0,96	1,09
Картофель	232	0,35	1,28	0,44	0,43
	300	0,31	1,07	0,22	0,41
Сахарная свекла	500	0,30	0,90	0,22	–
	519	0,29	0,89	0,21	–

масштабного фактора можно достичь только при резком увеличении урожайности, а темпы роста урожайности должны опережать темпы роста издержек на внедрение новых машин и новых технологий, то есть значение первого слагаемого уравнения (3) должно быть значительно меньше значения второго слагаемого.

Заключение

1. Основным резервом снижения ресурсоемкости продукции растениеводства является существенное повышение урожайности.

2. При повышении урожайности зерновых в 1,5 раза можно сэкономить 2 ч трудозатрат, 37,5 кг топлива, 8,5 кг металла и 1 кВт·ч электроэнергии на

УДК 631.151.6

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ И АКТУАЛЬНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ПЛОДООВОЩНОГО ПОДКОМПЛЕКСА РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

М.А. Арнатович,

магистр экон. наук, аспирантка Республиканского научного унитарного предприятия
«Институт системных исследований в АПК НАН Беларуси»

В статье представлены результаты исследований по обоснованию тенденций развития плодово-овощного подкомплекса Республики Беларусь. Выявлен комплекс проблем в сфере производства, реализации, маркетинга и логистики продукции, оказывающих негативное влияние на обеспечение национальной продовольственной безопасности и экономическое состояние АПК. Предложены направления по повышению эффективности и обеспечению конкурентоспособности плодовоовощного подкомплекса.

Ключевые слова: плодовоовощной подкомплекс, плоды, овощи, экспорт, импорт, инфраструктура, конкурентоспособность, эффективность.

The article presents the research results of the studies of trends in the development of the fruit and vegetable subcomplex of the Republic of Belarus. A complex of problems in the sphere of production, sales, marketing and logistics of the products that have a negative impact on ensuring national food security and the economic state of the agro-industrial complex has been identified. The directions for increasing the efficiency and ensuring the competitiveness of the fruit and vegetable subcomplex are proposed.

Keywords: fruit and vegetable subcomplex, fruits, vegetables, export, import, infrastructure, competitiveness, efficiency.

Введение

Плодовоовощной подкомплекс Республики Беларусь является одним из крупнейших сегментов национального продовольственного сектора. Современное его функционирование осуществляется в рамках Государственной программы развития аграрного бизнеса Республики Беларусь на 2016-2020 годы (подпрограмма 1 «Развитие растениеводства, переработки и реализации продукции растениеводства») и Доктрины национальной продовольственной безопасности Республики Беларусь до 2030 года [1, 2].

Наряду с положительными направлениями развития плодовоовощного подкомплекса страны, отмечается комплекс негативных сторон в сфере производства, реализации, маркетинга, логистики и экспорта продукции, влияющих на решение продовольственной безопасности и экономическое состояние АПК в целом.

Цель статьи состоит в обосновании современных тенденций развития плодовоовощного подкомплекса Республики Беларусь и разработке направлений по повышению эффективности его функционирования на инновационной основе.

Основная часть

Производством плодовоовощной продукции в Республике Беларусь занимаются сельскохозяйственные организации, крестьянские (фермерские) хозяйства (К(Ф)Х), хозяйства населения. При этом, как показывает анализ, доля первой группы постепенно умень-

шается (2015 г. – 15,0 %; 2019 г. – 12,8 %), а второй и третьей группы растет (2015 г. – 15,8 % и 69,3 %; 2019 г. – 20,5 % и 66,8 % соответственно).

В 2019 г. общая посевная площадь по овощам составила 62,5 тыс. га (табл. 1). В натуральном выражении объем их производства составил 1 855,0 тыс. т, что на 6,2 % больше, чем в 2018 г. и на 9,9 % больше, чем в 2015 г. В разрезе регионов наибольший объем производства овощей приходится на Минскую (25,6 %, или 472,0 тыс. т) и Брестскую области (23,4 %, или 433,0 тыс. т). Основными производителями овощей являются К(Ф)Х Брестского региона, с долей 12,1 % (224,0 тыс. т) от общего объема производства по республике и 56,4 % – по региону.

Анализ урожайности овощей по всем категориям хозяйств Беларуси показывает незначительное различие между регионами страны. Среднее значение показателя на уровне республики в 2019 г. составило 284 ц/га, что на 39 ц/га и на 19 ц/га больше по сравнению с 2015 г. и 2018 г. соответственно. Наибольшая урожайность отмечена в Брестской области – 338 ц/га, наименьшая – в Гомельской (220 ц/га). В то же время данный показатель в К(Ф)Х был на уровне 376 ц/га, хозяйств населения – 258, сельскохозяйственных организаций – 224 ц/га.

Площадь плодово-ягодных насаждений по всем категориям хозяйств составляет 94,3 тыс. га, из них в сельскохозяйственных организациях – 26,5 тыс. га, или 28,1 % (табл. 2).

Исследования показывают, что в течение 2015-2019 гг. валовой сбор по плодам и ягодам нестабилен.

Таблица 1. Основные показатели развития овощеводства в хозяйствах всех категорий Республики Беларусь, 2015 – 2019 гг.

Область	Год					2019 г. к 2015 г., %	2019 г. к 2018 г., %
	2015	2016	2017	2018	2019		
Посевные площади, тыс. га							
Брестская	12,8	13,7	12,7	12,8	13,0	101,5	101,6
Витебская	6,9	6,6	6,5	6,7	6,6	95,6	98,5
Гомельская	14,4	13,7	13,5	12,9	12,7	88,2	98,4
Гродненская	8,4	8,4	8,0	7,5	7,5	18,75	—
Минская	15,4	15,1	14,8	15,0	15,2	98,7	101,3
Могилевская	8,5	8,2	7,6	7,4	7,5	88,2	101,3
Республика Беларусь	66,3	65,7	63,2	62,4	62,5	94,2	100,2
Валовой сбор, тыс. т							
Брестская	344	417	439	396	433	125,8	109,3
Витебская	207	212	216	208	211	101,9	101,4
Гомельская	282	323	332	278	290	102,8	104,3
Гродненская	229	251	262	221	239	104,4	108,1
Минская	425	464	485	446	472	111,1	105,8
Могилевская	196	222	221	193	207	105,6	106,7
Республика Беларусь	1 686	1 891	1 959	1 746	1 855	110,0	106,2
Урожайность, ц/га							
Брестская	274	307	342	305	338	123,4	110,8
Витебская	275	297	309	287	295	107,3	102,8
Гомельская	193	228	237	208	220	113,9	105,8
Гродненская	268	294	322	289	313	116,8	108,3
Минская	251	280	296	265	280	111,6	105,7
Могилевская	227	263	281	254	271	119,4	106,6
Республика Беларусь	245	276	295	265	284	115,9	107,2
Примечание. Таблица составлена автором на основании [3]							

Примечание. Таблица составлена автором на основании [3]

Таблица 2. Основные показатели развития плодоводства в хозяйствах всех категорий Республики Беларусь, 2015 – 2019 гг.

Показатели, область	Год					2019 г. к 2015 г., %	2019 г. к 2018 г., %
	2015	2016	2017	2018	2019		
Площадь плодово-ягодных насаждений по категориям хозяйств, тыс. га							
В хозяйствах всех категорий	98,8	95,5	94,4	97,1	94,3	95,4	97,1
из них в сельскохозяйственных организациях	33,5	30,5	29,5	27,6	26,5	79,1	96,0
Валовой сбор плодов и ягод, тыс. т							
Брестская	111,2	134,4	109,1	197,4	145,1	130,5	73,5
Витебская	58,6	74,6	52,1	95,5	48,4	82,6	50,7
Гомельская	73,6	66,1	47,6	101,3	56,2	76,4	55,5
Гродненская	96,1	139,7	94,1	190,1	106,0	110,3	55,8
Минская	134,4	202,5	125,1	264,7	143,1	106,5	54,1
Могилевская	81,8	88,0	44,9	104,9	46,8	57,2	44,6
Республика Беларусь	552,8	705,0	473,1	953,8	545,6	98,7	57,2
Урожайность плодов и ягод, ц/га							
Плоды и ягоды	64,2	83,8	56,9	110,5	64,7	100,8	58,6
В том числе:							
семечковые	64,7	92,1	60,6	128,1	64,1	99,1	50,0
косточковые	40,3	44,8	7,9	47,1	28,5	70,7	60,5
ягоды	93,2	89,7	99,2	103,7	109,7	117,7	103,1
Примечание. Таблица составлена автором на основании [3]							

Примечание. Таблица составлена автором на основании [3]

Так, 2018 г. был продуктивным для плодоводства и выращивания ягод, когда урожайность составила 110,5 ц/га (за последние пять лет самое высокое значение). Наибольшая урожайность отмечается по семечковым плодам – 128,1 ц/га, что в 2,1 раза больше

данного показателя за 2015 г. Средняя урожайность по ягодам находилась в период с 2015 г. по 2018 г. на уровне 90,0–103,0 ц/га. В 2019 г. наблюдалась обратная ситуация, характеризующаяся снижением валового сбора на 26,5 % и урожайности – на 41,4 %.

Анализ выполнения Государственной программы развития аграрного бизнеса в Республике Беларусь на 2016-2020 годы показал, что в 2019 г. производство овощей в хозяйствах всех категорий составило 115,5 % от задания, плодово-ягодной продукции – 110,2 %. В сельскохозяйственных организациях и К(Ф)Х посажено 915 га плодово-ягодных культур, в том числе 500 га с государственной поддержкой (на основании конкурсного отбора). Общий объем финансирования посадки плодово-ягодных культур и ухода за ними составил 4 724,6 тыс. руб., из которых за счет средств республиканского бюджета обеспечено 1 593,3 тыс. руб. (33,7 %) и 3 131,3 тыс. руб. (66,3 %) собственных средств организаций. Всего за 2016-2019 гг. посажено около 3,3 тыс. га садов, из них в организациях Брестской области – 1,3 тыс. га (39,3 %), Витебской – 0,36 (10,9 %), Гомельской – 0,07 (2,1 %), Гродненской – 0,88 (26,7 %), Минской – 0,44 (13,3 %), Могилевской – 0,17 тыс. га (7,7 %) [4].

Плодоовощной подкомплекс формируется в составе тех отраслей и организаций, которые непосредственно или косвенно, полностью или частично участвуют в процессе производства и сбыта плодовоовощной продукции. В Беларуси создана продуктовая система, позволяющая обеспечивать внутренний рынок свежими овощами и плодами на постоянной основе, включающая стабилизационные фонды и тепличные хозяйства [5].

Однако потребность в овощах за счет отечественного производства покрывается примерно на 75,0 %, что и обуславливает объемы импорта данной продукции (2015 г. – 543,2 тыс. т, 2019 г. – 333,6 тыс. т). В то же время в структуре баланса ресурсов и использования овощей, бахчевых культур и продуктов их переработки в течение 2015-2019 гг. наблюдается ежегодное снижение импортных поставок. Если в 2015 г. их удельный вес составлял 17,0 %, то в 2019 г. – это уже 10,8 %. Объем экспорта также сокращается ежегодно. Беларусь поставляет на внешний рынок свежие томаты, огурцы, свеклу, морковь, капусту, в первую очередь в Российскую Федерацию. Отмечается рост личного потребления продукции. В 2019 г. по отношению к 2018 г. он составил 1,1 %, к 2015 г. – 4,5 %. Среднедушевое потребление овощей достигло 151 кг, что на 7 кг больше, чем 2015 г. и на 2 кг – в 2018 г. Свежая плодовоовощная продукция включена в обязательные ассортиментные перечни торговых объектов страны.

Ситуация по ресурсам и использованию фруктов, ягод и продуктов их переработки в Беларуси за 2015-2019 гг. показала, что рынок данной продукции является одним из наиболее несбалансированных. За исследуемый период импортные поставки фруктов, ягод и продуктов их переработки в республику сократились в 2,0 раза. При этом в структуре продовольственного баланса их доля остается существенной – на уровне 44,4 % в 2019 г. Объемы экспорта снизились более чем в 3 раза (2015 г. – 1 211,4 тыс. т; 2019 г. – 325,4 тыс. т.). Важным моментом является рост личного потребления фруктов, ягод и продуктов их переработки, который составил 20,6 % по отношению

к 2015 г. и 4,8 % – к 2018 г. [6].

В целом уровень самообеспечения по овощам и бахчевым культурам выше, чем по фруктам и ягодам (107,3 % и 48,0 соответственно). Аналогичная ситуация и по потреблению на душу населения – 152 кг и 97 кг в год соответственно. Для обеспечения населения плодовоовощной продукцией в межсезонный период 2019 – 2020 гг. произведена закладка растениеводческой продукции в стабилизационные фонды в полном объеме: картофеля – 44,6 тыс. т; овощей – 57,5 (капусты белокочанной – 23,7 тыс. т; свеклы столовой – 8,4; моркови – 12,5; лука репчатого – 12,9 тыс. т); фруктов – 13,4 тыс. т. Кроме того, в хранилищах сельскохозяйственных организаций (по состоянию на 23.01.2020 г.) имелось для реализации (без учета стабилизационных фондов) 180 тыс. т картофеля; 54,2 – овощей; 11,6 тыс. т фруктов [3; 4; 6].

Важной составляющей анализа является оценка результативности производства сельскохозяйственной продукции. Так, рентабельность овощей (открытого грунта), реализованных сельхозорганизациями, в 2019 г. составила 20,4 %, что на 6,3 п. п. выше по сравнению с 2015 г. и на 6,8 п. п. ниже, чем в 2018 г. Если 2018 г. стал крайне неблагоприятным по погодным условиям для сельского хозяйства и средние цены производителей снились на 12 %, то в 2019 г. экономическая ситуация стабилизировалась и позволила производителям обеспечить финансовую устойчивость их работы [7].

В то же время выполненный автором анализ основных показателей производства и реализации овощей и плодов в сельскохозяйственных организациях системы Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь показал, что их основные финансовые показатели остаются неустойчивыми (табл. 3).

По овощам открытого грунта наблюдается тенденция, что при сокращении посевных площадей в 2019 г. на 7,2 % по отношению к 2018 г. прибыль от реализации увеличилась на 0,5 %, а в расчете на 1 га посева – на 8,3 %. Посевная площадь под овощами защищенного грунта в 2015-2019 гг. остается приблизительно на одинаковом уровне. При этом затраты на производство, себестоимость реализованной продукции и прибыль от реализации снизились. Сбор плодов также ежегодно варьирует от 45 тыс. т (2019 г.) до 102 тыс. т (2018 г.).

Эффективность функционирования плодовоовощного подкомплекса определяется наличием соответствующей инфраструктуры. Например, в странах Европейского союза, где развита база хранения, перерабатывается около 20 % производимых овощей и плодов. Полученные продукты отличаются высоким качеством, их расфасовывают в удобную для потребителя упаковку. В США уровень переработки приближается к 50 % от объема производства плодовоовощной продукции. Около 1 млн т овощей закладывают на хранение в замороженном виде. Для реализации быстрозамороженной продукции созданы единые цеха, включающие процесс производства, хранение готовой продукции и полуфабрикатов, специальный транспорт, инфраструктуру реализации [5; 8; 9].

Таблица 3. Динамика основных показателей производства и реализации овощей и плодов в сельскохозяйственных организациях системы Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, 2015-2019 гг.

Показатели	Год					2019 г. к 2015 г., %	2019 г. к 2018 г., %
	2015	2016	2017	2018	2019		
Овощи открытого грунта							
Убранный пло- щадь, га	4 513,4	3 890,7	3 599,1	3 118,7	2 893,2	64,1	92,8
Валовой сбор, т	90 401	101 565	101 092	58 812,1	64 796	71,7	110,7
Урожайность, ц/га	200	261	281	189	224	112,0	118,5
Затраты на произ- водство, тыс. руб.	18 163	16 768	16 853	12 380	15 464	85,1	124,9
Объем реализа- ции, т	63 200	48 406	58 167	54 363	28 661	45,4	52,7
Выручка от реали- зации, тыс. руб.	18 615	13 781	14 541,4	16 726	12 522	67,3	74,9
Себестоимость реализованной продукции, тыс. руб.	16 244	12 005	12 704,3	14 638	10 173	62,6	69,5
Прибыль – всего, тыс. руб.	3 924	2 829	2 830,1	2 754	2 769	70,6	100,5
в том числе на 1 га посевов, руб.	869,4	727,1	786,4	883,0	957,1	110,1	108,3
Овощи защищенного грунта							
Убранный пло- щадь, тыс. м ²	1 492,9	1 545,7	1 652,0	1 472,7	1 489,0	99,7	101,1
Валовой сбор, т	70 327	67 498	78 517	69 723	68 514,1	97,4	98,3
Урожайность, ц/га	47	44	48	47	46	97,8	97,9
Затраты на произ- водство, тыс. руб.	82 772	84 279	106 616	93 952	99 788	120,6	106,2
Объем реализа- ции, т	69 719,3	66 780	77 962	68 866	67 794	97,2	98,4
Выручка от реали- зации, тыс. руб.	91 434	102 087	130 862	101 823	110 038	120,3	108,1
Себестоимость реализованной продукции, тыс. руб.	88 514	90 405	116 272	101 216	107 128	121,0	105,8
Прибыль – всего, тыс. руб.	6 318	12 965	15 401	3 518	4 244	67,2	120,6
в том числе на 1 га посевов, руб.	4,23	8,4	9,3	2,4	2,9	68,6	120,8
Плоды (семечковые, косточковые)							
Валовой сбор, т	48 592	63 337	45 224	102 639	45 232,2	93,1	44,1
Затраты на произ- водство, тыс. руб.	13 226	15 779	19 029	26 898	23 331	176,4	86,7
Объем реализа- ции, т	42 452	50 847	41 585	82 531	49 947	117,7	60,5
Выручка от реали- зации, тыс. руб.	15 064	20 730	25 312	27 049	24 292	161,3	89,8
Себестоимость реализованной продукции, тыс. руб.	15 721	18 166	21 558	29 322	28 758	182,9	98,1
Прибыль, тыс. руб.	1 803	3 626	5 214	2 366	1 633	90,6	69,0

Примечание. Таблица составлена автором на основании проведенных расчетов по данным Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь.

Динамика развития инфраструктуры плодо-
овощного подкомплекса Республики Беларусь пред-
ставлена в таблице 4.

Материально-техническая база страны, обеспе-
чивающая функционирование рынка овощей и пло-
дов, в 2019 г. включала:

– 697 продовольственных складов, значительная

часть которых расположена в г. Минске (330 ед., или
47,3 %) и Минской области (132 ед., или 18,9 %). Ко-
эффициент их использования на уровне республики
составил 94,1 %;

– 134 магазина-склада со складской площадью
26,7 тыс. м² (для сравнения в 2015 г. – 170 единиц и
37,4 тыс. м²). Наибольшее их количество находится в

Таблица 4. Динамика развития инфраструктуры плодоовощного подкомплекса Республики Беларусь, 2015 – 2019 гг.

Субъекты инфраструктуры	Год					2019 г. к 2015 г., %	2019 г. к 2018 г., %
	2015	2016	2017	2018	2019		
Количество субъектов инфраструктуры, ед.							
Продовольственные склады	721	728	750	732	697	96,7	95,2
Магазины-склады	170	141	132	128	134	78,8	104,7
Склады-холодильники	189	183	213	176	182	96,3	103,4
Хранилища для картофе- ля, овощей и фруктов	30	23	24	37	38	126,7	102,7
Складская площадь, тыс. м ²							
Продовольственные склады	0,5	0,5	0,44	0,5	0,48	96,0	96,0
Магазины-склады	37,4	33,8	36,2	33,2	26,7	71,4	80,4
Объем временного хранения товаров, тыс. т							
Склады-холодильники	84,2	73,9	79,7	79,1	75,7	89,9	95,7
Хранилища для картофе- ля, овощей и фруктов	47,9	45,9	45,5	60,2	78,7	164,3	130,7
Примечание. Таблица составлена автором на основании [10, 11]							

Примечание. Таблица составлена автором на основании [10, 11]

Брестской (18 ед. площадью 4,0 тыс. м²) и Витебской области (6 ед. площадью 0,98 тыс. м²). Коэффициент их использования в целом по республике составил 92,5 %;

– 182 склада-холодильника с объемом единовременного хранения товаров 75,7 тыс. т. Наибольшее их количество располагалось в Минской (49 ед. или 26,9 %) и Брестской областях (42 ед. или 23,1 %). Коэффициент их использования составил 98,4 %;

– 38 хранилищ для картофеля, овощей и фруктов с объемом единовременного хранения товаров 78,7 тыс. т, из которых фактически используется 73,0 тыс. т. (92,8 %). В течение 2019 г. такие объекты введены в эксплуатацию в Гомельской, Гродненской и Могилевской областях (по одному хранилищу в каждом из них).

Таким образом, анализ функционирования плодоовощного подкомплекса Беларуси показал, что его развитие связано с различными внутренними и внешними экономическими факторами. В данном аспекте повышение эффективности функционирования плодоовощного подкомплекса республики и обеспечение конкурентоспособности продукции должно основываться на применении современных технологий, использовании новых сортов и гибридов, соблюдении технологических регламентов при выращивании продукции. В совокупности все это позволит в полной мере удовлетворить потребности внутреннего рынка республики в основных видах овощей, плодов и ягод. Так, объем производства овощей в 2020 г. прогнозируется на уровне 1 605 тыс. т, плодов и ягод – 620 тыс. т, а в 2030 г. – 1 900 тыс. т и 630 тыс. т соответственно. При этом оптимистический уровень потребления для обеспечения целей продовольственной безопасности составляет по овощам и бахчевым культурам 1 700 тыс. т., плодам и ягодам – 1 100 тыс. т [1, 2].

Наряду с этим, целесообразно развитие производства органической плодоовощной продукции. В настоящее время ее продажи в странах с высоким доходом на душу населения достигли 10 %. Для Республики Беларусь производство органической про-

дукции является новым направлением. В стране принят Закон Республики Беларусь «О производстве и обращении органической продукции» и по состоянию на 01.01.2020 г. сертифицировано 29 субъектов Брестской, Витебской, Гродненской, Минской и Могилевской областей, более 1,5 тыс. га сельскохозяйственных земель и произведено около 2,6 тыс. т органической продукции [12, 13].

Важнейшим фактором достижения эффективности в производстве плодов и овощей является повышение технологического и технического уровня подкомплекса. К примеру, GLOBALG.A.P. – международный стандарт, подтверждающий выполнение указанных требований в процессе производства сельскохозяйственной продукции [14]. Данный подход является актуальным и для Беларуси, которая также экспортирует свою плодоовощную продукцию.

С целью повышения конкурентоспособности продукции целесообразно расширение услуг предпродажной доработки свежих овощей и плодов (включая сортировку, калибровку, сухоочистку, переборку, фасовку, розничную упаковку, комплектацию, вакуумную упаковку и др.) как обрабатывающими (пищевыми), так и торговыми организациями. Подобные технологии активно используют перерабатывающие компании и супермаркеты в странах ЕС, США, России, Китая. В Беларуси данная практика наблюдается только в крупных торговых сетях. Примером может быть и специализированная линия на РУП «Толочинский консервный завод».

Одним из направлений повышения эффективности плодоовощного подкомплекса должно стать развитие системы маркетинга. Наличие промежутка времени между производством и реализацией продукции требует создания современной инфраструктуры. Например, в Германии и Нидерландах хранение овощной продукции осуществляется непосредственно в фермерских хозяйствах. При этом актуальной проблемой остается вопрос упаковки продукции. В настоящее время, по оценке

экспертом, упаковочная продукция промышленного назначения занимает 30 % рынка, а 70 % упаковки приходится на потребительские товары, в первую очередь на продукты питания и напитки. Национальные и международные экологические нормы требуют использования новых технологических и маркетинговых решений в упаковочной индустрии.

Учитывая, что Республика Беларусь является государством – членом Евразийского экономического союза, то в рамках данного интеграционного формирования также необходимо проводить совместную работу по следующим направлениям:

- расширение системы экономического стимулирования плодоовощного подкомплекса с учетом международных правил и требований;

- разработка и внедрение принципов и подходов к гармонизации законодательства государств – членов в части установления ответственности за нарушение обязательных требований к плодоовощной продукции, правил и процедур проведения обязательной оценки соответствия;

- создание совместных предприятий по производству плодоовощной продукции на основе использования сырья с высокой пищевой и биологической ценностью, ориентированных на удовлетворение потребности населения ЕАЭС в продукции высокого качества и формирование экспортного потенциала на рынках третьих стран;

- развитие совместной инфраструктуры по хранению, переработке, доведению продукции до потребителя;

- развитие производства и увеличение доли экспорта переработанной плодоовощной продукции с высокой добавленной стоимостью с целью повышения конкурентоспособности и эффективности внешнеэкономической деятельности товаропроизводителей на рынках третьих стран.

Заключение

На основе результатов экономического анализа внутренних и внешних факторов обоснованы тенденции функционирования плодоовощного подкомплекса Республики Беларусь. Установлено, что страна ежегодно импортирует значительный объем плодоовощной продукции. При этом для белорусских производителей именно стадия реализации имеет невысокий уровень эффективности. Сезонность производства плодоовощной продукции влияет на формирование как цены производителя, так и на розничные цены в магазинах и на рынках. Недостаточно активно используются маркетинговые методы и стратегии при формировании спроса и стимулировании сбыта продукции белорусскими производителями (улучшение упаковки, размещение рекламы в средствах массовой информации, исследование вкусов и предпочтений потребителей и т.д.). Предлагаемые направления по повышению эффективности плодоовощного подкомплекса Беларуси основываются на инновационном подходе (внедрение новых технологий, производство органической продукции, вопросы сертификации, логистики, маркетинга и др.) и предусматривают обеспечение его конкурентоспособности на внешнем и внутреннем рынке.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. О Государственной программе развития аграрного бизнеса в Республике Беларусь на 2016 – 2020 годы: постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 11 марта 2016 г. № 196 // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 2016. – № 5/41842.

2. О Доктрине национальной продовольственной безопасности Республики Беларусь до 2030 года: постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 15 декабря 2017 г., № 962 // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 2017. – № 5/44566.

3. Сельское хозяйство Республики Беларусь: стат. сб. / Нац. стат. комитет Респ. Беларусь. – Минск, 2019. – 179 с.

4. Аналитическая записка о выполнении Государственной программы развития аграрного бизнеса в Республике Беларусь на 2016-2020 годы за 2019 год [Электронный ресурс]. – 2020. – Режим доступа: <https://mshp.gov.by/programms/ca5bed93374821f3.html>. – Дата доступа: 15.06.2020.

5. Арнатович, М.А. Современные тенденции развития рынка плодоовощной продукции в зарубежных странах и Республике Беларусь / М.А. Арнатович // Аграрная экономика. – 2020. – № 5. – С. 37-42.

6. Балансы продовольственных ресурсов Республики Беларусь, 2014-2019: стат. сб. / Нац. стат. комитет Респ. Беларусь. – Минск, 2020. – 19 с.

7. Цены в Республике Беларусь: стат. сб. / Нац. стат. комитет Респ. Беларусь. – Минск, 2020. – 188 с.

8. Гануш, Г.И. Механизм формирования сырьевых зон предприятий по переработке овощей, плодов и ягод / Г.И. Гануш, С. Белявская // Аграрная экономика. – 2013. – № 5. – С. 31-35.

9. Киреенко, Н.В. Перспективная модель формирования сбытовой инфраструктуры продовольственного рынка / Н.В. Киреенко // Аграрная экономика. – 2011. – № 7. – С. 7-16.

10. О деятельности организаций оптовой торговли Республики Беларусь за 2018 год: стат. бюл. / Нац. стат. комитет Респ. Беларусь. – Минск, 2019. – 31 с.

11. О деятельности организаций оптовой торговли Республики Беларусь за 2019 год: стат. бюл. / Нац. стат. комитет Респ. Беларусь. – Минск, 2020. – 32 с.

12. Выпуском органической продукции в Беларуси занимаются 29 производителей [Электронный ресурс]. – 2020. – Режим доступа: <https://milknews.ru/index/belorussiya-organicheseskaya-produkciya.html>. – Дата доступа: 20.01.2020.

13. О производстве и обращении органической продукции: Закон Респ. Беларусь от 9 ноября 2018 г. № 144-3 / Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь, 15 ноября 2018 г., № 2/2582.

14. Внедрение международных стандартов плодоовощной продукции в Центральной Азии [Электронный ресурс]. – 2020. – Режим доступа: <https://www.undp.org/content/uzbekistan/ru/home/presscenter/articles/2017/07/14/introducing-internationally-recognized-standards-of-sustainable-/>. – Дата доступа: 14.07.2017.

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 17.08. 2020.

УДК 316.334.55

АКТУАЛЬНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ СОЦИАЛЬНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ СЕЛЬСКОЙ МЕСТНОСТИ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Г.И. Гануш,

зав. каф. экономической теории и права БГАТУ, докт. экон. наук, профессор, чл.-корр. НАН Беларуси

А.В. Чирич,

доцент каф. экономической теории и права БГАТУ, канд. экон. наук, доцент

В статье представлен анализ развития и современного состояния социальной инфраструктуры сельской местности Республики Беларусь. Обоснованы актуальные направления совершенствования социального обустройства села в условиях инновационных и рыночных трансформаций экономики. Определены перспективы и приоритеты обновления облика агрогородков и других населенных пунктов в контексте практической реализации в стране стратегической концепции построения «деревни будущего».

Ключевые слова: социальная инфраструктура, сельская местность, агрогородок

The article presents the analysis of the development and current state of social infrastructure in the rural areas of the Republic of Belarus. The actual directions of improvement of social arrangement of the village in the conditions of innovative and market transformations of economy are substantiated. The prospects and priorities for updating the appearance of agricultural towns and other settlements in the context of practical implementation of the strategic concept of building a "village of the future" are determined.

Keywords: social infrastructure, countryside, agro-town.

Введение

В Республике Беларусь проведена значительная работа по развитию социальной инфраструктуры сельской местности. Это положительно сказывается на качестве жизни жителей села, производительности труда работающих, эффективности производства и конкурентоспособности аграрной продукции. Однако происходящие процессы инновационных и рыночных трансформаций экономики, освоения новых технологий в земледелии и животноводстве, возрастающие требования к кадровому обеспечению сельского хозяйства, необходимость улучшения условий труда и быта людей обуславливают актуальность осуществления дальнейших мер по совершенствованию на новой технической основе инженерного и коммуникационного обустройства белорусского села, обновлению его облика в целом.

Цель статьи заключается в обосновании актуальных направлений развития социальной инфраструктуры агрогородков и других населенных пунктов сельской местности Беларуси в условиях технологической и организационно-структурной модернизации аграрного производства практической реализации в стране стратегической концепции построения «деревни будущего».

Основная часть

Позитивная динамика количественных и качественных преобразований социальной инфраструктуры белорусского села является устойчивой тенденцией, проявление которой стало особенно заметным с

70-х годов 20-го столетия. Еще в советский период многие колхозы и совхозы республики проводили активную работу по коренному переустройству центральных усадеб с целью создания в них жилищных и культурно-бытовых условий, максимально приближенных к городским. Создание привлекательных, с высоким уровнем инженерных коммуникаций центров хозяйств, других деревень, строительство красивых и удобных жилых домов было приоритетом, своеобразным трендом того времени, предметом гордости и критерием оценки уровня работы, степени профессиональной зрелости руководящих кадров аграрного сектора на всех уровнях управления. При этом распространялся не только лучший отечественный опыт, но и широко учитывалась практика социального развития сельской местности России, Украины, Литвы и других стран.

В 90-е годы 20 века прогрессивные тенденции социальных преобразований на селе по причине искажения форм и содержания начавшихся рыночных процессов в экономике, в том числе в аграрной сфере, были значительно заторможены, многие достигнутые результаты утрачены, созданные ранее социальные объекты обветшали или пришли в негодность. Это, разумеется, негативно отразилось на качестве трудовых ресурсов села, облике белорусской деревни в целом, что закономерно повлекло за собой существенное снижение производственных показателей сельских субъектов хозяйствования, резкое ухудшение их финансового положения. В данной ситуации стало весьма очевидной и актуальной необходимостью неотложного принятия масштабных и конкретных

мер по предотвращению явных угроз деградации сельского хозяйства республики, его производственной и социальной сфер.

Реальным и полноценным ответом на вызов того времени явилось принятие Государственной программы возрождения и развития белорусского села на 2005-2010 годы, разработанной по инициативе и под руководством Президента Республики Беларусь А.Г. Лукашенко [1]. В результате практической реализации Государственной программы в 2005-2010 годах, в сельской местности Беларуси 1481 населенный пункт преобразован в агрогородки, построено и отремонтировано десятки тысяч объектов социальной инфраструктуры, 1689 учреждений образования, 449 объектов здравоохранения, 107 объектов физической культуры и спорта, более 8 тысяч домов и квартир. Построено и сдано в эксплуатацию 338 новых торговых объектов и 445 новых комплексных приемных пунктов по бытовому обслуживанию населения [2].

Агрогородки, как новый тип населенного пункта, стали центрами притяжения жителей, повышения привлекательности сельского образа жизни. В них, как и в городах, созданы комфортные условия для проживания, быта и труда людей. Высоким уровнем благоустройства и условий проживания характеризуются, к примеру, агрогородки – центральные усадьбы: СПК «Снов» Несвижского района, ОАО «Остромечев» Брестского, ОАО «Беловежский» Каменецкого, ОАО «Вертелишки-Агро» Гродненского, «Заря» Мозырского, «Копысь» Оршанского, «Рассвет» Кировского района и многие другие. Они хорошо известны не только в нашей республике, но и в России, Казахстане, Украине и других странах постсоветского пространства.

В процессе создания и развития агрогородков не остались без внимания прилегающие к ним деревни. В результате развития дорожной сети, строительства объектов инфраструктуры на селе в целом, сократился радиус обслуживания скорой помощи, МЧС, милиции, торговли и культуры, улучшилась демографическая ситуация.

Наряду с многими положительными примерами, в республике еще есть немало агрогородков, которые в силу различных обстоятельств не являются достаточно привлекательными для жизни населения. Здесь не созданы надлежащие условия для продуктивной занятости людей, а также для бытового, культурного и медицинского обслуживания, для отдыха и проведения досуга. В данной связи необходимо активизировать организаторскую работу по распространению накопленного в стране лучшего опыта по развитию агрогородков, совершенствованию их социально-бытовой инфраструктуры, инженерно-коммунального обустройства территорий, строительству комфортного жилья. Решение комплекса этих проблем, как показывает анализ, может успешно осуществляться по следующим основным направлениям:

1. Повышение эффективности функционирования агрогородкообразующих сельскохозяйственных организаций. Это, как известно, может быть достигнуто на основе совершенствования или трансформации систе-

мы хозяйствования, что предполагает существенное повышение управления производством, обеспечение высокого уровня профессионализма кадров, развития их инициативы, восприимчивости к инновациям в технологиях, готовности успешно работать в условиях рыночных преобразований экономики. Именно наличие активных, целеустремленных, компетентных руководителей и специалистов сегодня являются основополагающими факторами более полного использования резервов эффективности производства, получения на этой основе достаточного дохода для обеспечения достойной заработной платы сельчан, социального развития трудовых коллективов в целом.

2. Улучшение бытовых условий проживания людей в сельской местности. Данное направление включает комплекс элементов инженерного обустройства городков. Для многих населенных пунктов актуальной проблемой, в частности, является улучшение дорожно-транспортных коммуникаций. Где-то требуется строительство или ремонт дороги, а где-то достаточно решить вопрос регулярного автобусного сообщения с районным центром, а в некоторых случаях сделать дополнительную остановку пригородного железнодорожного транспорта. Подобные меры не являются многозатратными, однако могут в значительной мере способствовать принятию гражданами положительного решения о проживании в том или ином населенном пункте.

В таком же ключе можно оценивать создание в агрогородках комплексных домов быта, объектов постоянного медицинского обслуживания людей, магазинов, клубов, спортивных сооружений. Руководителям сельских (поселковых) советов, сельхозорганизаций и других предприятий, расположенных в зоне агрогородков, следует более оперативно и настойчиво решать вопросы улучшения инженерно-технического обеспечения сельского населения (водоснабжение, газоснабжение, электроснабжение и др.). Для этих целей можно аккумулировать средства базирующихся на территории агрогородка различных хозяйствующих субъектов, как на кооперативных началах, так и путем заключения специфических договоров на принципах государственно-частного партнерства.

3. Диверсификация видов экономической деятельности (бизнеса) в сельской местности. В аграрной сфере объектами эффективного агробизнеса и занятости людей могут быть такие виды деятельности, как производство органической продукции (выращивание на основе органических технологий овощей, плодов, ягод, картофеля и др.), грибоводство (шампиньоны, вешенка и др.) пчеловодство, кролиководство, козоводство, нетрадиционное птицеводство (индюки, перепела, цесарки и др.), выращивание в целях реализации населению молодняка свиней, овец, цыплят (куры, гуси, утки и др.). Выбор видов агробизнеса весьма разнообразен. Можно, к примеру, изучить экономическую целесообразность занятия вермикультурой (выращивание дождевых червей для получения экологически чистого удобрения), а также различные способы переработки крестьянской про-

дукции (изготовление сыров, масла, солений, копченостей и т.п.) [3].

Диверсификация несельскохозяйственных видов предпринимательской деятельности в сельской местности также может проявляться в различных аспектах. Так, в создании новых рабочих мест на селе могут играть положительную роль предприятия промышленности, строительства, лесного и водного хозяйства. Считается, в частности, перспективным создание мусороперерабатывающих предприятий, заводов по производству древесных пеллет, лесопильных и столярных цехов.

4. *Создание привлекательных жилищных условий для сельской местности.* Одним из вариантов решения жилищной проблемы на селе может быть перевод пустующего (незаселенного) жилья, построенного в 2005-2015 годах за счет льготных кредитов, в разряд арендного. Развитые европейские страны в своем фонде имеют от 60 % до 80 % арендного жилья. Оно позволяет населению мобильно реагировать на преимущества того или иного региона и свободно перемещаться, следуя своим личным целям.

Перевод пустующего жилья в разряд арендного позволит повысить эффективность инвестиций, направленных ранее на его строительство, привлечь в сельскую местность дополнительные трудовые ресурсы, в том числе молодых специалистов различного профиля (учителя, врачи и др.), а также мигрантов, прибывающих из других государств и желающих трудиться в сельском хозяйстве.

5. *Совершенствование организации и повышение эффективности агроэкологического туризма.* Развитие туризма, как показывает анализ, обладает значительным потенциалом обновления социальной сферы села Беларуси. Этому благоприятствует ряд факторов природного, исторического, ментального и организационного характера. В частности, большой привлекательностью для туристов является живописная природа республики, богатая история, самобытная культура и доброжелательный характер белорусского народа.

Развитие сельского туризма связано с осуществлением ряда экономических и организационных мер. Необходимо, в частности, активнее вовлекать в эту сферу деятельности фермерские хозяйства и сельскохозяйственные организации. Важно также развивать кооперативно-интеграционные связи субъектов агротуризма, в том числе в форме кластеризации. Усматривается целесообразность распространения передового опыта, организации туризма, проведения целенаправленных научных исследований, формирования специфических образовательных услуг, в том числе адекватных курсов по изучению иностранных языков, в первую очередь английского. Будет правильным, на наш взгляд, сохранить существующие меры государственной поддержки агроэкологического туризма.

В настоящее время в Республике Беларусь реализуется концепция построения «деревни будущего». Данный термин означает наиболее высокую степень социального обустройства агрогородков, воплощающий подлинно инновационные достижения в обеспечении комфорта и дизайна при строительстве (рекон-

струкции) жилых домов, их энергообеспечения и водоснабжения, создании объектов бытового, культурного и спортивного назначения, благоустройство территорий. «Деревня будущего» предполагает также обеспечение высокой эффективности функционирования агрогородко-образующего предприятия и других организаций, максимальной трудовой занятости достаточных доходов и благосостояния сельского населения. В контексте построения «деревни будущего» приоритетное значение имеет решение следующих задач по развитию социальной инфраструктуры села:

- разработка и реализация пилотных проектов по построению «деревни будущего» в агрогородках различной степени привлекательности;

- создание, в том числе на межхозяйственной основе, хозяйственных организаций, обеспечивающих «привязку» типовых проектов построения «деревни будущего» к конкретным условиям агрогородков;

- формирование условий кредитования и налогообложения, способствующих осуществлению модернизации жилья и инженерных коммуникаций в сельских населенных пунктах на основе новейших технических и организационных решений в сфере энергосбережения, дизайна и комфорта;

- государственная поддержка развития агроэкоусадеб, создания родовых поместий и других организационно-хозяйственных форм, положительно влияющих на облик и жизнь села;

- участие влиятельных представителей бизнеса и других сфер деятельности в преобразовании их «малой родины» в «деревню будущего».

Многогранная деятельность по модернизации социальной инфраструктуры сельской местности связана с необходимостью ее организации, координации и финансовой поддержки со стороны местных органов управления (райисполкомы, облисполкомы). В рамках управленческих функций райисполкомы могут создать специальное подразделение (в пределах штатного расписания) по реализации проектов «деревни будущего», координации проводимых работ, оказанию сельскохозяйственным и подрядным организациям соответствующей организационной и консультативной помощи. Аналогичная работа может проводиться также на уровне облисполкомов с учетом их функциональной специфики и методов управления.

Местные органы управления в состоянии сконцентрировать (объединить) финансовые средства и материально-технические возможности различных предприятий, находящихся на соответствующей территории, в том числе путем образования специальных инвестиционно-инновационных фондов. Таким же образом могут быть реализованы принципы государственно-частного партнерства. Развитие и повышение эффективности процессов по преобразованию социальной инфраструктуры села предполагает, на наш взгляд, формирование современной системы менеджмента знаний в данной сфере экономической деятельности. В этом плане считаем целесообразным включить основные положения концепции «деревни будущего» в учебные программы заинтересованных вузов, системы подготовки и повышения квалифика-

ции кадров, а также сформировать соответствующие государственные и региональные программы научных (теоретико-прикладных) исследований.

Заключение

1. В Республике Беларусь осуществляется системная и масштабная работа по развитию социальной инфраструктуры сельской местности. В результате практической реализации Государственной программы возрождения и развития села на 2005-2010 годы и следующих программных документов создан 1481 агрогородок, много жилых домов и квартир, объектов построено образования и здравоохранения, спорта, торговли, бытового и культурного обслуживания населения.

2. Актуальными направлениями дальнейшего развития сельской инфраструктуры в условиях динамичных процессов инновационных и рыночных трансформаций экономики являются:

- повышение эффективности функционирования агрогородкообразующих сельхозорганизаций;
- продолжение работы по инженерному обустройству деревни, развитию дорожно-транспортных коммуникаций, строительству и реконструкции домов быта, объектов образования, здравоохранения, культуры, спорта и торговли;
- диверсификация видов экономической деятельности (бизнеса) в сельской местности в целях повышения уровня продуктивной занятости и доходов населения;
- создание на селе привлекательных жилищных условий, в том числе за счет строительства индивидуальных жилых домов, перевода пустующего жилья в разряд арендного;

– совершенствование организации и повышения эффективности агроэкологического туризма, в том числе за счет создания благоприятных условий функционирования агроусадеб, вовлечения в туристическую сферу деятельности фермерских хозяйств и сельхозорганизаций, создания новых видов туристических услуг.

3. В настоящее время в Республике Беларусь реализуется концепция построения «деревни будущего», являющаяся составной частью современной аграрной политики государства. Осуществляемые в данном контексте мероприятия должны быть ориентированы на комплексе инновационных преобразований в благоустройстве сельских поселков, их инженерной и транспортной инфраструктуре, системе социального, культурно-бытового, медицинского и торгового обслуживания населения.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. О Государственной программе возрождения и развития села на 2005 – 2010 годы: Указ Президента Республики Беларусь, 25 марта 2005 г., № 150 // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 2005. – № 1/6339.
2. Веселуха, Е. Агрогородок. Следующая остановка – деревня будущего [о развитии агрогородков] / Е. Веселуха // Сельская газета. – 2020. – 03 марта. – С. 3.
3. О Государственной программе развития аграрного бизнеса в Республике Беларусь на 2016 – 2020 годы: постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 11 марта 2016 г., № 196 // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 2016. – № 5/41842.

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 22.09.2020

Радиоволновой влагомер зерна

Предназначен для непрерывного измерения влажности зерна в процессе сушки на зерносушильных комплексах.

Влагомер обеспечивает непрерывный контроль влажности зерна в потоке и автоматическую коррекцию результатов измерения при изменении температуры материала, имеет аналоговый выход – 4-20 мА, а также интерфейс – RS-485.



Основные технические данные

Диапазон измерения влажности зерна
Основная абсолютная погрешность
Температура контролируемого материала
Цена деления младшего разряда блока индикации
Напряжение питания
Потребляемая мощность

от 9 до 25 %
не более 0,5 %
от +5 до +65 °С
0,1 %
220 В 50 Гц
30 ВА

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 Cyr, 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 строку;

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, используются 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 таблиц 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, завершаемое 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 «Заклучение» 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, докторантура, 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*

Агрегат для безотвальной обработки тяжелых почв АБТ-4и



Предназначен для безотвальной обработки тяжелых почв на глубину до 35 см, лущения жнивья, обработку почвы на зябь после уборки кукурузы, свеклы и картофеля, мульчирования, выравнивания и приката

ывания поверхности поля, а также для подготовки окультуренных почв за 2 прохода под посев озимых зерновых, пожнивных и поукосных культур.

Зона применения – обработка тяжелых суглинистых полей.

Основные технические данные

Наименование показателя	Значение
Рабочая ширина захвата, м.....	4,0±0,1
Рабочая скорость движения, км/ч:	
– при глубине обработки до 35 см.....	6 – 8
– при глубине обработки до 25 см.....	8 – 10
Габаритные размеры, мм, не более:	
– в рабочем положении:	
– длина.....	8800
– ширина.....	4300
– высота.....	1400
Масса агрегата, кг.....	5200±100
Ширина междуследий рыхлительных лап, мм.....	355±25
Глубина рыхления до, см.....	35
Отклонение средней глубины обработки от заданной, см:	
– при глубине обработки до 35 см.....	±2
– при глубине обработки до 25 см.....	±1
Фракции почвы до 4 см в обработанном слое, не менее, %.....	80
Крошение почвы (за 2 прохода), %, размеры фракций, мм:	
– 0-25.....	не менее 80
– 50-100.....	не более 10
Подрезание сорняков и растительных остатков (при установке лап шириной захвата 200 мм).....	Должно быть полным
Поверхность поля после обработки должна быть выровненной, нижние слои почвы уплотнены, верхние – взрыхлены, допускаемые размеры гребней и бороздок, не более, см.....	4 – один проход 2 – два прохода
Плотность почвы в обработанном слое, г/см ³	1,0 – 1,3

