



ISSN 2078-7138 (Print)
ISSN 2078-7146 (Online)
DOI: 10.56619/2078-7138-2025-171-5

АГРОПАНОРАМА

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ ДЛЯ РАБОТНИКОВ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

№ 5
октябрь
2025

В номере:

Обоснование параметров ходовых систем колесных тракторов с допустимым уровнем воздействия на почву

Рыбохозяйственные показатели двухлетков реципрокных кроссов амурского сазана и карпа белорусской селекции

*Методы оценки экспериментальных результатов экспресс-тестирования моторных масел, основанные на использовании программного комплекса IMAGEJ
Часть 4. Использование плагина EXTENDED PARTICLE ANALYZER для расширенного морфологического анализа частиц износа*

Сценарии развития сельского хозяйства Республики Беларусь в условиях сближения продовольственных систем Беларуси и России



ИНСТИТУТ ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ И ПЕРЕПОДГОТОВКИ КАДРОВ АПК БГАТУ



Институт повышения квалификации и переподготовки кадров агропромышленного комплекса Белорусского государственного аграрного технического университета – образовательный и научно-методический центр системы дополнительного образования взрослых. Ежегодно по образовательным программам переподготовки, повышения квалификации и стажировки в Институте проходят обучение свыше 2000 слушателей, в том числе из зарубежных государств.

Основная задача Института – систематическое обновление знаний руководящих работников и специалистов сельскохозяйственной отрасли с учетом развития широкого спектра инновационных направлений в агропромышленном комплексе, а также переподготовка кадров для получения новой квалификации.

Обучение в ИПК и ПК АПК осуществляется согласно плану-графику переподготовки и повышения квалификации руководящих работников, специалистов и рабочих (служащих) сельскохозяйственных организаций, утвержденному Министерством сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь.

Институт располагает современной учебно-технической базой, а также использует базы специализированных кафедр университета. Больше половины учебного времени отводится обучению в сельскохозяйственных организациях и на предприятиях перерабатывающих сельскохозяйственное сырье, заводах по производству техники для агропромышленного комплекса, в научных учреждениях республики.

Образовательный процесс в ИПК и ПК АПК обеспечивает высококвалифицированный профессорско-преподавательский состав Института, БГАТУ, а также приглашаются руководители и ведущие научные сотрудники Научно-практических центров НАН Беларуси, руководители и специалисты министерств, ведомств, лучших сельскохозяйственных организаций и предприятий машиностроения республики, совместных предприятий.

Слушатели ИПК и ПК АПК проживают в благоустроенном общежитии, пользуются читальными залами, библиотечным фондом, средствами информатизации, пунктами общественного питания и медицины, спортивными площадками, расположенными в университетском комплексе БГАТУ.

Мы приглашаем Вас к нам учиться, обмениваться опытом, налаживать деловые связи.

Наш адрес: Республика Беларусь, 220012, г. Минск, пр-т Независимости, 99, корп. 5/3

Контактные телефоны: +375 17 350 46 36 – приемная;

+375 17 342 87 72; +375 17 323 91 01; + 375 17 282 61 19 – методисты;

+ 375 17 272 34 90 – факс

E-mail: ipk@bsatu.by, сайт: www.bsatu.by.

Информация о поступлении для граждан Республики Казахстан:

https://t.me/BSATU_IPK_bot

АГРОПАНОРАМА 5 (171) октябрь 2025

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

Николай Николаевич Романюк

Заместитель главного редактора
Михаил Александрович Прищепов

Редакционная коллегия:

Л.С. Герасимович	И.С. Крук
П.П. Казакевич	А.С. Сайганов
В.М. Капцевич	В.Н. Тимошенко
А.Н. Каргашевич	Н.К. Толочко
Н.В. Киреенко	В.П. Чеботарёв
И.П. Козловская	Н.С. Яковчикк

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

*Компьютерная верстка
В.Г. Леван*

Адрес редакции:

БГАТУ, пр-т Независимости, 99/1, к. 220
220012, г. Минск, Республика Беларусь,
Тел. (+375 17) 272-47-71
Тел./факс (+375 17) 258-41-16

Прием статей и работа с авторами:

г. Минск, пр-т Независимости, 99/5, к. 602, 608
Тел. (+375 17) 385-91-02, 355-22-14
E-mail: AgroP@bsatu.by

БГАТУ, 2025.

Формат издания 60 x 84 1/8.

Подписано в печать с готового оригинала-
макета 27.10.2025 г. Зак. № 612 от 24.10.2025 г.

Дата выхода в свет 31.10.2025 г.

Печать офсетная. Тираж 60 экз.

Статьи рецензируются.

Отпечатано в ИПЦ БГАТУ по адресу: г. Минск,

пр-т Независимости, 99/2

ЛП № 02330/316 от 30.10.2020 г.

Выходит один раз в два месяца.

Подписной индекс в каталоге «Белпочта» - 74884.

Стоимость подписки на журнал на 2-е п/г 2025 г.:

для индивидуальных подписчиков - 49,62 руб.;

ведомственная - 52,71 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

**Н.Н. Романюк, И.С. Крук, А.Н. Орда, В.А. Шкляревич,
Н.Л. Ракова, А.С. Воробей**
Обоснование параметров ходовых систем колесных тракторов
с допустимым уровнем воздействия на почву.....2

Технологии производства продукции растениеводства и животноводства. Зоотехния

Е.В. Таразевич
Рыбохозяйственные показатели двухлетков реципрокных
кроссов амурского сазана и карпа белорусской селекции.....8

В.В. Азаренко, Е.Л. Жилич, Ю.Н. Рогальская
Экспериментальные исследования устройства для дистанционного
определения промеров тела и живой массы крупного рогатого
скота черно-пестрой породы.....13

Технический сервис в АПК. Экономика

В.К. Корнеева, В.М. Капцевич
Методы оценки экспериментальных результатов экспрес-
с-тестирования моторных масел, основанные на использовании
программного комплекса *IMAGEJ*
Часть 4. Использование плагина *EXTENDED PARTICLE*
ANALYZER для расширенного морфологического анализа
частиц износа.....20

Т.В. Гусарова
Оценка уровня сбалансированного развития организаций
АПК Республики Беларусь.....27

А.А. Гончарова
Международная практика организации и стимулирования
инновационных процессов и освоения научных разработок
инновационного маркетинга.....31

И.А. Войтко
Сценарии развития сельского хозяйства Республики Беларусь
в условиях сближения продовольственных систем Беларуси
и России.....37

А.Э. Грибова
Методика обоснования управленческих решений по выбору
эффективных экономических инструментов системы адаптивного
маркетинга в кооперативно-интеграционных структурах АПК.....44

ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ХОДОВЫХ СИСТЕМ КОЛЕСНЫХ ТРАКТОРОВ С ДОПУСТИМЫМ УРОВНЕМ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ПОЧВУ

Н.Н. Романюк,

ректор БГАТУ, канд. техн. наук, доцент

И.С. Крук,

проректор по научной работе, канд. техн. наук, доцент

А.Н. Орда,

профессор каф. механики материалов и деталей машин, док. техн. наук, профессор

В.А. Шкляревич,

ст. преподаватель каф. механики материалов и деталей машин

Н.Л. Ракова,

зав. каф. механики материалов и деталей машин, канд. техн. наук, доцент

А.С. Воробей,

инженер научного отдела БГАТУ, канд. техн. наук, доцент

В статье рассматриваются вопросы изменения плотности почвы от действующих нагрузок ходовых систем машинно-тракторных агрегатов. Обоснованы зависимости по изменению плотности почвы при воздействии на нее движителей колесных тракторов. На основании проведенных теоретических и экспериментальных исследований предложена методика выбора основных параметров ходовых систем колесных тракторов с допустимым уровнем воздействия на почву.

Ключевые слова: плотность, почва, напряжение, ходовая система, колесо, допустимое давление.

The article considers issues related to changes in soil density caused by loads exerted by the running gear of machine-tractor units. It substantiates the dependencies of soil density changes under the influence of wheeled tractor drive units. Based on theoretical and experimental studies, a methodology is proposed for selecting the main parameters of wheeled tractor running gear with an acceptable level of impact on the soil.

Keywords: density, soil, stress, running gear, wheel, permissible pressure..

Введение

Из-за вредного воздействия ходовых систем (движителей) машинно-тракторных агрегатов (МТА) на почву снижается урожайность сельскохозяйственных культур. Так, урожайность зерновых в следах тракторов снижается на 10...15 %, а корнеклубнеплодов – на 20...30 %. Установлено, что повышение плотности почвы, вызванное воздействием движителей тракторов и сельскохозяйственных машин, приводит к увеличению твердости почвы в 2...3 раза. Удельное сопротивление при обработке пахотного слоя после прохода тракторов повышается на 15...65 %, а транспортных средств и комбайнов – на 60...90 % [1-8].

Исследованию влияния воздействия на почву рабочих органов сельскохозяйственной техники посвящены работы В.В. Кацыгина, А.С. Кушнарева, В.А. Русанова, И.П. Ксеневица, В.А. Скотникова.

Целью данной работы является обоснование параметров ходовых систем колесных тракторов с допустимым уровнем воздействия на почву.

Основная часть

Дерново-подзолистые почвы наиболее распространены в Республике Беларусь. Они развиваются на моренных и озерно-ледниковых глинах и суглинках. В северной части республики, характеризующейся влажным климатом и преобладанием связных почвообразующих пород, дерново-подзолистые почвы занимают обычно приподнятые участки рельефа. В центральной и южной частях они приурочены к выровненным местам и пологим склонам. Общая земельная площадь таких почв в стране составляет 20760 тыс. га [9].

Дерново-подзолистые почвы обладают неблагоприятными водно-физическими свойствами. Для них харак-

терна высокая плотность, низкая (у суглинков и глин) или высокая (у песков и супесей) водопроницаемость.

По данным Н.И. Афанасьева [10], плотность пахотного слоя суглинистых почв превышает оптимальную на 180-200 кг/м³, а подпахотных – на 350-500 кг/м³. Оптимальная плотность почвы зависит от ее гранулометрического состава и выращиваемой культуры. Для большинства сельскохозяйственных культур величина оптимальной плотности пахотного горизонта составляет 1100-1250 кг/м³ [11].

В таблице 1 приведена равновесная плотность дерново-подзолистых почв Беларуси [11] для различных сельскохозяйственных культур.

Таблица 1. Равновесная плотность дерново-подзолистых почв

Почва	Культура	Слой почвы, см	Плотность, кг/м ³
Супесчаная на рыхлой супеси	Овощи	0-28	1590
		28-53	1850
Супесчаная на рыхлой супеси	Озимая пшеница	0-20	1440
		20-40	1760
Легкосуглинистая на лессовом суглинке	Картофель	0-20	1180
		20-30	1340
		30-40	1480
Временно избыточно увлажненная средне-суглинистая на среднем суглинке	Лен	0-22	1490
		22-45	1740

Из таблицы 1 видно, что только в пахотном горизонте под картофелем плотность почвы оптимальна, а в остальных случаях равновесная плотность почв выше оптимальной. Это объясняется естественными причинами (содержание большого количества пыли) и влиянием тяжелой техники.

Согласно исследованиям А.М. Кононова [12], проведенным на дерново-подзолистой суглинистой почве Могилевской области, плотность почвы в следе колесного трактора класса 50 кН увеличилась до 1410-1460 кг/м³, гусеничного трактора класса 30 кН – до 1400-1430 кг/м³, а колесного трактора класса 14 кН – до 1400 кг/м³, в то время как плотность почвы на контрольной делянке составляла 1090 кг/м³ при влажности 19 %.

Из исследований Г.Д. Белова и А.П. Подолько [13] следует, что плотность дерново-подзолистой среднесуглинистой почвы после однократного прохода колесного трактора класса 14 кН увеличилась на 210 кг/м³, а после пятикратного прохода – на 550 кг/м³. При этом подчеркивается большое влияние влажности на плотность почвы. Так, сухая или очень влажная почва менее уплотняется. Однако при влажности свыше 26 % образовался след глубиной 10-12 см. Урожайность зерновых в следах тракторов составляла 85-90 % по сравнению с контрольными делянками.

Повторяющиеся из года в год воздействия движителей тракторов на почву приводят к необратимо-

му уплотнению подпахотных слоев. По данным А.М. Кононова [14], почва опытного поля в результате ежегодной обработки стала более плотной на глубине до 0,7 м по сравнению с целинным участком, который не обрабатывался в течение 30 лет (табл. 2).

Почвы Беларуси обладают малым содержанием гумуса и водопрочных агрегатов. Для улучшения физических свойств почв в республике применяются – глубокое рыхление, щелевание, чизелевание, которые обеспечивают разуплотнение подпахотного слоя почвы, увеличение водоаккумулирующей способности и создание на поверхности мульчирующего слоя почвы. С помощью данных агротехнологических мероприятий повышается также противоэрозионная устойчивость [15, 16].

Особенно отрицательно сказывается уплотнение почвы на урожай корне- и клубнеплодов, так как у этих культур вся наиболее ценная часть урожая формируется в почве.

Рассмотрим процесс уплотнения почвы, подстилаемой плотным основанием. При выводе зависимости между контактным напряжением и плотностью почвы будем допускать, что уплотняется только пахотный слой высотой H . Это допущение основано на том, что рыхлая почва характеризуется повышенной способностью поглощения энергии.

Масса слоя почвы, подвергающегося уплотнению штампом с единичной площадью основания, равна

Таблица 2. Изменение плотности почвы в результате 30-летней обработки

Слой почвы, см	Плотность почвы, кг/м ³		Прирост плотности	
	Целинный участок	Поле в севообороте	кг/м ³	%
0-10	1290	-	-	-
10-20	1330	1400	70	5,3
20-30	1420	1500	80	5,6
30-40	1470	1560	90	6,1
40-50	1530	1600	70	4,6
50-60	1550	1650	100	6,5
60-70	1600	1680	80	5,0

$$M_{\Pi} = (H - 2 \cdot v \cdot h) \cdot \rho_{\Pi}, \quad (1)$$

где H – высота пахотного слоя, м;
 v – коэффициент бокового расширения почвы для случая деформирования с ограниченной возможностью расширения;

h – глубина следа, м;

ρ_{Π} – плотность почвы, кг/м³.

После уплотнения почвы ее эффективный слой имеет высоту $H-h$.

Тогда масса слоя почвы после воздействия штампом с единичной площадью будет равна

$$M_{\Pi} = F \int_0^{H-h} \rho(x) dx,$$

где F – площадь основания штампа, м².

Установлено, что зависимость плотности почвы от глубины x выражается экспонентой [4; 17]. С учетом этого

$$M_{\text{п}} = \int_0^{H-h} \left[\rho_0 - k_1 \cdot \sigma_0 \cdot (1 - e^{-\beta \cdot x}) \right] dx,$$

где ρ_0 – площадь почвы у основания штампа после уплотнения, кг/м³;

k_1 – коэффициент уплотнения, кг/Н·м;

σ_0 – напряжение в контакте штампа с почвой, Па;

β – коэффициент распределения напряжений, м⁻¹.

Значение этого интеграла равно

$$M_n = \left\{ \rho_0 (H - h) - k_1 \cdot \sigma_0 \times \left[(H - h) + \frac{1}{\beta} e^{-\beta(H-h)} - \frac{1}{\beta} \right] \right\}. \quad (2)$$

Из зависимостей (1) и (2) найдем плотность верхнего слоя почвы после уплотнения:

$$\rho_0 = \rho_{\text{п}} \frac{H - 2 \cdot v \cdot h}{H - h} + \frac{k_1 \cdot \sigma_0}{H - h} \times \left[(H - h) + \frac{1}{\beta} (e^{-\beta(H-h)} - 1) \right]. \quad (3)$$

Зависимость между деформацией верхнего слоя почвы и величиной контактного напряжения показана на рисунке 1.

Для определения величины деформации h рыхлой почвы, подстилаемой прочным основанием (почва, подготовленная под посев), предложена следующая зависимость между сопротивлением и осадкой (рис. 1) [4; 18]:

$$\sigma = \frac{a}{b} \cdot \text{tg}(a \cdot b \cdot h), \quad (4)$$

где $a = \sqrt{k_0}$;

$$b = \frac{\pi}{2} \cdot \frac{1}{h_{\text{упл}} \sqrt{k_0}};$$

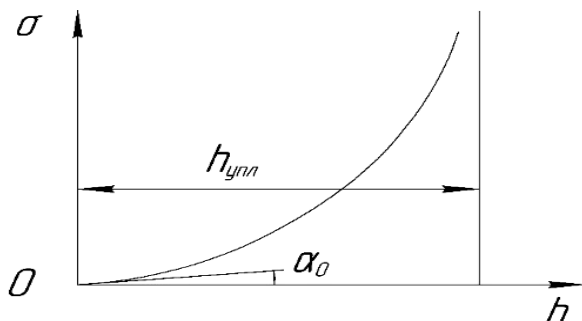


Рисунок 1. Зависимость между напряжением и осадкой для почвы, подготовленной под посев

$$h_{\text{упл}} = H \cdot \frac{\varepsilon_0 - \varepsilon_{\text{min}}}{(1 + \varepsilon_0) [1 - 2 \cdot v (1 + \varepsilon_{\text{min}})]},$$

где $h_{\text{упл}}$ – предельная величина деформации, м;

H – высота пахотного слоя, м;

ε_0 – коэффициент пористости почвы до нагружения;

ε_{min} – минимально возможный коэффициент пористости почвы;

k_0 – коэффициент объемного смятия почвы в начальной стадии деформирования, когда касательная кривой проходит под углом α_0 , Н/м³.

Для создания оптимальных условий произрастания растений обычно проводится предпосевное уплотнение почвы до оптимальной величины. Поэтому необходимо, чтобы плотность почвы в следах колес МТА не превышала величину оптимальной плотности (табл. 3).

Используя данные таблицы 3, задаемся величиной оптимальной плотности почвы. Средняя по глубине оптимальная плотность почвы пахотного слоя равна

Таблица 3. Значения оптимальной плотности для сельскохозяйственных культур

Почва	Культура	Оптимальная плотность, кг/м ³	Авторы исследования
Дерново-подзолистая суглинистая на моренном тяжелом суглинке	Овес	1100	И.Б. Ревут
Тяжелосуглинистая пылеватая	Картофель	1100-1190	В.А. Писарев В.Д. Воривода
Дерново-слабоподзолистая супесчаная	Кукуруза	1450	И.Б. Ревут
Дерново-слабоподзолистая тяжелосуглинистая	Кукуруза	1100	И.Б. Ревут

$$\rho_{\text{опт}} = \rho_{\text{п}} \frac{H - 2 \cdot v \cdot h_{\text{доп}}}{H - h_{\text{доп}}}. \quad (5)$$

Из зависимости (5) определится допустимая глубина следа

$$h_{\text{доп}} = H \frac{\rho_{\text{опт}} - \rho_{\text{п}}}{\rho_{\text{опт}} - 2 \cdot v \cdot \rho_{\text{п}}}. \quad (6)$$

Допустимое вертикальное снижающее напряжение определяется по зависимости (4)

$$\sigma_{\text{доп}} = \frac{a}{b} \text{tg}(a \cdot b \cdot h_{\text{доп}}) \quad (7)$$

Для определения глубины следа необходимо знать величину напряжения в контакте колеса с почвой σ , которое зависит не только от величины давления q_{max} , но и от скорости движения, и определяется по формуле [4]:

$$\sigma = \frac{q_{\text{max}}}{1 + \frac{B_v \cdot g}{L_x}}, \quad (8)$$

где B_v – коэффициент, зависящий от свойств почвы;

ϑ – скорость поступательного движения, м/с;

L_x – длина горизонтальной проекции опорной поверхности колеса на почву, м.

Допустимое давление колеса на почву определится с учетом скорости его поступательного движения на основании зависимости

$$q_{\text{доп}} = \sigma_{\text{доп}} \left(1 + \frac{B_v \cdot \vartheta}{L_x} \right). \quad (9)$$

По зависимости (9), с учетом найденного значения $\sigma_{\text{доп}}$, определяется плотность почвы в контакте с колесом и проверяется, находится ли она в диапазоне оптимальной плотности.

Для многоосных колесных ходовых систем допустимое напряжение почвы, подготовленной под посев, находится из следующей зависимости:

$$h_{\text{доп}} = \frac{1}{a \cdot b} \text{Arc cos} \left(\frac{n^{-B_1}}{\sqrt{1 + \frac{b^2}{a^2} \sigma_{\text{доп}}^2}} \right), \quad (10)$$

где B_1 – опытный коэффициент.

С помощью зависимостей (5-10) находится допустимое давление колес на почву, подготовленную под посев.

Найдем допустимое давление колес на связную почву с одинаковыми по глубине физическими свойствами. Величину допустимого по критерию уплотнения почвы давления колеса $q_{\text{доп}}$ при однократном проходе находим из зависимости [4; 18]:

$$q_{\text{доп}} = k \frac{\rho_{\text{опт}} - \rho_{\text{п}}}{\rho_{\text{п}} \cdot \beta}, \quad (11)$$

где $\rho_{\text{опт}}$ – оптимальная величина плотности почвы, при которой получается наибольшая урожайность, кг/м³;

k – коэффициент объемного смятия почвы, Н/м³.

При использовании многоосных ходовых систем давление колес должно быть меньше, чем при однократном проходе колеса, так как происходит дополнительное уплотнение почвы при повторных приложениях нагрузки. Допустимые давления в этом случае определяются с учетом закономерностей деформирования почв [4; 19; 20]:

а) для сильно упрочняющихся почв

$$\left(\frac{\rho_{\text{опт}}}{\rho_{\text{п}}} \right)_N = 1 + \frac{\beta}{k} \cdot \rho_0 \cdot \text{th} \left(\text{Arch} \frac{N^B}{\sqrt{1 - \frac{q_{\text{доп}}^2}{\rho_0^2}}} \right), \quad (12)$$

где N – количество уплотняющих воздействий на почву (число проходов движителей по одному следу);
 B – коэффициент накопления повторных осадок почвы, Н/м;

б) для слабо упрочняющихся почв

$$q_{\text{доп}} = k \frac{\left[\left(\frac{\rho_{\text{опт}}}{\rho_{\text{п}}} \right)_N - 1 \right]}{\beta \cdot (1 + k_u \cdot \lg N)}, \quad (13)$$

где k_u – коэффициент интенсивности накопления необратимой деформации.

Для наиболее часто встречающихся почв значения допустимых давлений приведены на рис. 2.

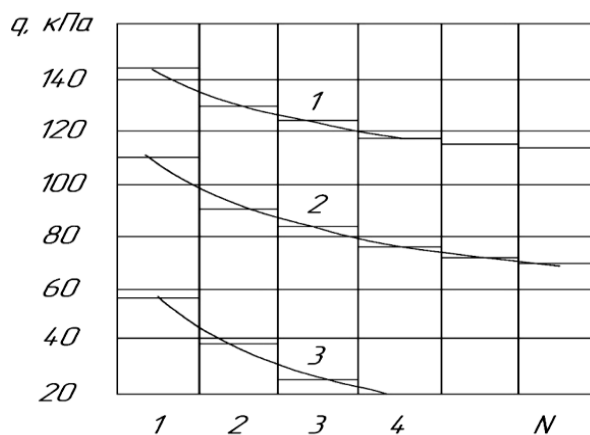


Рисунок 2. Допустимые давления колес на почву: 1 – сильно упрочняющаяся почва; 2 – слабо упрочняющаяся почва; 3 – почва, подготовленная под посев

Определив давление, можно найти нагрузку на колесо [21]

$$G = \xi B L_x q,$$

где ξ – коэффициент, учитывающий характер распределения давлений в контакте колеса с почвой.

$$L_x = \sqrt{Dh} + \sqrt{Du},$$

где D – диаметр колеса, м;

u – деформация шины, м.

Определив допустимые давления колес на почву, находим размеры колес и их количество в зависимости от массы машины.

Величина проекции на горизонтальную плоскость длины контакта колеса с почвой равна

$$L_x = f \cdot D + \sqrt{D \cdot u}, \quad (14)$$

где f – коэффициент сопротивления качению колес.

При получении данной зависимости была использована формула Ф.А. Опейко, связывающая глубину следа с коэффициентом сопротивления смятию почвы [22]

$$h = \mu^2 \cdot D,$$

где μ – коэффициент сопротивления смятию почвы.

Допущение о равенстве коэффициентов сопротивления качению колеса f и сопротивления смятию почвы μ было принято на том основании, что энергия, затрачиваемая на деформацию почвы, значительно превышает энергию на деформацию шины.

Задавшись величиной диаметра колеса, находим ширину колеса

$$B_k = \frac{\xi \cdot G}{v \cdot q \cdot (f \cdot D + \sqrt{D \cdot u})} \quad (15)$$

Для определения размеров колес составлена номограмма (рис. 3) на основании метода вспомогательного переменного

$$t = \frac{\xi \cdot G}{v \cdot q} \quad (16)$$

С учетом формулы (16) ширина колеса определяется по следующей формуле:

$$B_k = \frac{t}{f \cdot D + \sqrt{D \cdot u}},$$

где t – вспомогательная переменная.

С помощью предложенной номограммы (рис. 3) определяются размеры колес ходовой системы с допустимым давлением на почву.

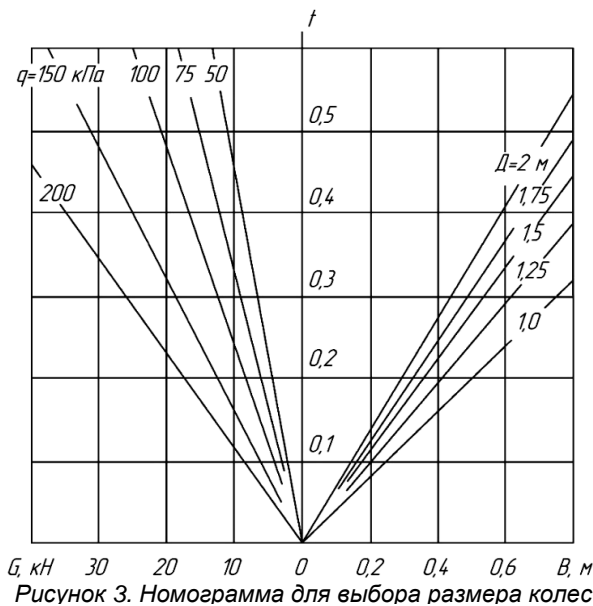


Рисунок 3. Номограмма для выбора размера колес

Заключение

1. Ходовые системы машинно-тракторных агрегатов чрезмерно уплотняют почву, что приводит к снижению урожайности сельскохозяйственных культур и повышенному расходу энергии на обработку почвы.
2. Обоснованы зависимости по изменению плотности почвы при воздействии на нее движителей колесных тракторов.
3. На основании теоретических и экспериментальных исследований предложена методика выбора основных параметров ходовых систем. Допустимые

давления колес на почву, подготовленную под посев, составляют 60...80 кПа, на стерню – 80...120 кПа в зависимости от типа почвы, ее влажности и количества осей ходовой системы.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Русанов, В.А. Проблема переуплотнения почв движителями и эффективные пути ее решения / В.А. Русанов. – М.: ВИМ, 1998. – 368 с.
2. Кушнарв, А.С. Уменьшение вредного воздействия на почву рабочих органов и ходовых систем машинных агрегатов при внедрении индустриальных технологий возделывания сельскохозяйственных культур / А.С. Кушнарв, В.М. Мацепуро. – М.: Всесоюзн. ордена «Знак Почета» сельхоз. институт заочного образования, 1986. – 56 с.
3. Шило, И.Н. Механический предохранитель рабочего органа машины для обработки почвы / И.Н. Шило, Н.Н. Романюк, В.А. Агейчик // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2014. – № 1. – С. 30-33.
4. Орда, А.Н. Эколого-энергетические основы формирования машинно-тракторных агрегатов: дис. ... д-ра техн. наук: 05.20.03 / Орда Александр Николаевич; Белорус. гос. аграрн. техн. ун-т. – Минск: БГАТУ, 1997. – 269 л.
5. Романюк, Н.Н. Снижение уплотняющего воздействия на почву вертикальными вибродинамическими нагрузками пневмоколесных движителей: дис. ... канд. техн. наук: 05.20.03; 05.20.01 / Романюк Николай Николаевич; Белор. гос. аграрн. техн. ун-т. – Минск: БГАТУ, 2008. – 206 л.
6. Влияние многоосной ходовой системы машинно-тракторных агрегатов на плотность почвы / И.Н. Шило [и др.] // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2018. – № 1. – С. 31-36.
7. Закономерности накопления повторных осадков почвы при воздействии ходовых систем мобильной сельскохозяйственной техники / И.Н. Шило, Н.Н. Романюк, А.Н. Орда, В.А. Шкляревич, А.С. Воробей // Агропанорама. – 2014. – № 6. – С. 2-7.
8. Чигарев, Ю.В. Агротехническая повреждаемость почв при ударных нагрузках от эксплуатируемых сельскохозяйственных машин и орудий / Ю.В. Чигарев, Н.Н. Романюк, Ю.В. Устиненко // Весці акадэм. аграрн. навук Беларусі. – 1997. – № 3. – С. 68-70.
9. Смяян, Н.И. Почвы и структура посевных площадей / Н.И. Смяян. – Минск: Ураджай, 1993. – 152 с.
10. Афанасьев, Н.И. Основные проблемы физики дерново-подзолистых почв БССР и пути их решения / Н.И. Афанасьев // Почвоведение. – 1990. – № 5. – С. 128-138.
11. Роль оптимизации физических свойств почв Белоруссии в повышении урожайности сельскохозяйственных культур / Н.И. Афанасьев, Н.И. Янович, А.В. Горюнова, А.М. Русалович. – Минск: БелНИИТИ, 1985. – 35 с.
12. Кононов, А.М. Исследование реализации тягово-цепных качеств и агротехнической проходимо-

сти колесных тракторов на суглинистой почве Белоруссии: автореф. дис. ... д-ра техн. наук: 05.20.01 / Кононов Александр Матвеевич; Белорус. гос. с.-х. академия. – Горки, 1974. – 43 с.

13. Белов, Г.Д. Уплотнение почвы и урожайность зерновых / Г.Д. Белов, А.П. Подолько. – Минск: Ураджай, 1985. – 64 с.

14. Кононов, А.М. Об агротехнической проходимости тракторов по почве / А.М. Кононов // Труды УСХА. – Вып. 212: Совершенствование технологических процессов и рабочих органов с.-х. машин. – Киев, 1978. – С. 54-56.

15. Дмитриев, А.М. Механизация обработки почвы и повышение ее противозрозионной устойчивости / А.М. Дмитриев, Р.Л. Турецкий // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – Минск: Ураджай. – 1990. – Вып. 33. – С. 8-17.

16. Бондарев, А.Г. Физические свойства почв как теоретическая основа их уплотнения сельскохозяйственной техникой / А.Г. Бондарев // Влияние сельскохозяйственной техники на почву: науч. тр. / Почвенный ин-т им. В.В. Докучаева. – Москва, 1981. – С. 3-9.

17. Вопросы сельскохозяйственной механики: в 22 т; ред. совет: М.Е. Мацепуро [и др.]. –Т. 13: Основы теории выбора оптимальных параметров мобиль-

ных сельскохозяйственных машин и орудий / В.В. Кацыгин. – Минск: Ураджай, 1964. – 270 с.

18. Романюк, Н.Н. Снижение уплотняющего воздействия на почву мобильных энергосредств: монография / Н.Н. Романюк. – Минск: БГАТУ, 2020. – 200 с.

19. Афанасьев, Н.И. Влияние уплотнения машинно-тракторными агрегатами на свойства, режимы почвы и урожай сельскохозяйственных культур: дерново-подзолистые почвы Белоруссии / Н.И. Афанасьев, И.И. Подобедов, А.Н. Орда // Переуплотнение пахотных почв: причины, следствия, пути уменьшения. – М.: Наука, 1987. – С. 46-59.

20. Закономерности уплотнения почвы под воздействием колес сельскохозяйственных машин / И.Н. Шило, Н.Н. Романюк, А.Н. Орда, В.А. Шкляревич, А.С. Воробей // Агропанорама. – 2016. – № 2. – С. 2-8.

21. Влияние количества осей ходовых систем мобильной сельскохозяйственной техники на глубину следа / И.Н. Шило [и др.] // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2016. – № 4. – С. 37-41.

22. Опейко, Ф.А. Колесный и гусеничный ход / Ф.А. Опейко. – Минск: академия с.-х. наук БССР, 1960. – 228 с.

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 27.06.2025

Независимая навеска и система стабилизации штанги опрыскивателя «Мекосан-2500-18»

Предназначена для снижения амплитуды колебаний штанги и повышения надежности ее несущей конструкции.

Применение разработки позволяет эффективно гасить колебания штанги, возникающие вследствие движения колес опрыскивателя по неровности поверхности поля, что обеспечивает высокую равномерность распределения пестицидов по обрабатываемому объекту, а также повышение надежности несущей конструкции штанги.



Основные технические данные

Марка машины	Мекосан-2500-18
Производительность за 1 час времени, га:	
- сменного	10,9
- эксплуатационного	10,7
Система навески штанги на остова опрыскивателя	Независимая
Способ крепления рамки штанги к остову опрыскивателя	Параллелограммная навеска
Амплитуда колебаний краев штанги, м	до 0,1
Рабочая скорость движения, км/ч	9-12
Качество выполнения технологического процесса:	
- неравномерность распределения рабочей жидкости по ширине захвата, %, не более	15
- снижение неравномерности распределения рабочей жидкости по ширине захвата, %, не менее	5
Габаритные размеры опрыскивателя в транспортном положении, мм, не более	6045x2425x2215
Габаритные размеры опрыскивателя в рабочем положении (при высоте установки штанги 600 мм), мм, не более	6045x18250x2215
Дорожный просвет, мм	350
Увеличение массы опрыскивателя, кг	на 120

РЫБОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ДВУХЛЕТКОВ РЕЦИПРОКНЫХ КРОССОВ АМУРСКОГО САЗАНА И КАРПА БЕЛОРУССКОЙ СЕЛЕКЦИИ

Е.В. Таразевич,

профессор каф. технологий и механизации животноводства и переработки сельскохозяйственной продукции БГАТУ, докт. с.-х. наук, профессор

В статье представлены материалы анализа рыбоводных показателей выращивания товарных двухлетков реципрокных кроссов, полученных от скрещивания сазана ханкайской популяции с линиями карпа белорусской селекции (лахвинский чешуйчатый, тремлянский чешуйчатый) и отводкой три прим изобелинской породы карпа. В исследованиях использовано потомство 10-го поколения селекции тремлянского карпа и 11-12-го поколений лахвинского чешуйчатого и изобелинского карпа (отводка три прим). У полученных промышленных кроссов наблюдается преимущество по тем или иным рыбоводным признакам. Лучшими по рыбохозяйственным показателям, особенно по кратности увеличения средней массы и выживаемости, оказались кроссы – лахвинский чешуйчатый x амурский сазан; реципрокные кроссы – тремлянский чешуйчатый x амурский сазан.

Ключевые слова: сазан, карп, порода, кросс, гетерозис, двухлетки, прирост массы тела, выживаемость.

The article presents materials on the analysis of fish farming indicators for the cultivation of commercial two-year-olds of reciprocal crosses obtained from crossing carp of the Khankai population with carp lines of Belarusian breeding (Lakhvinsky scaly, Tremlyansky scaly) and a layering of three species of Izobelinsky carp. The research used the offspring of the 10th generation of the Tremlyansky carp breeding and 11-12 generations of the Lakhvin scaly and Izobelinsky carp (layering three approx.). The obtained industrial crosses have an advantage in one or another fish breeding characteristics. The best in terms of fishery performance, especially in terms of the multiplicity of increases in average weight and survival, were the Lakhvin scaly x Amur wild carp crosses; the reciprocal Tremlyansky scaly x Amur wild carp crosses.

Keywords: wild carp, carp, breed, cross, heterosis, two-year-old, weight gain, survival rate.

Введение

Исследованиями, проведенными учеными Т.И. Епишко, Л.В. Никифоровым Ю.А. Гужевым, Ф.И. Ильевым, К.Б. Свечиным в области животноводства, установлено, что разведение в близкородственном сочетании родительских форм приводит к снижению продуктивности по основным хозяйственно ценным признакам. Неблагоприятного влияния близкородственного разведения стараются избегать, подбирая для спаривания отдаленные линии родителей. При определенных комбинациях неродственных родителей можно получить потомство, обладающее большей продуктивностью, чем исходные родительские формы. Практически все сельскохозяйственные животные в той или иной степени изучались с точки зрения выявления у них гетерозисного эффекта, который используется как в селекционной работе, так и в получении высокопродуктивных товарных кроссов [1-5].

Селекционная работа в карповодстве республики направлена, во-первых, на создание новых высокопродуктивных, конкурентоспособных пород, во-вторых, на формирование генофонда, позволяющего

максимально использовать эффект гетерозиса при межпородных и межвидовых скрещиваниях.

При создании белорусских пород карпа – лахвинского чешуйчатого, тремлянского и изобелинского постоянно проводились исследования по основным рыбохозяйственным показателям, как при выращивании чистых линий, так и при получении межпородных и внутривидовых помесей. В настоящее время производство товарного карпа в промышленных прудовых хозяйствах Беларуси осуществляется на основе получения межпородных помесей и гибридов всех имеющихся пород карпа белорусской и зарубежной селекции. Кроме того, идет наращивание объемов производства реципрокных кроссов карпа с амурским сазаном, который имеется в коллекционном стаде селекционно-племенного участка «Изобелино» РУП «Институт рыбного хозяйства» НАН Беларуси и некоторых промышленных прудовых хозяйствах. Исследованиями, проведенными учеными В.С. Кирпичниковым, В.В. Кончицем, М.В. Книгой, Е.В. Таразевич, Т.А. Сергеевой, установлено, что правильно подобранные компоненты скрещиваний дают потомство карпа с высокой степенью гетерозиса, которая обеспе-

чивает увеличение выхода товарной рыбной продукции на 25-30 %, а по некоторым сочетаниям родительских форм – до 50 % [6-9]. Более продуктивные межпородные, внутривидовые и межвидовые комбинации скрещиваний выявляют, главным образом, при испытании потомства, как на первом году выращивания, так и при производстве товарной продукции. Правильность подбора исходного материала для использования в качестве родителей в гибридных комбинациях скрещиваний определяется и хозяйственно ценными признаками, и их способностью давать высокий гетерозисный эффект. Особенно большое внимание уделяется изучению гетерозисного эффекта у межвидовых гибридов карпа с амурским сазаном [10-12]. Данные гибриды обладают сильным гетерозисным эффектом по темпу роста и выживаемости. Особенно высокий эффект гетерозиса проявляется у гибридов, полученных в скрещиваниях хорошо отселекционированных пород (породных групп) карпа и амурского сазана, или с беспородными карпами местных стад рыбхозов. Промышленная гибридизация карпа широко используется в зарубежных странах (Венгрия, Израиль, Чехия, Польша) с момента создания у них высокопродуктивных пород карпа [13-15].

В Республике Беларусь получение высокопродуктивных гетерозисных гибридов долгое время сдерживалось отсутствием чистых пород и породных групп карпов белорусской селекции. В настоящее время в Беларуси создано три породы карпа, которые характеризуются высокими рыбохозяйственными показателями.

Целью данной работы является определение рыбохозяйственных показателей реципрокных кроссов амурского сазана ханкайской популяции с высокопродуктивными породами карпа белорусской селекции: тремлянским чешуйчатым, лахвинским чешуйчатым и отводкой три прим изобелинской породы.

Основная часть

Исследования по изучению рыбохозяйственных признаков у товарных двухлетков реципрокных кроссов карпа белорусской селекции и амурского сазана проводились на базе селекционно-племенного участка «Изобелино» Молодечненского района Минской области.

Объектами исследований служили реципрокные кроссы амурского сазана девятого поколения, выращенного в условиях Беларуси, в сравнении с линиями карпа белорусской селекции, и чистые линии их родительских форм. Для проведения исследования использовали посадочный материал, который был выращен в выростных прудах селекционно-племенного участка «Изобелино» и прошел успешную зимовку в зимовальных прудах этого же хозяйства.

Оценку рыбохозяйственных показателей у двухлетков полученных кроссов и чистопородных линий проводили при совместном выращивании рыбы разного происхождения в одном пруду. Всего исследовано 6 комбинаций скрещиваний и 4 исходные родительские формы, показатели которых сравнивали с опытными кроссами.

Обитание рыб в водной среде создает большие сложности в отношении выравнивания условий выращивания и создания стандартных условий, необходимых для оценки разного по происхождению материала. Продукционные свойства рыб лучше всего проявляются при выращивании в условиях соблюдения технологического регламента, при обеспеченности кормами, как естественными, так и искусственными. Поэтому выращивание разных по происхождению экспериментальных групп проводили в одном пруду, после серийного механического мечения, что позволило при оценке их рыбохозяйственных особенностей не учитывать влияние среды содержания и условий кормления.

Весной годовиков и выращенных осенью двухлетков по общепринятым методикам на основе инвентаризации и бонитировки проводили оценку двухпородных кроссов по комплексу рыбохозяйственных признаков [16].

Средняя масса двухлетков кроссов амурского сазана с белорусскими линиями карпа составила 556,0 г (норматив – 360 г). Прирост массы тела товарной продукции кроссов составил 515,8 г; кратность увеличения массы тела – 14,2 раз; выживаемость – 90,5 % (норматив – 85,0) (табл. 1). Повышенными рыбохозяйственными показателями в данной группе отличался кросс карпа лахвинский чешуйчатый х сазан. Его средняя масса тела составила 590,2 г; прирост – 554,9 г; кратность увеличения массы – 19,7 раз; выживаемость – 100,0 %. В группе реципрокных сочетаний сазан х белорусские линии средняя масса тела двухлетков составила 579,1 г; прирост массы – 531,4 г; кратность увеличения массы тела – 12,1 раз; выживаемость – 85,7 %. Повышенными показателями, характеризующими массу тела рыбы, отличался кросс сазан х три прим (масса тела 656,7 г; прирост 531,4 г), а по кратности увеличения массы тела и выживаемости за вегетационный период – кросс сазан х тремлянский чешуйчатый (кратность – 17,2 раз; выживаемость – 100 %).

Средняя масса двухлетков всех опытных кроссов составила 567,6 г.; прирост массы тела – 524,0 г; кратность увеличения массы тела – 13,1 раз; выживаемость – 88,4 %. То есть, рыбохозяйственные показатели (в целом у кроссов) соответствуют и несколько превышают нормативные требования выращивания товарных двухлетков.

Как показывают результаты исследований, представленные в таблице 1, средние массы товарных двухлетков реципрокных кроссов несущественно различаются в зависимости от сочетаний родительских форм, когда в качестве материнской основы был использован сазан и карп (\bar{x} белорусские линии х сазан – 556,0 г; \bar{x} сазан х белорусские линии – 579,1 г). Эта разница составляет 23,1 г или 4,0 %. Также установлено, что кроссы, средняя масса годовиков которых при зарыблении была несколько меньше, характеризуются большим приростом за период летнего нагула двухлетков.

Таблица 1. Рыбохозяйственные показатели реципрокных кроссов амурского сазана с породами карпа белорусской селекции и их родительских форм

Происхождение	Посажено		Выловлено		Прирост, г	Кратность увеличения массы, раз	Выживаемость, %
	экз.	Масса средняя, г	экз.	Масса средняя, г			
Кроссы:							
Лахвинский чешуйчатый х сазан	51	35,3±1,14	51	590,2±10,59	554,9	19,7	100,0±0,00
Тремлянский чешуйчатый х сазан	52	32,7±1,06	47	557,4±9,67	524,7	17,0	90,4±4,30
Три прим х сазан	45	51,1±1,53	36	505,5±10,68	453,9	9,9	80,0±6,67
\bar{X} белорусские линии х сазан	148	39,2±0,71	134	556,0±7,97	516,8	14,2	90,5±2,53
Сазан х лахвинский чешуйчатый	51	64,7±2,62	48	558,3±13,81	493,6	8,6	94,1±3,40
Сазан х тремлянский чешуйчатый	32	31,2±1,33	32	537,5±14,01	506,3	17,2	100,0±0,00
Сазан х три прим	45	40,0±1,13	30	656,7±8,32	616,7	16,4	66,7±8,60
\bar{X} сазан х белорусские линии	128	47,7±1,01	110	579,1±8,04	531,4	12,1	85,9±3,32
Всего, кроссы:	276	43,5±1,09	244	567,6±10,07	524,0	13,1	88,4±3,78
Родительские формы:							
Сазан	160	21,2±0,33	137	420,4±4,84	399,2	19,8	85,6±3,00
Тремлянский чешуйчатый	89	32,6±0,75	37	591,9±26,16	559,3	18,2	41,6±8,20
Лахвинский чешуйчатый	125	16,8±0,26	49	342,9±8,42	326,1	20,4	39,2±6,97
Три прим	155	13,6±0,21	68	540,6±7,18	527,0	39,8	43,9±6,02
\bar{X} белорусские линии	369	19,2±0,20	154	493,5±7,29	474,3	25,7	41,7±3,97

Статистически значимые отклонения массы тела в сторону увеличения данного показателя у кроссов по сравнению со средним уровнем всех рассмотренных комбинаций установлены для сочетания сазан х три прим (табл. 2). Практически все рассмотренные комбинации скрещиваний с высокой степенью достоверности превосходили по массе тела исходные родительские формы, за исключением кросса лахвинский чешуйчатый х сазан, у которого масса тела близка к лахвинскому чешуйчатому карпу [17].

Отклонение по выживаемости у опытных кроссов от среднего значения этого показателя в сторону увеличения установлено для четырех реципрокных комбинаций сазана с чешуйчатыми линиями лахвинского и тремлянского карпа. Выживаемость кроссов статистически достоверно выше, чем у карповых родительских форм.

Чистопородные линии карпа белорусской селекции и амурский сазан отличались повышенными показателями кратности увеличения массы тела по

Таблица 2. Оценка статистической достоверности отклонений рыбоводных показателей двухлетков кроссов от родительских форм

Кросс	Отклонение \bar{X} кросса от \bar{X} сазана				Отклонение \bar{X} кросса от \bar{X} родительских форм карпа			
	по массе		по выживаемости		по массе		по выживаемости	
	t	P	t	P	t	P	T	P
Лахвинский чешуйчатый х сазан	0,68	>0,1	0,00	<0,001	18,27	<0,001	8,72	<0,001
Тремлянский чешуйчатый х сазан	2,29	<0,05	2,33	=0,02	1,23	>0,1	5,27	<0,001
Три прим х сазан	6,54	<0,001	0,14	>0,1	2,73	<0,001	4,05	<0,001
\bar{X} белорусские линии х сазан	2,80	<0,01	3,61	<0,001	5,79	<0,01	10,36	<0,001
Сазан х лахвинский чешуйчатый	2,23	<0,05	6,57	<0,001	16,95	<0,001	7,08	<0,001
Сазан х тремлянский чешуйчатый	4,08	<0,001	0,00	<0,001	5,42	<0,001	7,12	<0,001
Сазан х три прим	4,13	<0,001	1,39	>0,1	10,56	<0,001	2,17	<0,001
\bar{X} сазан х белорусские линии	0,32	>0,1	1,80	>0,1	7,79	<0,001	4,91	<0,001

сравнению с опытными кроссами.

У всех опытных кроссов установлено проявление эффекта гетерозиса по приросту массы тела по сравнению с коллекционным амурским сазаном (табл. 3).

Индекс гетерозиса по приросту массы тела у двух кроссов из шести составил более 50,0 %. В сравнении со средним значением прироста массы тела двух родительских форм у всех кроссов установлен эффект гетерозиса с индексами от 9,1 % до 68,2 %.

Все опытные кроссы уступали сазану по кратности увеличения массы тела, то есть по данному признаку эффект гетерозиса не установлен (табл. 4).

Выживаемость пяти кроссов оказалась выше, чем у сазана (табл. 5). Причем установленные преимущества незначительны – от 0,8 до 16,8 %. Повышенный эффект гетерозиса отмечен у кроссов лахвинский чешуйчатый х сазан и сазан х тремлянский чешуйчатый (16,8 %). При сравнении с карповой родительской формой у всех рассмотренных кроссов установлен эффект гетерозиса. Величины индексов гетерозиса (ИГ) колебались от 16,2 до 153,1 %. У 4 кроссов отмечен эффект гетерозиса с индексами более 100,0 % (лахвинский чешуйчатый х сазан – 153,1 %; тремлянский чешуйчатый х сазан – 117,3 %; сазан х лахвин-

ский чешуйчатый – 140,0 %; сазан х тремлянский чешуйчатый – 140,4 %).

При сравнении выживаемости двухлетков кроссов со средним уровнем данного показателя у обеих родительских форм установлено их преимущество. Величины индексов гетерозиса колебались от 3,0 до 60,3 %.

Заключение

При изучении рыбохозяйственных признаков и проявления гетерозисного эффекта у двухлетков кроссов сазана с линиями карпа белорусской селекции выявлены наиболее перспективные комбинации скрещиваний. При проведении суммарной сравнительной оценки рассмотренных комбинаций скрещиваний некоторыми преимуществами по основным рыбохозяйственным показателям выделяются отдельные кроссы. Повышенными рыбохозяйственными показателями, характеризующими массу тела рыбы, отличался кросс сазан х три прим (масса тела – 656,7 г; прирост – 531,4 г), а по кратности увеличения массы тела и выживаемости за вегетационный период – кросс сазан х тремлянский чешуйчатый (кратность увеличения массы – 17,2 раза; выживаемость – 100 %).

По итогам оценки проявления эффекта гетерозиса

Таблица 3. Оценка проявления эффекта гетерозиса у двухлетков товарных кроссов по приросту массы тела

Гибрид	ИГ, %		
	в сравнении с сазаном	в сравнении с карпом	в сравнении со средним значением признака родительских форм
Ляхвинский чешуйчатый х сазан	39,0	70,2	68,2
Тремлянский чешуйчатый х сазан	31,4	-6,2	16,3
Три прим х сазан	13,7	-13,9	9,1
Сазан х лахвинский чешуйчатый	23,6	51,4	54,0
Сазан х тремлянский чешуйчатый	26,9	-9,5	12,2
Сазан х три прим	54,5	17,0	41,8

Таблица 4. Оценка проявления эффекта гетерозиса у двухлетков товарных гибридов карпа по кратности увеличения массы тела

Гибрид	ИГ, %		
	в сравнении с сазаном	в сравнении с карпом	в сравнении со средним значением признака родительских форм
Ляхвинский чешуйчатый х сазан	-0,5	-3,4	-2,0
Тремлянский чешуйчатый х сазан	-14,1	-6,6	-10,5
Три прим х сазан	-50,0	-75,1	-66,7
Сазан х лахвинский чешуйчатый	-56,6	-57,8	-58,4
Сазан х тремлянский чешуйчатый	-13,1	-5,5	-9,5
Сазан х три прим	-17,2	-58,7	-44,2

Таблица 5. Оценка проявления эффекта гетерозиса у двухлетков кроссов карпа по выживаемости

Кросс	ИГ, %		
	в сравнении с сазаном	в сравнении с карпом	в сравнении со средним значением признака родительских форм
Ляхвинский чешуйчатый х сазан	16,8	153,1	60,3
Тремлянский чешуйчатый х сазан	5,6	117,3	42,1
Три прим х сазан	-6,5	82,2	23,6
Сазан х лахвинский чешуйчатый	9,9	140,0	50,8
Сазан х тремлянский чешуйчатый	16,8	140,4	57,2
Сазан х три прим	-22,1	51,9	3,0

са по основным рыбоводным показателям у кроссов сазана с белорусскими породными линиями карпа выделяются две комбинации, у которых по большинству рассмотренных рыбоводных показателей установлен эффект гетерозиса (лахвинский чешуйчатый х сазан, три прим х сазан). Поэтому данные кроссы можно рекомендовать для промышленного выращивания в прудовых хозяйствах Беларуси с целью повышения продуктивности нагульных прудов при выращивании двухлетков товарного карпа.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Епишко, Т.И. Использование оценки комбинационной способности при межлинейном скрещивании свиней / Т.И. Епишко, Т.Н. Тимошенко Л.А. Федоренкова // Зоотехническая наука Беларуси: сб. научных трудов. – Минск, 2001. – Т. 36. – С. 71-78.
2. Никифоров, Л.В. Продуктивность маток специализированных мясных пород при чистопородном разведении и скрещивании /Л.В. Никифоров, Н.В. Подскребкин, Л.А. Федоренкова, Т.Н. Тимошенко // Зоотехническая наука Беларуси: сб. научных трудов. – Минск: БИТ ХАТА, 2001. – Т. 36. – С. 68-71.
3. Гужов, Ю.А. Генетика и селекция – сельскому хозяйству / Ю.А. Гужов. – М.: Просвещение, 1984. – С. 5-26.
4. Ильев, Ф.И. Межлинейная гибридизация в животноводстве / Ф.И. Ильев. – М.: Колос, 1980. – 115 с.
5. Свечин, К.Б. Оценка эффекта гетерозиса в носительных показателях / К.Б. Свечин // Животноводство. – 1967. – № 1. – С. 61-62.
6. Кирпичников, В.С. Генетика и селекция рыб / В.С. Кирпичников. – Л.: Наука, 1987. – 517 с.
7. Кончиц, В.В. Оценка гетерозисного эффекта у межлинейных, межпородных и межвидовых кроссов карпа и использование их для повышения эффективности рыбоводства: монография / В.В. Кончиц, М.В. Книга. – Минск: ОДО Тонпик, 2006. – 222 с.
8. Книга, М.В. Использование метода совместного выращивания сеголеток кроссов карпа для определения гетерозисного эффекта по рыбохозяйственным показателям / М.В. Книга // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси. – Минск, 2004. – Вып. 20. – С. 100-116.
9. Таразевич, Е.В. Оценка семей 7-го поколения селекционной отводки столин XVIII методом ранжирования / Е.В. Таразевич, М.В. Книга, Г.А. Прохорчик // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси. – Минск, 2004. – Вып. 20. – С. 116-125.
10. Методические рекомендации по скрещиванию амурского сазана с породами карпа белорусской и зарубежной селекции для получения промышленных гибридов / Т.А. Сергеева и [и др.]. – Минск: РУП «Институт рыбного хозяйства» РУП «НПЦ НАН Беларуси по животноводству», 2022. – 19 с.
11. Катасонов, В.Я. Инструкция по племенной работе с карпом в репродукторах и промышленных хозяйствах / В.Я. Катасонов. – М., 1981. – С. 4-18.
12. Попова, А.А. Влияние инбридинга на качество сеголетков и двухлетков карпа: Селекция прудовых рыб / А.А. Попова // Научные труды ВАСХНИЛ. – М.: Колос, 1974. – С. 18-35.
13. Bacos, J. Crossbreeding Hungarian races of common carp to develop more productive hybrid / J. Bacos. – In: «Advances in aquaculture». Furnham: Fish. New Books Ltd., 1979. – P. 635-642.
14. Moav, R. Carp breeding in Israel / R. Moav, G. Wohlfarth. – In: Agricultural Genetics. – New York-Toronto, 1973. – P. 205-318.
15. Смишек, Я. Генетические исследования карпа в СССР / Я. Смишек // Труды ВНИИПР, 1978. – Вып. 20. – С.140-148.
16. Инструкция по бонитировке карпов. – М.: Агропромиздат, 1988. – 25 с.
17. Рокицкий, П.Ф. Биологическая статистика / П.Ф. Рокицкий. – Минск: Выш. школа, 1973. – С. 24-53.

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 06.06.2025

“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).

Подписной индекс в каталоге Республики Беларусь: для индивидуальных подписчиков - 74884, предприятий и организаций - 748842.

Стоимость подписки на 1-е полугодие 2026 года: для индивидуальных подписчиков - 61,68 руб., ведомственная подписка - 63,63 руб.

УДК 636.061.8

<https://doi.org/10.56619/2078-7138-2025-171-5-13-19>

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ УСТРОЙСТВА ДЛЯ ДИСТАНЦИОННОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРОМЕРОВ ТЕЛА И ЖИВОЙ МАССЫ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА ЧЕРНО-ПЕСТРОЙ ПОРОДЫ

В.В. Азаренко,

академик-секретарь Отделения аграрных наук НАН Беларуси, докт. техн. наук, доцент

Е.Л. Жилич,

зав. лабораторией РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»

Ю.Н. Рогальская,

науч. сотр. РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»

В статье описаны методика, материалы и результаты экспериментального исследования устройства для дистанционного определения промеров тела и живой массы крупного рогатого скота. Рассмотрены принципы размещения и использования устройства в производственных условиях. Определены конструктивные параметры макетной установки. Приведены принципы измерения и результаты промеров тела животных на молочно-товарной ферме.

Ключевые слова: промеры тела, живая масса, экстерьер, поперечная длина туловища, седалищные бугры, 3-D камера.

The article outlines the methodology, materials, and results of an experimental research on a device for remote body measurements and live weight determination of cattle. It considers the principles of placement and use of the device in production conditions. The design parameters of the model installation are defined. The principles of measurement and the results of animal body measurements on a dairy farm are presented.

Keywords: body measurements, live weight, exterior, thoracic width, ischial tubercles, 3-D camera.

Введение

В условиях современного скотоводства одной из наиболее трудоемких технологических операций является взвешивание животных [1], которое в сельскохозяйственных организациях проводится не менее двух раз в месяц. Это требуется для определения состояния здоровья животного, количества необходимого корма, а также готовности к убою [1, 2]. Для взвешивания используются стационарные либо передвижные весы, что требует значительных затрат времени и человеческих ресурсов. Другие параметры животных (объем тела, площадь шкуры и т. п.) в настоящее время определяются только после убоя, поскольку это очень затратный и в целом небезопасный процесс [3].

Важную научно-практическую задачу представляет собой контроль живой массы и упитанности животных в ходе технологического процесса откорма, выращивания ремонтного молодняка, а также мониторинг живой массы лактирующих и сухостойных коров. Взвешивание представляет собой не только трудоемкий и травмоопасный процесс, но и выступает как негативный стресс-фактор, снижающий продуктивность и влияющий на здоровье животных.

Альтернативой процессу взвешивания является способ определения живой массы крупного рогатого скота по промерам тела. Промеры берут с помощью мерной палки, циркуля, штангенциркуля и мерной ленты. Чтобы показатели были более точными, измерения делают дважды, а некоторые промеры берут с обеих сторон тела, что также является небезопасным.

На сегодняшний день применяются следующие способы определения живой массы по промерам тела: по Тухановскому, Клювер-Штрауху, Фровейну, Эклзу, а также с помощью специальной ленты-измерителя [4].

При вычислении живой массы по способу Тухановского берут два промера мерной лентой (см) – прямую длину туловища и обхват груди за лопатками. Живую массу в этом случае вычисляют как произведение поправочного коэффициента, обхвата груди за лопатками и прямой длины туловища, деленной на 100. Поправочный коэффициент в данном случае составляет: для молочных пород – 2, для мясных – 2,5.

При вычислении живой массы по способу Клювер-Штрауха берут два промера мерной лентой (см): косую длину туловища и обхват груди за лопатками. Живую массу при этом вычисляют пользуясь постоянными таблицами для взрослых животных и молодняка, в которых на пересечении граф данных обхвата

груди и косой длины туловища находят показатель живой массы животного [5-7].

Аналогичным способом можно определить живую массу крупного рогатого скота по Фровейну.

Для определения живой массы скота по К. Г. Эклзу берется промер «обхват груди» и по специальной таблице определяется живая масса скота с учетом породы.

Определение живой массы с помощью ленты-измерителя проводится после измерения обхвата груди за лопатками. Лента-измеритель имеет две стороны (черного цвета – для измерения у черных и черно-пестрых пород; красного цвета – для измерения у красных и красно-пестрых пород). Каждая из сторон имеет два столбца цифр (с меньшим значением – для установления живой массы телочек и коров; с большим – для определения живой массы бычков и быков) [1-3; 8].

Определение живой массы по промерам тела производят только при отсутствии весов на ферме. Чаще всего этот способ используют при племенном скотоводстве для записи крупного рогатого скота в государственную племенную книгу (ГПК). Использование данного способа является крайне травмоопасным как для персонала, так и для самого животного [5; 8].

Для повышения эффективности процесса определения живой массы и промеров тела крупного рогатого скота необходима разработка устройства для дистанционного определения данных показателей, что в конечном итоге позволит снизить риск опасной реакции животных на стресс, травмирования персонала фермы и существенно сократить время получения искомым показателей [9-11].

Цель работы – экспериментальные исследования и определение рациональных конструктивных параметров макетного образца устройства для дистанционного определения промеров тела и живой массы крупного рогатого скота (КРС) черно-пестрой породы.

Основная часть

Исследования проводились на экспериментальной базе «Зазерье» РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства».

Макетный образец устройства для дистанционного определения промеров тела и живой массы КРС должен обеспечивать фото и видеофиксацию объекта измерения, определение величины промера тела, определение и расчет живой массы, а также вывод информации.

Принципиальная схема макетного образца данного устройства представлена на рисунке 1.

Рама 1 предназначена для ограничения перемещения КРС и размещения основных узлов. Кронштейн 2 предназначен для фиксации камеры с возможностью изменения ее положения вдоль координатных осей. 3-D камера 3 используется для снятия промеров путем записи видимого света и невидимого инфракрасного излучения, что позволяет создавать трехмерную карту глубины окружающей среды. Блок питания 4 предназначен для энергообеспечения источников питания.

Для фиксации данных и последующей их обработки использовался пакет программ «Microsoft Office», а также «Cowsize», «Statistica 13» и «RealSense».

В зависимости от конфигурации доильного зала при определении промеров тела молочного поголовья устройство может располагаться следующим образом [12]:

- индивидуально на каждом доильном месте (целесообразно при роботизированной технологии доения, поскольку оптический элемент дополнительно может применяться для контроля положения коров относительно доильного места);

- в зоне входной калитки доильной установки (рис. 2);

- в проходе возвратной галереи (рис. 3).

Такое расположение устройства (рис. 2-3) можно практически реализовать на базе любого доильного зала [13]. Для животных, выращиваемых на откорме, для определения живой массы данное устройство можно использовать при монтаже в помещении для содержания, в удобном и безопасном месте с учетом наличия ровной поверхности и соблюдения высоты установки оптического устройства.

Определение конструктивных параметров макетной установки производили опытным путем на основе технических характеристик применяемого оборудования [14]. В качестве основного исполнительного элемента данного устройства используется 3D-камера Intel RealSense Depth Camera D415, принцип работы которой заключается в записи видимого света и невидимого инфракрасного излучения, что позволяет создавать трехмерную карту глубины окружающей среды [15-17].

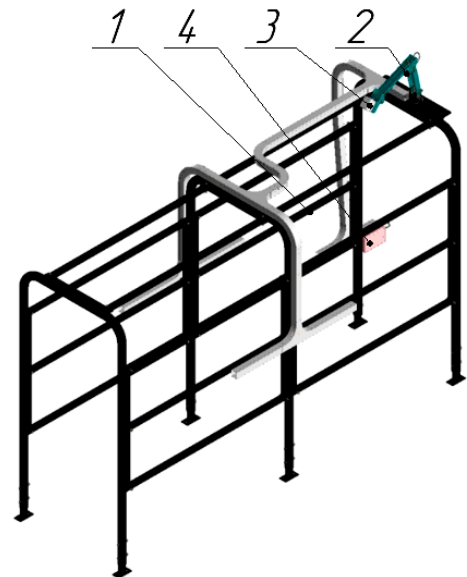


Рисунок 1. Принципиальная схема макетного образца устройства для дистанционного определения промеров тела и живой массы КРС: 1 – рама; 2 – кронштейн; 3 – 3-D камера; 4 – блок питания

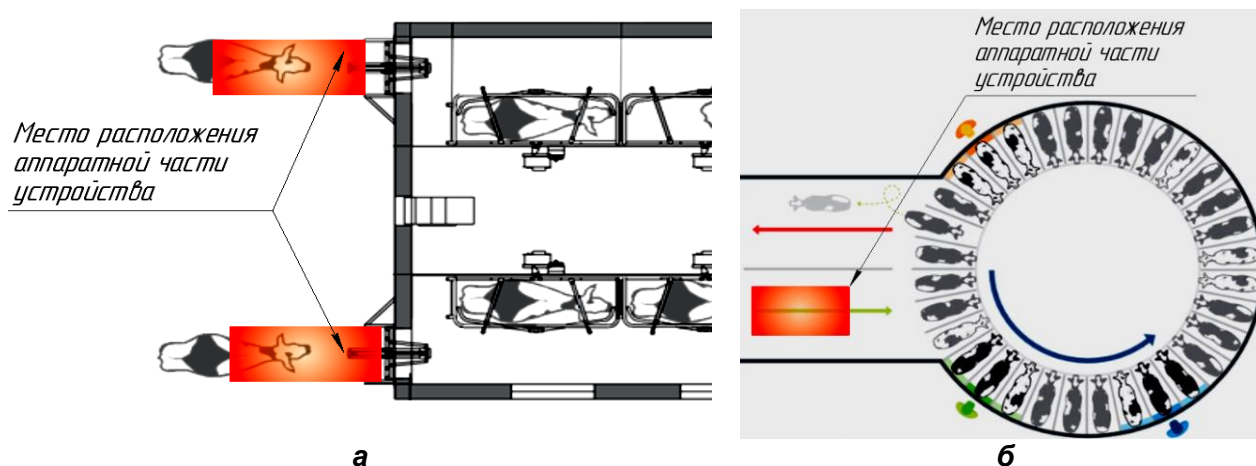


Рисунок 2. Расположение устройства для дистанционного определения промеров тела в коридоре преддоильного зала: а – доильный зал (установка) «Тандем»; б – доильный зал (установка) «Карусель»

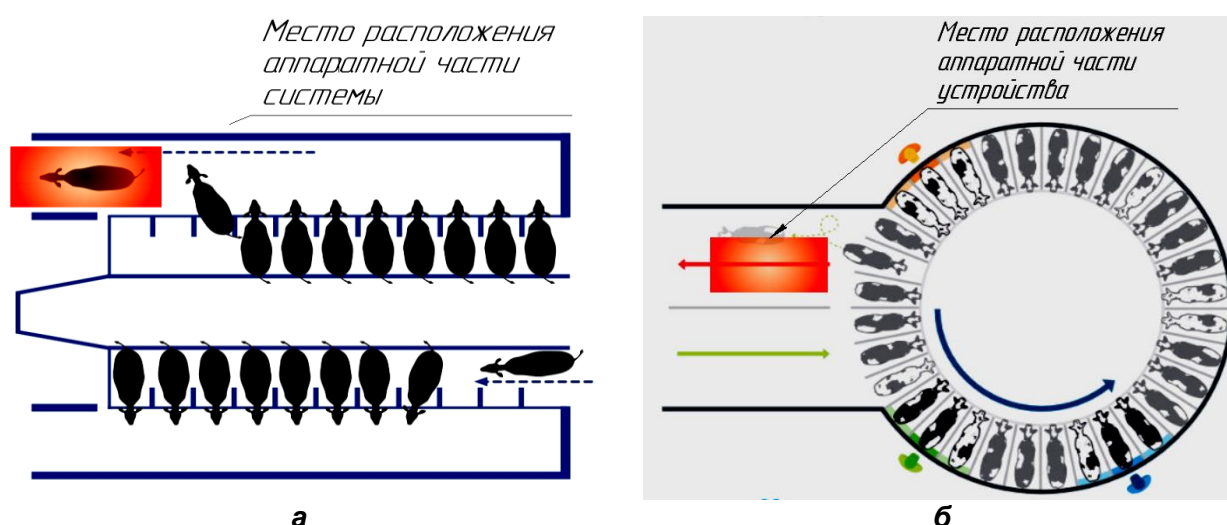


Рисунок 3. Расположение устройства для дистанционного определения промеров тела в коридоре возвратной галереи: а – доильный зал (установка) «Параллель»; б – доильный зал (установка) «Карусель»

На основе возможностей исполнительного элемента, а также анатомических особенностей крупного рогатого скота установлена возможность снятия следующих промеров тела:

- поперечная длина туловища в области лопаток;
- наибольшая поперечная длина туловища;
- поперечная длина туловища в области седалищных бугров;
- продольная длина туловища;
- высота в седалищных буграх;
- высота в холке.

Примеры снятия промеров тела коров черно-пестрой породы представлены на рисунках 4-8.

Данные по промерам тела и массе для 50 голов стада КРС черно-пестрой породы представлены в таблице 1.

В ходе экспериментальных исследований установлены следующие конструктивные параметры макетной установки, обеспечивающие достоверное снятие заданных промеров:

- высота установки 3D-камеры – не менее 2650 мм, но не более 3100 мм (определяется экстерьерными особенностями с учетом выбранного угла обзора сенсора глубины/LIDAR-а – 65x40 град);
- разрешение сенсора RGB, max – 1920x1080;
- угол обзора сенсора RGB – 69x43 град;
- частота кадров – не менее 10 в/с;
- угол поворота камеры – 180° (параллельно поверхности пола);
- ширина прохода – не менее 900 мм.

Для обработки полученных данных первоначально необходимо произвести дисперсионный анализ с целью сравнения средних значений двух или более выборок. Он позволяет определить, различаются ли средние значения между группами или же различия случайны [18]. Дисперсионный анализ позволит одновременно изучать действие нескольких независимых факторов, при этом можно будет определить, как эффект каждого фактора в изменчивости изучаемого признака, так и их взаимодействие [19, 20].

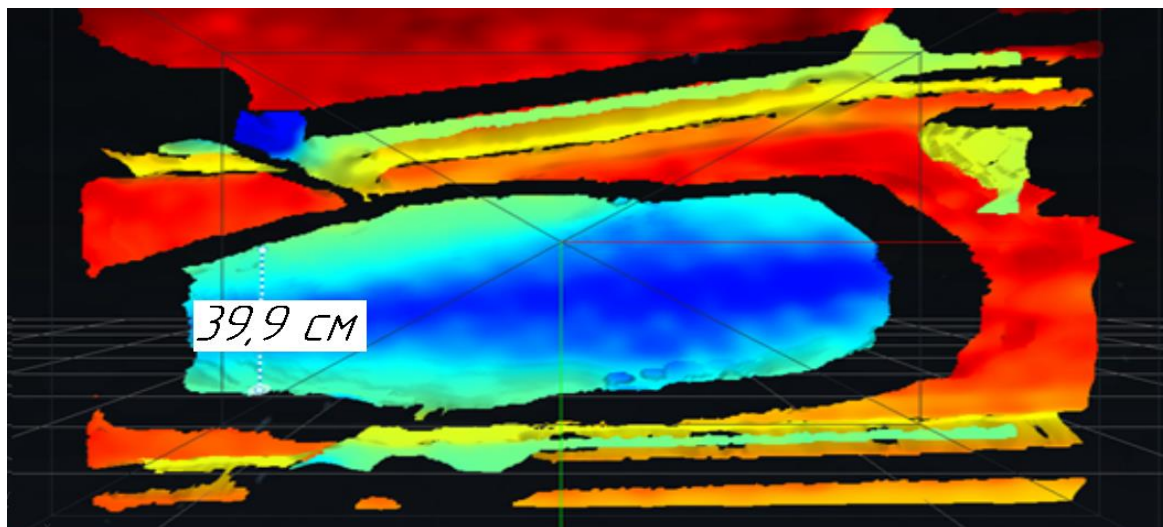


Рисунок 4. Поперечная длина туловища в области лопаток (39,9 см)

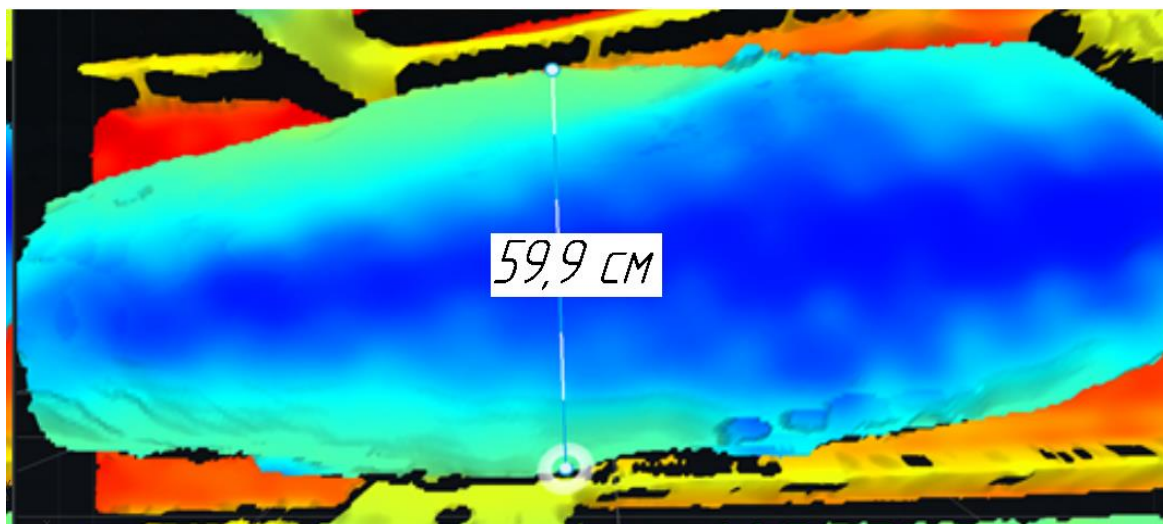


Рисунок 5. Наибольшая поперечная длина туловища (59,9 см)

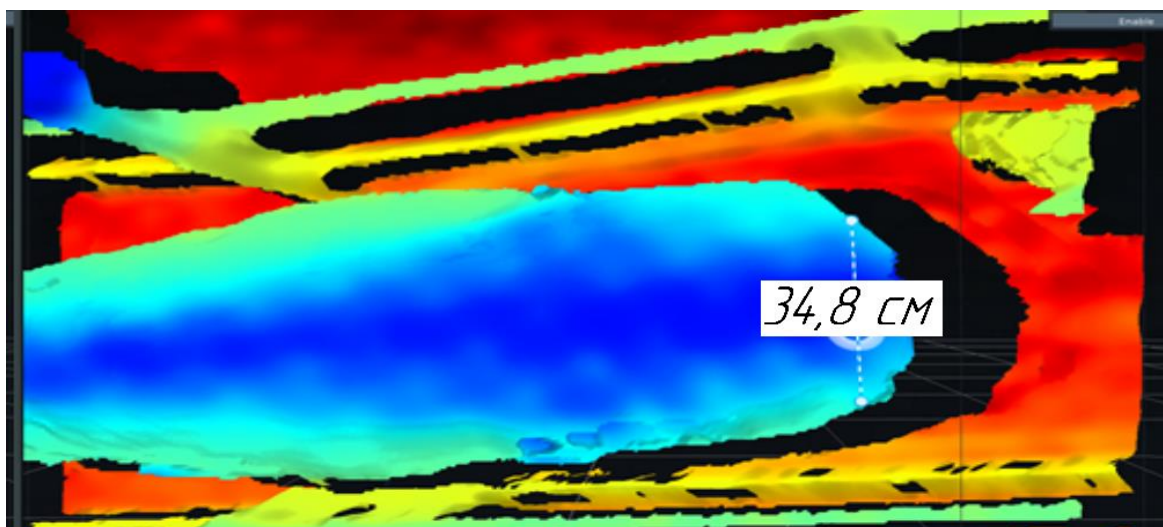


Рисунок 6. Поперечная длина туловища в области сидалищных бугров (34,8 см)

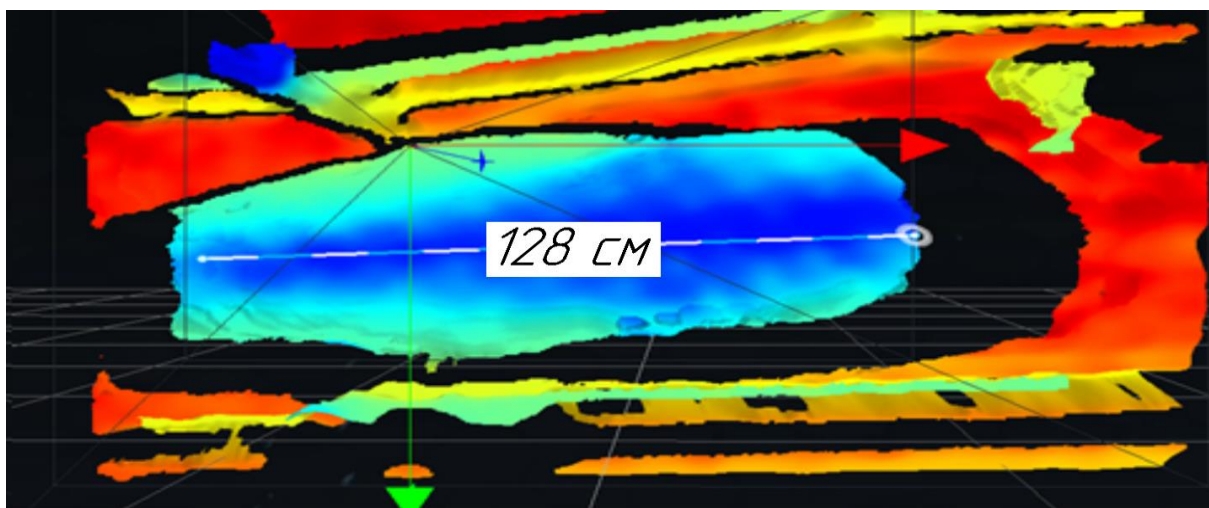
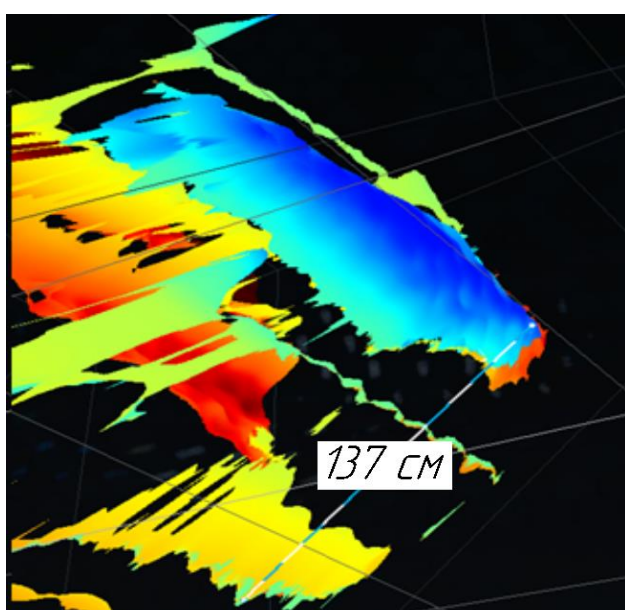
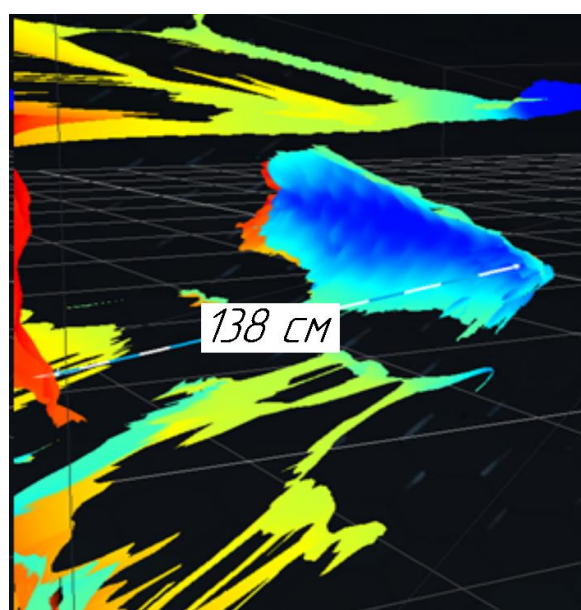


Рисунок 7. Продольная длина туловища (128,0 см)



а



б

Рисунок 8. Высота в седалищных буграх и холке:
а – высота в седалищных буграх (137,0 см); б – высота в холке (138,0 см)

Заключение

Регулярное взвешивание и перевеска крупного рогатого скота являются неотъемлемой частью грамотного ведения зоотехнического учета на молочно-товарных фермах и комплексах, обеспечивающие мониторинг изменения живой массы в динамике, что позволяет рационально расходовать корма, балансировать рационы, а также следить за продуктивными показателями и здоровьем животных в целом. Применяемые на сегодняшний день способы определения живой массы крупного рогатого скота имеют ряд ограничений, ввиду чего их использование в условиях скотоводства ограничено. Интеграция бесконтактного дистанционного устройства для определения живой массы в систему менеджмента стада позволит

в автоматическом режиме производить ежедневный мониторинг живой массы крупного рогатого скота.

В ходе исследований установлены основные конструктивные параметры устройства для бесконтактного дистанционного определения живой массы крупного рогатого скота:

- высота установки 3D-камеры – не менее 2650 мм, но не более 3100 мм (определяется экстерьерными особенностями, с учетом выбранного угла обзора сенсора глубины/LIDAR-а – 65x40 град);
- разрешение сенсора RGB, max – 1920x1080;
- угол обзора сенсора RGB – 69x43 град;
- частота кадров – не менее 10 в/с;
- угол поворота камеры – 180° (параллельно поверхности пола);
- ширина прохода – не менее 900 мм.

Таблица 1. Промеры тела и живая масса дойного КРС (ЭБ «Зазерье»)

№ п/п	Длина за лопатками, см	Наибольшая ширина туловища, см	Длина в седалищных буграх, см	Длина от лопаток до седалищных бугров, см	Высота в седалищных буграх, см	Высота в холке, см	Масса, кг
	Var 1	Var 2	Var 3	Var 4	Var 5	Var 6	Var 7
1	33,6	56,7	33,6	124	137	138	464
2	39,9	59,9	34,8	128	141	140	483
3	35,1	59,7	38,7	134	145	144	499
4	38,4	59,5	38,7	136	147	140	503
5	36,5	60,8	40,0	140	145	146	514
6	34,9	59,4	30,4	128	136	134	467
7	32,7	59,3	32,9	124	137	137	464
8	36,8	60,2	37,0	136	147	145	509
9	36,7	58,3	35,6	141	140	138	499
10	36,3	57,8	32,3	129	133	132	465
11	38,5	61,3	35,9	146	147	146	525
12	34,2	58,9	36,6	131	140	140	482
13	38,1	55,1	35,4	149	142	143	514
14	29,9	52,4	33,5	125	134	135	454
15	43,5	60,5	38,2	138	143	144	508
16	34,8	54,9	37,5	141	141	143	499
17	36,8	52,1	36,5	122	132	135	456
18	36,3	55,6	36,6	128	131	131	463
19	33,6	55,5	35,9	129	135	136	469
20	37,3	67,8	32,6	125	135	137	477
21	35,8	59,2	38,0	121	135	138	466
22	39,7	62,1	36,1	128	144	148	495
23	35,9	60,3	40,2	132	144	149	500
24	33,6	54,2	36,1	129	135	137	468
25	34,4	64,4	36,4	126	134	137	473
26	33,5	56,3	32,3	121	132	136	454
27	35,6	62,3	33,5	128	137	138	478
28	32,2	66,6	33,1	133	144	144	498
29	30,1	58,9	29,7	126	130	134	455
30	35,9	69,2	32,4	126	140	141	485
31	35,1	70,3	38,0	131	142	145	501
32	34,0	69,7	34,9	133	145	147	504
33	35,2	56,1	38,2	130	138	139	478
34	33,2	68,5	34,6	133	142	145	501
35	35,7	61,0	30,5	134	138	142	489
36	40,2	62,8	30,5	126	135	137	473
37	36,7	57,9	35,2	132	136	137	477
38	38,7	46,9	28,9	119	128	128	434
39	38,3	69,2	33,3	137	142	145	510
40	35,3	62,7	32,3	136	137	139	487
41	36,2	57,8	38,5	132	136	139	481
42	38,3	68,1	31,6	138	142	145	512
43	35,0	60,9	35,3	135	137	138	488
44	31,4	68,5	31,1	142	144	144	514
45	34,9	67,5	33,5	137	136	138	491
46	35,3	69,2	30,7	134	143	143	497
47	36,1	55,8	27,5	120	124	129	446
48	33,3	68,5	34,6	149	146	148	525
49	35,5	56,9	35,3	134	139	139	484
50	33,9	56,1	35,9	131	137	138	477
max	44,0	70,0	40,0	149	147	149	525
min	29,9	46,9	27,5	119	124	128	434
ср. знач.	35,7	60,6	34,6	131,8	138,5	139,8	484,9

Статистическая обработка и анализ полученных данных позволят обосновать режимы работы разрабатываемого устройства для интеграции с различным оборудованием ферм и комплексов с учетом конкрет-

ных технологических условий и фенотипических особенностей для различных половозрастных групп крупного рогатого скота.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Экстерьер, конституция и продуктивность крупного рогатого скота: учеб.-метод. пособие по дисциплине «Молочное скотоводство» для студентов по специальности 1-74 03 01 «Зоотехния» и слушателей ФПК и ПК / М.М. Карпеня [и др.]. – Витебск: ВГАВМ. – 2020. – 68 с.
2. Яковлева, С.Е. Влияние экстерьерных показателей и типа конституции на уровень молочной продуктивности коров черно-пестрой породы / С.Е. Яковлева, С.И. Шепелев, Е.А. Лемеш // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства. – 2018. – № 21 (1). – С. 25-29.
3. Миронов, Е.Г. Формирование расширенного списка линейных признаков оценки экстерьера молочного КРС на основе международного и российского опыта / Е.Г. Миронов, А.Ю. Логачева, И.Ю. Джой, А.А. Самохвалов // Генетика и разведение животных. – 2024. – № 3. – С. 60-76.
4. Жилич, Е.Л. К вопросу дистанционного определения промеров тела и упитанности КРС / Е.Л. Жилич, Ю.Н. Рогальская, В.В. Никончук // Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве: материалы Междунар. науч.-техн. конф., посвященной 95-летию со дня рождения академика С.И. Назарова, Минск, 19-20 октября 2023 г. – Минск: Белорусская наука, 2023. – С. 89-93.
5. Актуальные проблемы сельского хозяйства и перспективы развития: материалы Всероссийской (национальной) науч.-практ. конф., посвященной 60-летию Научно-исследовательского института ветеринарии Восточной Сибири – филиала СФНЦА РАН и 300-летию РАН, Чита, 25 октября 2024 г. – Чита: Институт развития образования Забайкальского края, 2024. – 220 с.
6. Модель информационной системы оценки структуры молочного стада крупного рогатого скота / Н.Д. Амбросенко, С.Н. Титовский, В.В. Калитина, Н.В. Титовская // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2023. – Т. 12, № 3 (63). – С. 50-56.
7. Иванов, Ю.А. Использование искусственного интеллекта при оценке экстерьера КРС / Ю.А. Иванов, А.Р. Зарикеев // Техника и технологии в животноводстве. – 2021. – № 4 (44). – С. 6-10. –
8. Об утверждении зоотехнических правил о порядке определения продуктивности племенных животных, племенных стад, оценки фенотипических и генотипических признаков племенных животных: постановление Министерства сельского хозяйства и продовольствия Респ. Беларусь от 3 сентября 2013 г. № 44. – Минск, 2013. – 40 с.
9. Агейкин, А.Г. Основы зоотехнии: практикум / А.Г. Агейкин, Т.А. Удалова, А.А. Нагибина. – Красноярск: Красноярский гос. аграр. ун-т, 2022. – 285 с.
10. Зеленков, П.И. Современные требования к желательному типу коров в молочном скотоводстве / П.И. Зеленков // Известия Оренбургского гос. аграр. ун-та. – 2005. – № 1 (5). – С. 124-127.
11. Практикум по разведению сельскохозяйственных животных: учеб. пособие. – Ч. 1: Экстерьер и конституция сельскохозяйственных животных / А.И. Любимов [и др.]. – Ижевск: Ижевская ГСХА. – 2012. – 150 с.
12. Шеховцев, Г.С. Мировой опыт определения живой массы КРС / Г.С. Шеховцев, И.П. Прохоров, А.Н. Пикуль // Эффективное животноводство. – 2021. – № 5 (171). – С. 132-134.
13. Текеев, М.А.Э. Критерии оценки упитанности коров в разные периоды лактации / М.А.Э. Текеев, Х.Э. Текеева // Известия Оренбургского гос. аграр. ун-та. – 2019. – № 2 (76). – С. 215-217.
14. Немирович, С.И. Рекомендации к оптикоэлектронной системе для бесконтактного измерения массы КРС / С.И. Немирович, И.И. Гируцкий, А.Г. Сенюков // Климат, экология, сельское хозяйство Евразии: материалы XIV Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 80 – летию Победы в Великой Отечественной войне, п. Молодежный, 24–25 апреля 2025 г. / Иркутский гос. аграр. ун-т им. А.А. Ежевского. – П. Молодежный, 2025. – С. 411-418.
15. Балльная оценка упитанности молочного скота. – URL: <https://wwsrussia.ru/assets/prod/img/articles/ba.pdf>. (дата обращения: 24.08.2025).
16. Оценка упитанности коров. – URL: <https://dzen.ru/a/XtdUNY9eFVfQWcQ9> (дата обращения: 05.09.2025).
17. Преснякова, А.К. Приросты живой массы у молодняка мясного скота различных генотипов по SNP cast C283T в постнатальном онтогенезе / А.К. Преснякова, Ф.Р. Валитов, Т.А. Седых // Перспективы развития современного агропромышленного комплекса: материалы III Междунар. науч.-практ. конф., Уфа, 30 ноября 2023 г. / Уфимский Федеральный исследовательский центр Российской академии наук. – Уфа, 2023. – С. 264-272.
18. Жилич, Е.Л. К вопросу определения живой массы и упитанности КРС / Е.Л. Жилич, Ю.Н. Рогальская, В.В. Никончук // Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве: материалы Междунар. науч.-техн. конф., Минск, 17–18 октября 2024 г. – Минск: Белорусская наука, 2024. – С. 164-170.
19. ISO/TR 29901:2007 Selected illustrations of full factorial experiments with four factors. – URL: <https://www.iso.org/obp/ui/en/#iso:std:iso:tr:29901:ed-1:v1:en> (date of access: 12.09.2025).
20. Рекомендации по стандартизации Р 1323565.1.002-2017. Статистические методы. Иллюстрации полного факторного эксперимента с четырьмя факторами / Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии. – М.: Стандартинформ, 2017. – 50 с.

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 30.09.2025

МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ЭКСПРЕСС-ТЕСТИРОВАНИЯ МОТОРНЫХ МАСЕЛ, ОСНОВАННЫЕ НА ИСПОЛЬЗОВАНИИ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА IMAGEJ ЧАСТЬ 4. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПЛАГИНА EXTENDED PARTICLE ANALYZER ДЛЯ РАСШИРЕННОГО МОРФОЛОГИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ЧАСТИЦ ИЗНОСА

В.К. Корнеева,

доцент каф. технологии металлов БГАТУ, канд. техн. наук, доцент

В.М. Капцевич,

зав. каф. технологии металлов БГАТУ, докт. техн. наук, профессор

В статье представлена методика морфологического анализа продуктов износа с использованием плагина Extended Particle Analyzer программного комплекса ImageJ. Проведена оценка формы и размеров 135 частиц, выделенных на фильтрограмме моторного масла Shell Rimula 10W40 с наработкой 250 часов. Определены основные морфологические параметры, проведены статистический и корреляционный анализы, на основании которых выявлены устойчивые связи между параметрами формы и предполагаемыми механизмами изнашивания. Полученные результаты подтверждают высокую диагностическую значимость морфологических характеристик частиц износа при оценке состояния трибосопряжений ДВС.

Ключевые слова: моторное масло, продукты износа, морфологический анализ, ImageJ, Extended Particle Analyzer, статистический и корреляционный анализ, механизмы изнашивания.

The article presents a method for morphological analysis of wear products using the Extended Particle Analyzer plug-in of the ImageJ software package. The shape and size of 135 particles isolated on a filterogram of Shell Rimula 10W40 engine oil with 250 hours of operation have been evaluated. The main morphological parameters have been determined, statistical and correlation analyses have been carried out, on the basis of which stable relationships between the parameters of form and the presumed wear mechanisms have been identified. The obtained results confirm the high diagnostic significance of the morphological characteristics of wear particles in assessing the state of ICE tribocouplings.

Keywords: engine oil, wear products, morphological analysis, ImageJ; Extended Particle Analyzer, statistical and correlation analysis; wear mechanisms.

Введение

Абразивные частицы и продукты износа ДВС по своему отрицательному воздействию являются наиболее опасными загрязнениями, влияющими как на состояние моторного масла, так и на работу двигателя [1]. Анализ морфологических характеристик частиц износа, выделенных из моторного масла, является эффективным инструментом диагностики технического состояния трибосопряжений ДВС и идентификации доминирующих механизмов изнашивания, и при этом позволяет выявить потенциальные нарушения в работе двигателя до наступления внезапных отказов. Так, параметры размера и формы частиц, такие как периметр, площадь, соотношение размеров сторон, округлость, компактность и др., служат количественными признаками, отражающими особенно-

сти процессов абразивного, усталостного, адгезионного и коррозионного изнашивания [2-5]. Современные исследования показывают [3, 4; 6], что статистическая обработка морфологических данных и корреляционный анализ позволяют выявлять устойчивые связи между морфологическими характеристиками частиц и типами износа. Например, установлено [3; 5], что вытянутые частицы с высокой величиной отношения сторон и низкой округлостью характерны для абразивного изнашивания, тогда как частицы с формой, близкой к сферической, соответствуют условиям усталостного изнашивания.

Разработка и применение методов компьютерного анализа изображений в сочетании со статистическими и корреляционными методами обработки данных открывают новые возможности для автоматиза-

ции диагностики технических систем на основе анализа продуктов износа [6, 7].

Ранее в работе [8] предложена методика и алгоритм анализа цифрового изображения частиц износа на фильтрограмме, полученной методом мембранной фильтрации, с применением встроенного в программный комплекс *ImageJ* [9] инструмента *Analyze Particles*. Использование разработанного алгоритма, включающего три стадии: подготовку изображения, его сегментацию и непосредственный анализ, позволило определить площади частиц, их количество и сферичность (круглость). Однако такой анализ размеров и формы частиц не позволяет в полной мере оценить морфологию продуктов износа, по которой можно судить о механизмах изнашивания трибосопряжений ДВС.

Одним из преимуществ программного комплекса *ImageJ* является возможность использования более тысячи плагинов, которые расширяют функциональность программы для решения различного рода технических задач. Для анализа частиц разработаны такие плагины, как *ParticleSizer*, *ND (Nearest Distances)*, *Extended Particle Analyzer*, *Custom Particle Analyzer* и др. [10]. Среди перечисленных плагинов наибольший интерес для анализа продуктов износа представляет *Extended Particle Analyzer* (расширенный анализатор частиц) [11], который расширяет возможности встроенного инструмента *Analyze Particles* и обладает рядом ключевых преимуществ по сравнению с традиционными методами и плагинами. Он обеспечивает более точный набор морфологических характеристик частиц, включая показатели формы и структуры, позволяет проводить комплексный анализ пространственного распределения частиц, в том числе кластеризацию и взаимное расположение, что значительно превосходит возможности узкоспециализированных плагинов (например, *ND*). Данный плагин оптимизирован для работы с широким диапазоном размеров и типов частиц, а также обладает средствами визуализации и автоматизации пакетной обработки больших объемов данных, что позволяет интегрировать результаты анализа для последующих исследований.

Целью настоящей работы является проведение расширенного морфологического анализа продуктов износа с использованием плагина *Extended Particle Analyze* и последующей статистической и корреляционной обработки результатов для выявления механизмов изнашивания трибосопряжений ДВС.

Основная часть

Для проведения морфологического анализа продуктов износа выбрано оригинальное цифровое изображение фрагмента фильтрограммы (диаметр 3 мм) моторного масла марки *Shell Rimula 10W40* с наработкой 250 ч (рис. 1), полученное с помощью беззеркального фотоаппарата *Canon EOS M50*. Изображение фильтрограммы, готовое к проведению анализа в программном комплексе *ImageJ* после стадий подготовки и сегментации [8], представлено на рис. 2.

Для непосредственного анализа количества, размеров и формы частиц воспользуемся плагином *Extended Particle Analyze*, в окне которого (рис. 3)

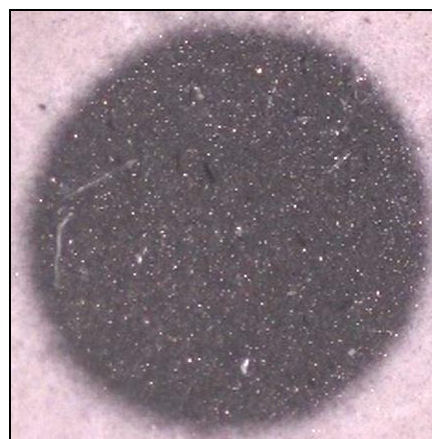


Рисунок 1. Оригинальное цифровое изображение фильтрограммы



Рисунок 2. Окончательное изображение, готовое для анализа

устанавливаем режимы для проведения исследования и задаем диапазоны значений анализируемых морфологических характеристик частиц.

Морфологические характеристики анализируемых частиц, диапазоны значений которых задаются в плагине, представлены в таблице 1. Выбор этих диапазонов значений позволяет определять морфологические величины и проводить анализ частиц с конкретными выбранными параметрами. Если параметры, характеризующие частицы, не попадают в заданные диапазоны, частицы исключаются из результатов анализа.

Проведем анализ морфологических характеристик продуктов износа, учитывая, что наиболее опасными являются частицы, размер которых превышает 20 мкм [12]. Для этого в окне плагина ограничиваем только минимальное значение площади частиц *Area*, равное 300 мкм², а все остальные значения размеров и формы устанавливаем во всем возможном диапазоне их изменений.

Для вывода результатов анализа частиц фиксируем следующие опции. Выбираем режим *Outlines* в опции *Show*, чтобы получить изображение контура частиц с номерами в отдельном окне. Отмечаем опции *Display results* и *Summarize*, позволяющие вывести на экран в виде отдельных окон таблицу с результатами анализа для каждой частицы и сводную

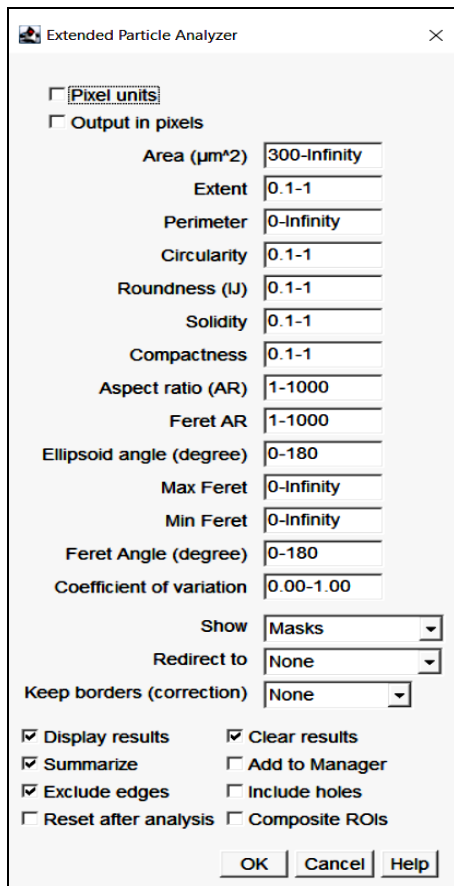


Рисунок 3. Интерфейс окна плагина Extended Particle Analyze

таблицу с общими статистическими данными для всех параметров соответственно. Включаем опции *Exclude edges* для исключения частиц, обрезанных краями изображения, и *Include holes* для учета присутствия отверстий и трещин на частицах при расчете их площади и других параметров.

Окончательный результат анализа частиц получаем в виде трех отдельных окон (рис. 4): *Summary* – таблица средних значений анализируемых морфологических характеристик частиц; *Drawing of Mask* – изображение контуров частиц с номерами; *Results* – таблица значений анализируемых морфологических характеристик каждой частицы.

В таблице (окно *results*, рис. 4) получены результаты измерений размеров, формы и ориентации 135 продуктов износа по 40 параметрам. Для оценки морфологических характеристик частиц проведем статистический и корреляционный анализ, чтобы выявить взаимосвязи между параметрами и сделать выводы о свойствах частиц.

Статистические данные основных морфологических характеристик, включающие диапазоны их значений, среднее значение μ , стандартное отклонение σ , а также рассчитанные значения коэффициента вариации CV , медианы Me , первого Q_1 и третьего Q_3 квартилей и межквартильного размаха IQR [13], представлены в таблице 2.

Медиана (50-й перцентиль) представляет значение, ниже которого находится 50 % наблюдений, и служит устойчивой характеристикой центральной тенденции, особенно в распределениях с выбросами. Первый квартиль (25 %) и третий квартиль (75 %) позволяют оценить интервал, в котором находится основная масса данных (межквартильный размах, IQR). Эти статистические характеристики служат для оценки однородности и выявления аномальных частиц.

Для визуальной интерпретации распределения морфологических параметров частиц износа были построены диаграммы «Ящик с усами» (рис. 5), отражающие основные статистические показатели: среднее значение (крестик « \times »), медиану (центральная линия в прямоугольнике), первый (нижняя граница прямоугольника) и третий (верхняя граница прямоугольника) квартили, минимальные (нижний «ус») и максимальные (верхний «ус») значения без выбросов, а также сами выбросы (точки за пределами «усов» (на рис. 5 выбросы скрыты)). В качестве примеров на рис. 5а представлена диаграмма площади S_c , на рис. 5б – соотношения сторон AR , на рис. 5в – максимального диаметра Фере F_{max} и длины главной оси L_{max} , а на рис. 5г – круглости C и округлости R .

Представленные диаграммы «Ящик с усами» позволяют не только визуализировать статистические характеристики, но и выявить потенциально важные особенности, недоступные при анализе только по средним значениям. Так, например, для площади частиц S_c первый квартиль Q_1 составил 344 мкм², медиана Me – 450 мкм², третий квартиль Q_3 – 662 мкм², при максимальном значении до 14 458 мкм², что свидетельствует о том, что основная масса частиц имеет средние размеры, но в системе присутствуют единичные крупные фрагменты, обусловленные интенсивным изнашиванием или локальными дефектами деталей двигателя. Анализ соотношения сторон AR показал, что 50 % частиц находятся в диапазоне от 1,15 до 1,65, что указывает на незначительное удлинение частиц и преобладание форм, близких к округлым. Однако значение максимального $AR = 8,87$ подтверждает наличие отдельных, сильно вытянутых фрагментов, характерных для абразивного изнашивания. Значения округлости R и круглости C для большинства частиц превышают 0,75 и приближаются к 1, что указывает на преобладание частиц с изотропной формой, типичной для усталостного изнашивания и нормальной работы узлов трения, однако присутствие частиц с низкой округлостью ($R < 0,5$) может быть результатом абразивного изнашивания. Высокое значение сплошности S также подтверждает, что частицы имеют компактную форму, без выраженных фрагментаций или сложной геометрии. Для характеристик углов α и α_F наблюдается широкий межквартильный размах IQR , равный 108° и 74° соответственно, что указывает на высокую дисперсию ориентации частиц. Анализ совокупности параметров позволяет заключить, что изнашивание в данной системе преимущественно носит усталостно-абразивный характер. Частицы демонстрируют признаки изнашивания с частичной пластической деформацией, что типично для условий, сопровож-

Таблица 1. Морфологические характеристики частиц, задаваемые для анализа

Характеристики	Диапазоны	Схематическое изображение	Обозначение, формула
<i>Area</i> (μm^2) (площадь частицы (мкм ²))	0–infinity		$S_{\text{ч}}$ – площадь частицы
<i>Perimeter</i> (μm) (периметр (мкм))	0–infinity		$P_{\text{ч}}$ – периметр частицы
<i>Max Feret</i> и <i>Min Feret</i> (максимальный Фере и минимальный Фере)	0–infinity		F_{max} и F_{min} – максимальный и минимальный диаметры Фере
<i>Circularity</i> (круглость)	0–1,0	–	$C = 4\pi S_{\text{ч}} / P_{\text{ч}}^2$
<i>Extent</i> (степень заполнения)	0–1,0		$E = S_{\text{ч}} / S_{\text{п}}$, $S_{\text{п}}$ – площадь прямоугольника, описывающего контуры частицы
<i>Roundness</i> (округлость)	0–1,0		$R = S_{\text{ч}} / S_{\text{к}}$, $S_{\text{к}}$ – площадь наименьшей описывающей окружности
<i>Solidity</i> (сплошность)	0–1,0		$S = S_{\text{ч}} / S_{\text{об}}$, $S_{\text{об}}$ – площадь описывающей выпуклой оболочки
<i>Compactness</i> (компактность)	0–1,0		$K = P_{\text{к}} / P_{\text{ч}}$, $P_{\text{к}}$ – периметр круга, площадь которого соответствует площади частицы
<i>Feret AR</i> (соотношение Фере)	1–infinity	–	$AR_F = F_{\text{max}} / F_{\text{min}}$
<i>Aspect ratio (AR)</i> (соотношение сторон)	1–infinity		$AR = L_{\text{max}} / L_{\text{min}}$, L_{max} и L_{min} – длина главной и малой оси описывающего эллипса
<i>Ellipsoid angle (degree)</i> (угол эллипсоида (град))	0–180		α – угол наклона L_{max}
<i>Feret Angle (degree)</i> (угол Фере (град))	0–180		α_F – угол наклона F_{max}
<i>Coefficient of Variation</i> (коэффициент вариации)	0–1,0	–	$CV = \sigma / \mu$, σ – стандартное отклонение μ – среднее значение

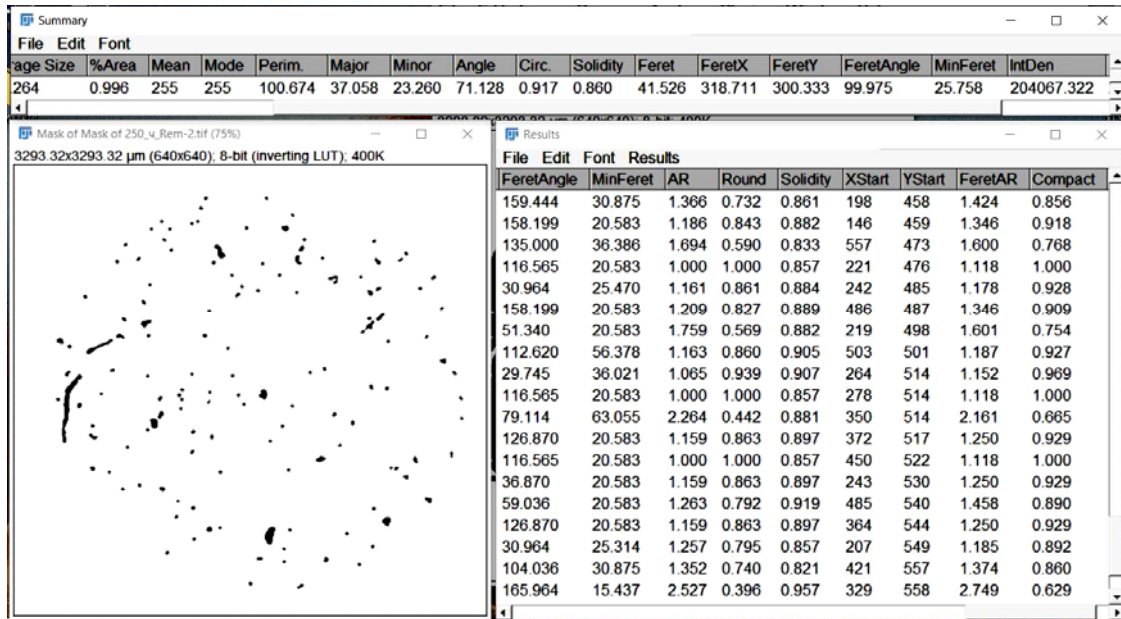


Рисунок 4. Вывод результатов в виде трех отдельных окон

Таблица 2. Статистические данные основных морфологических характеристик

Параметр	Диапазон	μ	σ	CV	Q_1	Me	Q_3	IQR
S_c , мкм ²	318–14458	800	± 1399	1,75	344	450	662	318
P_c , мкм	58–1145	101	± 106	1,05	61	73	97	36
L_{max} , мкм	20–337	37	± 37	1,00	23	27	38	15
L_{min} , мкм	15–57	23	± 7	0,30	19	21	23	4
C	0,14–1,00	0,92	$\pm 0,15$	0,16	0,88	1,00	1,00	0,12
F_{max} , мкм	23–513	42	± 47	1,12	26	30	41	15
F_{min} , мкм	15–94	26	± 11	0,42	21	21	26	5
AR	1,00–8,87	1,52	$\pm 0,95$	0,63	1,15	1,26	1,65	0,5
R	0,11–1,00	0,75	$\pm 0,2$	0,27	0,61	0,79	0,87	0,26
S	0,45–1,00	0,86	$\pm 0,06$	0,07	0,85	0,86	0,90	0,05
AR_F	1,09–5,94	1,50	$\pm 0,61$	0,41	1,20	1,35	1,60	0,4
K	0,34–1,00	0,86	$\pm 0,13$	0,15	0,78	0,89	0,93	0,15
E	0,21–1,00	0,72	$\pm 0,12$	0,17	0,65	0,75	0,8	0,15
α , град	0–180	71	± 57	0,80	20	58	128	108
α_F , град	17–166	100	± 44	0,44	52	117	127	75

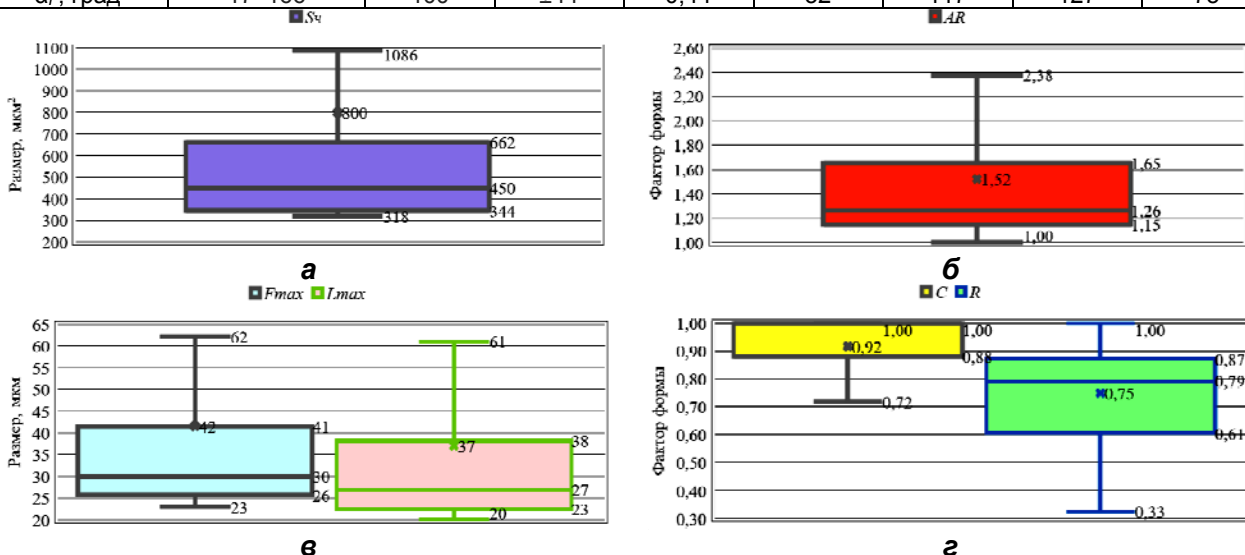


Рисунок 5. Диаграммы «Ящик с усами»: а – площади S_c ; б – соотношения сторон AR; в – максимального диаметра Фере F_{max} и длины главной оси L_{max} ; г – круглости C и округлости R

дающихся умеренными нагрузками и нестабильной масляной пленкой.

Проведенный статистический анализ позволил установить взаимосвязь между морфологическими характеристиками продуктов износа и доминирующими механизмами изнашивания. Установление такой взаимосвязи является важным элементом трибологического анализа, который позволяет не только диагностировать состояние узлов и систем ДВС, но и оценить тип изнашивания трибосопряжений. В таблице 3 представлен анализ морфологических параметров с учетом медианы Me и межквартильного размаха IQR , связывающих каждый параметр с потенциальными основными механизмами изнашивания (без учета водородного, коррозионно-механического и кавитационного изнашивания, при которых характерные размеры частиц износа составляют менее 10 мкм).

Для установления взаимосвязей между морфологическими характеристиками частиц был проведен корреляционный анализ [14], направленный на выявление статистически значимых зависимостей между определяемыми величинами.

Корреляционная матрица, рассчитанная с использованием коэффициента Пирсона r , в виде «тепловой карты» [15] представлена на рисунке 6. Считается [14], что если значения коэффициента Пирсона $|r|$ находятся в диапазоне 0-0,3, то взаимосвязь между параметрами очень слабая; 0,3-0,5 – слабая; 0,5-0,7 – средняя; 0,7-0,9 – высокая; 0,9-1,0 – очень высокая.

Анализ «тепловой карты» позволил определить как прямые, так и обратные зависимости между от-

дельными параметрами.

Наиболее выраженные положительные корреляции наблюдаются между следующими парами: S_c тесно коррелирует с P_c ($r = 0,95$); L_{max} ($r = 0,90$) и F_{max} ($r = 0,92$), что логично, поскольку увеличение площади частицы обычно сопровождается увеличением ее линейных размеров; L_{max} находится в очень высокой взаимосвязи с F_{max} ($r = 0,95$), а L_{min} с F_{min} ($r = 0,90$), показывая, что размеры частиц по основным направлениям (главной и малой осей) согласуются с габаритными характеристиками Фере. Высокая корреляция между AR и AR_F ($r = 0,95$) свидетельствует о том, что оба параметра эффективно характеризуют вытянутость частиц.

С другой стороны, были выявлены очень высокие отрицательные корреляции, указывающие на противоположную направленность изменений характеристик: $AR - R$ ($r = -0,90$) и $AR_F - R$ ($r = -0,85$), что вытянутые частицы имеют меньшую округлость; $AR - C$ ($r = -0,80$) – чем больше вытянутость частицы, тем меньше ее приближенность к окружности; $R - AR_F$ ($r = -0,85$) – округлость также обратно пропорциональна степени вытянутости, измеренной по Фере. Следует также отметить, что параметры C и R показывают высокую корреляцию ($r = 0,75$), доказывая, что более компактные частицы обычно более округлые. Параметр E положительно коррелирует с большинством линейных параметров, особенно с F_{min} ($r = 0,80$).

Таким образом, корреляционный анализ подтверждает наличие устойчивых зависимостей между различными морфологическими характеристиками частиц. Выявленные взаимосвязи, как и статистиче-

Таблица 3. Взаимосвязь морфологических характеристик продуктов износа и механизмов изнашивания

Параметр	Me	IQR	Интерпретация механизмов изнашивания
S_c , мкм ²	450	318	Средняя площадь частиц – умеренная. Высокий IQR указывает на разнообразие размеров, что может свидетельствовать о комбинированном изнашивании: мелкие частицы от усталостного изнашивания, крупные – от абразивного
P_c , мкм	73	36	Значение периметра связано с неровностью формы. Высокое значение говорит о шероховатых, рваных краях, что типично для абразивного и адгезионного изнашивания
L_{max} , мкм	27	15	Разница между осями указывает на вытянутость частиц, что характерно для абразивного изнашивания
L_{min} , мкм	21	4	
C	1,00	0,12	Значение параметра, близкое к 1, свидетельствует о почти идеальной геометрии частиц. Однако такая форма может быть не только следствием усталостного механизма изнашивания, но и результатом цифровой обработки изображения
F_{max} , мкм	30	15	Разница между максимальным и минимальным диаметром говорит о вытянутой форме частиц. Подтверждает абразивное или адгезионное происхождение
F_{min} , мкм	21	5	
AR	1,26	0,5	Указывает на вытянутую форму ($AR > 1$). Значение 1,26 подтверждает наличие частиц, полученных при сдвиговых напряжениях
R	0,79	0,26	Высокая округлость свойственна усталостному изнашиванию, когда частицы отделяются плавно, без острых граней
S	0,86	0,05	Значение около 0,85 указывает на плотную структуру частиц, не содержащих внутренних пустот, что часто встречается при коррозионно-усталостном механизме
AR_F	1,35	0,4	Подтверждает умеренную вытянутость, что характерно для абразивного и сдвигового изнашивания
K	0,89	0,15	Высокое значение параметра показывает, что частицы имеют плотную, компактную форму, свойственную усталостному и коррозионному изнашиванию
E	0,75	0,15	Параметр имеет граничное значение: если его величина меньше 0,7 – коррозионное изнашивание, больше 0,75 – усталостное

	$S_{\text{ч}}$	$P_{\text{ч}}$	L_{max}	L_{min}	C	F_{max}	F_{min}	AR	R	S	AR_F	K	E
$S_{\text{ч}}$	1	0,95	0,9	0,85	-0,4	0,92	0,8	-0,3	0,35	0,6	-0,25	0,45	0,7
$P_{\text{ч}}$	0,95	1	0,88	0,82	-0,45	0,9	0,78	-0,35	0,3	0,55	-0,3	0,4	0,65
L_{max}	0,9	0,88	1	0,7	-0,5	0,95	0,65	-0,4	0,25	0,5	-0,35	0,35	0,6
L_{min}	0,85	0,82	0,7	1	-0,2	0,75	0,9	-0,15	0,4	0,65	-0,1	0,5	0,75
C	-0,4	-0,45	-0,5	-0,2	1	-0,55	-0,25	-0,8	0,85	0,3	-0,75	0,7	0,25
F_{max}	0,92	0,9	0,95	0,75	-0,55	1	0,7	-0,45	0,2	0,45	-0,4	0,3	0,55
F_{min}	0,8	0,78	0,65	0,9	-0,25	0,7	1	-0,2	0,45	0,7	-0,15	0,55	0,8
AR	-0,3	-0,35	-0,4	-0,15	-0,8	-0,45	-0,2	1	-0,9	-0,1	0,95	-0,6	-0,05
R	0,35	0,3	0,25	0,4	0,85	0,2	0,45	-0,9	1	0,2	-0,85	0,75	0,15
S	0,6	0,55	0,5	0,65	0,3	0,45	0,7	-0,1	0,2	1	-0,05	0,4	0,6
AR_F	-0,25	-0,3	-0,35	-0,1	-0,75	-0,4	-0,15	0,95	-0,85	-0,05	1	-0,55	0
K	0,45	0,4	0,35	0,5	0,7	0,3	0,55	-0,6	0,75	0,4	-0,55	1	0,35
E	0,7	0,65	0,6	0,75	0,25	0,55	0,8	-0,05	0,15	0,6	0	0,35	1

Рисунок 6. «Тепловая карта» корреляционной матрицы морфологических характеристик

ский анализ, можно использовать при интерпретации механизмов изнашивания. Например, существенная отрицательная корреляция между коэффициентами формы AR , AR_F и R , C указывает на различие в морфологии частиц, характерное для разных механизмов изнашивания. Вытянутые формы чаще связаны с абразивным типом, округлые – с усталостным. Такой анализ также может быть использован при кластеризации частиц и разработке автоматизированных алгоритмов их распознавания.

Заключение

Проведенный морфологический анализ частиц износа, извлеченных из моторного масла, позволил количественно охарактеризовать их геометрию и установить связи между формой частиц и механизмами изнашивания. Использование плагина *Extended Particle Analyzer* программного комплекса *ImageJ* обеспечило расширенные возможности анализа и точную фильтрацию частиц по множеству параметров. Статистический анализ (медиана, межквартильный размах, коэффициент вариации) подтвердил высокую вариативность в размерах и форме частиц, тогда как корреляционный анализ выявил устойчивые связи между параметрами вытянутости и округлости. Полученные данные указывают на доминирование усталостного и абразивного изнашивания в исследуемом образце.

Методика, представленная в работе, может быть рекомендована для автоматизированной оценки состояния узлов трения и мониторинга ресурса машин в агропромышленном комплексе.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Венцель, С.В. Применение смазочных материалов в двигателях внутреннего сгорания / С.В. Венцель. – М.: Химия, 1979. – 240 с.
2. Roylance, B.J. Wear debris and associated wear phenomena: Fundamental research and practice / B.J. Roylance, J.A. Williams, R. Dwyer-Joyce // Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers. Part J: Journal of Engineering Tribology. – 2000. – Vol. 214 (1). – P. 79-105.

3. Roylance, B.J. Wear Debris Analysis / B.J. Roylance, T.M. Hunt. – Oxford: Coxmoor Publishing Co., 1999. – 144 p.
4. Williams, J.A. Wear and wear particles – some fundamentals / J.A. Williams. // Tribology International. – 2005. – Vol. 38 (10). – P. 863-870.
5. Glaeser, W.A. Wear debris classification / W.A. Glaeser // Modern Tribology Handbook. – Boca Raton: CRC Press, 2001. – P. 301-315.
6. Peng, Z. Wear particle classification in a fuzzy grey system / Z. Peng, T.B. Kirk // Wear. – 1999. – Vol. 225-229(2). – P. 1238-1247.
7. Raadnui, S. Wear particle analysis – utilization of quantitative computer image analysis: a review / S. Raadnui // Tribology International. – 2025. – Vol. 38 (10). – P. 871-878.
8. Корнеева, В.К. Методы оценки экспериментальных результатов экспресс-тестирования моторных масел, основанные на использовании программного комплекса ImageJ. Часть 3. Метод оценки размеров, количества и формы частиц / В.К. Корнеева [и др.] // Агропанорама. – 2025. – № 2. – С. 32-37.
9. Ferreira, T. ImageJ user guide / Fiji 1.46 / T. Ferreira, W. Rasband. – 2012. – 198 p.
10. Schindelin, J. The ImageJ Ecosystem: An Open Platform for Biomedical Image Analysis / J. Schindelin [et al.] // Molecular Reproduction & Development. – 2015. – Vol. 82. – P. 518-529.
11. Brocher, J. The BioVoxel Toolbox for ImageJ / Fiji: Extended Particle Analyzer and Shape Descriptor Maps // BioVoxel Toolbox – ImageJ Wiki. – URL: https://imagej.net/imagej-wiki-static/BioVoxel_Toolbox (date of access: 06.07.2025).
12. Zhu, L. Qualitative Classification of Lubricating Oil Wear Particle Morphology Based on Coaxial Capacitive Sensing Network and SVM / L. Zhu [et al.] // Sensors. – Vol. 22. – 2022. – P. 6653.
13. Красько, О.В. Статистический анализ данных в медицинских исследованиях: в 2 ч. / О. В. Красько. – Минск: МГЭУ им. А.Д. Сахарова, 2014. – Ч. I. – 127 с.
14. Баврина, А.П. Современные правила применения корреляционного анализа / А.П. Баврина, И.Б. Борисов // Медицинский альманах. – 2021. – № 3 (68). – С. 70-79.

15. Романова, И.К. Современные методы визуализации многомерных данных: анализ, классификация, реализация, приложения в технических системах /

И.К. Романова // Наука и Образование: науч. издание МГТУ им. Н.Э. Баумана. – 2016. – № 3. – С. 133-167.

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 14.07.2025

УДК 330.4

<https://doi.org/10.56619/2078-7138-2025-171-5-27-30>

ОЦЕНКА УРОВНЯ СБАЛАНСИРОВАННОГО РАЗВИТИЯ ОРГАНИЗАЦИЙ АПК РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Т.В. Гусарова,

ст. преподаватель каф. бухгалтерского учета БГСХА, магистр экон. наук

В статье систематизированы научные подходы к определению уровня сбалансированного развития организаций АПК, на основе преимуществ и недостатков которых предложена авторская методика. Разработка базируется на оценке результативности стадий производственно-сбытовой цепочки субъектов хозяйствования. Апробация методики проведена на примере сельскохозяйственных организаций, агрокомбинатов и мясокомбинатов Республики Беларусь. На основе полученных результатов определены направления дальнейшего развития субъектов за счет повышения эффективности инновационной деятельности.

Ключевые слова: сбалансированное развитие, методика, инновационность, производственно-сбытовая цепочка, интегральный индекс, эффективность.

This article systematizes scientific approaches to determining the level of balanced development of agricultural organizations. Based on their advantages and disadvantages, the author proposes a methodology. The development is based on assessing the effectiveness of stages in the production and distribution chain of business entities. The methodology was tested using agricultural organizations, agro-industrial complexes and meat processing plants in the Republic of Belarus. Based on the results obtained, areas for further development of the entities by increasing the effectiveness of innovative activities were determined.

Keywords: balanced development, methodology, innovation, production and distribution chain, integral index, efficiency.

Введение

Ключевое влияние на сбалансированное развитие национальной экономики Республики Беларусь оказывает уровень конкурентоспособности организаций АПК. Поэтому для достижения желаемых результатов субъектам хозяйствования необходимо уметь адаптироваться к постоянно меняющимся условиям и факторам экономической среды.

Выполненные исследования показали, что в научной отечественной и зарубежной литературе выделяются различные подходы к определению уровня сбалансированного развития организаций АПК, которые можно разделить на две основные группы [1-10]. Первая группа основана на оценке сбалансированности развития субъектов путем выделения функциональных сфер его деятельности (финансовая, маркетинговая, производственная, кадровая и др.); вторая – на применении комплексных подходов в рамках оценки сбалансированности развития организации. В то же время каждый из представленных подходов имеет как свои преимущества, так и недостатки, что не позволяет учесть отраслевые особенности субъектов хозяйствования, новые условия ведения аграрного бизнеса, инновационные технологии в производстве, сбыте, хранении, складировании продукции.

Исходя из этого, целью статьи является разработка методики оценки уровня сбалансированного развития организаций АПК, базирующейся на комплексном

подходе, обеспечивающем определение направлений дальнейшего развития субъектов за счет повышения эффективности инновационной деятельности.

Материалы и методы

Теоретические и методические аспекты исследования основывались на результатах обобщения и систематизации научных трудов отечественных и зарубежных ученых по вопросам национальной и аграрной экономики, организации и управления аграрным бизнесом. Исследование проводилось на основе использования общенаучных методов и приемов теоретического познания, таких как причинно-следственный и логико-структурный анализ и синтез.

Основная часть

В развитие научных подходов [1-10] нами разработана методика оценки уровня сбалансированного развития организаций АПК, представляющая собой поэтапный алгоритм последовательных действий по определению результативности стадий производственно-сбытовой цепочки субъектов с целью выработки направлений по повышению эффективности деятельности на инновационной основе (рисунок).

На первом этапе проводится определение цели, задач и принципов. Так, целью методики является проведение оценки сбалансированного роста производства продукции в Республике Беларусь в соответствии с



Рисунок. Методика оценки уровня сбалансированного развития организаций АПК

внутренними потребностями населения и производственными возможностями обрабатывающей (пищевой) промышленности, уровнем обеспечения финансовой устойчивости организаций АПК. При этом в качестве основных задач определены: постановка цели, задач и принципов; выбор объекта и информационной базы; формирование системы показателей, их расчет; интерпретация результатов; выявление резервов и разработка мероприятий. К принципам исследования отнесены: научность, системность, комплексность, объективность, оперативность, эффективность.

Выбор объекта оценки и определение информационной базы осуществляется на втором этапе методики. В качестве объекта оценки выступает производственно-сбытовая цепочка организаций АПК (ресурсное обеспечение, производство, хранение, транспортировка, сбыт), информационной базы – годовая

бухгалтерская и статистическая отчетность, первичные документы и регистры бухгалтерского учета организаций АПК.

На третьем этапе формируется система экономических показателей. Для организаций АПК (сельскохозяйственных организаций, агрохолдингов и др.) предлагается проводить оценку сбалансированного развития на основании расчета индексов роста показателей и интегральных индексов уровня сбалансированного обеспечения земельными и трудовыми ресурсами, капиталом, производством, сбыта.

На четвертом этапе интерпретацию полученных результатов оценки предлагаем проводить по пятиуровневой шкале ($\leq 0,85$ – низкий; $0,86-0,94$ – ниже среднего; $0,95-1,02$ – средний; $1,03-1,10$ – выше среднего; $\geq 1,11$ – высокий), на основе которых выявляются резервы по обеспечению сбалансированного роста и разрабатываются мероприятия по повышению эффективности деятельности организации (пятый этап).

Выполненный анализ и ранжирование 883 сельскохозяйственных организаций системы Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, занимающихся производством мяса, показали, что средний критерий уровня сбалансированного развития составил 1,0. Наибольший удельный вес занимают субъекты со средним и выше среднего уровня (66,4% и 27,0% соответственно), что является положительной тенденцией.

Наряду с этим апробация проводилась также на примере ОАО «Агрокомбинат «Юбилейный» Оршанского района, результаты которой представлены в таблице 1.

Расчеты показали, что большинство показателей

Таблица 1. Оценка уровня сбалансированного развития ОАО «Агрокомбинат «Юбилейный» Оршанского района

Наименование показателя	Значение показателя
Интегральный индекс уровня сбалансированного обеспечения земельными ресурсами	1,003
Интегральный индекс уровня сбалансированного обеспечения трудовыми ресурсами	0,959
Интегральный индекс уровня сбалансированного обеспечения капиталом	1,107
Интегральный индекс роста уровня сбалансированного производства (переработки)	1,019
Индекс роста объема произведенной мясной продукции на 1 м ³ складов-холодильников	0,995
Индекс роста обеспеченности специализированными транспортными средствами	1,000
Интегральный индекс уровня сбалансированного сбыта (торговли)	0,930
Интегральный индекс уровня сбалансированного развития агрокомбината	1,000
<i>Примечание. Составлена автором на основании собственных исследований.</i>	

оценки сбалансированного развития ОАО «Агрокомбинат «Юбилейный» находятся в пределах среднего уровня. В то же время интегральный индекс по сбыту (торговле) определен ниже среднего, а по обеспечению капиталом – на высоком уровне. В целом интегральный индекс уровня сбалансированного развития агрокомбината составил 1,0, что соответствует среднему уровню. Наибольший потенциал для дальнейшего улучшения находится в области управления трудовыми ресурсами и сбытом (торговлей).

Результаты апробации методики оценки уровня сбалансированного развития мясокомбинатов на примере ОАО «Могилевский мясокомбинат» и ОАО «Бобруйский мясокомбинат» представлены в таблице 2.

Таблица 2. Оценка уровня сбалансированного развития мясокомбинатов Республики Беларусь

Наименование показателя	Значение показателя	
	ОАО «Бобруйский мясокомбинат»	ОАО «Могилевский мясокомбинат»
Интегральный индекс уровня сбалансированного обеспечения трудовыми ресурсами	1,012	1,010
Интегральный индекс уровня сбалансированного обеспечения капиталом	1,181	1,024
Интегральный индекс уровня сбалансированного производства (переработки)	1,034	1,011
Интегральный индекс уровня сбалансированного сбыта (торговли)	1,265	1,011
Интегральный индекс уровня сбалансированного развития мясокомбинатов	1,118	1,014
<i>Примечание. Составлена автором на основании собственных исследований.</i>		

Выполненные расчеты показали, что все показатели ОАО «Могилевский мясокомбинат» находятся в пределах среднего уровня (0,95–1,02). Интегральный индекс составил 1,014 и соответствует также среднему уровню. В ОАО «Бобруйский мясокомбинат» интегральные индексы уровня сбалансированного обеспечения капиталом и сбыта (торговли) соответствуют высокому уровню, сбалансированного производства (переработки) – уровню выше среднего, сбалансированного обеспечения трудовыми ресурсами – среднему уровню. Интегральный индекс уровня сбалансированного развития организации составил 1,118 и подтверждает высокий уровень.

Для повышения эффективности функционирования организаций АПК нами предлагаются мероприятия инновационного характера, предусматривающие создание условий для сбалансированного функционирования и инновационного роста производства, товарного обмена и жизнеобеспечения в обществе, а также сохранения экономической целостности.

Во-первых, целесообразна разработка концептуальной модели внедрения инновационных технологий по основным бизнес-процессам производителей мясной продукции, представляющая собой совокупность взаимосвязанных задач и мероприятий, направленных на достижение определенной цели или ре-

зультата в рамках организации. Научная новизна разработки состоит в обосновании мероприятий для каждого вида бизнес-процесса, предусматривающих новые подходы, обеспечивающие повышение эффективности организации и конкурентоспособность продукции на внутреннем и внешнем рынке, а также их автоматизацию на основе использования специализированного программного обеспечения CRM.

Во-вторых, формирование системы комплексного мониторинга инновационной активности организации, позволяющей создать информационную базу раннего обнаружения проблем, а также прогнозировать соответствующие изменения на всех этапах производственно-сбытовой и экспортной деятельности. В

целом цифровая трансформация способствует повышению прозрачности и улучшению контроля за всеми информационными потоками и процессами, протекающими в организации агробизнеса, что обуславливает повышение качества работы с информацией, возможность выполнения новых типов или способов организации работ, формирование единого информационного пространства в масштабах субъекта, развитие корпоративной культуры, стимулируемое применением современных технологий для коллективной работы сотрудников и предоставляемых им информационных и коммуникационных возможностей.

В-третьих, для конкурентоустойчивого развития производителей мясной продукции необходимо формирование инновационной инфраструктуры. Нами предлагается создание на базе ОАО «Могилевский мясокомбинат» инновационной электронной площадки на основе роботизированной eCommerce-платформы «1С-Битрикс24: Интернет-магазин+ CRM», представляющей собой специализированный онлайн-ресурс, обеспечивающий прозрачную и надежную CRM-систему контроля качества и отзывов покупателей, ведения деловой коммуникации, проведения аналитической работы по изучению рынка и выставочно-ярмарочной деятельности.

В целом разработанная методика оценки уровня сбалансированного развития организаций АПК предусматривает комплексную оценку функционирования всех участников производственно-сбытовой цепочки, на основании которой возможна выработка мероприятий по обеспечению инновационного роста.

Заключение

Таким образом, в настоящее время не существует универсальной и общепринятой методики оценки сбалансированности развития организаций АПК. С целью повышения эффективности функционирования субъектов хозяйствования и учета новых условий и факторов развития аграрной экономики разработана

авторская методика, апробация которой на примере сельскохозяйственных организаций, агрокомбинатов и мясокомбинатов Республики Беларусь подтвердила ее научную и практическую значимость для принятия обоснованных управленческих решений. На основе полученных результатов оценки предложен комплекс инновационных мероприятий, позволяющих обеспечить конкурентоспособность и финансовую устойчивость организаций АПК.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Баширова, А.А. Формирование стратегии регионального развития с позиций эколого-экономической сбалансированности / А.А. Баширова // Экономические науки. – 2010. – № 11 (72). – С. 87-90.
2. Бельский, В.И. Экономический механизм государственного регулирования сельскохозяйственного производства: теория, методология, практика / В.И. Бельский. – Минск: Ин-т систем. исслед. в АПК НАН Беларуси, 2018. – 265 с.
3. Войтко, И.А. Прямое бюджетное субсидирование как фактор устойчивого развития сельскохозяйственного производства Республики Беларусь / И.А. Войтко // Вес. Нац. акад. наук Беларуси. Сер. аграр. наук. – 2023. – Т. 61, № 2. – С. 95-108.
4. Гершун, А. Технологии сбалансированного управления / А. Гершун, М. Горский. – М.: ЗАО «Олимп-Бизнес», 2005. – 400 с.

5. Ендовицкий, Д.А. Использование ресурсоориентированного подхода в оценке системной сбалансированности экономики / Д.А. Ендовицкий, Н.Э. Бабичева, Н.П. Любушин // Экономический анализ: теория и практика. – 2018. – Т. 17, № 12. – С. 1298-1309.
6. Каплан, Р. Стратегические карты. Трансформация нематериальных активов в материальные результаты / Р. Каплан, Д. Нортон. – М.: ЗАО «Олимп-Бизнес», 2004. – 512 с.
7. Киреенко, Н.В. Модели развития аграрного бизнеса в международной практике / Н.В. Киреенко // Вес. Нац. акад. наук Беларуси. Сер. аграр. наук. – 2021. – Т. 59, №1. – С. 23-42.
8. Рамперсанд, Х. Универсальная система показателей: Как достигать результатов, сохраняя целостность / Х. Рамперсанд. – М.: Альпина Бизнес Букс, 2006. – 352 с.
9. Спицнадель, В.Н. Основы системного анализа: учеб. пособие / В.Н. Спицнадель. – СПб.: Изд. дом «Бизнес-пресса», 2000. – 326 с.
10. Хорват, П. Сбалансированная система показателей как средство управления предприятием / П. Хорват // Проблемы теории и практики управления. – 2000. – № 4. – С. 38-45.

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 27.10.2025

Малогабаритная система очистки рабочих жидкостей гидравлических систем

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



Основные технические данные

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

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

МЕЖДУНАРОДНАЯ ПРАКТИКА ОРГАНИЗАЦИИ И СТИМУЛИРОВАНИЯ ИННОВАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ И ОСВОЕНИЯ НАУЧНЫХ РАЗРАБОТОК ИННОВАЦИОННОГО МАРКЕТИНГА

А.А. Гончарова,

аспирант каф. государственной экономической политики Академии управления при
Президенте Республики Беларусь, магистр экон. наук

В статье систематизирован и обобщен мировой опыт организации и стимулирования инновационных процессов и освоения научных разработок. Обоснована практическая значимость достижений инновационного маркетинга в повышении эффективности функционирования субъектов бизнеса. Выявлены особенности отдельных стран по реализации государственной инновационной политики. Определены направления инновационного маркетинга с целью эффективного внедрения в практику организаций Республики Беларусь.

Ключевые слова: мировой опыт, инновационный процесс, научная разработка, инновационный маркетинг, эффективность.

The article systematizes and summarizes global experience in organizing and stimulating innovative processes and developing scientific research. It substantiates the practical significance of innovative marketing achievements in improving the efficiency of business entities. The features of individual countries in the implementation of state innovation policy are identified. The directions of innovative marketing are determined for the purpose of effective implementation in the practice of organizations in the Republic of Belarus.

Keywords: global experience, innovative process, scientific development, innovative marketing, efficiency.

Введение

Современное состояние мировой экономики характеризуется повышенным интересом к инновационному пути развития. Производители ориентируются на потребности потребителей, обеспечивая рынок качественными и усовершенствованными товарами, которые будут обладать ценностными характеристиками и пользоваться спросом у потенциальных покупателей. В то же время основными причинами коммерческих неудач современных инновационных продуктов, по мнению американских экспертов, являются: неправильная оценка требований, предъявляемых потребителями к товарам-новинкам (около 32 %), технологическое несовершенство товаров-новинок (23 %), высокий уровень цен на товары-новинки (14 %), несовершенная сбытовая деятельность (13 %), позднее начало продаж товаров-новинок (10 %), политика конкурентов на рынке (8 %) [1].

Исследования данной проблематики проводились учеными разных стран. основополагающее значение маркетинга как интегрирующей и координирующей функции в управлении инновационным процессом освещалось в работах зарубежных ученых – Ф. Котлера, Дж. Эванса, П. Диксона, П. Дойля, Ж. Ламбена, М. Портера, П. Друкера [2-8], а также российских ученых – Е.П. Голубкова, С.В. Карпова, М.С. Очковской,

М.А. Рыбалко [9-11], белорусских ученых – И.Л. Акулич, А.П. Дурович, Н.В. Киреевко и др. [12-14].

Так, П. Друкер в своей работе «Инновации и предпринимательство» подчеркивал, что успешная инновационная политика строится на тесной связи науки, бизнеса и государства; гибких механизмах финансирования (гранты, венчурные инвестиции, налоговые льготы); культуре предпринимательских рисков [8]. Ф. Котлер рассматривал инновационный маркетинг как ключевой инструмент коммерциализации, где важно раннее тестирование рынка и адаптация под локальные особенности [2; 15]. Важно отметить тот аспект, что теория «Диффузия инноваций», исследуемая К.Р. Роджерсом, устаревает в условиях цифровой экономики, требуя актуализации [16]. В работах Р. Нельсона исследование базировалось на сравнении инновационных систем США, Японии, Европы [17]. Анализ роли государства в создании национальных инновационных систем отражается в работах К. Фримана [18]. Данные разработки демонстрируют разнообразие подходов, но требуют более критичного анализа и адаптации лучших практик с учетом национальных особенностей конкретных стран.

Исходя из этого, целью статьи является изучение международной практики организации и стимулирования инновационных процессов, а также внедрение научных разработок инновационного маркетинга в деятельность субъектов различных стран.

Материалы и методы

Научное исследование базировалось на изучении и систематизации трудов отечественных и зарубежных ученых по вопросам инновационного развития и обосновании современных и экономических инструментов повышения эффективности его функционирования, в том числе маркетинга. Используются методы системного и сравнительного анализа.

Основная часть

Мировой опыт организации инноваций в развитых экономических системах содержит немало примеров использования различных инструментов стимулирования инновационной деятельности, начиная от прямого финансирования приоритетных направлений, венчурного финансирования и других форм прямой поддержки, заканчивая широким спектром направлений косвенного финансирования.

Программно-целевой подход используется на протяжении многих лет в большинстве развитых стран мира. В их числе Канада, Япония, Южная Корея, Австрия, Германия, Франция, Финляндия, США.

В Канаде данный метод играет значительную роль в системе государственного стимулирования инновационной деятельности [19]. Основная часть федеральных целевых средств предоставляется через Национальный совет по исследованиям. Так, например, в рамках государственной программы развития стратегических технологий предприятиям, реализующим проекты в области информационных технологий, новых промышленных материалов и биотехнологий, возмещается до 50 % их затрат на НИОКР. Большую роль в развитии инновационного предпринимательства в Канаде играют государственные программы, направленные на развитие инфраструктуры научной сферы, стимулирование фундаментальных исследований, повышение квалификации исследователей, улучшение информационной поддержки инновационной деятельности.

Большой интерес представляет опыт США как общепризнанного лидера в области инноваций и как страны, где государство проводит активную научно-техническую политику. В США накоплен наиболее успешный опыт в сфере коммерциализации научно-технических знаний с точки зрения четкого определения прав собственности, превращения изобретений в товары и промышленные процессы и развития новых, динамичных малых и средних предприятий [20]. Осуществление научно-технической политики США базируется на тесном взаимодействии государства и частного бизнеса [21].

В Японии целевые программы рассматриваются только как средство стимулирования новых наукоемких отраслей, таких как электроника, робототехника, информационные системы. Государство не определяет сферу или масштабы производственных программ частных предприятий, однако при этом активно содействует проведению научных исследований в приоритетных для страны направлениях. Программирование в Японии носит индикативный характер, а программы и

планы рассматриваются как базовые ориентиры для частного сектора, оказывающие косвенное воздействие на инновационные программы предприятий [21].

Косвенные методы стимулирования (налоговые льготы) в современных условиях приобретают все большее распространение в зарубежной практике, так как требуют отложенных бюджетных затрат по сравнению с прямым финансированием, а также создают предпосылки для развития предпринимательской инициативы в инновационной сфере. Наиболее характерные инструменты налогового стимулирования представлены ниже.

В мировой практике понятие «налоговая скидка» употребляется для обозначения суммы, подлежащей полному или частичному исключению из налоговой базы при расчете суммы налога. В отношении процесса стимулирования налоговые скидки позволяют фирмам, инвестирующим в НИОКР, получать вычеты из их налогооблагаемого дохода в размере, фактически превышающем сами расходы на НИОКР. Например, размер налоговой скидки для бельгийских компаний составляет 13,5 % [22].

В свою очередь, «налоговый кредит» обозначает вычеты в процентном соотношении к затратам на НИОКР из окончательных налоговых обязательств субъекта, произведшего эти затраты. Налоговый кредит позволяет организациям уменьшить уже начисленный налог на прибыль на величину, равную определенному проценту от понесенных квалифицированных затрат.

Важно отметить, что впервые налоговое стимулирование в сфере науки и инноваций было применено в 1967 г. в Японии в виде налоговых кредитов национальным компаниям с целью увеличения их финансирования НИОКР. Во Франции, например, действует приростной налоговый кредит в размере 30 % от первых 100 млн евро, вложенных в НИОКР. Кроме того, предусматривается и повышение налогового кредита в размере 50 % для тех инновационных компаний, которые впервые произвели вложения в НИОКР [22].

В Германии, Финляндии, Исландии и Швеции налоговая политика не предусматривает специальных налоговых кредитов и скидок на инновационную деятельность, а стимулирование происходит за счет других налоговых механизмов. Правительство Германии разрешает уменьшать налогооблагаемую прибыль организаций, осуществляющих научно-инновационную деятельность, на полную величину расходов на НИОКР. В Швеции и Финляндии также действует специальная система вычетов расходов на НИОКР, осуществленных в частном секторе.

В большинстве стран размеры налоговых льгот являются постоянной величиной и устанавливаются государствами в соответствии с их налоговыми законодательствами. Так, в Японии и США они пересматриваются ежегодно. Кроме того, налоговые льготы отличаются в зависимости от рассматриваемого объема затрат, и подразделяются на объемные (пропорциональные размеру понесенных затрат) и приростные (рассчитываются в зависимости от прироста затрат на НИОКР по сравнению с базовым годом или

средним уровнем за определенный период). Наиболее объемные скидки используются в Сингапуре – 200 % и Австралии – 150 %. В этих странах для стимулирования новшеств из налогооблагаемого дохода вычитаются суммы, в 1,5-2,0 раза превышающие расходы на НИОКР. В то время как в Нидерландах объемная скидка применяется только в той части затрат на НИОКР, которая составляет заработную плату ученых и инженеров, непосредственно участвующих в исследованиях. Говоря о приростной скидке, следует отметить, что она применяется во Франции (50 %), Канаде, США, Японии и Тайване (по 20 %) [23].

Налоговые каникулы рассматриваются как косвенные методы стимулирования инновационной деятельности. В Китае правительство предлагает налоговые каникулы на срок от 2 до 5 лет, начинающиеся с первого прибыльного периода. Далее следуют этап, длящийся от 3 до 5 лет, в течение которого предоставляется налоговая скидка в размере 50 %. В Израиле налоговые каникулы длятся 7 лет, с первого года, в котором имеется налогооблагаемый доход. В Индии продолжительность налоговых каникул составляет 15 лет (первые 5 лет предоставляется скидка 100 %, а следующие 10 лет – 50 %) [24].

Инвестиционный налоговый кредит (доля стоимости инвестиций, вычитаемая из суммы налоговых обязательств) предоставляется компаниям, направляющим инвестиции на внедрение новой техники, оборудования, технологий, и имеют форму скидки, которая устанавливается в процентах от затрат и вычитается из суммы начисленного налога на прибыль. В таких странах, как Канада, Нидерланды этот вычет пропорционален объему затрат на НИОКР, в других – приросту этих затрат за определенный, законодательно установленный отрезок времени (США, Япония, Франция). Как отмечалось выше, в Японии механизм налогового кредита используется с 1967 года и составляет 20 % от прироста квалифицированных затрат на НИОКР, достигнутого по отношению к одному из предыдущих годов с максимальным уровнем аналогичных расходов, но не может превышать 10 % от налоговых обязательств компании [25].

Патентная коробка позволяет компаниям применять льготную ставку налога на доход от разработки и эксплуатации запатентованных изобретений и другой интеллектуальной собственности, введенной в Великобритании (на 10 % ниже обычной). Кроме того, британские налогоплательщики, инвестирующие в стартапы на посевной стадии, имеют льготу в 50 % от подоходного налога. Частные инвесторы, предоставляющие финансовые средства венчурному бизнесу на более поздних стадиях, платят подоходный налог, сокращенный на 30 % [26].

Прямое финансирование научных разработок в ряде мировых стран является важной частью государственной инновационной политики. К данной группе мер можно отнести предоставление государственных грантов, инвестиций и займов на осуществление определенных инновационных проектов и их коммерциализацию. В большинстве ведущих стран мира государственная финансовая поддержка научно-инновационной

деятельности носит подчеркнуто целевой характер и направлена в основном на поддержку фундаментальных исследований. Так, например, для Германии характерно распределение государственных субсидий на фундаментальные, прикладные исследования и опытно-конструкторские разработки в размере, соответственно, 100, 50 и 25 % от потребностей [27].

Привлечение организациями недостающей части средств осуществляется за счет грантов. Таким образом, можно говорить о том, что наиболее приближенные к рынку исследования и разработки призваны в большей степени сами обеспечивать себя финансовыми средствами, реализуя механизмы государственно-частного партнерства. Это, в свою очередь, создает конкуренцию, а следовательно, и стимулы для развития и совершенствования научно-инновационной деятельности.

Значительную роль в финансовом стимулировании научно-инновационной деятельности играют национальные научные фонды и комитеты по науке. Как правило, они предлагают спектр программ по поддержке инновационных проектов посредством предоставления грантов и кредитов. Низкопроцентные займы получили более широкое распространение в Западной Европе. Так, например, в Финляндии Национальное технологическое агентство (ТЕКЕС) выделяет средства, покрывающие 35-60 % необходимых расходов на научно-инновационный проект. В Эстонии такой вид финансирования направлен на поддержку прикладных исследований и может покрывать от 60 до 75 % всех расходов финансируемого проекта [28].

С целью стимулирования научно-инновационной деятельности в Европе активно используются международные программы. Европейские страны участвуют в программах ЕС по финансированию НИОКР. Так, например, Финляндия эффективно использует финансовые возможности Европейского союза для проведения собственных исследований, получая средства, которые превышают объемы ее целевых взносов. В качестве ключевых общеевропейских организаций, регулирующих выделение средств, выступают Европейский исследовательский совет и Европейский научный фонд. Так, Европейский научный фонд является ассоциацией со среднегодовым бюджетом 9 млрд евро, которая объединяет 79 организаций в сфере научных исследований в 30 европейских странах [29].

Как показывает мировая практика государственного финансирования исследований, в Великобритании реализуется система «двойной поддержки». Во-первых, для финансирования стратегических проектов выделяются единовременные субсидии. Во-вторых, Департамент инноваций, университетов и компетенций финансирует исследовательские советы, которые отвечают за реализацию проектов по прикладной тематике. Поэтому использование нескольких путей финансирования проектов обеспечивает стабильность финансовых потоков и конкуренцию в области финансирования инноваций.

Опыт Швейцарии интересен тем, что система инновационного экономического развития основывается на четырехлетних программах сотрудничества государства и различных субъектов инновационной

сферы (компаний, специализированных агентов, венчурных фондов, ведущих учреждений, научно-исследовательских центров). Швейцарский национальный фонд научных исследований и Агентство по продвижению научных разработок оказывают профессиональную помощь в процессе коммерциализации результатов научно-технической деятельности.

Важно отметить и то, что в Японии еще одним стимулирующим механизмом развития инновационной деятельности является выделение «стартовых денег». Данный инструмент предусматривает выделение финансирования государством в сравнительно небольших объемах для реализации проектов на начальных этапах развития инновационного процесса. Тем самым государство берет на себя ответственность за высокий риск проекта и демонстрирует его значимость [30].

В инновационной стратегии *Китая* наука и образование являются главными инструментами подъема и экономического развития. Надо сказать, что государственные интересы Китая в инновационной сфере демонстрируют ориентированность на пионерную модель, в соответствии с которой прямое финансирование инноваций предусматривает создание собственных технологий на базе отечественных фундаментальных исследований.

В США основным инструментом прямой государственной поддержки инновационных процессов является *финансирование на конкурсной основе* территориальных научно-производственных комплексов с участием университетов, исследовательских центров, предприятий и организаций.

Анализ *организации и стимулирования научных разработок инновационного маркетинга* показывает, что многие зарубежные страны активно развивают маркетинг и инновации. Так, США известны своими стартапами и высокими технологиями, а также крупными маркетинговыми агентствами. В то время как в Китае наблюдается быстро растущий рынок с уникальными подходами к цифровому маркетингу и электронной коммерции. Опыт Германии свидетельствует о том, что в стране проводится работа в области B2B, а также существует многообразие маркетинговых стратегий. Великобритания имеет опыт в области креативного маркетинга и новых медиа.

В США существует множество государственных и частных инициатив для поддержки научных исследований и инноваций. Например, Национальный научный фонд (NSF) финансирует исследования в различных областях, включая технологии и инженерное дело. Кроме того, программы вроде Small Business Innovation Research (SBIR) предоставляют гранты мелким предприятиям для разработки новых технологий.

В Китае такие платформы как WeChat и Weibo позволяют компаниям использовать уникальные способы *взаимодействия с клиентами через мессенджеры и социальные медиа*. Активное использование мобильных платежей и приложений для покупок требует инновационных методов привлечения клиентов.

В Германии развита *система «инновационных кластеров»*, где компании, университеты и исследовательские учреждения работают вместе в опреде-

ленных отраслях, таких как автомобилестроение и информационные технологии. Кроме того, государственная поддержка, такая как программа High-Tech Gründerfonds, предлагает финансирование стартапов, работающим над высокими технологиями.

Сингапур активно инвестирует в научные исследования и разработку через свое агентство по науке, технологиям и исследованиям (A*STAR), которая координирует усилия по развитию высоких технологий и инновационного маркетинга. В стране также существуют налоговые льготы для компаний, вкладывающих средства в научные исследования и разработки, что стимулирует развитие новых продуктов [31]. Наряду с этим, активно инвестирует в научные исследования и технологии с акцентом на создание умного города. Программы, такие как «Smart Nation», поддерживают внедрение новых технологий в повседневную жизнь и бизнес. Правительство страны предлагает гранты и налоговые льготы для компаний, занимающихся научными исследованиями и разработками. Вместе с тем в практике применяется использование больших данных для анализа потребительского поведения и оптимизации маркетинговых кампаний.

Швеция занимает высокие позиции в мировом рейтинге инноваций благодаря своим *инвестициям в образование и научные исследования*. Например, программа «Vinnova» поддерживает инновационные проекты и стартапы, предоставляя финансирование и ресурсы для развития новых идей. В Швеции также существует крепкая культура сотрудничества между университетами, правительством и частным сектором, что способствует инновациям [31].

Новая Зеландия *поддерживает инновации через программы*, направленные на исследование и развитие, а также через активное сотрудничество с международными научными сообществами. Здесь также поощряется предпринимательство, что способствует созданию новых стартапов и технологий.

Таким образом, можно отметить, что мировой опыт представляет собой примеры благоприятных экосистем для развития передовых технологий и инноваций в области маркетинга.

Заключение

Изучение мирового опыта организации и стимулирования инновационных процессов показало, что в ведущих странах одновременно применяются механизмы программно-целевого подхода, а также прямого и косвенного финансирования научных разработок. Создание благоприятных условий для развития и повышения эффективности научно-инновационной деятельности является приоритетной задачей государственной инновационной политики. Наряду с этим, в зарубежных странах развито организационно-финансовое направление содействия инновационному бизнесу, которое предполагает предоставление ваучеров, грантов для проведения научных исследований, целевых дотаций, субсидий на НИОКР, создание фондов внедрения научных разработок, облегчение налогообложения, государственные программы, государственно-частное сотрудничество.

Основные особенности использования научных разработок в Республике Беларусь проявляются в следующих формах: оказание государственной поддержки на подготовительном или конструкторско-технологическом этапе реализации инновационных проектов в виде предоставления инновационных ваучеров и (или) грантов; стимулирование и планирование научных разработок осуществляется при помощи научных программ различных уровней; коммерциализацией занимаются Республиканский центр трансфера технологий, Биржа интеллектуальной собственности, Национальный центр интеллектуальной собственности; финансирование инновационной деятельности осуществляет Белорусский инновационный фонд, областные инновационные фонды; венчурное финансирование осуществляет Белорусский инновационный фонд.

Рассмотренные механизмы организации и стимулирования инновационных процессов в зарубежной практике могут стать научно-методической основой для формирования направлений с целью повышения эффективности реализации инновационной политики Республики Беларусь. Эффективное управление требует не только технологических прорывов, но и маркетинговых стратегий, ориентированных на потребителя. Оптимизация этих процессов возможна через усиление мер государственной поддержки, развитие инфраструктуры и культивирование предпринимательской среды, готовой к рискам инновационного маркетинга.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Ермакова, Ж.А. Содержание и соотношение понятий: маркетинг инноваций, инновационный маркетинг, маркетинговые инновации / Ж.А. Ермакова, Н.В. Белоцерковская, О.П. Иванченко // *Инновации*. – 2014. – № 6 (188). – С. 49-54.
2. Котлер, Ф. Основы маркетинга. Краткий курс / Ф. Котлер. – М.: Вильямс, 2007. – 656 с.
3. Эванс, Дж.Р. Маркетинг; пер. с англ. / Дж.Р. Эванс, Б. Берман. – М.: Сирин, 2004. – 278 с.
4. Диксон, П.Р. Управление маркетингом: учеб. пособие для студентов, обучающихся по экономическим направлениям и спец. / П.Р. Диксон. – М.: БИНОМ, 1998. – 556 с.
5. Дойль, П. Маркетинг, менеджмент и стратегии: учебник / П. Дойль, Ф. Штерн [пер.с англ. А. Смольский]. – 4-е изд. – М.: Питер, 2007. – 542 с.
6. Ламбен, Ж.Ж. Менеджмент, ориентированный на рынок: стратегический и операционный маркетинг: учебник для слушателей, обучающихся по программам «Мастер делового администрирования» / Ж.Ж. Ламбен, Р. Чумпитас, И. Шилинг [пер.с англ. И.И. Малкова]. – 2-е изд. – М.: Питер, 2008. – 718 с.
7. Портер, М. Конкуренция / М. Портер. – М.: Вильямс, 2010. – 591 с.
8. Druker, P.F. Innovation and entrepreneurship / P.F. Druker. – New York: Harper & Row, 1985. – 277 p.
9. Голубков, Е.П. Маркетинг: словарь-справочник / Е.П. Голубков. – М.: Академия народного хозяйства при Правительстве РФ: Дело, 2001. – 439 с.
10. Карпова, С.В. Инновационный маркетинг: учебник для вузов / Под общей редакцией С.В. Карповой. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Юрайт, 2024. – 474 с.
11. Очковская, М.С. Маркетинг: новые тенденции и перспективы: учеб. пособие. – 2-е изд., доп. / М.С. Очковская, М.А. Рыбалко – М.: Экономический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова: Проспект, 2023. – 176 с.
12. Акулич, И.Л. Маркетинг: учебник / И.Л. Акулич. – 8-е изд., перераб. и доп. – Минск: Выш. школа, 2014. – 543 с.
13. Дурович, А.П. Основы маркетинга: учеб. пособие / А.П. Дурович. – Минск: РИПО, 2021. – 291 с.
14. Киреенко, Н.В. Маркетинговые инновации как важнейший элемент повышения эффективности товарной стратегии предприятия / Н.В. Киреенко // *Проблемы экономики: сборник научных трудов*. – Минск: Институт системных исследований в АПК НАН Беларуси, 2010. – Вып. 2 (11). – С. 54-66.
15. Котлер, Ф. Латеральный маркетинг. Технология поиска революционных идей / Ф. Котлер. – М.: Альпина Паблишер, 2016. – 206 с.
16. Rogers, E.M. Diffusion of innovations / E.M. Rogers. – 5th Edition. – New York: Simon and Schuster, 2003. – 576 p.
17. Nelson, R. National innovation systems. A comparative analysis / R. Nelson. – New York: Oxford University Press, 1993. – 541 p.
18. Freeman, C. The National Systems of Innovation in Historical Perspective / C. Freeman // *Cambridge Journal of Economics*. – 1995. – Vol. 19. – № 1. – P. 5-24.
19. Стефанин, А.Л. Мировой опыт применения программно-целевого подхода в научно-технической сфере / А.Л. Стефанин // *Новости науки и технологий*. – 2008. – № 3 (9). – С. 56-62.
20. Силкина, Е.В. Зарубежный опыт государственного регулирования инновационной деятельности / Е.В. Силкина // *Инновационные технологии и системы: сб. материалов междунар. форума*. – Минск: ГУ «БелИСА», 2006. – 156 с.
21. Бекета, В.М. Опыт стимулирования инновационного развития США и Японии / В.М. Бекета // *Вестник Белорусского государственного экономического университета*. – 2021. – № 2 (145). – С. 23-33.
22. Береговой, В.А. Инновации: налоговый аспект (зарубежный опыт) / В.А. Береговой // *Налоги*. – 2007. – № 7. – С. 38-39.
23. Гончарова, А.А. Адаптация перспективных страновых практик научных разработок к условиям и требованиям АПК Республики Беларусь / А.А. Гончарова // *Архивариус*. – 2021. – № 7 (1/55). – С. 60-63.
24. Калятин, В.О. Опыт Европы, США и Индии в сфере государственной поддержки инноваций / В.О. Калятин, В.Б. Наумов, Т.С. Никифорова // *Российский Юридический журнал*. – 2011. – № 1 – С. 171-183.
25. Костюнина, Г.М. Международная практика регулирования иностранных инвестиций: учеб. посо-

бие / Г.М. Костюнина, Н.Н. Ливенцев. – М.: Анкил, 2001. – 128 с.

26. Захарова, Н.В. Особенности венчурного инвестирования в Великобританию / Н.В. Захарова, А.В. Лабудин // Управленческое консультирование. – 2019. – № 12. – С. 59-69.

27. Захарова, Н.В. Некоторые особенности формирования инновационной экономики в странах ЕС и США: возможности заимствования опыта в условиях Российской Федерации / Н.В. Захарова, А.В. Лабудин // Управленческое консультирование. – 2018. – № 12. – С. 59-71.

28. Левченко, Л.В. Международный опыт в сфере использования интеллектуального капитала / Л.В. Левченко // Экономика и политика. – 2012. – № 6 (91). – С. 19-25.

29. Гончарова, А.А. Мировой опыт финансирования научно-инновационной деятельности в АПК и его использование в Республике Беларусь / А.А. Гончарова, Г.И. Гануш // Вестник БГСХА. – 2016. – № 3. – С. 16-20.

30. Мировой опыт стимулирования инновационного развития экономики: механизмы, инструменты, перспективы адаптации для Республики Беларусь / Д.В. Муха [и др.]; под науч. ред. Д.В. Мухи / Ин-т экономики НАН Беларуси. – Минск: Беларуская навука, 2020. – 381 с.

31. Захарова, Н.В. Формирование инновационной экономики в Швеции: особенности и перспективы / Н.В. Захарова, А.В. Лабудин // Управленческое консультирование. – 2019. – № 10. – С. 37-48.

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 20.06.2025

Программа балансирования рационов кормов для молочного скота

Программа балансирования рационов разработана по заданию РНТП «Развитие Минской области» и *предназначена* для создания рационов кормов для молочного скота с учетом показателей углеводного состава кормов и чистой энергии лактации.

Программа работает в интерактивном режиме. Пользователь имеет возможность выбрать корма, задав предварительно структуру рациона, и далее в процессе оптимизации отслеживать состояние баланса по всем показателям питательности.

Созданная программа предоставляет животноводам широкие возможности формирования рациона молочного скота.

Интерфейс программы позволяет конечному пользователю редактировать базу данных и пополнять ее за счет местных кормов.

Программа внедряется на молочных фермах Минской области.

Название корма	желаемый %	не более: КГ.
Корнеклубнеплоды, свекла кормовая	0	25
Сенаж из бобовых культур, люцерновый	0	25
Сено МТФ "Русаконич"	0	24
Силос из злаковых культур, кукурузный, молочно-восковая спелость	0	23

Название корма	Запасы (т)	Цена (руб/кг)	ОЭ, МДж	Ср. в-во, кг	р. прот.
Корнеклубнеплоды, свекла кормовая	71,74	1181	1,42	0,108	1
Сенаж из бобовых культур, люцерновый	93,89	2120	4,02	0,422	1
Сено МТФ "Русаконич"	100	0	6,55	0,045	2
Силос из злаковых культур, кукурузный, молочно-восковая спелость	188,4	2160	2,27	0,295	2

СЦЕНАРИИ РАЗВИТИЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ В УСЛОВИЯХ СБЛИЖЕНИЯ ПРОДОВОЛЬСТВЕННЫХ СИСТЕМ БЕЛАРУСИ И РОССИИ

И.А. Войтко,

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

Статья посвящена обоснованию перспектив развития производства сельскохозяйственной продукции Республики Беларусь при условии углубления интеграции Союзного государства в сфере распределения ресурсов, формирования цен на сельскохозяйственную продукцию, а также оплаты труда на период до 2030 г. Фактические данные свидетельствуют, что цены на основные виды ресурсов (газ, бензин, дизельное топливо), потребляемые в сельском хозяйстве, в Республике Беларусь ниже, чем в Российской Федерации. При этом цены на реализуемую сельскохозяйственную продукцию в Беларуси также уступают аналогичным российским показателям. Проведенные прогнозные расчеты показали, что применение в условиях Республики Беларусь цен на ресурсы, реализуемую продукцию, а также доведение величины оплаты труда в сельском хозяйстве до уровня Российской Федерации при прочих равных условиях создадут предпосылки для роста объемов производства и эффективности деятельности.

Ключевые слова: энергетические ресурсы, цена, цены производителей, сельское хозяйство, эффективность, заработная плата, производительность труда.

The article explores the potential for developing agricultural production in the Republic of Belarus, assuming the Union State strengthens its integration in terms of resource distribution, agricultural product pricing and labour remuneration up to 2030. Actual data shows that prices for the main types of resources (gas, petrol, diesel fuel) consumed in agriculture are lower in the Republic of Belarus than in the Russian Federation. At the same time, prices for agricultural products sold in Belarus are also lower than similar Russian indicators. Forecast calculations have shown that applying prices for resources and products sold in Belarus, as well as bringing wages in agriculture up to the level of the Russian Federation, all other things being equal, creates the conditions for growth in production volumes and operational efficiency.

Keywords: energy resources, price, producer prices, agriculture, efficiency, wages, labor productivity.

Введение

Республика Беларусь уже прошла большой путь сближения экономических систем и политик в условиях Союзного государства. В аграрной сфере выработана и действует согласованная экономическая политика. Достигнуты соглашения по большинству вопросов в сфере налогообложения, таможенно-тарифного регулирования, социальной сфере. В рамках Договора о Евразийском экономическом союзе Беларусь приняла на себя обязательства в сфере государственной поддержки производства сельскохозяйственной продукции.

В то же время, наряду с проведением работ в рамках выработки согласованной агропромышленной политики Союзного государства, существует ряд организационных, институциональных и методических вопросов, которые требуют согласования с целью формирования взаимовыгодных условий деятельности государств-членов. Такими вопросами являются порядок и условия доступа к основным ресурсам, потребляемым в сельском хозяйстве, формирование цен на реализуемую сельскохозяйственную продукцию, а

также установление равного уровня оплаты труда в сельском хозяйстве стран. Фактические данные показывают, что производители сельскохозяйственной продукции Российской Федерации имеют возможность приобретать энергетические ресурсы по ценам ниже, нежели белорусские аграрии [1]. При этом цены на реализацию произведенной продукции и уровень оплаты труда в сельском хозяйстве Беларуси отстают от аналогичных российских показателей. Таким образом, выравнивание условий в отмеченных видах деятельности формирует условия для наращивания объемов производства и повышения эффективности деятельности в сельском хозяйстве Республики Беларусь.

Вопросам обоснования взаимовыгодных условий эффективного торгово-экономического сотрудничества в сельском хозяйстве в рамках Союзного государства, формирования эффективной системы государственной поддержки сельского хозяйства уделяют внимание ряд отечественных (В.Г. Гусаков, В.И. Бельский, И.А. Войтко, Н.В. Киреенко) и зарубежных ученых (С.В. Киселев, Е.В. Серова, О.В. Шик) [2-9]. В трудах этих и других авторов отмечается, что при объединении государств с целью установления взаимовы-

годных торгово-экономических условий необходимо выработать для членов объединения такие решения, которые не ущемляли бы интересы партнеров. Однако, как показывает практика, при проведении межгосударственных переговоров национальные приоритеты всегда остаются незыблемыми для благополучия общества государств-участников объединения.

Исходя из этого, целью статьи является обоснование сценарией развития сельского хозяйства Республики Беларусь в условиях сближения продовольственных систем Беларуси и России в сфере формирования цен на энергетические ресурсы, реализуемую сельскохозяйственную продукцию, а также уровня оплаты труда.

Материалы и методы

В ходе исследования изучены над- и национальные нормативно-правовые акты Союзного государства, статистические данные о развитии сельского хозяйства Республики Беларусь и Российской Федерации. Используются следующие методы: системного и сравнительного анализа, монографический, расчетно-конструктивный.

Основная часть

Исследования показали, что на развитие продовольственных систем государств – членов интеграционных структур влияет множество факторов. Но основным побудительным мотивом создания и функционирования таких объединений является возможность более рационального использования имеющегося потенциала для производства агропродовольственной продукции, а также проявление синергетического эффекта. В результате такого процесса происходит выравнивание уровня развития экономических систем государств – членов. При этом, что

немаловажно, как правило, такое выравнивание не предполагает ухудшение показателей одного из членов до уровня менее развитого государства, а создает условия для развития экономических систем всех участников объединения.

В рамках проводимого исследования предпринята попытка определить, как будет развиваться агропродовольственная система Республики Беларусь при условии углубления интеграции Союзного государства по следующим направлениям:

- а) в сфере распределения ресурсов;
- б) в сфере формирования цен на сельскохозяйственную продукцию;
- в) в сфере оплаты труда.

Для проведения расчетов в сфере распределения ресурсов использованы фактические официальные статистические данные Евразийской экономической комиссии, а также Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь. В таблице 1 с использованием средних цен производителей на отдельные виды промышленной продукции приведены данные о стоимости электроэнергии, бензина, дизельного топлива, теплоэнергии, потребляемых в сельском хозяйстве в государствах – членах Союзного государства.

Данные таблицы 1 свидетельствуют, что средние цены на основные виды ресурсов, потребляемых, в том числе и в сельском хозяйстве, в Российской Федерации ниже, нежели в Республике Беларусь и это превышение значительно. При наличии возможности доступа белорусских производителей сельскохозяйственной продукции к ресурсам по ценам Российской Федерации создаются условия для снижения себестоимости производимой ими продукции.

По данным Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, сельскохозяй-

Таблица 1. Цены на основные энергетические ресурсы, потребляемые в сельском хозяйстве в государствах – членах Союзного государства, руб.

Вид ресурса/страна	На начало года			
	2023	2024	2025	Июнь 2025
Газ природный естественный, руб./ тыс. куб. м				
Республика Беларусь	376	383	385	421
Российская Федерация	117	118	113	140
Превышение цены Республики Беларусь над ценой Российской Федерации, %	321	325	341	301
Бензин автомобильный, руб./л				
Республика Беларусь	2 149	1 992	2 038	2 210
Российская Федерация	630	822	950	1 272
Превышение цены Республики Беларусь над ценой Российской Федерации, %	341	242	215	174
Топливо дизельное, руб./л				
Республика Беларусь	2 107	1 948	2 015	2 181
Российская Федерация	1 409	1 500	1 431	1 454
Превышение цены Республики Беларусь над ценой Российской Федерации, %	150	130	141	150
Электроэнергия, отпущенная различным категориям потребителей, руб./ кВт ч				
Республика Беларусь	250	273	291	336
Российская Федерация	170	160	171	194
Превышение цены Республики Беларусь над ценой Российской Федерации, %	147	171	170	173

ственные организации расходуют ежегодно порядка 500,0 тыс. т дизельного топлива, 40 тыс. т бензина и 240 тыс. куб. м газа (табл. 2).

На основании таблиц 1, 2 было определено возможное снижение себестоимости производимой продукции (табл. 3).

Таким образом, сельскохозяйственные организации Беларуси при возможности доступа к основным энергетическим ресурсам, потребляемым в производстве, имеют возможность снизить себестоимость производимой продукции в среднем на 4 %.

Исходя из этого, строились сценарные варианты развития производства сельскохозяйственной продукции на перспективу до 2030 г. На первоначальном этапе проведения расчетов была проанализирована динамика основных экономических показателей, характеризующих уровень развития сельского хозяйства Республики Беларусь, а также установлены средние за последние 10 лет темпы их роста (табл. 4).

Таким образом, прогноз строился в целом по совокупности сельскохозяйственных организаций с учетом среднегодового темпа роста выручки от реализации продукции и себестоимости ее производства. Расчеты показали, что в среднем за последние 10 лет выручка от реализации продукции росла на 11,9 %,

себестоимость – на 11,2 %. Итоговым прогнозным показателем принималась рентабельность реализованной продукции (табл. 5).

Важным моментом при проведении расчетов явилось то, что на перспективу не предусматривалась оценка степени влияния на рентабельность других факторов, т. е. расчеты проводились по принципу «при прочих равных условиях».

При проведении прогнозных расчетов в сфере формирования цен на сельскохозяйственную продукцию использовались цены производителей сельскохозяйственной продукции на основные виды продукции Российской Федерации, приведенные на сайте Федеральной службы государственной статистики, и Республики Беларусь, приведенные на сайте Национального статистического комитета. Данные показывают, что средние цены производителей сельскохозяйственной продукции в России превышают цены производителей Беларуси. Об этом свидетельствует соотношение цен, которое в большинстве случаев превышает единицу. Среднее за 10 лет соотношение по продукции представлено на рисунке 1.

Как и в предыдущем случае, прогноз развития агропродовольственной системы Республики Беларусь при условии углубления интеграции Союзного

Таблица 2. Расход энергетических ресурсов на производственные цели сельскохозяйственными организациями Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь

Вид ресурса	Годы		
	2022	2023	2024
Дизельное топливо, т	508 795,5	497 569	486 913
Бензин, т	41 332,4	41 471	39 264
Электроэнергия, тыс.кВт-ч.	1 157 035	1 201 051	1 212 880
Газ, тыс. куб. м	260 546	257 071	244 270

Таблица 3. Возможное снижение себестоимости производства продукции сельскохозяйственными организациями Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь при применении цен Российской Федерации на отдельные виды ресурсов

Вид ресурса/страна	На начало года		
	2022	2023	2024
Газ природный естественный, млн руб.	67,5	68,1	66,4
Бензин автомобильный, млн руб.	62,8	48,5	42,7
Топливо дизельное, млн руб.	355,1	222,9	284,4
Электроэнергия, отпущенная различным категориям потребителей, млн руб.	92,6	135,7	145,5
СНИЖЕНИЕ себестоимости ИТОГО, млн руб.	578,0	475,3	539,1
Возможное снижение себестоимости, %	5,2	3,83	3,98

Таблица 4. Темпы роста основных экономических показателей, характеризующих уровень развития сельского хозяйства Республики Беларусь, млн руб.

Показатель	Год									
	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Выручка от реализации продукции, %	---	106,8	118,0	105,1	110,2	112,9	115,8	122,1	108,4	108,8
Средний темп роста за 10 лет										111,9
Себестоимость реализованной продукции, %	---	105,2	111,2	109,2	109,8	111,7	115,4	117,2	112,0	109,2
Средний темп роста за 10 лет										111,2

Таблица 5. Прогноз формирования рентабельности реализованной продукции по сельскохозяйственным организациям Республики Беларусь до 2030 г., млн руб.

Показатель	2024 г (факт)	Прогноз					
		2025	2026	2027	2028	2029	2030
Без учета доступа к энергетическим ресурсам по ценам Российской Федерации, %	5,4	6,13	6,83	7,55	8,18	8,80	9,44
С учетом доступа к энергетическим ресурсам по ценам Российской Федерации, %	5,4	7,60	9,79	12,02	12,65	13,28	13,91



Рисунок 1. Среднее соотношение цен производителей Российской Федерации и Республики Беларусь, 2015-2024 гг.

государства построен с учетом среднего сложившегося за последние 10 лет индекса цен на отобранные виды сельскохозяйственной продукции, а также установленных темпов роста объемов производства. На основе фактических объемов производства и среднегодовых темпов их роста выполнен прогноз объемов реализации сельскохозяйственной продукции, включенных в расчеты (табл. 6). При этом по продукции, по которой установлено снижение объемов реализации, темп роста установлен на уровне 1.

Далее был определен перспективный объем выручки от реализации видов продукции, включенных в перечень для анализа с использованием цен Республики Беларусь и цен Российской Федерации (табл. 7.)

Выручка от реализации отобранных видов продукции в динамике занимает порядка 68 % в структуре совокупной выручки от реализации продукции в сельскохозяйственных организациях Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь (рис. 2).

Таким образом, был построен прогноз совокупной выручки от реализации продукции по ценам Республики Беларусь и Российской Федерации при сохранении их среднегодового темпа роста (табл. 8).

Расчеты показывают, что применение подхода Российской Федерации к ценообразованию в Республике Беларусь позволяет при прочих равных условиях существенно повысить результаты деятельности сельскохозяйственных организаций.

В сфере оплаты труда перспективные расчеты проводились исходя из следующих условий и предположений:

1. Исследования показали, что в Российской Федерации уровень оплаты труда превышает сложившийся таковой в Республике Беларусь. Учитывая, что оплата труда является социальным аспектом, и государства, по мере возможности, стремятся не снижать ее уровень, особенно в сельском хозяйстве, в своих расчетах исходили из необходимости доведения оплаты труда в белорусских сельскохозяйственных

Таблица 6. Прогноз объемов реализации основных видов сельскохозяйственной продукции сельскохозяйственными организациями Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, 2025-2030 гг., тыс. т

Продукция	Годы					
	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Зерновые культуры	2543,7	2543,7	2543,7	2543,7	2543,7	2543,7
Картофель	136,6	136,6	136,6	136,6	136,6	136,6
Крупный рогатый скот (в живом весе)	445,9	449,9	454,0	458,1	462,3	466,5
Свиньи (в живом весе)	122,8	122,8	122,8	122,8	122,8	122,8
Птица сельскохозяйственная живая	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
Молоко сырое крупного рогатого скота	6481,7	6699,1	6923,7	7155,9	7395,9	7644,0
Яйца куриные в скорлупе свежие	2009,8	2016,2	2022,7	2029,2	2035,7	2042,2

Таблица 7. Выручка, рассчитанная исходя из запланированных объемов производства и цен Республики Беларусь с учетом среднегодового темпа роста цен, 2025–2030 гг., млн руб.

Продукция	Годы					
	2025	2026	2027	2028	2029	2030
с учетом цен Республики Беларусь						
Зерновые культуры	1295,7	1423,4	1563,6	1717,7	1886,9	2072,9
Картофель	49,8	52,3	55,0	57,7	60,7	63,8
Крупный рогатый скот (в живом весе)	1799,8	1948,2	2108,8	2282,6	2470,7	2674,3
Свиньи (в живом весе)	524,3	556,3	590,2	626,2	664,5	705,0
Птица сельскохозяйственная живая	3,3	3,6	3,9	4,2	4,5	4,9
Молоко сырое крупного рогатого скота	7948,6	9134,8	10498,1	12064,8	13865,4	15934,6
Яйца куриные в скорлупе свежие	471,8	510,4	552,1	597,2	646,0	698,7
с учетом цен Российской Федерации						
Зерновые культуры	1139,1	1218,3	1303,2	1393,9	1490,9	1594,7
Картофель	86,2	91,5	97,3	103,4	109,8	116,7
Крупный рогатый скот (в живом весе)	2998,2	3349,3	3741,6	4179,8	4669,3	5216,1
Свиньи (в живом весе)	541,5	569,0	598,0	628,4	660,3	693,9
Птица сельскохозяйственная живая	4,7	5,2	5,7	6,2	6,7	7,4
Молоко сырое крупного рогатого скота	8946,9	10160,5	11538,8	13104,1	14881,6	16900,3
Яйца куриные в скорлупе свежие	660,6	740,3	829,5	929,6	1041,7	1167,3

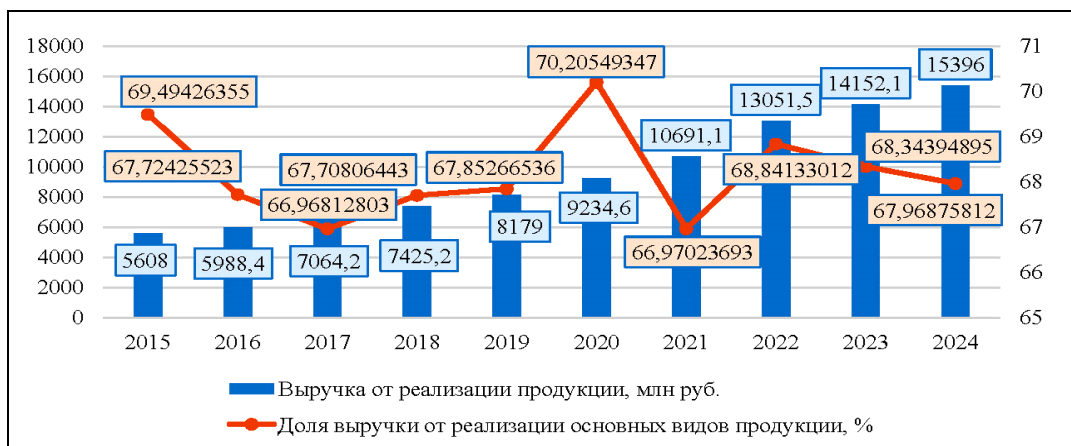


Рисунок 2. Структура товарной продукции в сельскохозяйственных организациях Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, 2015–2024 гг., %

Таблица 8. Прогноз совокупной выручки, прибыли и рентабельности реализации продукции по ценам Республики Беларусь и Российской Федерации, 2025-2030 гг.

Показатель	Годы					
	2025	2026	2027	2028	2029	2030
с учетом цен Республики Беларусь						
Выручка, рассчитанная исходя из запланированных объемов производства и цен Республики Беларусь с учетом среднегодового темпа роста цен, млн руб.	17784,2	20042,5	22605,2	25515,3	28821,5	32579,7
Себестоимость реализованной продукции плюс расходы на реализацию, млн руб.	16243,4	18071,4	20105,1	22367,7	24884,9	27685,4
Прибыль от реализации продукции, млн руб.	1540,8	1971,1	2500,1	3147,6	3936,6	4894,3
Рентабельность реализованной продукции, %	9,49	10,91	12,44	14,07	15,82	17,68
с учетом цен Российской Федерации						
Выручка, рассчитанная исходя из запланированных объемов производства и цен Республики Беларусь с учетом среднегодового темпа роста цен, млн руб.	21142,9	23726,9	26638,3	29919,4	33618,2	37788,8
Себестоимость реализованной продукции плюс расходы на реализацию, млн руб.	16243,4	18071,4	20105,1	22367,7	24884,9	27685,4
Прибыль от реализации продукции, млн руб.	4899,5	5655,5	6533,2	7551,7	8733,3	10103,4
Рентабельность реализованной продукции, %	30,2	31,3	32,5	33,8	35,1	36,5

организациях до уровня российских производителей.

2. Рост размера фонда оплаты труда приведет к

увеличению себестоимости производимой сельскохозяйственной продукции, что при прочих равных

условиях отразится на показателях эффективности на перспективу, т.е. может привести к их снижению. Поэтому в расчетах исходили из того, что увеличение уровня заработной платы должно привести к соответствующему росту производительности труда, т. е. соблюдалось условие – темп роста заработной платы должен быть не выше темпа роста производительности труда.

3. В расчетах предполагали доведение оплаты труда до уровня Российской Федерации, в перспективе в течение трех лет (2025-2027 гг.).

Фактические данные об уровне заработной

платы в Республике Беларусь и Российской Федерации приведены в таблице 9. Исходя из сложившегося темпа роста основных экономических показателей, автором выполнен прогноз развития сельского хозяйства Республики Беларусь до 2030 года, где темпы роста планировались на уровне фактически сложившегося темпа роста производительности труда (табл. 10).

Средний темп роста среднегодовой численности работников, занятых в сельском хозяйстве, за последние годы составил 96 %, что свидетельствует о снижении численности. Учитывая, что такое

Таблица 9. Среднемесячная номинальная заработная плата по виду экономической деятельности «Сельское, лесное и рыбное хозяйство», 2022-2024 гг., руб.

Показатель	Годы			Средний темп роста
	2022	2023	2024	
Среднемесячная номинальная заработная плата по виду экономической деятельности «Сельское, лесное и рыбное хозяйство» в Республике Беларусь, руб.	845	1 496	1 833	1,47
Среднемесячная номинальная заработная плата по виду экономической деятельности «Сельское, лесное и рыбное хозяйство» в Российской Федерации, руб.	1 769	2 601	2 232	1,12
Соотношение уровня заработной платы в сельском хозяйстве Российской Федерации и Республики Беларусь	2,1	1,7	1,2	1,68
Произведено валовой продукции сельского хозяйства на одного среднегодового работника, занятого в сельскохозяйственном производстве, руб.	78 440	99 872	112 341	1,20
Среднегодовая численность работников, занятых в сельскохозяйственном производстве, чел.	169 618	165 683	157 507	0,96
Валовая продукция сельского хозяйства в сопоставимых ценах – всего, млн. руб.	13 305	16 547	17 694	1,15
Фактические затраты на оплату труда с отчислениями на социальные нужды, млн руб.	3 061	3 701	4 257	1,18

Таблица 10. Прогноз развития сельского хозяйства Республики Беларусь с учетом и без учета доведения уровня оплаты труда до уровня Российской Федерации, 2025-2030 гг.

Показатель	Годы					
	2025	2026	2027	2028	2029	2030
с учетом уровня оплаты труда Республики Беларусь						
Среднемесячная номинальная заработная плата по виду экономической деятельности «Сельское, лесное и рыбное хозяйство» в Республике Беларусь, руб.	2 194	2 625	3 142	3 760	4 499	5 385
Произведено валовой продукции сельского хозяйства на одного среднегодового работника, занятого в сельскохозяйственном производстве, тыс. руб.	134,4	161	193	230	276	330
Среднегодовая численность работников, занятых в сельскохозяйственном производстве, чел.	157507	157507	157507	157507	157507	157507
Валовая продукция сельского хозяйства в сопоставимых ценах – всего, млн руб.	21 176	25 342	30 328	36 294	43 435	51 980
с учетом уровня оплаты труда Российской Федерации						
Среднемесячная номинальная заработная плата по виду экономической деятельности «Сельское, лесное и рыбное хозяйство» в Республике Беларусь, руб.	2 693	3 958	5 816	6 960	8 329	9 968
Произведено валовой продукции сельского хозяйства на одного среднегодового работника, занятого в сельскохозяйственном производстве, тыс. руб.	165	243	356	427	510	611
Среднегодовая численность работников, занятых в сельскохозяйственном производстве, чел.	157507	157507	157507	157507	157507	157507
Валовая продукция сельского хозяйства в сопоставимых ценах – всего, млн руб.	26 001	38 207	56 143	67 188	80 407	96 226

положение является отрицательным и правительством принимаются меры по привлечению работников в сельское хозяйство, то на перспективу в расчетах не планировалось снижение численности работников. Так как фактически сложившиеся темпы роста заработной платы в сельском хозяйстве Республики Беларусь были выше темпов роста производительности труда, то в расчетах перспективного уровня заработной платы принимали фактически сложившийся темп роста производительности труда.

Заключение

Выполненные исследования по обоснованию сценарных вариантов развития сельского хозяйства Республики Беларусь на национальном уровне позволяют сделать следующие выводы:

1. В последние годы Республикой Беларусь и Российской Федерацией проведена большая работа по сближению продовольственных систем. В то же время фактические данные показывают наличие значительных расхождений в экономических условиях хозяйствования производителей сельскохозяйственной продукции двух стран. Так, стоимость основных энергетических ресурсов, используемых в сельском хозяйстве, для субъектов Республики Беларусь обходится дороже (дизельное топливо, в среднем в 1,5 раза, бензин автомобильный – в два раза). При этом цены на сельскохозяйственную продукцию, реализуемую производителями сельскохозяйственной продукции в Республике Беларусь, ниже (на крупный рогатый скот в живом весе – на 42 %, молоко – на 24 %, птица – на 41 %). Установлены также существенные расхождения в уровне оплаты труда. Белорусские производители сельскохозяйственной продукции в среднем за последние три года получали на 70 % меньше. Все это было учтено при построении прогнозов.

2. Выполненный прогноз развития сельского хозяйства Республики Беларусь с учетом доведения цен на потребляемые энергоресурсы до уровня Российской Федерации показал, что последующее за этим снижение себестоимости производимой и реализованной продукции позволит обеспечить рост рентабельности реализованной продукции, в среднем на 3-4 п. п. Перспективы развития сельского хозяйства Республики Беларусь с учетом доведения цен на сельскохозяйственную продукцию, реализуемую белорусскими сельскохозяйственными производителями до уровня Российской Федерации, показали, что последующий за этим рост выручки и прибыли от реализации продукции позволит

создать условия для роста рентабельности реализованной продукции до уровня 36 %.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Статистика ЕЭК: [Официальный сайт Евразийской экономической комиссии]. – URL: https://eec.eaeunion.org/comission/department/dep_stat/union_stat/current_stat/prices/tables/tables_PPI/index_PPI.php (дата обращения: 25.09.2025).
2. Войтко, И.А. Рекомендации по формированию методологических подходов по совершенствованию системы государственной поддержки сельского хозяйства с учетом оценки эффективности ее применения / И.А. Войтко, Н.В. Киреенко. – Минск: БГАТУ, 2023. – 155 с.
3. Войтко, И.А. Прямое бюджетное субсидирование как фактор устойчивого развития сельскохозяйственного производства Республики Беларусь / И.А. Войтко // Вести Национальной академии наук Беларуси. Серия аграрных наук. – 2023. – № 2. – С. 95-108.
4. Бельский, В.И. Экономический механизм государственного регулирования сельскохозяйственного производства: теория, методология, практика / В.И. Бельский. – Минск: Ин-т систем. исслед. в АПК НАН Беларуси, 2018. – 265 с.
5. Гусаков, В. Как обеспечить устойчивость, конкурентность и эффективность национального АПК / В. Гусаков // Аграрная экономика. – 2020. – № 2 (297). – С. 3-11.
6. Киреенко, Н.В. Диверсификация государственной поддержки сельского хозяйства в Беларуси с учетом международных требований и обязательств / Н.В. Киреенко, И.А. Казакевич // Белорусский экономический журнал. – 2018. – № 4. – С. 65-76.
7. Киреенко, Н.В. Развитие научных основ интеграционного потенциала агропродовольственной сферы Республики Беларусь на основе мирового опыта / Н.В. Киреенко, И.А. Войтко, С.И. Горанец // Агропанорама. – 2024. – № 5. – С. 36-43.
8. Киселев, С.В. Агропродовольственный экспорт России в условиях пандемического шока / С.В. Киселев // Научные исследования экономического факультета. – 2021. – Т. 13, № 3. – С. 46-56.
9. Серова, Е.В. Мировая аграрная политика / Е.В. Серова, О.В. Шик. – М.: ГУ ВШЭ, 2007. – 407 с.

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 06.10.2025

УДК 631.152:658.8:631.145

<https://doi.org/10.56619/2078-7138-2025-171-5-44-48>

МЕТОДИКА ОБОСНОВАНИЯ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПО ВЫБОРУ ЭФФЕКТИВНЫХ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ИНСТРУМЕНТОВ СИСТЕМЫ АДАПТИВНОГО МАРКЕТИНГА В КООПЕРАТИВНО-ИНТЕГРАЦИОННЫХ СТРУКТУРАХ АПК

А.Э. Грибова,

аспирант каф. экономики и управления в АПК ГГАУ

В статье определены основные методические подходы к оценке результативности маркетинговой деятельности кооперативно-интеграционных структур АПК. Разработана поэтапная методика обоснования управленческих решений по выбору эффективных экономических инструментов системы адаптивного маркетинга. В дополнение обоснован комплекс мероприятий по повышению эффективности системы адаптивного маркетинга в кооперативно-интеграционных структурах АПК.

Ключевые слова: адаптивный маркетинг, методика, кооперативно-интеграционные структуры, система показателей, эффективность.

This article defines the main methodological approaches to assessing the marketing performance of cooperative and integrated structures in the agro-industrial complex. A step-by-step methodology for substantiating management decisions on the selection of effective economic instruments for an adaptive marketing system is developed. In addition, a set of measures to improve the effectiveness of the adaptive marketing system in cooperative and integration structures of the agro-industrial complex is justified.

Keywords: adaptive marketing, methodology, cooperative-integration structures, performance indicators, efficiency.

Введение

В современных условиях развития экономики Республики Беларусь успешное функционирование кооперативно-интеграционных структур АПК во многом определяется принятием рациональных управленческих решений по выбору эффективных экономических инструментов системы адаптивного маркетинга. Такой подход позволяет проводить комплексный анализ целевой аудитории и мониторинг сложившейся ценовой политики на рынке, выстраивать долгосрочные и взаимовыгодные отношения с потенциальными потребителями, а также своевременно внедрять инновационные и цифровые технологии.

Для оптимизации и контроля используемых инструментов необходима оценка результативности маркетинговой деятельности кооперативно-интеграционных структур АПК на основе комплексного контроля, позволяющего проводить анализ реализации маркетинговой политики, стратегии, планов и мероприятий. Обобщение научных подходов показало, что И.Л. Акулич [1], Г.Л. Багиев, В.М. Тарасевич, Х. Анн [2], Дж. Р. Эванс, Б. Берман [3], Ф.И. Евдокимов, В.М. Гавва [4] придерживаются концепции системного менеджмента с оценкой производственно-коммерческой и маркетинговой деятельности; Н.В. Киреенко выделяет подход оценки маркетингового потенциала субъектов АПК, а именно – анализ

производственного, трудового, экономического и управленческого потенциалов [5]; Н.К. Моисеева и М.В. Кобышева используют определение маркетинговой активности организации на рынке и анализируют показатели активности по функциям и обобщающие показатели [6]; Ф. Котлер, К.Л. Келлер предлагают рассчитывать маркетинговые затраты и инвестиции в качестве вводимых ресурсов в краткосрочном периоде [7]; М. Лейтон основывается на расчете 10 ключевых показателей Agile управления проектами [8]; А.П. Панкрухин предлагает проводить экономическую оценку эффективности цифровой маркетинговой деятельности [9]; Ф. Котлер, Г. Армстронг, Дж. Сандорс, В. Вонг [10], А. П. Мищенко, А.И. Банникова, М.Х. Биктемирова выделяют оценку эффективности маркетингового контроля субъектов [11].

Осуществление системного исследования позволило установить, что существует ряд проблем в оценке управленческих решений по выбору эффективных инструментов системы адаптивного маркетинга. Так, выработан широкий перечень используемых показателей, который сложно использовать в практической оценке деятельности кооперативно-интеграционных систем АПК. Кроме того, отсутствие фокусировки на современных тенденциях развития маркетинга, а именно информационно-коммуникационных и цифровых технологиях, позволяет проводить односторонний анализ только части маркетинговой деятельности и др.

В данном контексте основная цель статьи состоит в обосновании и апробации поэтапного алгоритма определения управленческих решений по выбору эффективных экономических инструментов системы адаптивного маркетинга в кооперативно-интеграционных структурах с учетом современных особенностей функционирования АПК.

Материалы и методы

Научное исследование базировалось на изучении и систематизации трудов отечественных и зарубежных ученых по вопросам экономики, управления и маркетинга. Использовались методы системного и сравнительного анализа.

Основная часть

Разработанная автором методика обоснования управленческих решений по выбору эффективных экономических инструментов системы адаптивного маркетинга в кооперативно-интеграционных структурах АПК предполагает проведение системной оценки маркетинговой деятельности. Разработка представляет собой поэтапный алгоритм, новизна которой определяется в комплексности подхода к оценке инструментов системы адаптивного маркетинга, совершенствовании организационно-экономических отношений в условиях развивающейся цифровой трансформации (рис. 1).

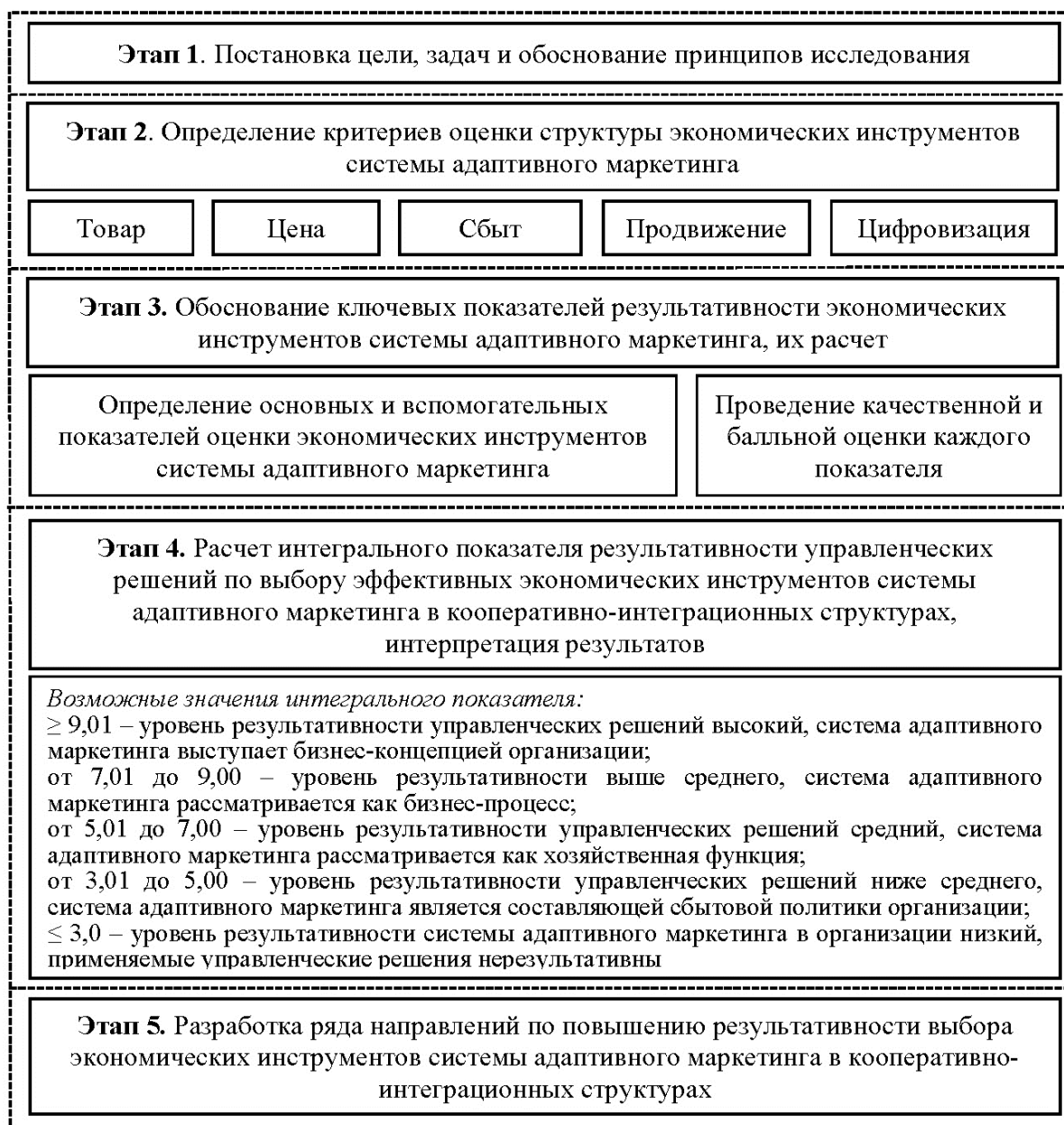


Рисунок 1. Методика оценки управленческих решений по выбору эффективных экономических инструментов системы адаптивного маркетинга в кооперативно-интеграционных структурах АПК

На первом этапе проводится постановка цели и задач, определение принципов исследования. Целью разработки является выбор рациональных экономических инструментов системы адаптивного маркетинга в кооперативно-интеграционных структурах АПК, направленных на корректировку стратегии маркетинга в организации и повышение качества принятия управленческих решений, укрепление финансового положения, рост жизненного цикла и конкурентоспособности продукции сельского хозяйства и продовольствия, а также формирование положительного имиджа субъекта (бренда) как производителя и партнера.

Основными задачами методики являются:

- постановка цели и задач, обоснование принципов разработки;
- выбор объекта оценки;
- формирование критериев оценки системы экономических инструментов адаптивного маркетинга;
- определение основных и вспомогательных ключевых показателей результативности системы адаптивного маркетинга в кооперативно-интеграционных структурах АПК и их расчет;
- определение основных направлений по повышению эффективности экономических инструментов системы адаптивного маркетинга.

Анализ инструментов системы адаптивного маркетинга кооперативно-интеграционных структур АПК должен основываться на методических принципах SMART:

- конкретность (specificity) – характеристика и расчет показателя должен быть понятен третьим сторонам;
- измеримость (measurability) – возможность определения показателя по какой-либо школе и выполнения допустимых математических преобразований;
- достижимость (attainable) – показатель должен соответствовать цели функционирования системы и охватывать все существенные аспекты ее достижения;
- актуальность (relevant) – показатель должен быть значимым, обоснованным и опираться на долгосрочную стратегию организации;
- ограниченность во времени (time limitation) – анализ значения показателей должен выполняться со строго определенной периодичностью и с незначительным промежутком между сроками сбора информации и ее использования.

Второй этап предусматривает определение критериев оценки структуры экономических инструментов системы адаптивного маркетинга. В основе структурных составляющих экономических инструментов системы адаптивного маркетинга в кооперативно-интеграционных структурах нами предлагаются основные элементы базовой модели комплекса маркетинга – «4Р» (product, price, place, promotion) с учетом расширяющейся цифровой трансформации. Таким образом, основными составляющими системы экономических инструментов будут выступать: товар – цена – сбыт – продвижение – цифровизация, позволяющие на основе комплексной оценки и выявленных перспектив формировать и контролировать управленческие решения по выбору оптимальных

экономических инструментов системы адаптивного маркетинга в кооперативно-интеграционных структурах в кратко-, средне- и долгосрочные периоды.

Третьим этапом выступает определение и обоснование ключевых критериев анализа результативности принятия управленческих решений, характеризующих выбор эффективных экономических инструментов системы адаптивного маркетинга в кооперативно-интеграционных структурах, который включает качественную оценку основных показателей (отношение отчетного года к предыдущему) и балльную оценку вспомогательных показателей (за отчетный год):

- оценка инструментов товарного потенциала (Π_T): (основные: индекс роста объема производства продукции, индекс роста объема производства инновационной продукции, индекс роста затрат на производство продукции, индекс роста стоимости запасов готовой продукции, индекс роста численности промышленно-производственного персонала; вспомогательные: количество видов выпущенной новой продукции, количество видов выпущенной инновационной продукции);

- оценка инструментов ценового потенциала (Π_C): (основные: индекс роста цены по основному виду продукции на внутреннем рынке, индекс роста цены по основному виду продукции на внешнем рынке, индекс роста затрат на реализацию продукции, работ, услуг, индекс роста цены по основному виду инновационной продукции, индекс роста валовой прибыли; вспомогательные: количество возможных вариантов расчета, характер комплексного исследования цен на рынке);

- оценка инструментов сбытового потенциала (Π_C): (основные: индекс роста прибыли от реализации продукции, индекс роста объема реализации продукции на внутреннем рынке, индекс роста объема реализации продукции на внешнем рынке, индекс роста расходов на реализацию продукции, работ, услуг, индекс роста расходов на реализацию инновационной продукции; вспомогательных: количество зарубежных рынков сбыта, количество объектов собственной торговой сети);

- оценка инструментов потенциала продвижения (Π_P): (основные: индекс роста расходов на маркетинг, индекс роста объема рекламных расходов в выручке от реализации продукции, индекс роста возврата инвестиций от продвижения, индекс роста среднего чека, индекс роста стоимости привлечения нового клиента; вспомогательные: количество мероприятий, способствующих продвижению бренда, наличие товарного знака, товарной марки, количество брендов);

- оценка инструментов цифрового потенциала ($\Pi_{ЦФ}$): (основные: индекс роста цифровой квалификации кадров в отделе, индекс роста производительности труда, индекс роста нематериальных активов; индекс роста управленческих расходов; индекс роста основных производственных средств; вспомогательные: использование адаптивных маркетинговых инструментов; использование в маркетинге современных информационных технологий).

На четвертом этапе осуществляется расчет интегрального показателя результативности управленческих решений по выбору эффективных экономических инструментов системы адаптивного маркетинга в кооперативно-интеграционных структурах (I_n). Данный показатель предлагается рассчитывать, как произведение средних показателей качественной оценки основных показателей результативности и средней балльной оценки вспомогательных показателей по каждому из структуры экономических инструментов системы адаптивного маркетинга:

$$I_n = \sqrt{P_r * P_c * P_s * P_n * P_{cf}}$$

Возможные значения интегрального показателя представлены на рисунке 1.

Пятый этап предусматривает разработку направлений по повышению результативности выбора экономических инструментов системы адаптивного маркетинга в кооперативно-интеграционных структурах АПК по основным составляющим структуры экономических инструментов (сбыт – товар – цена – продвижение – цифровизация).

Методика апробирована на примере кооперативно-интеграционных структур: ОАО «Милкавита»; ОАО «Рогачевский МКК»; ОАО «АФПК «Жлобинский мясокомбинат»; ОАО «Калинковичский мясокомбинат»; ОАО «Агрокомбинат «Скидельский». На основании расчетов уровень результативности управленческих решений на ОАО «Милкавита» и ОАО «Рогачевский МКК» является высоким – 19,95 и 9,39

соответственно. Система адаптивного маркетинга выступает бизнес-концепцией организации. На ОАО «АФПК «Жлобинский мясокомбинат» и ОАО «Калинковичский мясокомбинат» уровень результативности управленческих решений составляет 6,62 и 6,09 соответственно, что характеризует развитие системы адаптивного маркетинга как бизнес-процесса. У ОАО «Агрокомбинат «Скидельский» среди анализируемых субъектов уровень результативности управленческих решений равен 5,00. Данная оценка рассматривается как ниже среднего, где система адаптивного маркетинга является составляющей сбытовой политики организации.

В дополнение и с учетом специфики методики разработан комплекс мер по повышению результативности принятия управленческих решений по выбору экономических инструментов системы адаптивного маркетинга в кооперативно-интеграционных структурах, представленный в таблице 1.

Таким образом, для эффективного функционирования кооперативно-интеграционных структур АПК и обеспечения их конкурентоспособности необходимо регулярно осуществлять оценку результативности ключевых показателей по выбору эффективных экономических инструментов системы адаптивного маркетинга.

Заключение

В результате обоснования и апробации поэтапного алгоритма определения управленческих решений по выбору эффективных экономических инстру-

Таблица 1. Комплекс мер по повышению результативности принятия управленческих решений в сфере адаптивного маркетинга кооперативно-интеграционных структур АПК

Направление по повышению уровня результативности	Комплекс мер
товарного потенциала	Выпуск новых и инновационных видов продукции с учетом современных трендов в питании (интерес к натуральной и полезной продукции, снижение сахара, продукция с высоким содержанием белка, готовые к употреблению продукты и др.)
ценового потенциала	Внедрение системы управления ценообразованием (pricing management software), позволяющей: – объединить товары в различные ценовые группы; – установить ограничения по максимальным и минимальным ценам; – назначить варианты расчета для товаров, настройка скидок, акций, анализ всех зарегистрированных видов цен; – проводить расчет Unit-экономики и ABC-анализа
сбытового потенциала	Построение автоматизированной системы взаимодействия с клиентами CRM (customer relationship management) с целью автоматизации и оптимизации процессов сбыта, маркетинга, менеджмента. Для расширения производственно-сбытового потенциала целесообразен выход на внутренние и внешние цифровые торговые площадки
потенциала продвижения	Формирование и развитие инструментов «входящего маркетинга», включающего в себя: <i>SEO-маркетинг</i> , а именно развитие веб-сайта организации, которое позволит повысить видимость в поисковых системах, тем самым позволит привлечь новых клиентов; развитие <i>социальных страниц организации</i> (Instagram, Telegram), обеспечивающих охват широкого круга целевой аудитории; развитие <i>контент-маркетинга</i> , обеспечивающего завоевание доверия потребителей через распространение полезной информации и др.
цифрового потенциала	Использование автоматизации маркетинга, в том числе внедрение специализированных программ, ботов, сервисов в целях оптимизации процессов коммуникации с потребителями и подсчета взаимодействий. Повышение цифровой квалификации кадров (онлайн/офлайн)

ментов системы адаптивного маркетинга в кооперативно-интеграционных структурах с учетом современных особенностей функционирования АПК получены следующие научные результаты:

1. Систематизированы научные подходы отечественных и зарубежных ученых к оценке показателей результативности по выбору эффективных экономических инструментов системы адаптивного маркетинга, базирующиеся на концепции системного менеджмента, определении маркетингового потенциала субъектов АПК, экономической оценке эффективности цифровой маркетинговой деятельности и маркетингового контроля субъектов.

2. Разработана методика оценки ключевых показателей результативности по выбору эффективных экономических инструментов системы адаптивного маркетинга, представляющая собой поэтапный алгоритм последовательных действий по обоснованию интегрального показателя, позволяющая комплексно изучить основные составляющие, а именно: товарный, ценовой, сбытовой, потенциал продвижения и цифровой потенциал на основе основных и вспомогательных критериев результативности. Новизна методики заключается в том, что она позволяет комплексно систематизировать маркетинговые показатели, характеризующие результаты управленческих решений, и на их основании разрабатывать перспективные стратегии развития организации.

3. Предложен комплекс мер по повышению результативности принятия управленческих решений в сфере адаптивного маркетинга кооперативно-интеграционных структур АПК, включающий в себя повышение следующих уровней:

- товарного потенциала (путем выпуска новых и инновационных видов продукции с учетом современных трендов в питании);
- ценового потенциала (через внедрение системы управления ценообразованием (pricing management software));
- сбытового потенциала (посредством построения автоматизированной системы взаимодействия с клиентами CRM (customer relationship management) и выхода на цифровые торговые площадки);
- потенциала продвижения (через формирование и развитие инструментов «входящего маркетинга»);

– цифрового потенциала (путем использования автоматизации маркетинга).

Статья подготовлена при поддержке Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований по договору № Г25У-003 от 2 мая 2025 г. на выполнение НИР «Формирование системы адаптивного маркетинга в аграрном бизнесе Республики Беларусь как инструмента инновационного развития экономики» на 2025–2027 гг. (№ гос. регистрации 20250899).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Акулич, И.Л. Маркетинг / И.Л. Акулич. – Минск: Выш. школа, 2009. – 511 с.
2. Багиев, Г.Л. Маркетинг: учебник для вузов / Г.Л. Багиев, В.М. Тарасевич, Х. Анн; под ред. Г.Л. Багиева. – 3-е изд. – СПб.: Питер, 2008. – 736 с.
3. Эванс, Дж. Р. Маркетинг / Дж. Р. Эванс, Б. Берман; пер. с англ. – М.: Сирин, 2000. – 308 с.
4. Евдокимов, Ф.И. Азбука маркетинга / Ф.И. Евдокимов, В.М. Гавва. – Харьков: Сталкер, 1998. – 432 с.
5. Киреенко, Н.В. Методика оценки маркетингового потенциала аграрных предприятий / Н.В. Киреенко // Аграрная экономика. – 2012. – № 2. – С. 31-41.
6. Моисеева, Н.К. Управление маркетингом: теория, практика, информационные технологии / Н.К. Моисеева, М.В. Коньшева. – М.: Финансы и статистика, 2002. – 304 с.
7. Котлер, Ф. Маркетинг. Менеджмент. / Ф. Котлер, К.Л. Келлер – 12-е изд., изм. и доп. – СПб.: Питер, 2010. – 816 с.
8. Лейтон, М. Просто об Agile / М.С. Лейтон. – М.: Эксмо, 2017. – 432 с.
9. Панкрухин, А.П. Маркетинг: учебник / А.П. Панкрухин. – М.: Омега-Л, 2006. – 656 с.
10. Основы маркетинга / Ф. Котлер, Г. Армстронг, В. Вонг [и др.]; пер. с англ. А.В. Назаренко, А.Н. Свирид. – 5-е европ. изд. – М.: Вильямс, 2017. – 751 с.
11. Маркетинг: учеб. пособие / А.П. Мищенко, А.И. Банников, М.Х. Биктемирова [и др.]; под ред. А.П. Мищенко. – М.: КНОРУС, 2008. – 288 с.

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 06.10.2025

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 желательнее продолжение перенести на следующую строчку;

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

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

г) цифры набираются шрифтом прямого начертания;

д) аббревиатуры функций набираются прямо;

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

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

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

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

4. Цифровой материал должен оформляться в виде таблиц. Каждая таблица должна иметь заголовок и номер (если 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 «Заключение» должны быть в сжатом виде сформулированы основные полученные результаты с указанием их новизны, преимуществ и возможностей применения.

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

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

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

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

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

9. Плата за опубликование научных статей не взимается.

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

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

*220012, 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 прикатывания поверхности поля, а также для подготовки окультуренных почв за два 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 два 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

